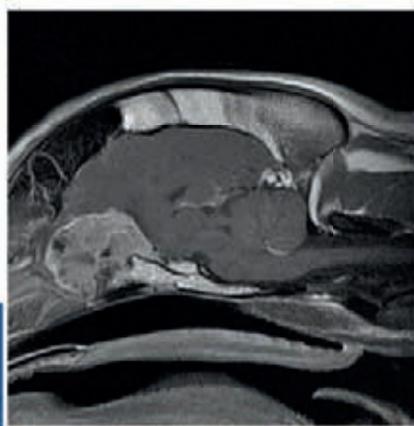


NEUROCIRUGÍA EN EL PERRO Y EL GATO

Coordinador
Sergio Ródenas

Sergio Moya
Christian Maeso



Índice de contenidos

PRINCIPIOS BÁSICOS DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA 1

1. NEUROANATOMÍA APLICADA 3

Sergio Ródenas, Sergio Moya y Nuria Delgado

Introducción	3
Anatomía del cráneo	3
Anatomía ósea.....	3
Anatomía del encéfalo	5
Cerebro.....	5
Tronco del encéfalo.....	6
Diencefalo.....	6
Mesencefalo.....	7
Puente.....	7
Médula oblongada.....	7
Cerebelo.....	7
Anatomía vascular del encéfalo	8
Vascularización arterial.....	8
Vascularización venosa.....	9
Anatomía de las meninges	12
Anatomía de la columna vertebral y la médula	12
Anatomía ósea.....	12
Vértebras cervicales.....	12
Vértebras torácicas.....	13
Vértebras lumbares.....	13
Vértebras sacras.....	13
Vértebras caudales.....	13
Disco intervertebral.....	13

Anatomía de la médula espinal	15
Anatomía vascular de las vértebras y de la médula espinal	16
Vascularización arterial.....	16
Vascularización venosa.....	16
Bibliografía	19

2. EXAMEN NEUROLÓGICO, LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN Y DIAGNÓSTICOS DIFERENCIALES 21

Sergio Ródenas, Juan Jesús Sánchez y Tamara Heredia

Introducción	21
Reseña	21
Historia clínica	21
Examen físico general y ortopédico	21
Examen neurológico	22
Estado mental.....	22
Postura.....	23
Marcha.....	23
Ataxia.....	23
Paresia y parálisis (-plejia).....	23
Torneo o marcha en círculos.....	26
Cojeras.....	26
Nervios craneales.....	26
Reacciones posturales.....	29
Reflejos espinales.....	29
Evaluación sensitiva.....	30
Neurolocalización	31
Diagnóstico diferencial.....	34
Bibliografía	36

3. EXÁMENES

COMPLEMENTARIOS

Sergio Ródenas

Introducción..... 37

Exámenes generales rutinarios (pruebas clinicopatológicas y de imagen)..... 37

Análisis del líquido cefalorraquídeo..... 37

Conceptos generales..... 37

Extracción de LCR..... 38

 Extracción de la cisterna cerebelomedular 39

 Extracción lumbar..... 39

 Análisis y resultados..... 39

Diagnóstico por imagen..... 40

Radiología convencional 40

Ecografía..... 40

Mielografía o mielografía-TC 42

 Técnica con punción lumbar..... 43

Tomografía computarizada (TC)..... 43

 Principios básicos..... 43

 Aplicaciones diagnósticas..... 45

Resonancia magnética (RM)..... 46

 Principios básicos..... 46

 Aplicaciones diagnósticas..... 46

Exámenes electrofisiológicos..... 48

Electromiografía 48

Electroneurografía 49

 Estudios de conducción nerviosa motora..... 49

 Estudios de conducción nerviosa sensitiva 50

Biopsias..... 50

Bibliografía..... 51

4. EQUIPOS E INSTRUMENTAL DE CIRUGÍA Y NEUROCIRUGÍA

Sergio Moya y Sergio Ródenas

Introducción..... 55

Material general básico..... 55

Bisturíes y mangos..... 55

Portagujas..... 56

Pinzas hemostáticas..... 56

Aspirador de succión y cánulas de aspiración..... 56

Tijeras 56

Pinzas tisulares 56

Separadores manuales..... 56

Clamps..... 56

Bisturí eléctrico 56

Paños quirúrgicos 56

Material general de neurocirugía..... 56

Retradores 57

 Weitlaner 57

 Gelpi..... 57

Elevadores de periostio..... 58

Curetas óseas 58

Pinzas Kerrison 58

Ganchos de raíz nerviosa e instrumentos dentales 59

Motor neumático o eléctrico 59

Sierra oscilante..... 59

Gubias..... 59

Instrumentos de fijación..... 60

 Tornillos 60

 Agujas o clavos roscados..... 60

 Destornilladores..... 60

 Placas DCP/bloqueadas y mallas de titanio..... 60

 Brocas 60

 Medidores..... 60

Cera ósea y la celulosa hemostática (colágeno) 61

Cemento óseo..... 61

Material e instrumentos específicos de neurocirugía..... 62

Sistemas de magnificación e iluminación..... 62

 Gafas-lupa 62

 Microscopio quirúrgico..... 62

 Sistemas de magnificación con luz y exoscopia (videotelescopio) en neurocirugía..... 62

Biopsia estereotáctica 62

Neuronavegador	62
Fluoroscopio	63
Bibliografía	64

5. ANESTESIA EN CIRUGÍA INTRACRANEAL

Teresa Mangas y Sergio Ródenas

Fisiología	65
Autorregulación del flujo sanguíneo cerebral.....	65
Presión intracraneal.....	67
Manejo anestésico	67
Consideraciones preanestésicas	67
Consideraciones anestésicas.....	68
Preoxigenación.....	68
Manejo de la vía aérea	68
Inducción.....	69
Mantenimiento anestésico.....	69
Monitorización	70
Recuperación anestésica.....	70
Posoperatorio	71
Bibliografía	72

6. PRINCIPALES ABORDAJES EN CIRUGÍA DE LA COLUMNA VERTEBRAL Y LA MÉDULA ESPINAL

Sergio Ródenas

Introducción, términos y principios generales	73
Abordajes quirúrgicos. Región cervical	74
Abordaje ventral.....	74
Técnica quirúrgica	74
Abordaje dorsal/dorsolateral	78
Abordaje a la región cervical craneal (C1-C2/3).....	80
Técnica quirúrgica	80
Abordaje a la región cervical caudal (C3-C7-T1).....	82
Técnica quirúrgica	82

Abordaje modificado lateral (Rossmeisl)	85
-----------------------------------------------	----

Abordajes quirúrgicos. Regiones torácica y lumbar

Abordaje dorsolateral de tejidos blandos.....	86
Técnica quirúrgica	86
Abordaje dorsal para realizar una laminectomía dorsal torácica o lumbar	91
Técnica quirúrgica	91
Corpectomía lateral parcial.....	92
Técnica quirúrgica	92

Complicaciones posibles de los abordajes quirúrgicos

Bibliografía	95
---------------------------	----

7. PRINCIPALES ABORDAJES EN CIRUGÍA INTRACRANEAL

Sergio Ródenas

Introducción, términos y principios generales	97
Elección del abordaje quirúrgico	97
Posicionamiento del paciente en los abordajes intracraneales	98
Abordajes quirúrgicos	98
Abordaje rostral (craneotomía y craniectomía transfrontales).....	98
Técnica transfrontal unilateral sin destrucción de la placa cribiforme con craneotomía rostrotentorial	99
Técnica transfrontal modificada	101
Técnica transfrontal transorbitaria	106
Abordaje (craneotomía y craniectomía) rostrotentorial ..	106
Técnica rostrotentorial lateral	107
Técnica rostrotentorial bilateral.....	108
Abordaje (craneotomía y craniectomía) suboccipital	111
Técnica quirúrgica	111
Oclusión del seno transverso.....	115
Abordajes al tronco del encéfalo.....	117
Abordaje al tronco del encéfalo caudal.....	117
Abordaje al nervio trigémino	117
Bibliografía	118

CIRUGÍA DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL 121

8. SUBLUXACIÓN ATLANTOAXIAL 123

Sergio Ródenas y Juan Jesús Sánchez

Introducción, términos y principios generales 123

Signos clínicos 123

Diagnóstico por imagen 125

Radiología convencional 125

Tomografía computarizada (TC) 126

Resonancia magnética (RM) 126

Tratamiento médico 126

Tratamiento quirúrgico 127

Técnicas de estabilización dorsal 128

Técnicas de estabilización ventral 129

 Abordaje y reducción 129

 Técnicas con colocación de tornillos o clavos transarticulares 130

 Técnicas con construcción de implantes para los cuerpos de C1 y C2 y aplicación de tornillos o clavos transarticulares y PMMA 130

 Placas bloqueadas 133

Consideraciones sobre el tratamiento quirúrgico 134

Complicaciones 134

Bibliografía 137

9. ESPONDILOMIELOPATÍA CERVICAL 139

Sergio Ródenas y Juan Jesús Sánchez

Introducción, términos y principios generales 139

Etiopatogenia 140

Signos clínicos 141

Diagnóstico 142

Diagnóstico por imagen 142

 Radiografía simple 142

 Mielografía 142

 Tomografía computarizada (TC) 143

 Resonancia magnética (RM) 143

Tratamiento médico 144

Tratamiento quirúrgico 145

Técnicas descompresoras directas 146

 Slot ventral tradicional y en cono invertido 146

 Laminectomía dorsal y hemilaminectomía 147

Técnicas descompresoras indirectas sin conservación del movimiento 149

 Estabilización y distracción con clavos de rosca positiva o tornillos con PMMA 149

 Estabilización y distracción con placas bloqueadas 153

Técnicas descompresoras indirectas con conservación del movimiento (artroplastia de disco) 153

Complicaciones 155

Bibliografía 156

10. ANOMALÍAS CONGÉNITAS E IDIOPÁTICAS DE LA MÉDULA ESPINAL 161

Sergio Ródenas

Introducción, términos y principios generales 161

Anomalías congénitas por defectos del tubo neural 161

Espina bífida, meningocele y meningomielocelo 162

 Tratamiento 163

Tracto sinusal dermoide 166

 Tratamiento 167

Anomalías congénitas de la columna vertebral 169

Generalidades 169

Tipos de malformaciones vertebrales más frecuentes ... 169

 Hemivértebra 169

 Vértebra en mariposa 171

 Vértebras transicionales 171

Vértabras en bloque.....	171
Displasia articular	171
Estenosis del canal vertebral.....	171
Diagnóstico por imagen.....	172
Tratamiento.....	173
Lesiones quísticas de la médula espinal y de la columna vertebral	180
Divertículo subaracnoideo (DSA)	180
Tratamiento	182
Quistes sinoviales.....	187
Tratamiento quirúrgico y técnica.....	187
Quistes y divertículos atípicos	189
Exostosis cartilaginosa múltiple (ECM) o condromatosis	191
Bibliografía	192

11. HERNIA DISCAL TORACOLUMBAR Y CERVICAL 197

Christian Maeso y Sergio Ródenas

Introducción, términos y principios generales	197
Fisiopatología de las hernias discales.....	197
Presentación clínica.....	198
Diagnóstico	199
Consideraciones terapéuticas	200
Indicaciones para el tratamiento médico	201
Indicaciones para el tratamiento quirúrgico.....	201
Tratamiento quirúrgico. Técnicas descompresoras.....	202
Hernias discales torácicas y lumbares.....	202
Hemilaminectomía	202
Minihemilaminectomía y pediclectomía	204
Corpectomía lateral	206
Hernias discales cervicales	207
Slot ventral.....	207
Hemilaminectomía y laminectomía dorsales	208
Tratamiento quirúrgico. Otras técnicas asociadas o no a descompresión.....	208

Fenestración del disco intervertebral.....	208
Durotomía	209
Estabilización vertebral asociada o no a técnica descompresiva	210

Pronóstico 211

Bibliografía 212

12. FRACTURAS Y LUXACIONES VERTEBRALES 217

Sergio Ródenas, José Miguel Segura y Antonio Navarro

Introducción, términos y principios generales 217

Examen general físico y examen neurológico 217

Fisiopatología del trauma medular 218

Diagnóstico por imagen 218

Radiografía convencional..... 218

Mielografía
 219 |

Tomografía computarizada (TC)..... 219

Resonancia magnética (RM)..... 220

Factores de biomecánica..... 220

Consideraciones terapéuticas 222

Tratamiento quirúrgico 223

Tipos de implantes..... 223

 Implantes de fijación interna..... 223

 Sistemas de fijación esquelética externa
 224 |

Tratamiento de las fracturas y luxaciones cervicales..... 224

 Estabilización mediante abordaje ventral..... 224

 Estabilización mediante abordaje dorsal..... 230

Tratamiento de las fracturas y luxaciones toracolumbares
 230 |

 Técnicas con agujas o tornillos y PMMA
 231 |

 Técnica con placas y tornillos..... 235

 Técnica con tornillos pediculares..... 235

 Fijación esquelética externa..... 235

 Otras técnicas..... 236

Complicaciones..... 237

Bibliografía 239

13. NEOPLASIAS DE LA MÉDULA ESPINAL Y COLUMNA VERTEBRAL 243

Sergio Moya y Sergio Ródenas

Introducción, términos y principios generales	243
Clasificación	243
Historia y signos clínicos	246
Diagnóstico	246
Exámenes diagnósticos generales	246
Diagnóstico por imagen.....	246
Radiografías simples.....	246
Mielografía o mielografía-TC.....	247
Tomografía computarizada (TC).....	248
Resonancia magnética (RM)	249
Examen laboratorial	250
Líquido cefalorraquídeo.....	250
Histopatología	250
Consideraciones terapéuticas	250
Tratamiento clínico.....	251
Tratamiento quirúrgico.....	251
Radioterapia	252
Quimioterapia	252
Tipos de neoplasia y pronóstico	252
Tumores extradurales.....	252
Mieloma múltiple (MM).....	252
Osteosarcoma vertebral (OSA)	252
Fibrosarcoma vertebral–Condrosarcoma	253
Exostosis cartilaginosa múltiple (ECM)	254
Tumores intradurales.....	254
Meningioma	254
Tumor de la vaina nerviosa (TVN)	257
Sarcoma histiocítico (SH)	257
Nefroblastoma	257
Tumores intramedulares	258
Bibliografía	259

14. CIRUGÍA DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES INTRACRANEALES 261

Christian Maeso y Sergio Ródenas

Introducción	261
Consideraciones en el paciente con enfermedad intracraneal	261
Fisiología cerebral.....	261
Fisiopatología cerebral.....	261
Enfermedades específicas	263
Vasculares.....	263
Accidentes cerebrovasculares hemorrágicos.....	263
Hamartomas vasculares.....	264
Angiomatosis.....	264
Inflamatoria-infecciosas	264
Empiomas intracraneales	264
Traumáticas.....	266
Anomalías congénitas y del desarrollo	268
Hidrocefalia congénita.....	268
Malformación de Chiari.....	271
Tumores.....	272
Meningioma	272
Glioma	273
Tumores de los plexos coroideos.....	274
Tumores de la fosa media	276
Técnicas de biopsia cerebral	276
Complicaciones quirúrgicas	276
Infecciones intracraneales.....	276
Neumoencéfalo intraventricular	277
Crisis epilépticas	277
Neumonías por aspiración	277
Bibliografía	278

CIRUGÍA DEL SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO

283

15. ENFERMEDAD DEGENERATIVA LUMBOSACRA

285

Sergio Ródenas y José Rial

Introducción, términos y principios generales 285

Fisiopatología..... 286

Signos clínicos..... 286

Diagnóstico..... 288

Historia y exámenes clínico y neurológico 288

Diagnóstico diferencial..... 288

Exámenes electrofisiológicos 288

Diagnóstico por imagen..... 288

Radiografía simple..... 288

Mielografía, epidurografía y discografía 288

Tomografía computarizada (TC)..... 288

Resonancia magnética (RM)..... 288

Tratamiento médico 290

Tratamiento quirúrgico 290

Técnicas descompresoras 291

Laminectomía dorsal con anulectomía..... 291

Foraminotomía 292

Facetectomía 295

Estabilización-distracción lumbosacra..... 295

Estabilización-distracción con tornillos o clavos roscados con o sin PMMA 295

Estabilización-distracción con placas 297

Estabilización-distracción con tornillos pediculares 297

Pronóstico y complicaciones 300

Bibliografía 301

16. BIOPSIA DE MÚSCULOS Y NERVIOS Y MICROCIRUGÍA DEL NERVIOS PERIFÉRICO

303

Alberto Ballestín y Sergio Ródenas

Introducción, términos y principios generales 303

Biopsias de músculo y de nervio periférico..... 303

Indicaciones..... 303

Técnica para realizar una biopsia muscular de extremidades 304

Técnica quirúrgica abierta 304

Técnica quirúrgica cerrada (con aguja percutánea o *tru-cut*) 307

Técnica para realizar biopsia muscular del músculo temporal 307

Técnica para realizar la biopsia de nervio 307

Enfermedades específicas del nervio periférico 310

Tumores de la vaina nerviosa en nervio periférico, raíces nerviosas y plexo braquial 310

Diagnóstico..... 310

Consideraciones terapéuticas 310

Tratamiento quirúrgico..... 310

Enfermedades inflamatorias e infecciosas..... 312

Ganglioneuritis hipertrófica..... 312

Traumatismos del nervio periférico 313

Tipos de lesión del nervio periférico..... 313

Técnicas para la reparación de traumatismos del nervio periférico 316

Reparación directa epineural o perineural 317

Reparación mediante injertos..... 317

Reparación mediante conductos nerviosos 319

Bibliografía 320

Principales abordajes en cirugía intracraneal

Autor: Sergio Ródenas

Introducción, términos y principios generales

A la hora de decidir y planificar una cirugía intracraneal es de vital importancia tener un conocimiento amplio de la neuroanatomía del encéfalo (anatomía ósea, cerebral y vascular) (ver para más detalle el cap. 5) y de las técnicas quirúrgicas, así como una amplia experiencia en la interpretación de exámenes de imagen avanzada del encéfalo (resonancia magnética —RM— y tomografía computarizada —TC—), así como conocer los mecanismos fisiopatológicos que están asociados a la patología intracraneal¹⁻⁴. Esto nos va a permitir el poder elegir el abordaje y procedimiento más adecuados para cada paciente.

Es también de vital importancia haber realizado una anamnesis completa, un examen general (físico y neurológico) exhaustivo (localización y gravedad de la lesión), así como las pruebas preoperatorias (hemograma y análisis bioquímico completos, perfil de coagulación, radiografías torácicas y ecografías de abdomen) y exámenes de neuroimagen. Esto nos va a permitir minimizar o evitar las posibles complicaciones antes, durante y después de realizar la cirugía.¹

Los términos craneotomía, craniectomía y craneoplastia hacen referencia a diferentes técnicas quirúrgicas explicadas a continuación.

Definiciones

- **Craneotomía:** consiste en retirar una parte del hueso de la bóveda craneal con el fin de exponer tejido encefálico y estructuras nerviosas, reponiendo el fragmento o colgajo óseo del paciente al terminar la cirugía.
- **Craniectomía:** en esta técnica se retira una parte del hueso de la bóveda craneal con el fin de exponer tejido encefálico y estructuras nerviosas sin reponer el fragmento o colgajo óseo al terminar la cirugía.
- **Craneoplastia:** reparación quirúrgica (mallas, biomateriales) de un defecto o deformidad en el cráneo.

La elección entre realizar craneotomía o craniectomía en veterinaria depende de varios factores: el sitio de la cirugía, la extensión de la cirugía y la preferencia del cirujano. Algunos neurocirujanos veterinarios prefieren realizar craniectomías, debido a que, generalmente, la gran cantidad de músculo (principalmente en el abordaje rostrotentorial tanto en pacientes caninos como felinos) permite recubrir el defecto óseo con protección de los tejidos nerviosos, además de producir un efecto cosmético adecuado.

Elección del abordaje quirúrgico

La elección del abordaje quirúrgico intracraneal en perros y gatos depende de múltiples factores (cuadro 1).

A diferencia de los seres humanos, la anatomía del cráneo en perros y gatos es mucho más variable, con diferencias entre el perro y gato y gran variabilidad entre los distintos tipos de razas de perros (braquicéfalos, dolicocefalos y mesocéfalos), lo cual implica en algunos abordajes (p. ej.: craneotomía o craniectomía transfrontal) cambios en función de la especie y la raza.^{1,5,6}

CUADRO 1. Factores más importantes que deben tenerse en cuenta para planear el abordaje quirúrgico en el encéfalo.^{1,7}

- Tamaño y extensión de la lesión.
- Tipo de lesión (congénita, neoplásica, inflamatoria, etc.).
- Localización de la lesión.
- Especie y raza.
- Estructuras con riesgo vital cercanas a la lesión.
- Tipo de cirugía (p. ej.: biopsia, extirpar masa, etc.).
- Riesgos y posibles complicaciones (aumento de la presión intracraneal —PIC—, herniación cerebral, etc.).
- Tipo de material quirúrgico disponible.
- Experiencia del cirujano.
- Consistencia de la lesión (gelatinosa, sólida o fibrosa).

La cavidad craneal se divide en fosa craneal rostral y medial (hemisferios cerebrales, área olfatoria, hipocampo y tálamo) y fosa craneal caudal o caudotentorial (cerebelo, puente, bulbo raquídeo y cuarto ventrículo). Estas dos fosas están separadas por el tentorio del cerebelo (parte ósea y membranosa).¹

De manera general, los abordajes transfrontal y rostrotentorial nos darán acceso a la fosa craneal rostral y el abordaje suboccipital nos dará acceso a la fosa craneal caudal.

Los principales puntos de referencia en la bóveda craneal a la hora de realizar una cirugía intracraneal en veterinaria son las regiones frontal, olfatoria, parietal y occipital (ver cap. 5).

El tipo de cirugía que vaya a realizarse también puede ser determinante a la hora de escoger un abordaje. De esta manera, en cirugías menos invasivas (biopsias, hematomas o implantar un *shunt* ventriculoperitoneal) se utilizarán procedimientos menos invasivos o abordajes más limitados que en cirugías que requieran la extirpación de grandes masas o cuerpos extraños y en lesiones localizadas ventralmente, hemorragias masivas, fracturas o craneotomías para descomprimir.^{1,7}

Por regla general, a la hora de realizar abordajes intracraneales es preferible que estos sean lo más amplios posible para obtener una buena exposición del tejido encefálico, con el objetivo de minimizar el daño iatrogénico por una manipulación excesiva del tejido y evitar, en lo posible, complicaciones tales como edema o hemorragia.^{1,7}

Posicionamiento del paciente en los abordajes intracraneales

El posicionamiento del paciente es de crucial importancia a la hora de realizar una cirugía intracraneal. En la mayoría de los procedimientos la posición será en decúbito esternal y en procedimientos tales como abordaje rostrotentorial o en los que se requiere acceso a la parte ventral del encéfalo mediante una osteotomía de la apófisis cigomática también se puede realizar, según preferencia del cirujano, con el animal en decúbito lateral.

Es importante a la hora de posicionar al paciente que el anestesiista pueda acceder a los catéteres arteriales o intravenosos y al tubo endotraqueal en caso de ser necesario sin tener que movilizar al paciente o molestar al cirujano.^{1,2,7,8}

La cabeza debe estar elevada por encima del nivel del corazón para favorecer el retorno venoso. Es importante usar dispositivos de sujeción o fijación mandibular acolchados para inmovilizar la cabeza y evitar el compromiso de estructuras vasculares. Un marco de sujeción de la cabeza o mantenerla fija con vendas adhesivas (evitando comprimir la vena yugular) también puede ser útil para las intervenciones intracraneales en perros y gatos.^{1,7,8}

En la bibliografía veterinaria se han descrito múltiples abordajes intracraneales, en este libro se van a describir los abordajes estándar más utilizados, así como variaciones en algunos abordajes descritos previamente o modificados por el autor.

Abordajes quirúrgicos

Abordaje rostral (craneotomía y craneotomía transfrontales)

Este abordaje se utiliza para acceder al bulbo olfatorio, a la corteza frontal dorsal y al área etmoidal.^{1,5,7}

La figura 1 muestra los principales abordajes quirúrgicos descritos para el acceso al bulbo olfatorio y a la corteza cerebral rostral en el perro.

Se han descrito múltiples técnicas y variaciones en el perro para acceder al bulbo olfatorio y a la corteza frontal, tanto unilaterales como bilaterales. El defecto óseo para acceder también puede variar en el tamaño y en la forma (diamante, mitad de diamante, triangular, trapezoidal o rectangular) dependiendo de la especie, tipo de craneotomía o craneotomía, raza y extensión o localización de la lesión.^{1,5,7,9}

Las primeras técnicas de craneotomía transfrontal descritas en veterinaria combinaban abordajes transfrontales unilaterales con rostrotentoriales.^{10,11} Estas técnicas permiten una visualización y exposición excelente de los lóbulos frontales, pero generalmente no permiten una adecuada exposición y visualización del bulbo olfatorio y de la lámina cribosa o placa cribiforme.⁶

En 1987, Kostolich describe un abordaje transfrontal con destrucción de la placa cribiforme para acceder mejor al bulbo olfatorio¹², esta técnica consiste en crear un defecto o colgajo óseo de forma trapezoidal en la parte rostral del hueso frontal y del seno que se extiende rostralmente al hueso nasal y maxilar, permitiendo una buena exposición del bulbo olfatorio y de la placa cribiforme, pero una limitada exposición de los lóbulos frontales.

Estas técnicas de forma aislada muestran una exposición de tejidos limitada en una u otra área, además de las potenciales complicaciones debido a la limitada exposición descritas (crisis epileptiformes e infecciones posoperatorias).^{5,6}

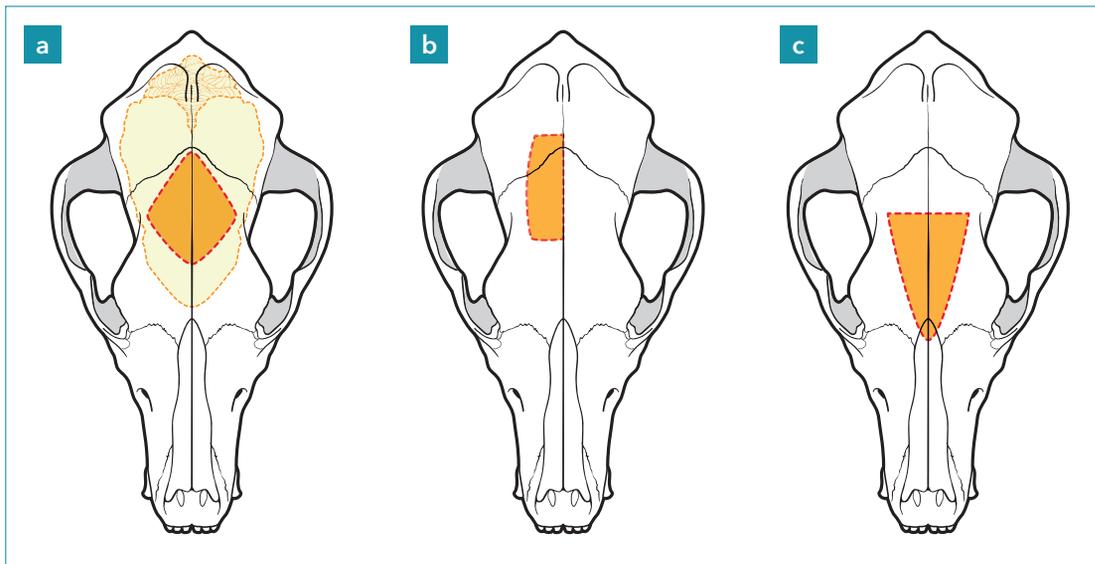


FIGURA 1. Principales abordajes quirúrgicos descritos para el acceso al bulbo olfatorio y a la corteza cerebral rostral en el perro. Abordaje transfrontal modificado⁶ (a), unilateral con abordaje rostrotentorial^{10,11} (b) y acceso a la placa cribiforme¹² (c). Ilustraciones basadas en las originales de Tamara Heredia.

Para obtener una mayor exposición de tejidos (bulbo olfatorio, placa cribiforme y área rostral frontal) y limitar así las complicaciones descritas anteriormente, se describió el abordaje del seno transfrontal (bilateral) modificado, en el que no se observaron complicaciones mayores.⁶

Por regla general, el abordaje unilateral se utiliza en pocos casos debido a la limitada exposición y acceso a estructuras cerebrales, y a que, en la mayoría de los casos, se necesita un abordaje y exposición amplios para limitar la manipulación del tejido encefálico y para visualizar bien todas las estructuras. Por ello, el abordaje transfrontal modificado es el procedimiento más utilizado en la mayoría de los casos.^{1,5-9} Sin embargo, aunque normalmente el abordaje de elección es el transfrontal bilateral, en algunos casos específicos un abordaje amplio unilateral, con o sin combinación de craneotomía rostrotentorial, puede permitir una buena exposición de los tejidos sin complicaciones mayores.⁹

En el gato hay menos casos descritos que en el perro con la técnica detallada para el acceso al bulbo olfatorio y a la corteza frontal rostral. Hay varios estudios en gatos, aunque la técnica de elección en la mayoría de los casos sería la transfrontal modificada, al igual que en el perro.¹³⁻¹⁵

Técnica transfrontal unilateral sin destrucción de la placa cribiforme con craneotomía rostrotentorial

La técnica transfrontal unilateral^{10,11}, como se dijo anteriormente, es menos utilizada que la transfrontal bilateral modificada, si bien en algunos casos muy lateralizados en el área rostral (caudales al surco cruzado) y/o temporal produce una

exposición adecuada de tejidos (lóbulo frontal y temporal) sin riesgos mayores.⁹

Una de las principales ventajas de esta técnica es acceder a lesiones lateralizadas caudales al surco cruzado.⁶

La complicación potencial intraoperatoria que puede ocurrir con este tipo de abordaje es el riesgo de dañar el seno sagital dorsal, los vasos meníngeos y el tejido cerebral.⁶

Técnica quirúrgica

El animal se posiciona en decúbito esternal y con la cabeza fija (el abordaje tisular y muscular es similar a la técnica transfrontal modificada).

El defecto óseo se crea en función de la localización y extensión de la lesión. El colgajo óseo puede ser en forma de medio diamante, triangular, rectangular o variar en función de donde esté la lesión. Generalmente, este defecto se extiende desde el hueso frontal hasta el hueso temporal (habitualmente combinación de frontal con algo de rostrotentorial) para permitir el acceso al lóbulo frontal.

El autor, por regla general, utiliza el motor neumático con fresas en este tipo de abordaje unilateral o, en algunos casos, la sierra oscilante.

En este tipo de abordaje se puede reponer el colgajo óseo, aunque en muchos casos no es estrictamente necesario, ya que el defecto óseo es menor que en el abordaje transfrontal modificado. En los casos en que el defecto sea muy grande, que no haya buena cosmética o por preferencia del cirujano, se puede optar por reponer el colgajo óseo o colocar una malla de titanio o metacrilato.

Las figuras 2 y 3 muestran un ejemplo en dibujo y fotografías de un abordaje quirúrgico con craneotomía transfrontal unilateral para el tratamiento de un glioma frontal.

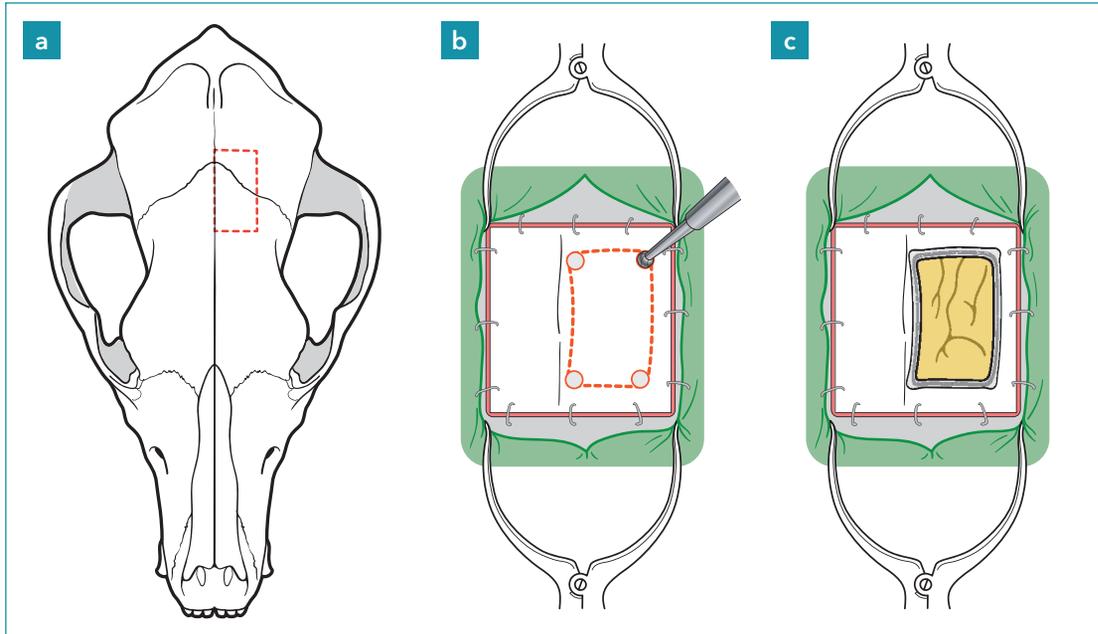


FIGURA 2. Ilustración del abordaje unilateral transfrontal que se muestra en las imágenes de la figura 3. Ubicación de la craneotomía (a). Fresado de la ventana ósea (b). Tejido encefálico tras retirar la ventana ósea (c). Ilustraciones basadas en las originales de Tamara Heredia.

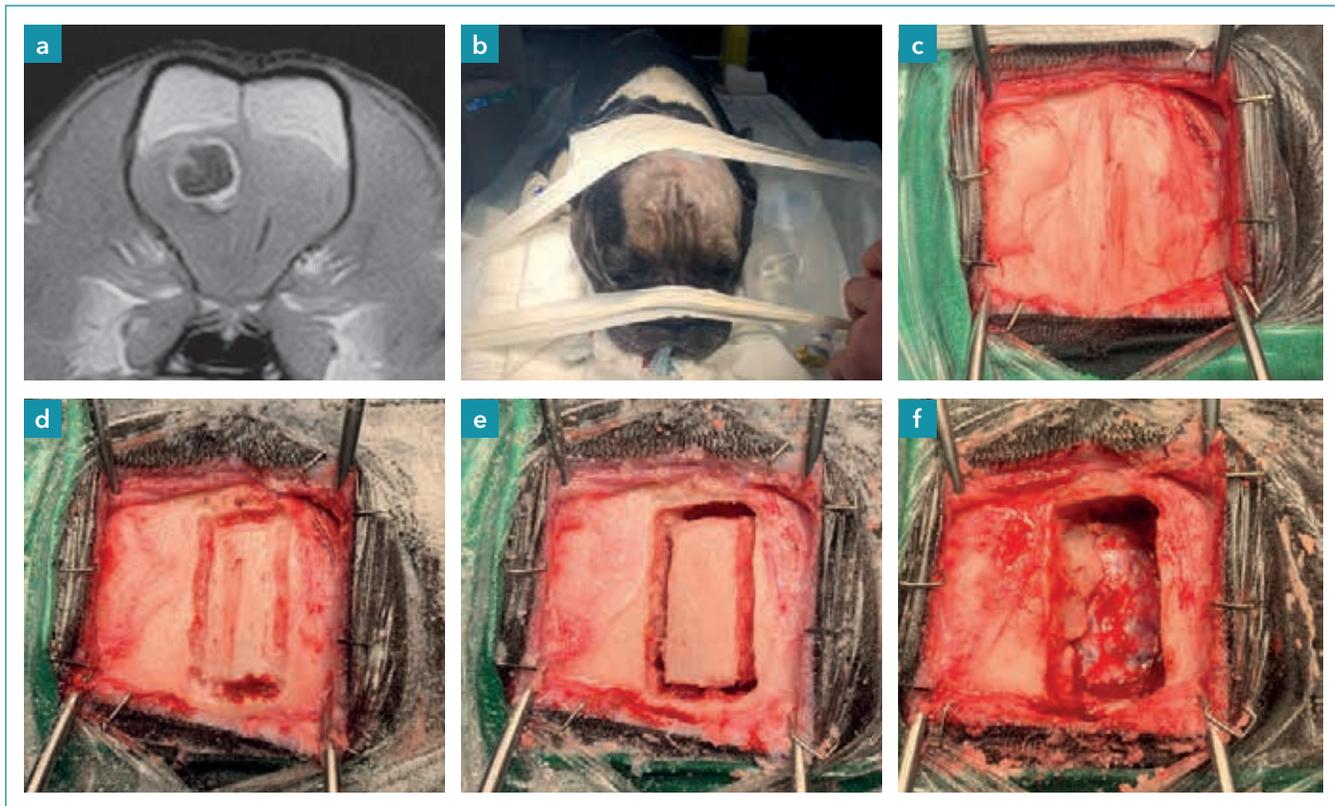


FIGURA 3. Imagen transversal de una resonancia magnética en secuencia T1 poscontraste de un glioma en el lóbulo frontal (a). Preparación del paciente (b). Imagen intraoperatoria que muestra el hueso frontal y parte temporoparietal de forma bilateral (c). Límites de la craneotomía (transfrontal unilateral con parte rostrotentorial) (d). Ventana ósea una vez terminada y antes de retirar el colgajo óseo (e). Exposición del tejido cerebral frontal con parte rostrotentorial tras terminar la craneotomía (f).

Técnica transfrontal modificada

En este libro se va a describir el abordaje transfrontal modificado descrito previamente^{1,5,6}, que es el que el autor realiza en la mayoría de los pacientes con lesiones en el bulbo olfatorio o en la corteza cerebral rostral (fig. 4).

Esta técnica nos permite una excelente exposición, tanto del bulbo olfatorio y placa cribiforme como de la corteza cerebral rostral hasta aproximadamente el surco cruzado (*cruciate sulcus*)⁶, limitando complicaciones y el daño iatrogénico cerebral por manipulación excesiva de los tejidos. Es importante tener en cuenta a la hora de realizar la craneotomía la especie y raza (figs. 5 y 6).

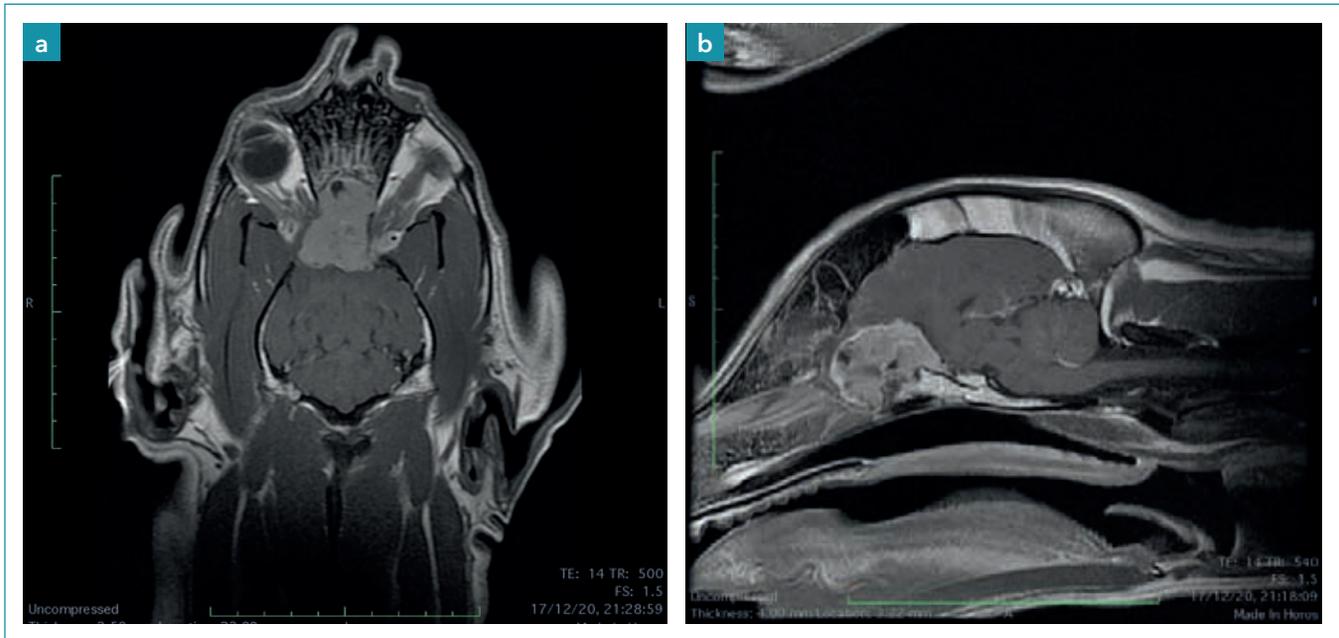


FIGURA 4. Imágenes de resonancia magnética dorsal (a) y sagital (b) en secuencias ponderadas T1 poscontraste que muestran una masa en el lóbulo olfatorio y frontal (meningioma).

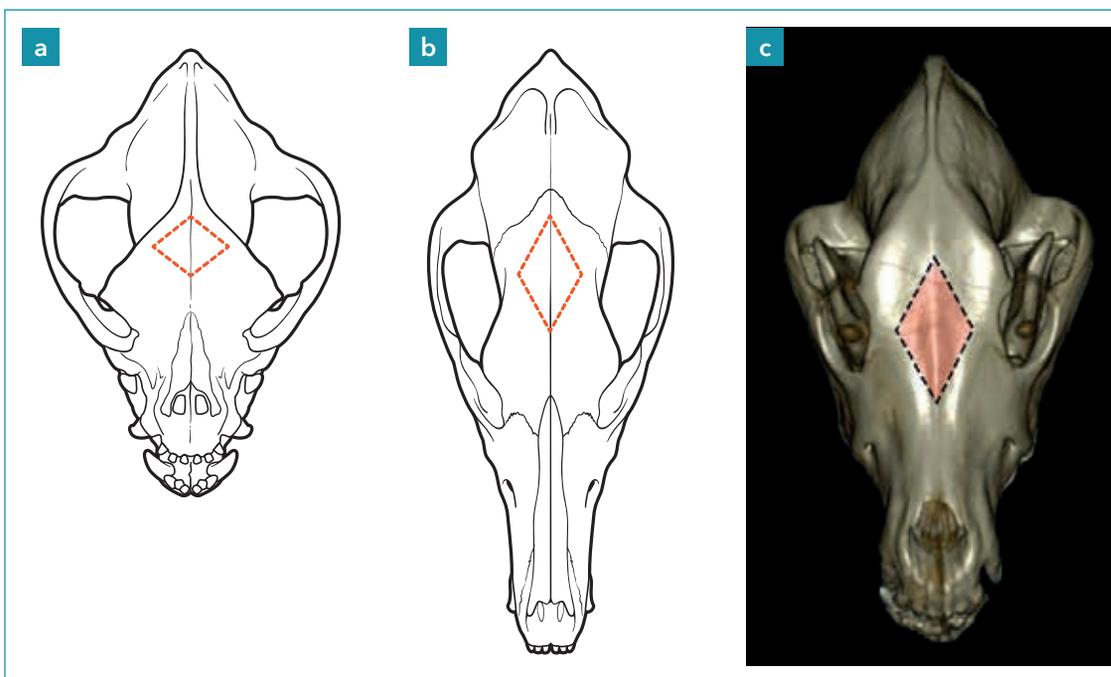


FIGURA 5. Ilustraciones que muestran los límites de la craneotomía transfrontal modificada en un perro braquicéfalo (a) y dolicocefalo (b). Tomografía computarizada en 3D de los límites de la craneotomía transfrontal modificada en un perro dolicocefalo (c). Ilustraciones basadas en las originales de Tamara Heredia.

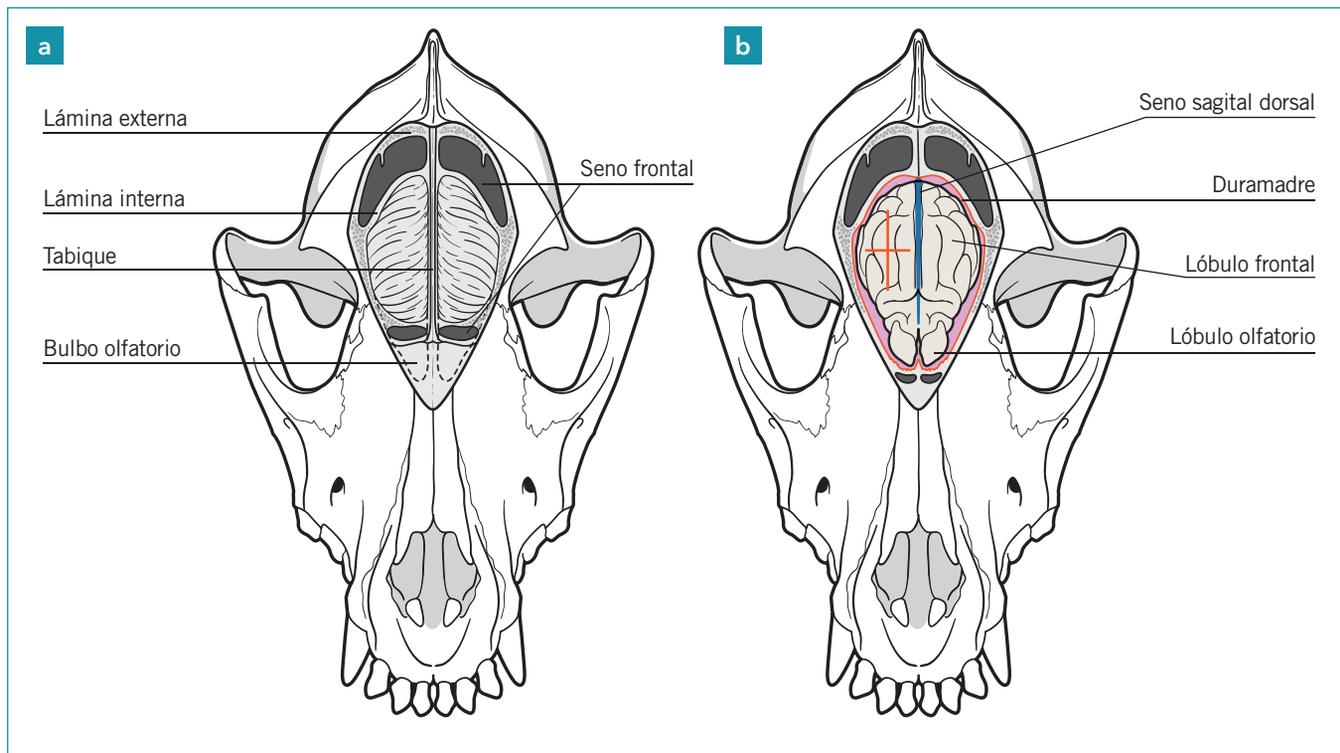


FIGURA 6. Craneotomía transfrontal modificada. Una vez retirado el colgajo óseo y antes de retirar la tabla (lámina) interna del hueso frontal, se observa el puente óseo (tabique) en la línea media y la localización del bulbo olfatorio (a). Una vez se retira la tabla (lámina) interna del hueso frontal mediante un motor neumático o gubia, se observan los lóbulos olfatorio y frontal (las líneas rojas muestran la dirección de la durotomía para intentar no dañar el seno sagital dorsal) (b). Adaptación del libro *Veterinary Surgery: Small Animal*, 2.ª ed. (2018), de Tobias KM y Johnston SA.

La forma y tamaño del seno puede variar entre razas, así, generalmente, los braquicéfalos tienen un seno pequeño o a veces ausente en comparación con los mesocéfalos. Los animales dolicocefalos tienen un seno frontal más ancho y largo que las otras razas.^{4,6}

Estos factores son importantes a la hora de determinar la extensión y forma del colgajo óseo.

Técnica quirúrgica

El animal se posiciona en decúbito esternal con la cabeza y cuello flexionados en un ángulo aproximado de 90° y se fija con cojines de aire o con cinta adhesiva (esparadrapo) teniendo en cuenta que la cabeza esté elevada y no se comprimen las venas yugulares. El resto del cuerpo se estabilizará también con cojines de aire o con sacos de arena y cinta adhesiva. Este posicionamiento nos permitirá una mejor visualización de la extensión rostral de los bulbos olfatorios y de la placa cribiforme.^{1,5,6} El autor generalmente realiza la cirugía estando enfrente del animal, si bien se puede realizar en un lado con un posicionamiento que nos permita mover la mesa para visualizar mejor las estructuras.

Una vez rasurado y preparado el campo de forma aséptica se procede a la incisión de piel en la línea media, que generalmente se extiende desde el margen caudal del hueso nasal hasta la extensión caudal del seno frontal. Se debe identificar el bregma que delimita la extensión más caudal del seno frontal (unión en el plano medio de las suturas frontoparietales derecha e izquierda). El límite de la incisión caudal depende de la conformación de la cabeza (diferentes tipos en función de la raza) y del tamaño del hueso frontal.^{1,5-7}

A continuación, se procede a la disección de tejido subcutáneo, músculo frontal y se aplican dos separadores de Gelpi. Con un elevador de periostio se retira el periostio, y en caso de sangrado se procede a la electrocauterización (bipolar).

Se procede a realizar la osteotomía para retirar el fragmento óseo, en general en forma de diamante, aunque puede variar en función de la raza. Los límites de la craneotomía se van a marcar con un motor neumático y fresas mediante cuatro agujeros que delimitan los márgenes. Estos límites pueden variar también en función de la raza, aunque de forma habitual se extiende rostrolateralmente hasta la apófisis cigomática del hueso frontal y rostromedialmente hasta la unión de los

huesos nasales en la línea media, en ambos lados del cráneo. La osteotomía se realiza en forma de diamante de manera que se unan incisiones en el hueso.^{1,5,6} La osteotomía del hueso se realiza con una sierra oscilante en la mayoría de los casos (aunque se puede utilizar un motor neumático u osteótomo). Se aconseja una inclinación en el corte de aproximadamente 30° para facilitar la reposición del colgajo óseo al final del procedimiento.^{1,5,6}

El fragmento o colgajo óseo una vez terminada la osteotomía se retira con un osteótomo o un elevador de periostio haciendo palanca. Es preciso tener cuidado al hacer esta maniobra y retirar todos los fragmentos residuales para que el puente óseo que une las tablas interna y externa del hueso frontal quede uniendo el colgajo para evitar que se fracture y así poder retirarlo completo para su reposición posterior.

Antes o después de retirar el colgajo se procede a realizar los agujeros en el hueso frontal adyacente al colgajo para

repositorarlo al final de la cirugía con suturas o cerclajes (figs. 7 y 8). El fragmento de hueso se guarda envuelto en una gasa en solución salina.

En algunos casos, tras retirar el fragmento o colgajo óseo es preciso ampliar la osteotomía y modificar el abordaje para mejorar la visualización del área olfatoria y frontal, esto se puede realizar con gubias o con un motor neumático. En estos casos no se podrá reponer el colgajo óseo del propio animal y será necesario cerrar el defecto con una malla de titanio, polimetilmetacrilato u otro tipo de mallas (fig. 9).

Una vez retirado el fragmento de hueso se visualiza la tabla interna del hueso frontal, los etmoturbinados y el seno frontal. Si la visualización no es correcta se puede ampliar la osteotomía.

Se puede irrigar la zona con solución salina, poner cera de hueso o esponjas de gelatina para aislar el hueso frontal, así como retirar el mucoperiostio del seno frontal para evitar el riesgo de sinusitis.^{1,5,6}

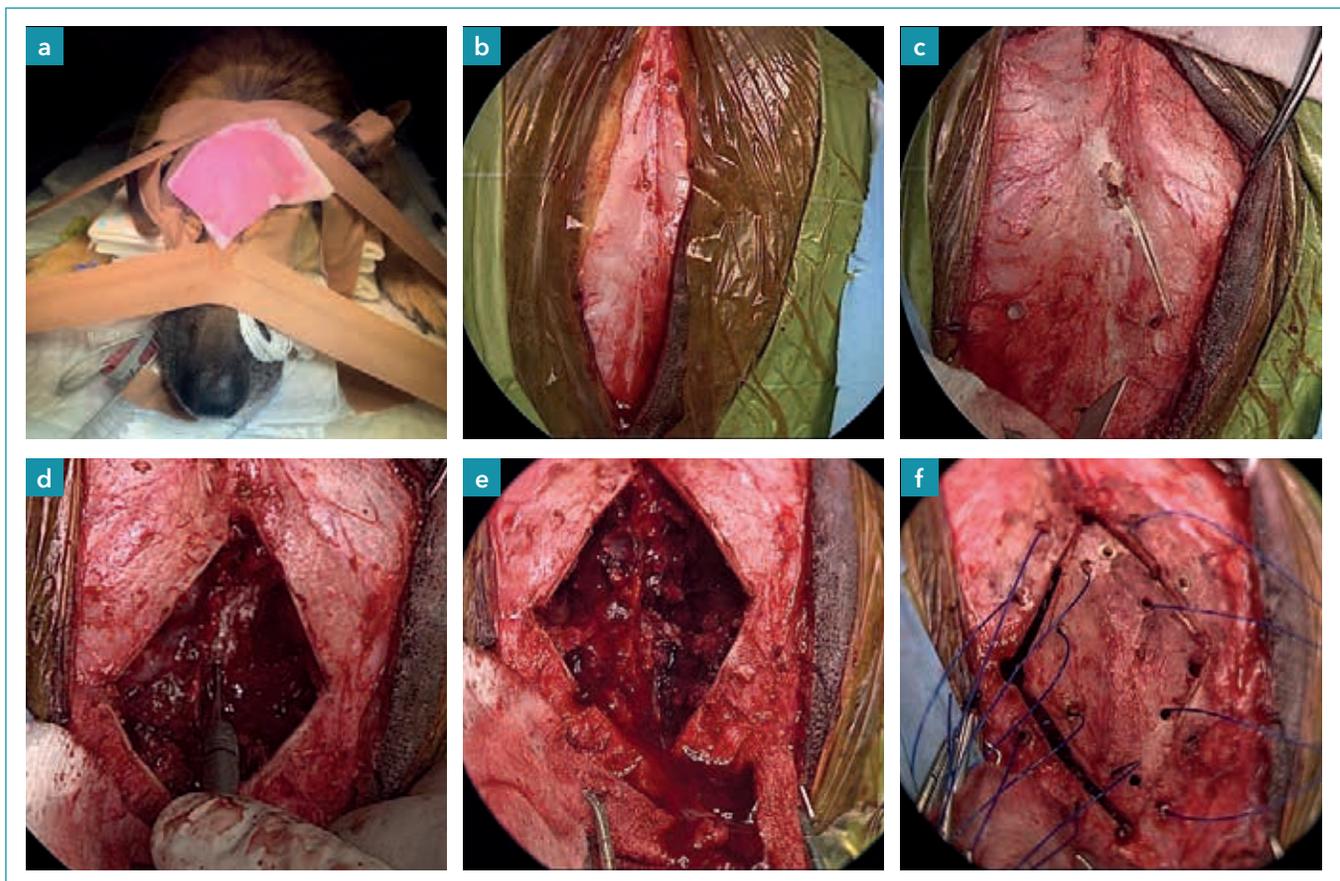


FIGURA 7. Craneotomía transfrontal (imágenes magnificadas con exoscopio). Preparación y sujeción del paciente (a). Disección del tejido subcutáneo y del músculo frontal con exposición del hueso frontal (b). Puntos de referencia de la osteotomía en diamante (4 orificios) y parte de la osteotomía con sierra oscilante para unir los 4 puntos (c). Tras la osteotomía, se observa parte del hueso frontal interno y la placa cribiforme, la punta de la fresa muestra la tabla interna del hueso frontal al acceder mediante fresado para visualizar los lóbulos olfatorio y frontal (d). Aspecto de la corteza cerebral tras realizar la craneotomía (e). Cierre de la craneotomía con suturas del colgajo óseo previamente retirado (f).

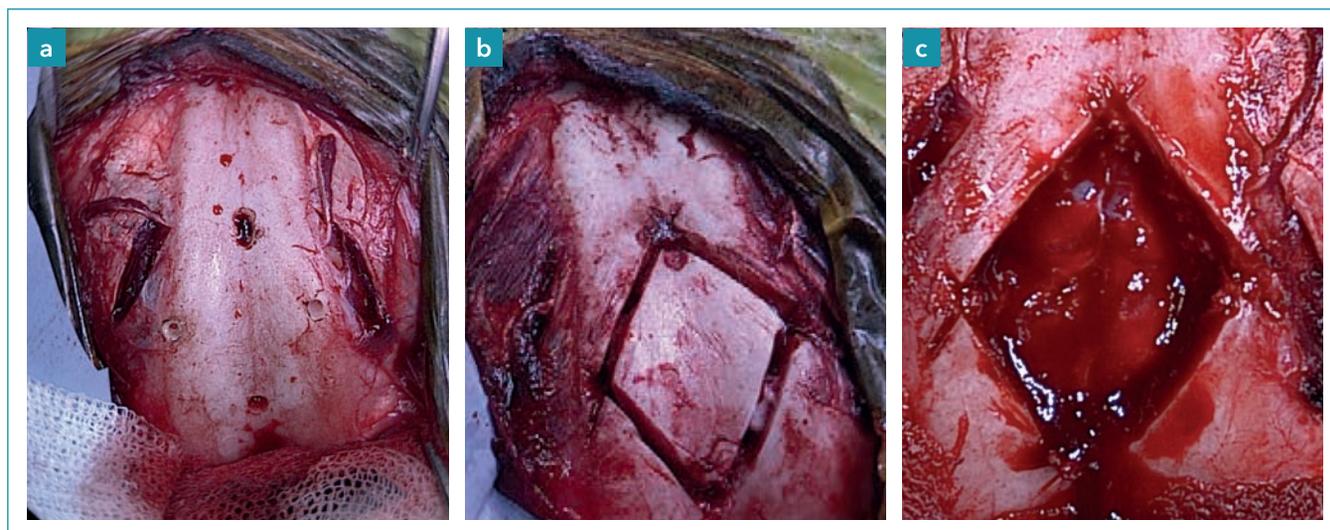


FIGURA 8. Craneotomía transfrontal modificada con acceso más directo al lóbulo frontal y parte del lóbulo olfatorio (imágenes magnificadas con exoscopio). Orificios creados para establecer los límites (a) y osteotomía creada con la sierra oscilante (b). Aspecto del tejido cerebral rostral del área frontal y olfatoria (c).

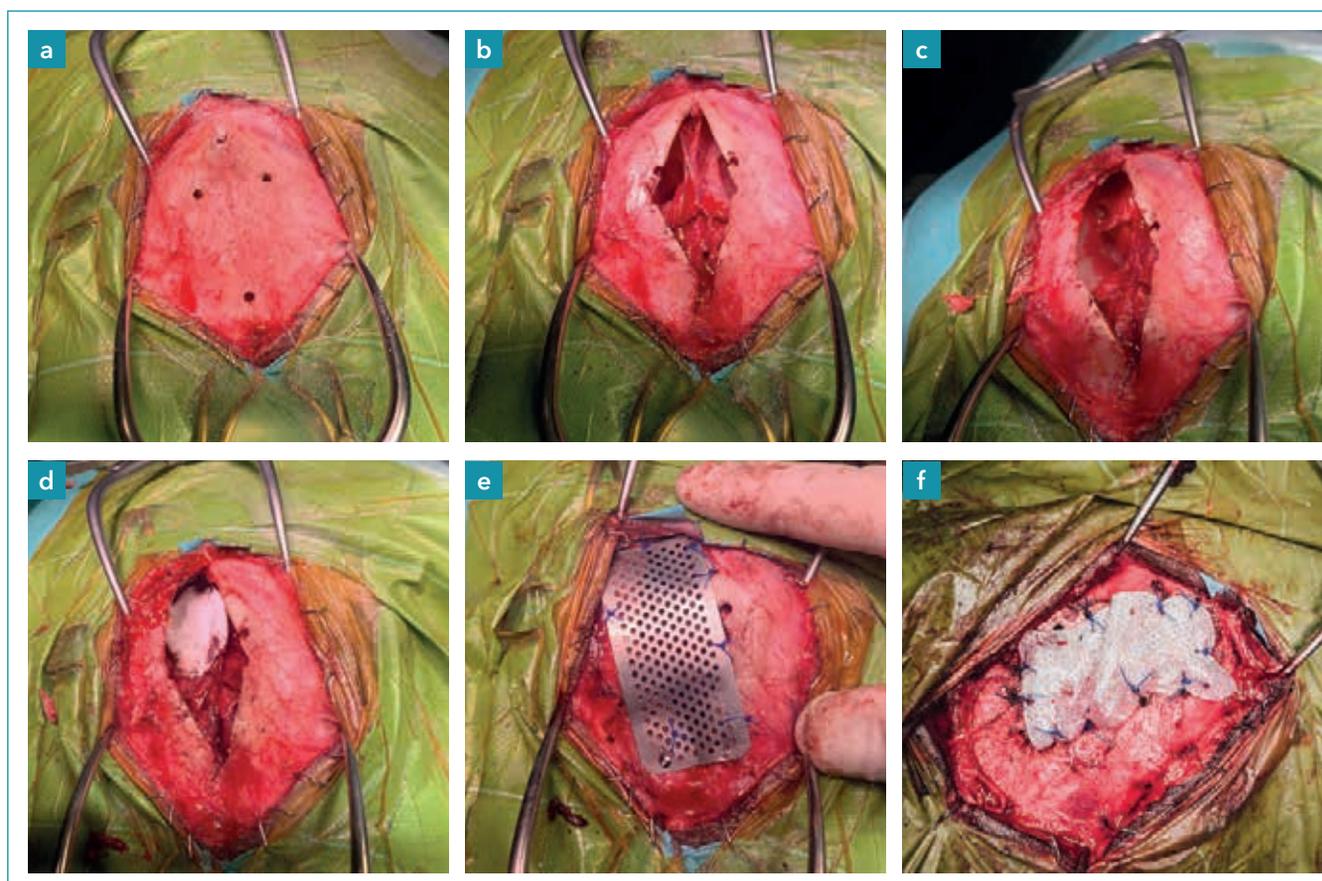


FIGURA 9. Craneotomía transfrontal. Agujeros que marcan los límites de la osteotomía del hueso frontal (a). Se aprecia la placa cribiforme y parte del hueso interno frontal (b). Ampliación de la osteotomía en la parte dorsal para acceder mejor al lugar de la lesión (c). Parche hemostático en el tejido encefálico antes de proceder a cerrar la craneotomía (d). Ejemplos de mallas para cerrar el defecto óseo: malla de titanio (e) y de polipropileno (f) con suturas.

Se procede a retirar parte de los ectoturbinados o placa cribiforme con gubias y la tabla interna del hueso frontal con motor neumático o gubias para acceder y visualizar los lóbulos olfatorios y la parte rostral de hemisferio cerebral frontal (hay que tener especial cuidado debido a que este hueso es muy fino y es posible dañar los vasos meníngeos o el parénquima cerebral). Esta maniobra puede realizarse de forma unilateral en caso de lesiones muy lateralizadas o bilateral en lesiones más extensas que ocupen ambos lóbulos (en la mayoría de casos es bilateral, dado que la mayoría de lesiones, aun lateralizadas, ocupan ambos lados y la exposición además es mayor).^{1,5}

Una vez expuestos los tejidos cerebrales con la duramadre, es importante identificar el seno sagital dorsal y la hoz del cerebro (*falx cerebri*) antes de incidir la duramadre para evitar hemorragias. Se aconseja incidir la duramadre de forma paralela a la hoz del cerebro para evitar dañar el seno frontal. Se utiliza para ello una hoja de bisturí (el autor usa generalmente una hoja del n.º 11) y se retrae cuidadosamente la duramadre con ganchos de nervio o una aguja hipodérmica. Una vez retirada la duramadre, en la mayoría de casos se observará que sale algo de líquido cefalorraquídeo y quedará expuesta la lesión y el tejido cerebral.^{1,6,7} Tras realizar la cirugía es recomendable el cierre de la duramadre para evitar complicaciones (neumocéfalo, infecciones). En muchas de las ocasiones, debido a la complejidad o extensión de la lesión, es imposible reconstruir

o suturar la misma duramadre incidida. En este caso, se pueden poner injertos sintéticos, de fascia (p. ej.: temporal) u otro tipo de injertos. Sin embargo, también es posible no cerrar la duramadre y no poner injertos por la complejidad de la intervención, siempre que se tomen las precauciones oportunas para evitar complicaciones. Una opción es poner un paquete de hemostático que proteja y cierre el defecto y que evite posibles hemorragias.^{1,5-7}

Por último, se cierra el defecto del hueso frontal externo con el colgajo óseo; el autor utiliza generalmente suturas monofilamento no absorbibles.

El defecto óseo se puede cerrar también con mallas de titanio, polimetilmetacrilato o polipropileno. El autor también ha usado en algunos casos mallas regenerativas de politetrafluoroetileno (PTT) con titanio incrustado con buenos resultados.

Una vez cerrado el defecto se procede al cierre de la fascia, del tejido subcutáneo y de la piel de manera rutinaria.

En gatos, la descripción de la técnica no está tan bien detallada en la bibliografía como en perros.¹³⁻¹⁵ En general, la técnica y descripción es la misma que en perros (transfrontal modificada); las diferencias más importantes con respecto al perro son las referencias anatómicas: ausencia de la línea del bregma, un ángulo de apertura más ancho del seno frontal en su parte caudal, así como las pequeñas dimensiones del seno frontal (figs. 10 y 11).

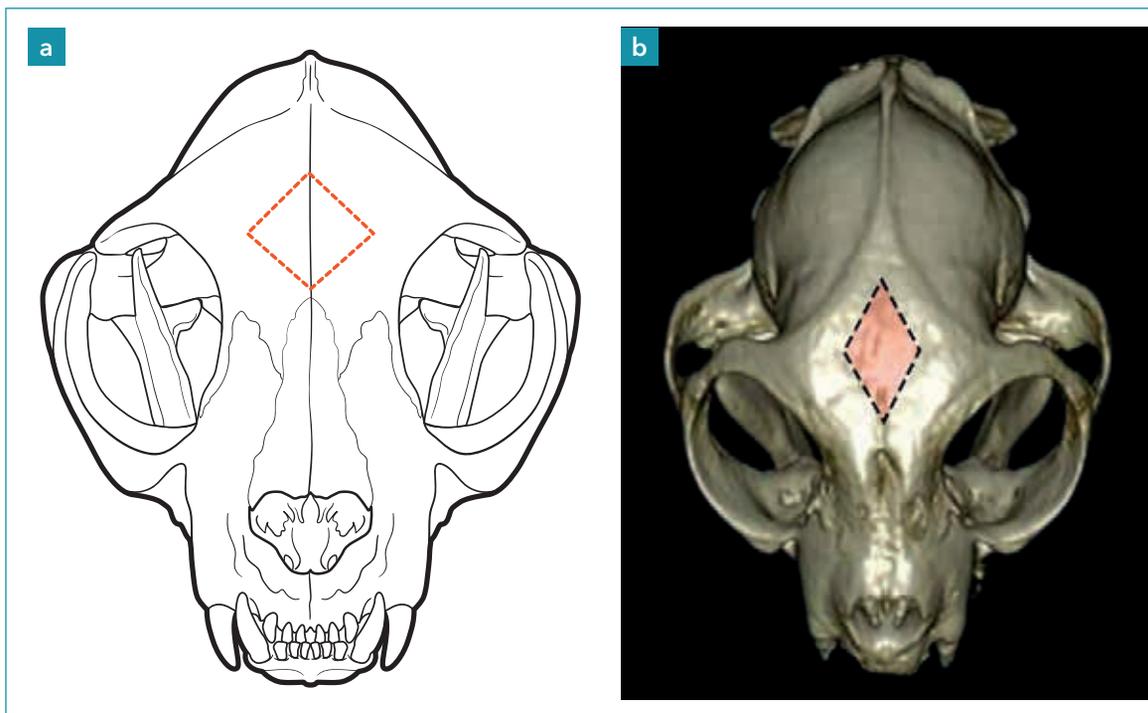


FIGURA 10. Ilustración (a) y reconstrucción de tomografía en 3D (b) de los límites de la osteotomía transfrontal en el gato.

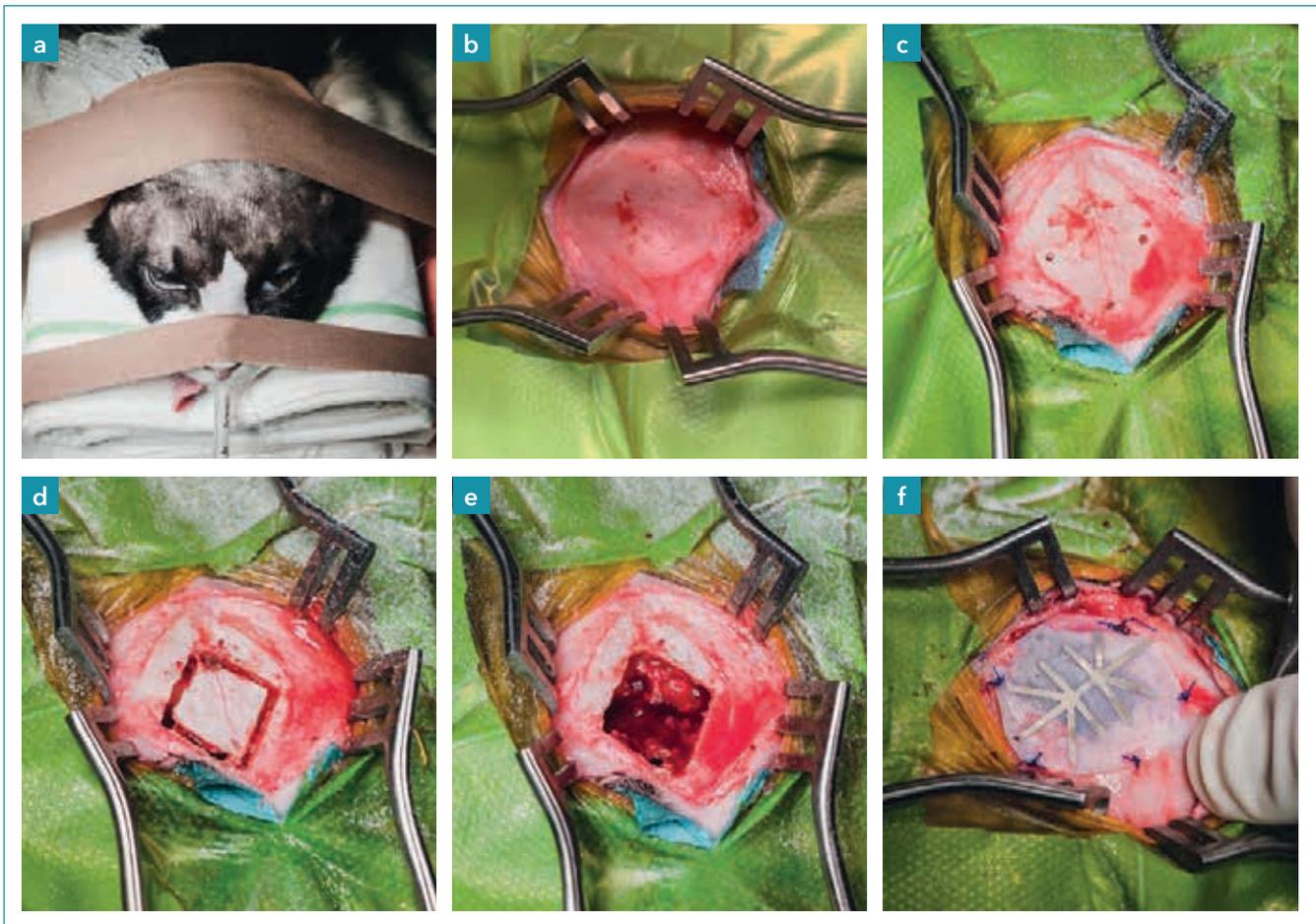


FIGURA 11. Craneotomía transfrontal en un gato. Posicionamiento del paciente (a). Exposición del hueso frontal tras la disección del tejido subcutáneo y del músculo frontal (b). Agujeros de referencia (c) y osteotomía en diamante (d). Se observa el tejido encefálico (frontal y olfatorio) tras retirar el fragmento óseo (e). Cierre de la osteotomía con malla de politetrafluoroetileno (PTT) y titanio incrustado (f).

Técnica transfrontal transorbitaria

Recientemente se ha descrito en dos perros el abordaje transorbitario para el tratamiento de neoplasias en el área frontal y olfatoria.¹⁶ Consiste en acceder al hueso frontal mediante la retracción ventromedial del globo ocular para visualizar este hueso y la cara medial de la órbita. Este procedimiento descrito en dos perros ofreció un acceso excelente para retirar neoplasias en el bulbo olfatorio y en el lóbulo frontal.

Abordaje (craneotomía y craniectomía) rostrotentorial

El abordaje rostrotentorial^{1,7,17-22} nos permite la exposición de los lóbulos parietal, temporal, occipital y frontal. A la hora de realizar esta técnica, los huesos implicados son el frontal, temporal, parietal y esfenoides.^{7,17-20} La extensión de la craneotomía o craniectomía dependerá de la localización anatómica de la lesión, así como del tipo de lesión, y puede realizarse más dorsal o ventral, o más craneal o caudal (fig. 12).

Las principales indicaciones de este y otros abordajes se encuentran en la tabla 1, al final del capítulo.

Los procedimientos menos invasivos (derivación ventriculoperitoneal, evacuación de pequeños coágulos o hematomas, pequeñas fracturas craneales o biopsias) en general requieren pequeñas craneotomías o simples perforaciones. La extirpación de masas intracraneales va a requerir aperturas más invasivas.^{1,7,8}

En algunos casos el abordaje rostrotentorial puede combinarse con una ostectomía de la apófisis cigomática, esto permite un acceso más amplio para las lesiones localizadas en la zona ventrolateral del cráneo.¹

También se ha descrito un abordaje para acceder a la parte ventrolateral del cerebro (lóbulo temporal) preservando el arco cigomático para extirpar un hemangioma cavernoso con excelentes resultados.²³

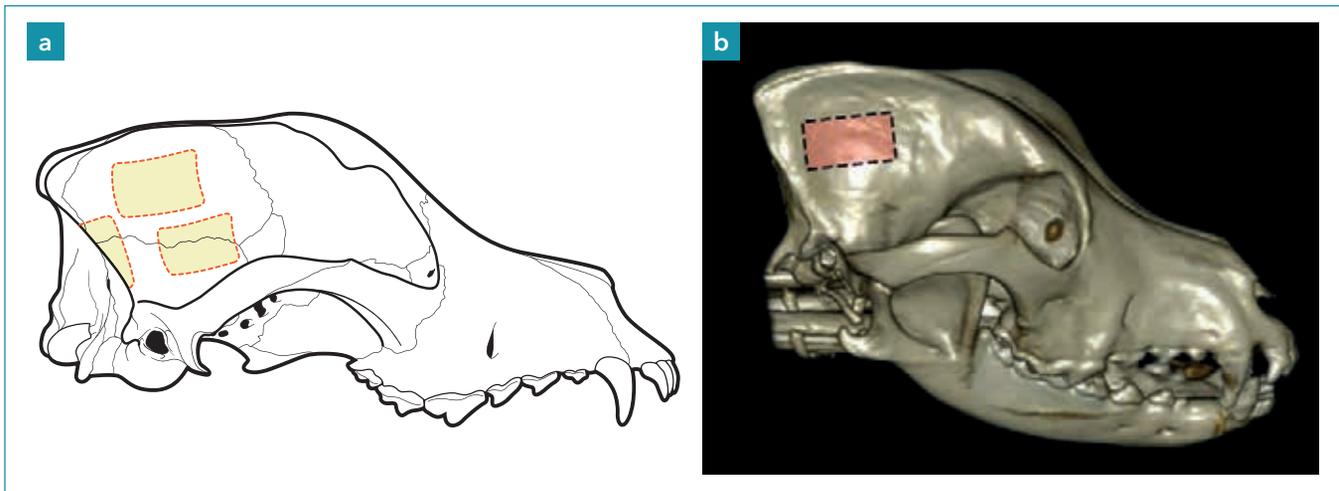


FIGURA 12. Ilustración que muestra los límites de la craneotomía/craneotomía rostrotemporal (a) (varía en función de la lesión y puede ser más craneal, caudal, dorsal o ventral). Reconstrucción de una tomografía en 3D que muestra los límites aproximados y la forma de la craneotomía (o de la craneotomía) rostrotentorial (b), que pueden variar en extensión según la localización de la lesión. Ilustraciones basadas en las originales de Tamara Heredia.

El abordaje supracigomático para acceder a la zona rostrotemporal basal realizando una craneotomía dorsalmente a la fijación caudal del arco cigomático se ha descrito con éxito en gatos.¹⁵

En algunos casos se puede extender en sentido caudal con la oclusión del seno transversal en combinación, o no, con una craneotomía o craneotomía suboccipital.^{1,7}

La extensión dorsal, como vimos en el abordaje transfrontal, nos permite acceder al seno y al área frontal.¹¹

Técnica rostrotentorial lateral

El animal se posiciona en decúbito esternal (algunos autores lo posicionan en decúbito lateral o con la cabeza rotada). La cabeza se fija con cojines de aire o con cinta adhesiva (esparadrapo), evitando la compresión de las venas yugulares y, generalmente, con la mandíbula paralela a la mesa quirúrgica.

Una vez rasurado y preparado el campo de forma aséptica se procede a la incisión de la piel. El autor realiza una incisión de la piel longitudinal en la línea media, generalmente (dependiendo de la extensión de la lesión) desde el hueso frontal rostral al nivel de los ojos hasta, aproximadamente, una distancia caudal de 2-5 cm de la protuberancia occipital externa (algunos autores también proponen una incisión en forma de herradura o curvilínea caudal y medial al canto lateral del ojo).^{7,22} El autor prefiere la incisión dorsal en la línea media para evitar el riesgo de lesionar nervios craneales (nervio facial). Se procede a la disección del tejido subcutáneo y se divide el músculo interescutular.

Se procede a la incisión de la fascia (es recomendable dejar algunos milímetros de fascia para luego realizar la reposición de tejidos) y del músculo temporal de forma curvilínea con un bisturí eléctrico o convencional. Se separa el músculo temporal ventralmente (el autor usa generalmente un elevador de periostio tipo Freer), con lo que se exponen partes del hueso frontal, temporal, parietal, occipital y esfenoides. Es importante mantener húmedo el músculo retraído con solución salina.

Se procede a marcar los límites de la craneotomía o craneotomía (fig. 13). El autor generalmente utiliza un motor neumático para marcar 4 orificios que delimitarán los bordes de la incisión ósea. Estos orificios deben llegar hasta el hueso cortical interno evitando dañar la duramadre. Se procede a continuación a unir o conectar estos orificios mediante un motor neumático o un craneótomo.

Durante el proceso en muchas ocasiones hay sangrado del hueso esponjoso que puede controlarse con cera de hueso.

En los casos en los que se requiera ampliar el defecto de la craneotomía se pueden utilizar gubias.

Una vez se llega a la duramadre se retira el colgajo óseo (el autor normalmente utiliza un desperiostizador para hacer palanca y retirar el fragmento de hueso) y se accede a la corteza cerebral. Este procedimiento debe realizarse lentamente y con cuidado para evitar desgarrar la duramadre y evitar laceraciones de la arteria meníngea y ramas asociadas; el posible sangrado se controla con electrocauterio bipolar (figs. 14 y 15).

En algunos casos (el autor rara vez lo hace en estas cirugías) se puede reponer la duramadre. Hay que tener en cuenta, sobre todo en el tratamiento de neoplasias, que la duramadre

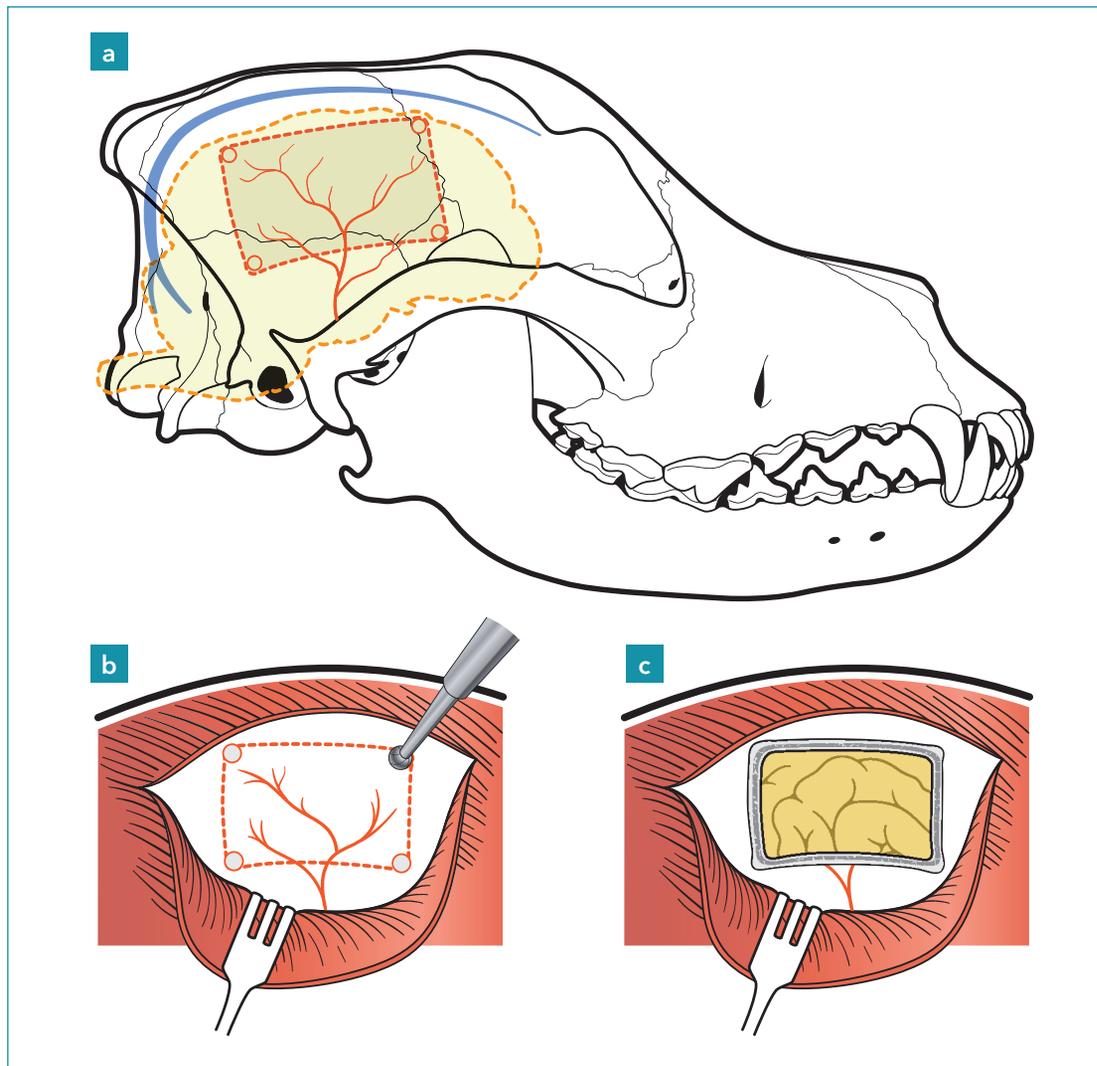
**FIGURA 13.**

Ilustración que muestra de forma simple la técnica de abordaje rostrotentorial. Límites de la craneotomía o craniectomía (a). Acceso al hueso tras separar del periostio y retraer el músculo temporal y ventana de la craniectomía (b). Tras retirar el fragmento óseo se observa el tejido encefálico (c). Ilustraciones basadas en las originales de Tamara Heredia.

puede estar infiltrada y no se recomienda suturar la duramadre del propio paciente. Generalmente se pueden utilizar injertos sintéticos de duramadre o fascia del músculo temporal.²²

El hecho de cerrar el defecto óseo es algo controvertido y depende en muchas ocasiones de la preferencia del cirujano. Algunos autores prefieren dejarlo abierto en casos de aumento de la presión intracraneal.^{1,7,22}

En caso de cerrar el defecto se puede reponer el fragmento óseo (con puntos de sutura igual que se describe en la craneotomía transfrontal), mallas de titanio, PTT con titanio incrustado, polimetilmetacrilato o mallas de polipropileno.^{1,7,22,34}

La manipulación de la duramadre y del tejido encefálico se detallará en el capítulo de manejo quirúrgico de lesiones intracraneales.

Técnica rostrotentorial bilateral

El abordaje rostrotentorial bilateral^{1,7,17,18} está indicado principalmente para lesiones que ocupan de forma bilateral ambos hemisferios, lesiones en la línea media tales como masas parasagitales o en la hoz del cerebro, lesiones en el tercer ventrículo, para lesiones invasivas del cráneo extensas (p. ej.: neoplasias multilobulares o invasivas) y en algunos casos para descomprimir el aumento de la presión intracraneal. Con este abordaje obtendremos la exposición de los lóbulos frontal, parietal y occipital de forma bilateral.^{1,7}

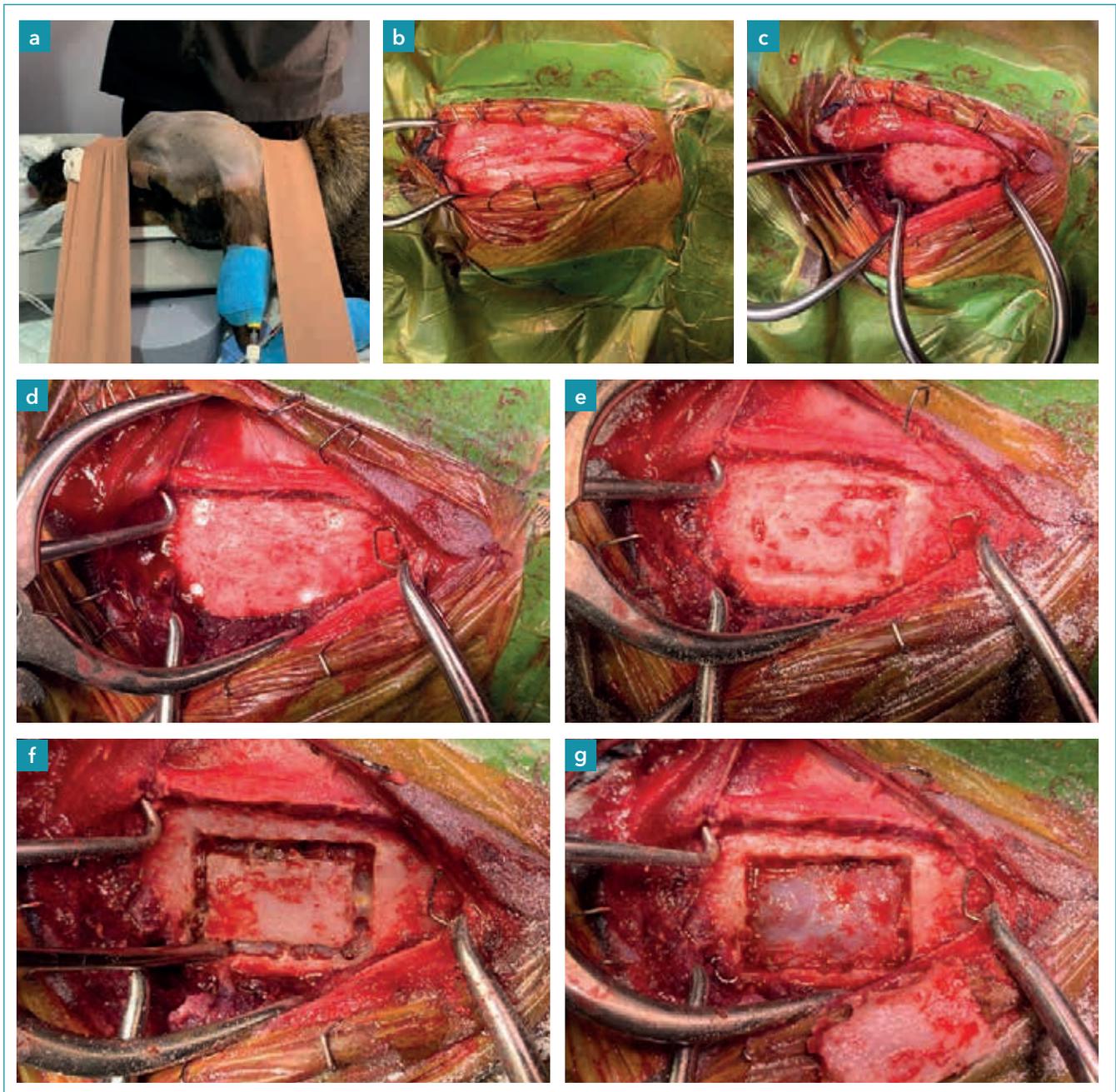


FIGURA 14. Craniectomía rostrotentorial en un perro. Posicionamiento del paciente (a). Incisión de la piel, tejido subcutáneo y músculo temporal (b). Exposición mediante separadores de Gelpi del hueso tras separar el músculo temporal del periostio y retraerlo (c). Se observan los 4 orificios realizados con el motor neumático que delimitan la craniectomía (d). Inicio de la craniectomía mediante la conexión de los 4 orificios con el motor neumático (e). Ventana realizada una vez fresadas las partes de cortical interna y palpación cuidadosa de la duramadre justo antes de retirar el colgajo óseo (f). Tras retirar el fragmento óseo se puede apreciar el tejido encefálico con la duramadre (g).

En este tipo de abordaje es preciso tener cuidado con el seno sagital dorsal, ya que puede producir un profundo sangrado. Para minimizar el riesgo se puede retirar un fragmento óseo en bloque o bien de forma preventiva realizar dos craniectomías rostrotentoriales bilaterales intentando preservar el

seno sagital. En caso necesario, puede eliminarse la porción de hueso sobre el seno sagital y producir una oclusión de este seno cuidadosamente controlando el sangrado con cera de hueso o agentes hemostáticos.

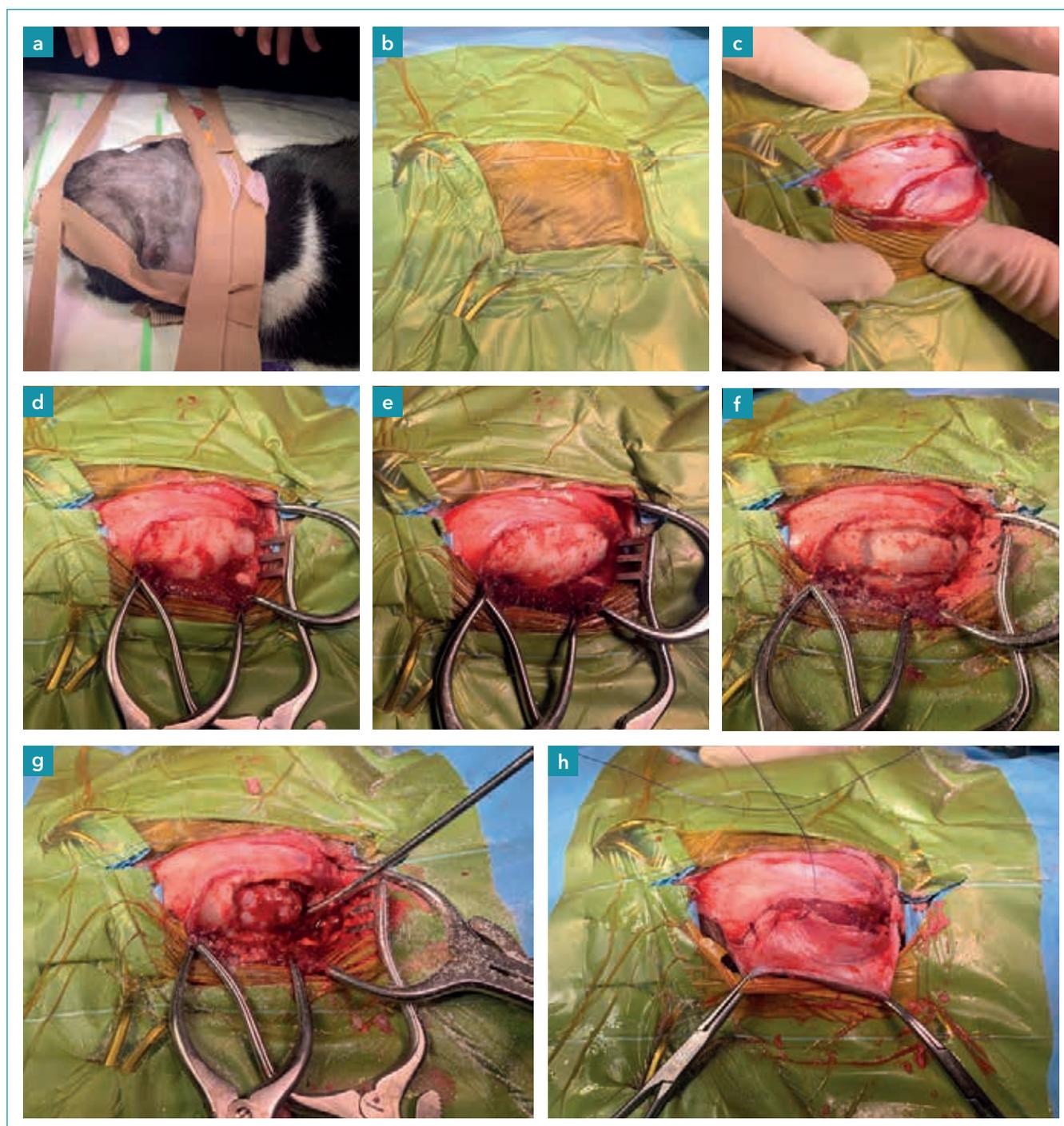


FIGURA 15. Craniectomía rostrotentorial en un gato. Posicionamiento del paciente (a). Preparación del campo quirúrgico con paños estériles y paño adhesivo yodado (b). Tras la disección de piel y tejido subcutáneo y la incisión del músculo temporal, se aprecia parte de hueso frontal y cresta sagital (c). Exposición mediante separadores de Gelpi del hueso tras separar el músculo temporal del periostio y retraerlo (d). Se observan los 4 orificios que delimitan los bordes de la craniectomía (e). Unión de los 4 orificios con un motor neumático para retirar el colgajo óseo (f). Tejido encefálico expuesto con la duramadre tras retirar el fragmento óseo (g). Tras finalizar la cirugía se sutura el músculo temporal y se cierra por planos (h).

Debido a la gran exposición de tejido encefálico en la mayoría de los casos, se recomienda efectuar una craneoplastia para proteger el defecto óseo. Para ello, se puede utilizar el mismo

hueso con suturas, si previamente se ha eliminado el colgajo en bloque, polimetilmetacrilato, mallas de titanio, mallas de PTT con titanio incrustado o polipropileno (fig. 16).^{1,7,22,25,26}