

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Facultat de Medicina i Odontologia

Departament de Cirurgia



ORBITOTOMÍA SUPERO MEDIAL: NUEVOS LÍMITES EN EL ABORDAJE ENDONASAL EXPANDIDO TRANSETMOIDAL

TESIS DOCTORAL

AUTOR:

Eugenio Cádenas Ruiz-Valdepeñas

Licenciado en Medicina

DIRECTOR:

Prof. Dr. Pedro Roldán Badía

Valencia, 2015



University of Pittsburgh

School of Medicine

Department of Neurological Surgery

Y



VNIVERSITAT
E VALÈNCIA

Facultat de Medicina i Odontologia

Departament de Cirurgia

**ORBITOTOMÍA SUPERO MEDIAL: NUEVOS LÍMITES EN EL
ABORDAJE ENDONASAL EXPANDIDO TRANSETMOIDAL**

Autor:

Eugenio Cárdenas Ruiz-Valdepeñas. Licenciado en Medicina

Programa de doctorado:

040G CIRUGÍA EN OTONEUROOFTALMOLOGÍA

Centro de realización: University of Pittsburgh, School of Medicine, Department of Neurological Surgery

Director: Prof. Dr. Pedro Roldán Badía

Pedro Luis Roldán Badía, profesor titular de Neurocirugía en el Departament de Cirugía de la Facultat de Medicina de la Universitat de València

CERTIFICA:

Que el licenciado D. EUGENIO CÁRDENAS RUIZ-VALDEPEÑAS ha realizado el trabajo: “ORBITOTOMÍA SUPERO MEDIAL: NUEVOS LÍMITES EN EL ABORDAJE ENDONASAL EXPANDIDO TRANSETMOIDAL” íntegramente bajo su estricta dirección.

En Valencia a 23 de mayo de 2012.

Fdo: Prof. Dr. Pedro Luí Roldán Badía.

AGRADECIMIENTOS

Dentro de muchos años, en el futuro, cuando la ciencia apoye o revoque el trabajo aquí realizado quiero tener en mente, tan fresco como ahora lo tengo, el recuerdo de las personas que me han cambiado la vida con su dedicación y generosidad y que al compartir conmigo su sabiduría han puesto a mi alcance los medios para poder labrarme un camino hacia el conocimiento.

Al Prof. Dr. Pedro Luís Roldán, director de esta tesis, tan cercano, accesible y dispuesto a superar los obstáculos en el camino.

Gracias a Dr Paul A. Gardner y al Dr Carl H. Snyderman, por permitirme trabajar en su laboratorio, enseñarme sus cirugías y consentir utilizar de forma libre los tan caros y valiosos recursos de investigación. Gracias a los Dres Milton Rastelli y Pablo Barceló, Fellows del “Surgical Neuroanatomy Laboratory” por su apoyo, compañía y cariño.

Mi agradecimiento de forma muy especial al Dr Juan C. Fernandez-Miranda, por permitirme realizar el Fellow en Anatomía de la Base de Cráneo en la UPMC Center for Cranial Base Surgery. Acontecimiento que ha hecho posible este trabajo de investigación y que ha supuesto un cambio en mi vida profesional y personal. Gracias por su cariño, guía, paciencia y conocimiento compartido.

Gracias al Dr Pablo Miranda, mi mentor, mi amigo, mi guía y referencia profesional y personal y al Dr Juan Antonio Simal, consejero y amigo, profesional inigualable e igualmente referencia y meta.

Gracias al servicio de neurocirugía del Hospital Universitario Virgen del Rocío y a todas las personas dedicadas desde hace ya mucho años a la cirugía de base de cráneo como el Dr Polaina, el Dr Romero, el Dr Esteban y especialmente al Dr Marquez que desde el primer momento apoyó como jefe de servicio y como compañero todos los proyectos presentados por muy innovadores que resultaran hasta el punto de convertir su apoyo en una cuestión personal.

Gracias al Dr Kaen, compañero y amigo, por su inestimable ayuda, por ser mi consuelo en los quehaceres diarios y mi motivación científica.

Gracias al Dr Calatayud por su tutela en la neurocirugía y casi apadrinamiento en la vida.

Por supuesto no puede faltar el agradecimiento a mi familia, a mis padres por inculcarme la educación y los valores que han hecho posible continuar luchando a lo largo del tiempo por un proyecto que crees que merece la pena. A mis hermanas, que siempre me han arropado, han aguantado mis cabezonerías y que continúan queriéndome con mis grandes defectos.

Por último, gracias a mi mujer, Puri, por su apoyo incondicional siempre, y en especial en la estancia estadounidense así como en los meses de la elaboración del trabajo. Gracias por tu paciencia y perdón por las horas robadas.

Eugenio Cárdenas Ruiz-Valdepeñas

INDICE

LISTA DE ABREVIATURAS.....	XI
INDICE DE TABLAS.....	XII
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
I.INTRODUCCIÓN.....	1
1.Antecedentes.....	1
2. Anatomía quirúrgica de la base de craneal anterior	9
<u>2.1 División de la base de cráneo.....</u>	13
<u>2.2 Fosa craneal anterior.....</u>	16
2.2.1 Superficie Endocraneal.....	16
2.2.1.1 Superficie endocraneal lateral.....	17
2.2.1.2 Superficie endocraneal medial.....	22
2.2.1.3 Contenido intracraneal de fosa craneal anterior.....	31
2.2.2 Superficie Exocraneal.....	39
2.2.2.1 Superficie exocraneal medial.....	39
a) Superior.....	40
b) Inferior.....	55

2.2.2.2 Superficie exocraneal lateral.....	64
a) Superior.....	64
b) Inferior.....	65
3. Abordajes endonasales expandidos a la fosa craneal anterior.....	68
<u>3.1 Generalidades de los abordajes endonasal expandidos.....</u>	68
3.1.1 Tipos de abordajes endonasales expandidos.....	68
3.1.2 Técnica de las 4 manos.....	72
3.1.3 Reconstrucción de los abordajes transetmoidales.....	75
<u>3.2 Tipos de abordajes endonasales expandidos a la fosa craneal anterior.....</u>	80
3.2.1 Abordaje transplanum.....	86
3.2.2 Abordaje transetmoidal.....	90
II. JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS.....	95
III. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS.....	97
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	99
1. Material de trabajo.....	101
<u>1.1 Laboratorio.....</u>	101
<u>1.2 Equipación del SNL.....</u>	103

<u>1.3 Estación endoscópica</u>	105
<u>1.4 Estación microscópica</u>	108
<u>1.5 Estudio anatómico gráfico</u>	110
2. Selección y preparación de especímenes	112
<u>Paso 1. Exposición y canulación de los grandes vasos</u>	114
<u>Paso 2. Irrigación del árbol vascular</u>	115
<u>Paso 3. Fijación del tejido neural</u>	117
<u>Paso 4. Preparación de la silicona coloreada</u>	117
<u>Paso 5. Inyección de la silicona coloreada</u>	119
3. Estudio anatómico	122
<u>3.1. Técnica de disección endoscópica</u>	123
<u>3.2 Técnica de disección transcraneal</u>	133
4. Estudio anatómico gráfico y estadístico	141
V. RESULTADOS	145
1. Descripción de la orbitotomía supero medial endoscópica	146
<u>Paso 1. Planificación de la orbitotomía</u>	146
<u>Paso 2. Resección de la lámina papirácea</u>	148
<u>Paso 3. Corte de las arterias etmoidales</u>	151
<u>Paso 4. Exposición del techo orbitario</u>	153
<u>Paso 5. Adelgazamiento del techo orbitario</u>	154

<u>Paso 6. Resección del techo orbitario.....</u>	156
2. Evaluación de la capacidad de los abordajes endonasales	160
<u>2.1 Acceso a la cara medial de la órbita.....</u>	161
<u>2.2 Acceso a la cara superior de la órbita.....</u>	164
3. Análisis de los resultados de las mediciones en la fosa craneal anterior.....	167
VI. DISCUSIÓN.....	181
1. Descripción técnica.....	181
2. Acceso supero medial.....	188
3. Extensión lateral.....	198
4. Casos clínicos.....	210
<u>4.1 Caso clínico ilustrativo 1.....</u>	210
<u>4.2 Caso clínico ilustrativo 2.....</u>	214
<u>4.3 Caso clínico ilustrativo 3.....</u>	218
VII. CONCLUSIONES.....	221
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	223
XIX. MATERIAL ADICIONAL.....	CD

LISTA DE ABREVIATURAS

ACA - Arteria cerebral anterior

ACM - Arteria cerebral media

AEEE - Abordaje endonasal endoscópica expandido

AEP - Arteria etmoidal posterior

BCA - Base de craneal anterior

CEEE - Cirugía endonasal endoscópica expandida

CNS - Colgajo nasoseptal

CORID - Committee for Oversight of Research Involving the Dead

FCA - Fosa craneal anterior

FPP - Fosa pterigopalatina

RM – Resonancia Magnética

SNL - Surgical Neuroanatomy Laboratory

TM - Turbinectomía media

UPMC - University of Pittsburgh Medical Center

USA - United States of America

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Detención de la orbitectomía supero medial.
- Tabla 2. Orbitotomías detenidas de forma prematura.
- Tabla 3. Datos brutos sobre las medidas realizadas en la fosa craneal anterior I.
- Tabla 4. Datos brutos sobre las medidas realizadas en la fosa craneal anterior II.
- Tabla 5. Diámetros máximos analizados por zonas.
- Tabla 6. Medidas medias de los segmentos generados tras el abordaje.
- Tabla 7. Pruebas de normalidad.
- Tabla 8. Paired Samples Test I.
- Tabla 9. Paired Samples Test II.

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. División de la base craneal anterior desde una visión extracraneal e intracraneal.
- Figura 2. Esquema de la clasificación de Keros sobre un corte coronal realizado en un espécimen cadavérico.
- Figura 3. Huesos que conforman la fosa craneal anterior desde una visión endocraneal.
- Figura 4. Comparación de la anatomía de la región suprasellar intracraneal y extracraneal.
- Figura 5. Visión inferior o subfrontal del cortex frontal.
- Figura 6. Visión endoscópica de las arterias corticales a lo largo de la base craneal.
- Figura 7. Principales huesos que conforman la base del cráneo anterior.
- Figura 8. Visión endoscópica endonasal de la fosa nasal izquierda tras disección completa de la fosa nasal derecha.
- Figura 9. Cortes coronal y sagital de la cavidad nasal y senos paranasales.
- Figura 10. Representación artística de la cara lateral de fosa nasal.
- Figura 11. Esfenoides y sus articulaciones.
- Figura 12. Huesos maxilar y palatino y sus articulaciones.
- Figura 13. Módulos en los abordajes endonasales.
- Figura 14. Técnica de las 4 manos.
- Figura 15. Capacidad reconstructiva del colgajo nasoseptal.
- Figura 16. Abordaje transetmoidal y transplanum.
- Figura 17. Pasos comunes en los abordajes endonasales endoscópicos a la FCA.

- Figura 18. Abordaje transplanum endoscópico.
- Figura 19. Etmoidectomía endoscópica.
- Figura 20. Estación endoscópica y estación microscópica del SNL.
- Figura 21. Motor de alta velocidad y piezas de mano.
- Figura 22. Estación endoscópica de trabajo.
- Figura 23. Estación microscópica.
- Figura 24. Exposición de los grandes vasos para la preparación de los especímenes.
- Figura 25. Material utilizado para la preparación de la silicona coloreada.
- Figura 26. Representación artística de la orbitotomía supero medial sobre el conjunto de huesos de la base de cráneo fronto-esfeno-etmoidal.
- Figura 27. Orbitotomía supero medial endoscópica en espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada I.
- Figura 28. Orbitotomía supero medial endoscópica en espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada II.
- Figura 29. Disección transcraneal para la realización de un abordaje bicoronal y lobectomía bifrontal tras realizar el AEEE I.
- Figura 30. Disección transcraneal para la realización de un abordaje bicoronal y lobectomía bifrontal tras realizar el AEEE II.
- Figura 31. Estudio gráfico anatómico realizado sobre los especímenes tras la toma de imágenes digitales.
- Figura 32. Primer paso para realizar la orbitotomía supero medial endonasal endoscópica.
- Figura 33. Resección endoscópica de la lámina papirácea derecha I.
- Figura 34. Resección endoscópica de la lámina papirácea derecha II.
- Figura 35. Corte de la arteria etmoidal anterior.
- Figura 36. Exposición de techo orbitario.
- Figura 37. Adelgazamiento del techo orbitario.

- Figura 38. Resección del techo orbitario.
- Figura 39. Orbitotomía supero medial completa.
- Figura 40. Evaluación de los abordajes endonasales para acceder a la cara medial de la órbita.
- Figura 41. División en zonas de la fosa craneal anterior.
- Figura 42. Diseño gráfico de los diámetros máximos medios alcanzados en cada zona.
- Figura 43. Etmoidectomía radical y esfenoidotomía en espécimen con correcta inyección.
- Figura 44. Criterios de detención. Desgarro dural.
- Figura 45. Resultados de las distancias medias desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita de cada lado.
- Figura 46. Caso Clínico Ilustrativo 1.
- Figura 47. Caso Clínico Ilustrativo 2.
- Figura 42. Caso Clínico Ilustrativo 3.

I. INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

Las técnicas endoscópicas han transformado todas las especialidades quirúrgicas. En otorrinolaringología, la cirugía endoscópica de los senos paranasales se encuentra establecida para el tratamiento de la sinusitis inflamatoria, tumores benignos y gran parte de los tumores nasosinusales malignos.

Las técnicas endoscópicas se han aplicado también con éxito en el tratamiento de la patología de base de cráneo, en concreto y con más frecuencia, al tratamiento de las fístulas de líquido cefalorraquídeo (1-3) y a la cirugía transesfenoidal de los tumores hipofisarios (4).

El concepto del abordaje transesfenoidal a la porción ventral de la línea media del cráneo no representa en si ninguna novedad ya que fue propuesto hace más de un siglo (5) y reintroducido por Guiot y Hardy al principio de la década de 1960 (6;7).

Aunque inicialmente esta vía estaba limitada al tratamiento de las lesiones de la silla turca y de la región sellar.

Durante la última década, la aplicación del endoscopio como medio de visión para la cirugía de lesiones extraesfenoidales ha hecho acuñar el término “Cirugía Endonasal Endoscópica Expandida” (CEEE), refiriéndose al establecer dicho título a toda cirugía realizada de forma exclusivamente endonasal; en la que el endoscopio no es un mero asistente a otros métodos de imagen como por ejemplo el microscopio, sino que es el principal y único medio de visión, y que además se realiza una gran esfenoideotomía o bien se trabaja fuera del seno esfenoidal. Por tanto, se imprime el término de CEEE a toda cirugía puramente endoscópica y transnasal capaz de extirpar lesiones que no se limitan a la silla turca y es capaz de abordar lesiones por todo el esfenoides o incluso aquellas que asientan a distancia en diferentes lugares de la base del cráneo (8-10)

El acceso a toda la base del cráneo de forma ventral proporciona la posibilidad de tratar lesiones que afectan a la fosa craneal anterior, media y posterior, desde la crista galli al foramen magnum (8;9;11-14) e incluso la unión cráneo cervical (15-17) , ya se traten de lesiones extra o intradurales.

Estas técnicas endoscópicas aún están en continua evaluación y representan un nuevo concepto. Con ellas se pueden alcanzar de forma relativamente sencilla tumores de muy difícil acceso en el pasado, como lesiones clivales o de la fosa infratemporal,

tratar infecciones o reparar defectos de la base del cráneo, tanto congénitos como adquiridos. Las ventajas de la cirugía endonasal incluyen, teóricamente, postoperatorios mejor tolerados por el enfermo y menor índice de infecciones (7;17-21) debido, fundamentalmente, al hecho de trabajar mediante un orificio natural así como la carencia de manipulación cerebral.

Debido a los excelentes resultados (12;20;22-31) rápidamente se ha asistido, en tan solo unos años, a la creación de un nuevo concepto de cirugía neurológica. Una cirugía en la que tumores, infecciones, fistulas de líquido cefalorraquídeo (2;32) y demás afecciones son abordadas de forma endoscópica a través de la cavidad nasal, abriendo ventanas en las diferentes fosas craneales contenidas en el cráneo, todo ello sin necesidad de una cicatriz externamente visible y con unas tasas de resección y curación que, hasta el momento, se muestran esperanzadoras.

En poco tiempo se han estandarizado los diferentes tipos de abordajes mediante CEEE en el plano sagital estableciendo de forma más o menos precisa los límites que diferencian unos abordajes de otros (15;16;19;29;30;33;34) . De craneal a caudal han sido divididos en diferentes módulos; transetmoidal, transplanum, transtuberculum, transsellares, transclivales (superio, medio e inferior) y transodontoideos.

Todos los abordajes endonasales expandidos tienen el denominador común de realizarse a través de los senos paranasales pero son muy diferentes entre sí y es

apropiado distinguirlos. Al igual que se habla de abordajes transcraneales para referirse, por ejemplo, a un abordaje pterional o a un bicoronal, es correcto realizar la distinción entre los uno y otro. Ambos son aproximaciones distintas a diferentes regiones anatómicas, con el denominador común que supone la realización de los mismos a través de la bóveda craneal.

A lo largo del tiempo estas formas de aproximación a la base del cráneo han ido tomando forma. El desarrollo de estas técnicas ha sido posible por la conjunción de diferentes factores.

Destacar el desarrollo de la “técnica de las 4 manos”. Representa toda una filosofía y consiste en la realización del procedimiento quirúrgico endoscópico con 2 cirujanos operando a la vez (5;19). Así, el primer cirujano puede trabajar en la campo quirúrgico con ambas manos libres para realizar una técnica microquirúrgica.

Otras dos grandes contribuciones han hecho efectivas las técnicas endoscópicas, la aplicación de los nuevos colgajos pediculados al cierre de los abordajes expandidos a la base del cráneo y el mejor conocimiento de la anatomía de la base del cráneo desde una perspectiva endoscópica.

El colgajo nasoseptal de mucoperiostio o de Hadad-Bassagasteguy (35;36) ha supuesto una auténtica revolución en cuanto a las técnicas reconstructivas se refiere.

La aplicación de esta forma de reconstrucción disminuyó las tasas de fístula de líquido cefalorraquídeo (LCR) de forma drástica, pasando, por ejemplo, en lesiones de la base craneal anterior, de tener una tasa del 40% a un 5,4% (37-39).

Ante la perspectiva de poder reconstruir sin temor las ventanas óseas generadas o los defectos de la duramadre creados, el mejor entendimiento de la anatomía de la base del cráneo se postula como la dovela clave para el avance de las técnicas endonasales expandidas.

Una vez se han establecido los límites anatómicos entre los diferentes tipos de aproximación a la base del cráneo de forma endonasal en el plano sagital, la técnica se reinventa con cada tipo de abordaje, permaneciendo las fronteras en la plano coronal todavía en continuo desarrollo. En este proceso de evolución de la cirugía endonasal todavía quedan por definir los límites de cada módulo. Todos los tipos de abordajes endonasales a la base del cráneo continúan en expansión. En el futuro se podrá comprobar cuando una lesión queda fuera del alcance de la CEEE y cuando es factible su resección vía endoscópica. Por ejemplo, Kassam and cols. cuando describen el abordaje al clivus inferior en 2005 apuntan que el límite lateral viene determinado por las trompas de Eustaquio (9;38), pero posteriores estudios anatómicos y su aplicación a la práctica clínica han demostrado que se puede llegar más lateral en esta región anatómica (14;16).

Uno de los puntos de mayor discordia es la *capacidad resectiva* que ofrecen las técnicas endoscópicas ya que la extensión lateral todavía no ha sido bien establecida de una forma científica (17;23;40-44). Este es un punto crítico en la discusión de la conveniencia de la aplicación de una técnica endoscópica o transcraneal.

Existen muchas publicaciones que coinciden en que los límites laterales, o en el plano coronal, del abordaje endonasal transetmoidal son las láminas papiráceas (8;10;11;16;24;38;39;45-49) sin embargo, y en consonancia con la continua evolución de estas técnicas en cuanto a la lateralidad se refiere, lesiones que sobrepasan las láminas papiráceas están siendo abordadas de forma endoscópica en la práctica clínica en centros con experiencia. Se desafían de esta manera los límites “establecidos” y se apunta a que es posible acceder a la porción superior y medial de la órbita de forma endoscópica (orbitectotomía supero medial) para poder alcanzar regiones situadas encima de la periórbita (50) en busca de márgenes tumorales libres o de mayor exposición de lesiones benignas. Sin embargo, no hay descripción en la literatura científica actual de la técnica que hay que realizar para poder llevar a cabo dicha orbitotomía supero medial endoscópica.

Las publicaciones en este sentido son inexistentes y carentes de límites objetivos en cuanto a las posibilidades de extensión lateral. Debido a ello queda abierto el debate sobre cuál es la capacidad de resección del AEEE transetmoidal.

Ante lo expuesto, un estudio que aportara datos objetivos sobre la capacidad máxima de extensión lateral vía endoscópica en el abordaje transetmoidal, podría descartar la vía transetmoidal en caso de pretender una extirpación radical si la lesión superara los límites establecidos. Actualmente existe poca evidencia en la bibliografía científica que de entrada pueda hacer decantarse por técnicas abiertas o endonasales atendiendo a la extensión lateral de la lesión puramente y no a otros datos que, como es lógico, podrían hacer variar la ecuación.

Hay regiones anatómicas que han salido fuera de debate en cuanto a si es mejor una forma de tratamiento endoscópica o abierta (2;7;27;51), sin embargo, hay áreas que permanecen en controversia, espacialmente la fosa craneal anterior. Si a esto se suma la continua reinención de los límites quirúrgicos conforme va evolucionando la capacidad técnica, los cirujanos se encuentran en una encrucijada sin elementos de juicio suficientes como para poder decidir, en igualdad de condiciones y ante una misma lesión, que tipo de abordaje es más conveniente, o al menos, que tipo de cirugía no es adecuada. Un estudio detallado de los límites del AEEE transetmoidal a la fosa anterior podría aportar luz en esta decisión al neurocirujano.

A continuación, en el primer apartado de la introducción, se establecerá el marco quirúrgico en el que el lector se moverá a lo largo de la tesis. En el segundo apartado de la introducción se desarrollará el estado actual, según la literatura vigente, de los

diferentes abordajes a la fosa craneal anterior, especialmente en el abordaje endonasal endoscópico expandido transetmoidal.

2. ANATOMÍA QUIRÚRGICA DE LA BASE DE CRÁNEO ANTERIOR

La experiencia del equipo quirúrgico probablemente sea uno de los factores condicionantes más importantes en una sala de operaciones. El conocimiento anatómico suele ser otro factor determinante en el éxito de la intervención. En la base del cráneo el conocimiento de cada uno de los detalles puede marcar la diferencia entre unos cirujanos y otros.

Esta tesis pretende ser un estudio anatómico de una nueva técnica quirúrgica aplicada en la fosa craneal anterior. Para tal fin es necesario conocer la anatomía quirúrgica de la fosa craneal anterior tanto de forma endonasal como transcraneal . Si bien la anatomía siempre es anatomía, se mire desde el punto de vista que se mire, la anatomía topográfica, meramente descriptiva, puede pasar por alto algunas relaciones importantes para planificar una cirugía. Aunque el buen neurocirujano basa su conocimiento en toda la anatomía, su juicio ha de estar cimentado en aquellas referencias que vayan a influenciar en su planteamiento quirúrgico. Ha de buscar una rentabilidad anatómica y un sentido quirúrgico a toda noción que quiere tener de una región concreta.

A continuación, se pasará a describir dicha anatomía quirúrgica, centrada en la base craneal anterior y en las referencias quirúrgicas endoscópicas. Con ello se pretende dibujar el escenario en el que moverse durante toda la tesis. En algunas ocasiones, para asentar un punto de partida firme, se realizarán descripciones topográficas. La información será dirigida hacia una perspectiva quirúrgica que en un primer momento quizás el lector no relacione directamente con la cirugía pero que más adelante será relevante para el desarrollo de los diferentes objetivos.

Indirectamente, a pesar de que no es uno de los objetivos de este estudio, en el primer apartado de la introducción se describirá, de forma detallada y en castellano, diferentes relaciones anatómicas que atañen a los procedimientos endonasaes endoscópicos y que han ido adquiriendo un importante papel en el marco científico actual. Diversas estructuras que clásicamente se han denominado de una manera en los tratados anatómicos clásicos, han adquirido un nombre diferente cuando nos referimos a las mismas de una forma endonasal. En ocasiones, diferentes formas anatómicas que carecían de importancia vía endocraneal, ahora representan puntos clave para la orientación endoscópica (52;53). Así mismo, gracias al detalle que concede la magnificación endoscópica, se han podido describir de una forma mucho más detallada áreas antes poco estudiadas.

Con esto en mente, este primer apartado pretende, atendiendo a la bibliografía actual, servir para sentar las bases de una correlación anatómica precisa y reproducible

intracraneal/endonasal. Algo difícil de encontrar en cualquier tratado actual debido a la emergencia de nuevos y diferentes conceptos vía endoscópica que, además, pueden llevar a error al lector si escoge distintas fuentes de información. La terminología aceptada ha ido cambiando con un ritmo frenético apareciendo en los primeros momentos conceptos incluso erróneos.

Si en algún momento la lectura de toda la base anatómica que se quiere establecer resulta tediosa o pesada instamos al lector a realizar, al menos, un repaso por las figuras distribuidas a lo largo de este apartado ya que en su texto se encuentra condensada la información que se pretende afianzar. Es de recalcar que las figuras de toda la tesis cuentan con *pies autoexplicativos*. Leyendas extralargas en las cuales con frecuencia se repite parcialmente la información aportada en el texto expuesto con anterioridad y aportan matices y explicaciones sobre las diferentes figuras mostradas. Con ello se aspira a realizar una descripción detallada de cada figura y, como hemos puntualizado, generar un pequeño resumen o condensación de la información textual alrededor de dichas figuras de tal forma que el lector pueda, a golpe de vista, repasar las figuras del trabajo o porciones del mismo que crea más interesantes sin necesidad de leer el resto del texto.

Por último, remarcar que las figuras mostradas en este trabajo han sido disecadas, fotografiadas y editadas por el autor de la tesis de forma exclusiva para la misma, siendo todas las disecciones y figuras originales y únicas. Los modelos pretenden

mostrar de forma intuitiva algo tan complejo como la anatomía de la base de cráneo. Su realización ha supuesto muchos meses de trabajo dedicados únicamente a la obtención de la máxima calidad posible, tratando de emular en esta faceta a grandes maestros de la neuroanatomía como, por ejemplo, Albert Rhoton, autor que ha supuesto una revolución en la neurocirugía quitando los nombres propios y denominando a las estructuras de forma intuitiva y acercando los conceptos microquirúrgicos detallados mediante disecciones cadavéricas de precisión a todos los neurocirujanos del mundo.

En esta línea, hemos creído oportuno continuar con este particular estilo y adjuntar los textos extralargos autoexplicativos mencionados, especialmente en las figuras de mayor complejidad. El autor comprende la peculiaridad de este tipo de pies de figuras y no pretende llevar a engaño al lector haciéndole pensar que leyendas contienen información adicional en todas las ocasiones. Por el contrario, se ha creído oportuno otorgar un papel protagonista a las figuras y leyendas basando el estilo de la tesis en los tratados anatómicos en los cuales el autor ha encontrado la inspiración.

2.1 División de la base de cráneo

No hay rincón alguno de la superficie craneal inmune a patología quirúrgica o bien que pueda ser utilizado como ruta para acceder a los diferentes espacios tanto intra como extracraneales. La base del cráneo constituye un reto quirúrgico y un enclave anatómico donde multitud de nervios y vasos cruzan por diferentes forámenes cambiando su trayectoria en los diferentes planos y guardando relaciones muy dispares con su alrededor según la profundidad o lateralidad de cada comento. El cirujano de base de cráneo requiere un extenso conocimiento de la anatomía para poder entender cómo ha de llegar a cada lesión en concreto, que rutas puede utilizar para acceder a ella causando la menor alteración posible en los alrededores sanos y que estructuras se encuentran directamente relacionadas con el tumor a tratar así como en la ruta a seguir.

La base de cráneo en su totalidad representa un complejo laberinto. Para poder lidiar con esta región anatómica se ha establecido una clasificación aceptada de forma global que permite dividir el cráneo. El esqueleto craneal es dividido en calvarina y base de cráneo. La base de cráneo tiene dos superficies, endocraneal y exocraneal. A su vez la base de cráneo es dividida en tres fosas; anterior, media y posterior (54). Las tres fosas se encuentran conectadas por multitud de estructuras neurovasculares.

En la **superficie intracraneal** el límite entre la base anterior y media es el borde del ala menor del esfenoides que medialmente se une al surco quiasmático o limbus esfenoidal (52-55). El límite entre la base media y posterior está formado por el borde del hueso petroso, donde se une con el tentorio lateralmente y el dorsum sellar y clinoides posteriores medialmente.

En la **superficie exocraneal** la base de cráneo anterior y media están divididas a nivel de la línea transversa que se extiende a través de la fisura pterigomaxilar y de la fosa pterigopalatina en la porción superior y en el borde posterior del proceso alveolar del maxilar en la porción inferior. Medialmente esta línea transversa correspondería con el nivel donde al vómer se une al hueso esfenoidal en su porción más *anterior*. (fig.1A)

La base craneal media y posterior están separadas por la línea que cruza en, o cerca, del borde *posterior* de la unión entre al vómer y el esfenoides, el foramen lacerum, el canal carotideo, el foramen yugular, proceso estiloideo y la punta de la mastoides (54;56) (fig. 1B).

FIGURA 1

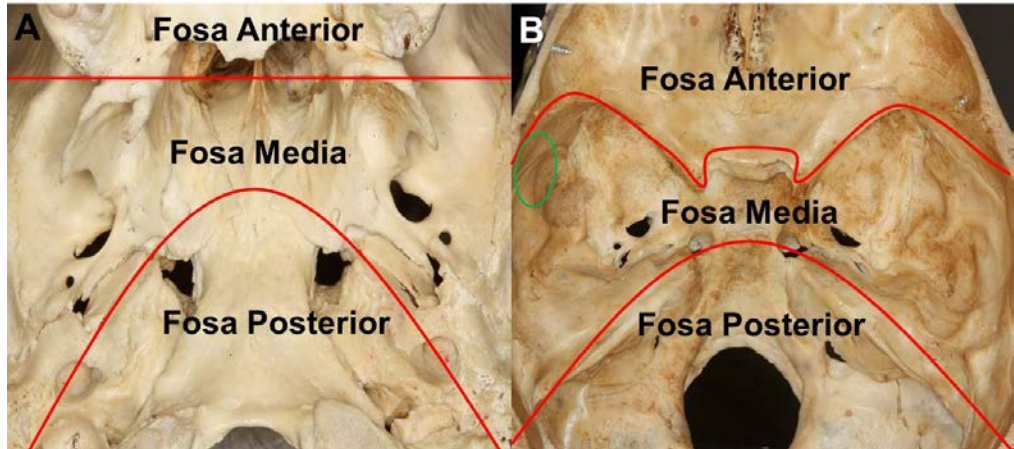


Fig.1. División de la base craneal anterior desde una visión extracraneal e intracraneal. **A)** Base craneal, vista exocraneal. Las líneas rojas indican la separación entre las fosas craneal anterior, media y posterior. En la superficie exocraneal la base de cráneo anterior y media están divididas a nivel de la línea transversa que se extiende a través de la fisura pterigomaxilar y de la fosa pterigopalatina en la porción superior y en el borde posterior del proceso alveolar del maxilar en la porción inferior. Medialmente esta línea transversa correspondería con el nivel donde al vómer se une al hueso esfenoidal en su porción más anterior. La base craneal media y posterior están separadas por la línea que cruza en, o cerca, del borde posterior de la unión entre al vómer y el esfenoides, el foramen lacerum, el canal carotideo, el foramen yugular, proceso estiloideo y la punta de la mastoides. Nótese como la porción medial de la fosa craneal anterior, en su visión exocraneal, queda completamente embarcada entre las dos apófisis pterigoides, que excluyendo los senos maxilares, definen las paredes mediales de la cavidad nasal en su unión con los huesos palatinos. Nótese como si de forma endonasal se atraviesan las coanas se tiene acceso directo a la fosa craneal posterior representada por el clivus. **B)** Base craneal, vista endocraneal. Las líneas rojas indican la separación entre las fosas craneal anterior, media y posterior. En la superficie intracraneal el límite entre la base anterior y media es el borde del ala menor del esfenoides que medialmente se une al limbus esfenoidal anterior. El límite entre la base media y posterior está formado por el borde del hueso petroso, donde se une con el tentorio lateralmente y al dorsum sellar y clinoides posteriores medialmente. Los límites de las fosas craneales desde esta visión son mucho más intuitivos. Cada fosa craneal alberga diferentes estructuras neurológicas. La fosa craneal anterior contiene los lóbulos frontales. La fosa craneal media aloja los lóbulos temporales y la fosa craneal posterior guarda el tronco encefálico y el cerebelo. Obsérvese como el pterion (*círculo verde*) representa un enclave anatómico al constituir un punto que permite saber de forma extracraneal donde se encuentra la separación entre fosa craneal anterior y media.

2.2 Fosa craneal anterior

2.2.1 SUPERFICIE ENDOCRANEAL.

La cara exocraneal de la fosa craneal anterior está formada por la articulación de los huesos frontal, esfenoidal y etmoides (57) (fig.3).

A su vez podemos dividirla en una parte medial y otra lateral. La parte lateral la forma la unión de la las alas menores del esfenoides y la lámina orbitaria del hueso frontal (porción ósea que configura el techo orbitario). La unión del ala menor del esfenoides con las clinoides anteriores es el límite medial de la parte lateral de esta fosa craneal. La parte medial de la fosa está formada por la porción del plano esfenoidal comprendido entre las clinoides anteriores en su unión con el hueso frontal y este a su vez con el etmoides.

Bajo la porción medial se encuentran los senos esfenoidal, etmoidal y frontal así como la cavidad nasal. Bajo la porción lateral se encuentran las órbitas y los senos maxilares.

El hueso esfenoides representa intracranealmente el hueso central de la fosa craneal anterior (FCA). Típicamente se ha comparado su forma con la de un murciélago, ya que al verlo de frente las alas mayores recuerdan a las alas desplegadas del animal, el

seno esfenoidal que contiene la silla turca, visible desde una perspectiva extracraneal, recuerda al cuerpo del mamífero y las alas menores junto con el plano esfenoidal representarían la cabeza (56;58).

El ***hueso frontal*** se articula con el esfenoides para formar la parte más distal de la fosa, medialmente yace el etmoides, articulado entre las dos láminas orbitarias intracranealmente y con el seno esfenoidal exocranealmente.

2.2.1.1 SUPERFICIE ENDOCRANEAL LATERAL

Lateral y endocraneal, siempre desde una perspectiva quirúrgica, es muy importante el pterion (fig.1B), punto de unión de las suturas del hueso temporal, frontal y ala mayor esfenoidal. El pterion marca la porción final del borde esfenoidal, borde óseo del ala menor del esfenoides que separa la fosa craneal anterior de la media, y que se une inferiormente al ala mayor del esfenoides (54). Este punto anatómico es importante ya que ayuda al neurocirujano a localizar el “key-hole” o “trepano clave” (fig.1A). Dicho trepano se localizaría justo por delante del pterion, entre la sutura frontocigomática y la línea temporal superior. Es el punto donde al quitar el hueso se expondría la duramadre de la FCA, de la fosa craneal media y la periórbita en profundidad. La importancia del “key-hole” radica en que es la puerta de entrada

común para diferentes abordajes neuroquirúrgicos. Realizar una craneotomía que exponga el lóbulo temporal supone comenzar por este trépano en la mayoría de las ocasiones, mas cierto aún si lo que se pretende es exponer la punta del temporal. Si el propósito es exponer el lóbulo frontal, de la misma manera, la craneotomía ha de comenzar con un “key-hole”. Especialmente para acceder a lesiones no puramente mediales. Para acceder a la órbita, de nuevo, el “trepano clave” representa el punto de inicio.

Este enclave anatómico y punto de referencia quirúrgico gana aún mayor importancia cuando el objetivo es realizar abordajes combinados. Estos abordajes normalmente pretenden exponer parte de los diferentes lóbulos cerebrales, pero a su vez intentan descubrir la menor superficie cerebral posible para minimizar agresividad y evitar posibles traumatismos sobre la corteza cerebral. El “key-hole” en estas circunstancias se convierte en una herramienta fiable. Abordajes pterionales para exponer la Fisura de Silvio, abordar el lóbulo temporal o trabajar estructuras mediales de forma subfrontal lateral, han de gravitar en este trepano. Por lo tanto, es cardinal conocer la anatomía de las relaciones que guarda este enclave anatómico al realizar abordajes transcraneales a la FCA.

Lateralmente, en la FCA, las láminas orbitarias del hueso frontal (fig.2 y 3C) forman el techo de la órbita y tienen forma convexa para poder albergar el contenido

intraorbitario. Típicamente en su superficie intracraneal contienen diferentes rugosidades igualmente variables en tamaño y forma. Las láminas orbitarias tienen forma convexa por lo que la porción más proximal al etmoides es más vertical que la parte más distal y alta de la misma, la cual tiene una orientación casi horizontal. Este concepto es importante ya que la angulación de la órbita juega un papel decisivo en esta tesis. Como se verá más adelante, si se quiere hacer una orbitotomía de la porción superior y medial de la órbita es de vital importancia entender su disposición espacial respecto a las estructuras vecinas. De la misma manera, es cardinal conocer que la disposición de las láminas orbitarias es muy variable respecto a su unión con la lámina cribiforme al formar el llamado surco olfatorio o fosa olfatoria. Un esquema sencillo para concebir el techo etmoidal y el surco olfatorio divide este conjunto en dos láminas (fig.2). La lámina medial o lámina cribosa, que sigue un trayecto casi horizontal, y la lámina lateral, que sigue un trayecto oblicuo, casi vertical, hacia su unión con el resto de la lámina orbitaria. El surco olfatorio es el resultado de la unión entre la lámina lateral y la lámina medial o lámina cribosa.

Es un concepto anatómicamente difícil de entender, ha de entenderse que en una visión intracraneal tan solo se puede divisar una pequeña porción del hueso etmoides, y son las porciones correspondientes a la lámina cribosa y la cresta galli (fig.3B y 3C). Es cierto que el etmoides contribuye a reforzar el techo de la cavidad nasal para formar la llamada articulación fronto-etmoidal.

Se pueden encontrar 3 tipos diferentes de configuraciones del techo etmoidal dependiendo de su unión como ya describió Keros en 1965 (59):

El tipo I corresponde a un techo del etmoides con un surco olfatorio de 1 a 3 mm de profundidad, el tipo II de 4 a 7 mm de profundidad y el tipo III de 8 a 16 mm de profundidad. En un mismo individuo puede presentarse un techo etmoidal de configuración asimétrica. Según reporta la literatura, el 70% de los individuos tienen un tipo II, el 18% un tipo III y el 12% un tipo I. El espesor promedio de la lámina cribosa es de 0.05 milímetros (60-63) (fig.2).

FIGURA 2

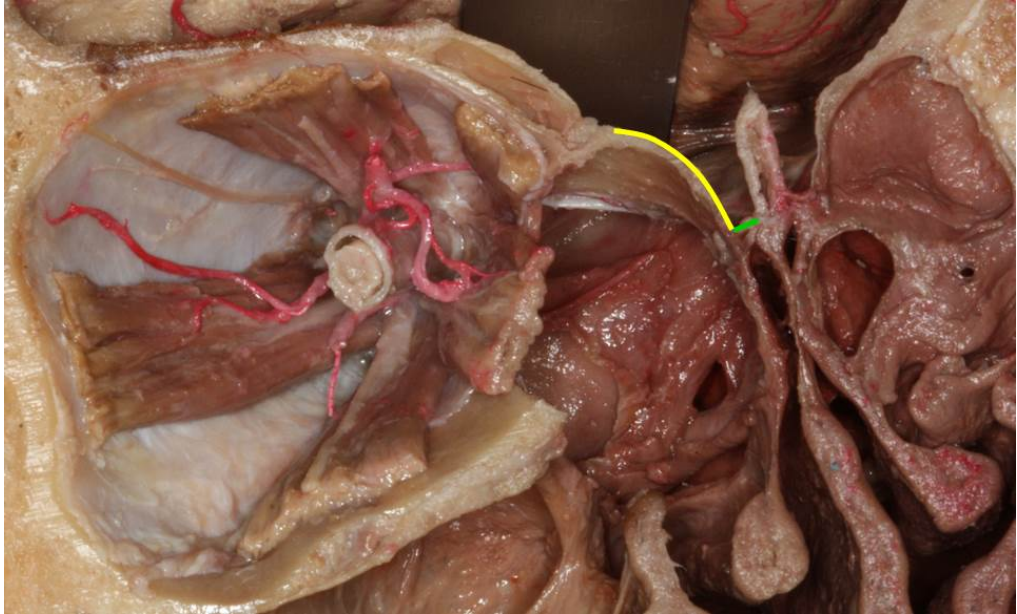


Fig.2. Esquema de la clasificación de Keros sobre un corte coronal realizado en un espécimen cadavérico. La disposición de las láminas orbitarias es muy variable respecto a su unión con la lámina cribiforme. Un esquema sencillo para entender el techo etmoidal y el surco olfatorio divide este conjunto en dos láminas. La lámina medial (*color verde*), que sigue un trayecto casi horizontal, y la lámina lateral (*color amarillo*), que sigue un trayecto oblicuo, casi vertical, hacia su unión con el resto de la lámina orbitaria. El surco olfatorio es el resultado de la unión entre la lámina lateral y la lámina medial o lámina cribosa. Aunque es un concepto anatómicamente difícil de entender, ha de comprenderse que en una visión intracraneal tan solo se puede divisar una pequeña porción del hueso etmoides, y son las porciones correspondientes a la lámina cribosa y la cresta galli. Se pueden encontrar 3 tipos diferentes de configuraciones del techo etmoidal según la clasificación de Keros: El tipo I corresponde a un techo del etmoides con un surco olfatorio de 1 a 3 mm de profundidad, el tipo II de 4 a 7 mm de profundidad y el tipo III de 8 a 16 mm de profundidad. El tipo más frecuente es el tipo II, mostrado en el esquema, con un 70% de los casos.

2.2.1.2 SUPERFICIE ENDOCRANEAL MEDIAL

Medial y endocraneal, se encuentran dos sincondrosis, la sincondrosis del hueso esfenoïdal con el frontal y la del frontal con el etmoides.

El *hueso esfenoïdes* posiblemente es uno de los complejos anatómicos más complicados de la cabeza y del cuerpo humano. Contiene los senos cavernosos, las fisuras orbitarias superiores y es atravesado y circundado por múltiples estructuras neurovasculares. El esfenoïdes es un hueso que no pertenece en su totalidad a la fosa craneal anterior, ni en su límite intracraneal ni en el extracraneal, gran parte de él pertenece a la fosa craneal media. Debido a su importante relación anatómica y quirúrgica endoscópica se tratará y definirá tanto en la vertiente intra como extracraneal.

El estudio y definición detallada del esfenoïdes representa un apasionante campo pero no es el objetivo de esta tesis. Se pretende únicamente aportar la anatomía quirúrgica tanto endoscópica como transcraneal de la fosa craneal anterior y establecer el escenario óptimo para la posterior compresión de las disecciones realizadas en esta tesis. Merece la pena repasar de forma breve algunas estructuras importantes y especificar algunos de los detalles anatómicos que marcarán la diferencia entre los diferentes módulos endonasales. Muchos de estos detalles anatómicos a su vez son utilizados como “Landmarks” (53;57) o referencias, puntos anatómicos claves que

nos ayudan a identificar en el campo quirúrgico componentes que se encuentra en estrecha relación. Son una señal de advertencia o en un límite de exposición que, si no se traspasa, indica al cirujano que se encuentra en una zona segura o fuera de peligro de daño a estructuras neurovasculares.

FIGURA 3

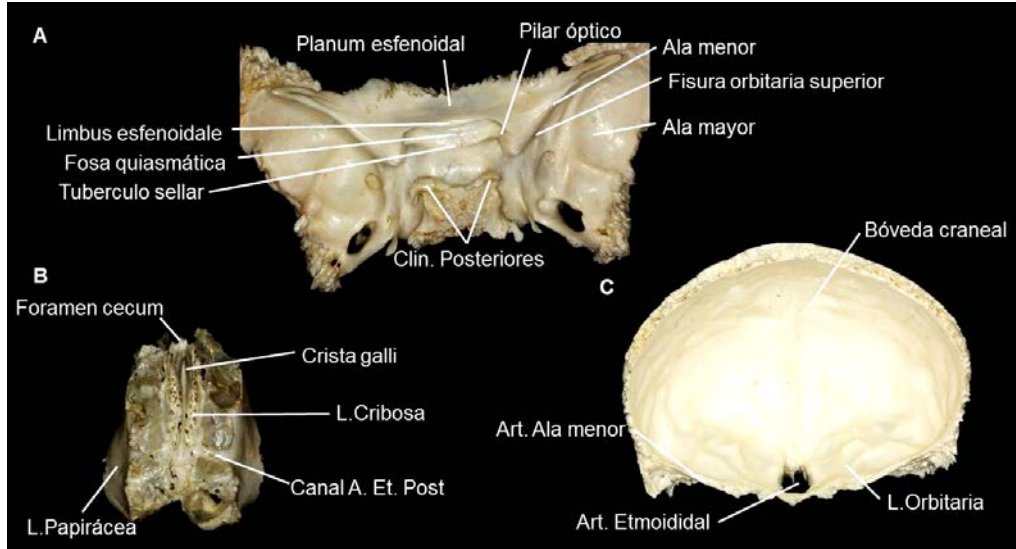


Fig. 3. Huesos que conforman la fosa craneal anterior desde una visión endocraneal. **A)** Visión endocraneal del hueso esfenoides. El hueso esfenoidal representa la porción más proximal de la fosa craneal anterior. Lateralmente las alas menores del esfenoides se articulan con las láminas orbitarias. Medialmente las alas menores terminan en las clinoides anteriores estas se continúan hacia medial con el limbus esfenoidal el cual representa el límite entre fosa craneal anterior y media. Entre ambas alas menores está contenido el plano esfenoidal. El plano esfenoidal se articula con el frontal y continúa con la lámina cribiforme de forma medial. **B)** Visión endocraneal del hueso etmoides. El hueso etmoides ocupa la porción central de la fosa craneal anterior. Endocranealmente se puede distinguir la cresta galli y la lámina cribiforme, atravesada por los filamentos olfatorios en su viaje hacia la cavidad nasal. Las paredes laterales o láminas papiráceas, no se ven desde una visión endocraneal, representan la porción más medial de las órbitas. Cada una de las láminas es atravesada por dos forámenes, uno anterior, que aloja la arteria y nervio etmoidal anterior, y otro posterior que aloja la arteria y nervio etmoidal posterior. **C)** Visión endocraneal del hueso frontal. El hueso frontal se articula posteriormente con el esfenoides. Medialmente se articula con el etmoides. Las láminas orbitarias tienen forma convexa por lo que la porción más proximal al etmoides es más vertical que la parte más distal y alta de la misma, la cual presenta una orientación más horizontal.

Clin. Posteriores: Clinoides posteriores. *L.Papirácea:* Lámina papirácea. *L.Cribosa:* Lámina cribosa. *Canal A.Et.Post:* Canal arteria etmoidal posterior. *Art. Ala menor:* Articulación con ala menor del esfenoides. *Art. Etmoidal:* Articulación con etmoides. *L.Orbitaria:* Lámina orbitaria.

La porción central del hueso esfenoides o cuerpo esfenoidal contiene el seno esfenoidal, en la pared posterior del seno se encuentra la silla turca, fosita donde asienta la glándula hipófisis. Las paredes laterales del seno esfenoidal representan el límite medial de los senos cavernosos, los cuales contienen los pares craneales III, IV, ramas I y II del V y VI, además del segmento intracavernoso de la arteria carótida. La rama II del V par penetra el esfenoides por el foramen rotundum para desembocar en la fosa pterigopalatina, lateral y superior a la salida del nervio vidiano. La rama III del V par atraviesa el esfenoides a través del foramen oval y se divide nada más entrar en la fosa infratemporal en el tronco antero-medial y postero-lateral (64;65). El resto de pares craneales intracavernosos van a buscar la fisura orbitaria superior para penetrar en la órbita (66).

Los nervios ópticos penetran en la órbita tras introducirse en los canales ópticos. El techo del nervio óptico está formado por el planum esfenoidal y el suelo lo forma el “pilar óptico” (fig.3A), pequeña apófisis que separa el canal óptico de la fisura orbitaria superior y que desemboca en la clinoides anterior (37;67).

Las alas mayores del esfenoides articulan con el hueso temporal. Las alas menores articulan con el frontal y entre ambas alas menores se encuentra el planum esfenoidal. Lateralmente el borde del ala menor representa el límite en la fosa craneal anterior y media. Medialmente las alas menores terminan en las clinoides anteriores. El espacio comprendido entre ambas clinoides anteriores es un espacio anatómico altamente

interesante tanto desde una perspectiva puramente anatómica como desde una perspectiva quirúrgica, especialmente desde la visión endoscópica. La terminología alrededor de esta zona es confusa y nuevas definiciones y conceptos están emergiendo para lidiar con este problema.

El borde óseo donde acaba el planum esfenoidal y que representa la unión más craneal entre las clinoides anteriores es conocido como limbus esfenoidale. Representa el límite entre la fosa craneal anterior y media de forma medial (fig.4A). A continuación, en sentido inferior aparece una pequeña “depresión” ósea llamada fosa quiasmática o surco prequiasmático (52). La fosa quiasmática siempre genera un cambio de plano respecto al planum esfenoidal, la dirección de hueso pasa de ser casi horizontal a comenzar una trayectoria mucho más vertical. Representaría la proyección del quiasma sobre el hueso esfenoidal. Se encuentra situada por definición entre los dos nervios ópticos, medial a ambos canales ópticos, siendo la porción medial del inicio de cada canal óptico el extremo más lateral de dicha depresión (fig.4A). Como hemos reseñado anteriormente se encuentra por definición en la fosa craneal media. La siguiente estructura que encontramos en ese mismo sentido es el tubérculo sellar. Forma el borde óseo donde termina superiormente la cara anterior de la silla turca y nuevamente imprime un cambio de dirección respecto a la fosa quiasmática ya que el rostrum sellar habitualmente tiene una dirección casi completamente vertical. Tras el tubérculo sellar en una dirección antero posterior se aloja el seno intercavernoso superior, que aunque es altamente variable e incluso

puede llegar a ser inexistente (4;57;68) suele representar al menos una pequeña comunicación entre ambos senos cavernosos. Una estructura anatómicamente muy importante en relación con el tubérculo sellar es el pilar óptico u “optic strut”, este siempre se encuentra lateral al tubérculo sellar para pasar a convertirse en el suelo del canal óptico. La importancia anatómica y quirúrgica de esta estructura se debe a que la arteria carótida se encuentra separada del nervio óptico por el pilar óptico y que además este es asiento tanto del anillo dural distal como del anillo dural proximal, dos anillos duros que fijan la carótida en su recorrido al pasar de intracavernosa a interclinoidea y a su vez a intradural. No importa que lesión desplace, invada o perturbe la anatomía de esta región que la arteria carótida pasará de ser interclinoidea a intradural a través del anillo dural distal. Este punto se convierte en una referencia anatómica fija para encontrar la carótida de forma endoscópica (fig.4A).

Haciendo una correlación endoscópica con lo que se acaba de explicar (fig.4B), el limbus esfenoidal representa desde una visión endoscópica la porción más superior y posterior al entrar en el seno esfenoidal. Es fácilmente distinguible porque supone un cambio de plano acusado respecto al planum esfenoidal. Se continúa lateralmente con la porción supero medial del canal del nervio óptico hasta su entrada en la órbita. La fosa quiasmática es vista endoscópicamente como un gran surco entre los conductos de los nervios ópticos. Superiormente limita con el planum, siendo su transición el limbus esfenoidal, como ya se ha explicado, inferiormente limita con el rostrum sellar, representando el tubérculo sellar el área de conversión. El punto exacto donde

el tubérculo sellar limita lateralmente con la arteria carótida intradural es llamado *receso óptico-carotideo medial* (10;12;37;53;55;69;70) .Representa el “key hole” endoscópico, ya que al ser el punto fijo de transición de la carótida interclinoidea a intradural supone el punto de referencia clave para diferentes abordajes endoscópicos, como descompresiones ópticas, abordajes al planum, al tuberculum o al seno cavernoso. Lateralmente, separando carótida y el nervio óptico se encuentra el pilar óptico u “optic struct”. Visto desde una perspectiva ventral aparece como una fosita que puede ser más o menos pronunciada dependiendo del grado de pneumatización, el nombre que adquiere desde esta visión es el de *receso óptico-carotideo lateral*.

FIGURA 4

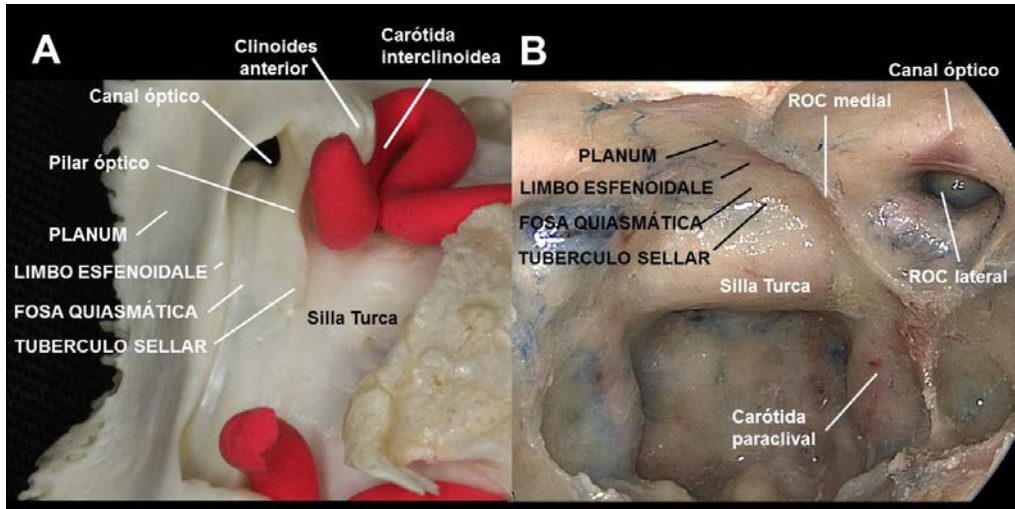


Fig. 4. Comparación de la anatomía de la región suprasellar intracraneal y extracraneal. **A)** Visión intracraneal de la región sellar y suprasellar. Nótese como la arteria carótida está representada artísticamente con plastilina. Se ha representado su segmento intracavernoso, interclinoideo e intradural hasta previo a su división entre ACM y ACA. El borde óseo donde acaba el plano esfenoideal y que representa la unión más craneal entre las clinoides anteriores es conocido como limbus esfenoideal. La fosa quiasmática se encuentra situada por definición entre los dos nervios ópticos, medial a ambos canales ópticos, representando la porción medial del inicio de cada canal óptico el extremo más lateral de dicha depresión. Una estructura anatómicamente muy importante en relación con el tubérculo sellar es el pilar óptico, este siempre se encuentra lateral al tubérculo sellar y constituye el suelo del canal óptico. **B)** Visión exocraneal, endonasal, de la región sellar y suprasellar tras amplia esfenoidotomía. Obsérvese que los septos intraesfenoidales han sido resecaados. El limbus esfenoideal representa desde una visión endoscópica la porción más superior y posterior al entrar en el seno esfenoideal. La fosa quiasmática es vista endoscópicamente como un gran surco entre los canales de los nervios ópticos. El punto exacto donde el tubérculo sellar limita lateralmente con la arteria carótida intradural es llamado *receso óptico-carotideo medial*. El pilar óptico desde una perspectiva exocraneal adquiere el nombre de *receso óptico-carotideo lateral*.

ROC medial: Receso óptico-carotideo medial. ROC lateral: Receso óptico-carotideo lateral.

El *hueso etmoides* (fig.3B) se encuentra rodeado, en la superficie endocraneal, por el hueso frontal. Está conformado básicamente por dos elementos en esta cara. Primero, la crista galli, que es altamente variable en su grosor, longitud y pneumatización y que sirve de anclaje para el falx cerebral y el seno longitudinal superior. La crista galli se une a la lámina cribiforme aproximadamente en su tercio anterior. Segundo, la lámina cribiforme, perforada por pequeños forámenes que comunican la cavidad intracraneal con intranasal para dejar paso a los pequeños filamentos olfatorios, grupos de neuronas pertenecientes al primer par craneal que salen de los bulbos olfatorios y se distribuyen por la cavidad nasal, principalmente por la cara medial del cornete medio y el tercio superior del tabique nasal paralelo al recorrido este mismo cornete. Como se ha comentado con anterioridad, la unión del frontal con el etmoides es variable, pudiendo encontrarse las láminas cribiformes a diferentes alturas respecto a su unión con la las láminas laterales de la órbita. El surco olfatorio, que es la excavación resultante al unirse el complejo mencionado, aloja los nervios olfatorios en su recorrido hacia los bulbos.

La lámina cribiforme anteriormente se transforma en una espina ósea que se continúa con la espina frontal (71). Forma parte del aparato de sujeción del falx cerebral. Dicha espina ósea es atravesada por el foramen cecum (fig.3B), el cual, durante el desarrollo transmite una vena que conecta el seno longitudinal superior con venas del seno frontal y del techo de la cavidad nasal. La importancia quirúrgica de esta vena viene dada por el hecho de que a veces no se encuentra obliterada por completo. Al

realizar un abordaje endonasal transetmoidal a menudo hay que cortar el falx cerebral para poder disecar de forma adecuada tumores adheridos a la zona (24;38;46). Si la vena continua patente el acto de cortar el falx puede originar un sangrado venoso, que si bien suele ser de poca importancia, al encontrarse en un plano muy elevado respecto al campo de trabajo, puede ser difícil de controlar.

2.2.1.3 CONTENIDO INTRACRANEAL DE LA FOSA CRANEAL ANTERIOR

En la fosa craneal anterior se encuentra alojado el lóbulo frontal. La superficie basal del lóbulo frontal es enteramente cóncava y descansa sobre la lámina cribiforme, el techo orbitario y el ala menor del hueso esfenoides. De nuevo, todo el contenido intracraneal de la fosa craneal anterior, aunque interesante anatómicamente, queda fuera del interés de este estudio. Sin embargo, la patología alojada en esta base frecuentemente se encuentra en relación directa con la superficie basal del lóbulo frontal. Por lo tanto a continuación, en este apartado, nos centraremos en la anatomía cerebral únicamente frontobasal.

El surco olfatorio, el cual contiene el bulbo olfatorio y tracto o nervio olfatorio, divide la superficie orbitaria en una parte medial cortical, la cual contiene el *gyrus rectus*, y una parte lateral, mucho más amplia, que contiene los *gyri orbitalis*, un

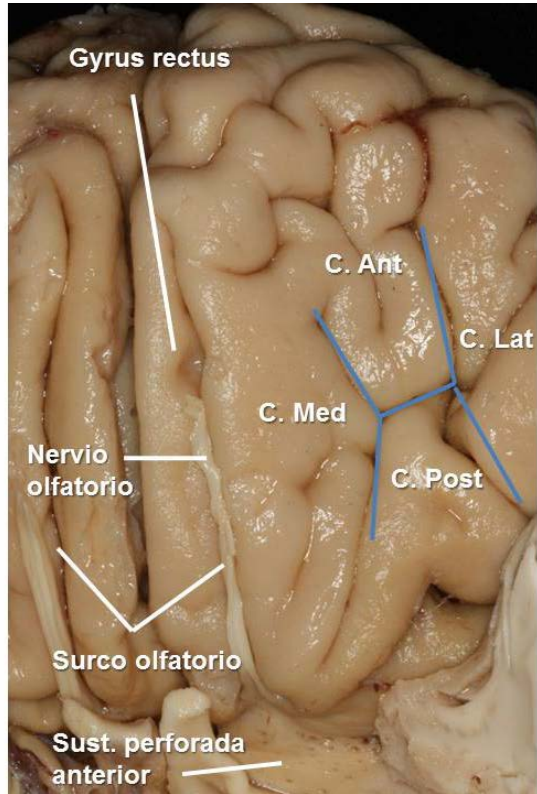
grupo de circunvoluciones irregulares. Es importante distinguir entre el surco olfatorio de la base craneal anterior (estructura que ya hemos definido y que se encuentra en el hueso etmoides, en la unión entre la lámina lateral orbitaria y la lámina cribiforme), y el surco olfatorio de la superficie cortical del lóbulo frontal. Ambas estructuras se encuentran íntimamente relacionadas pero en localizaciones anatómicas diferentes (fig.5).

Los *gyri orbitalis* están divididos por una serie de surcos en forma de “H” dando lugar a las circunvoluciones anterior, medial, posterior y lateral (fig.5). Las circunvoluciones orbitarias anteriores están situadas entre el polo frontal y el borde transversal de la “H”. Las circunvoluciones posteriores se extienden desde el borde transversal de la “H” hasta la parte anterior de la sustancia perforada. Las circunvoluciones laterales están posicionadas desde el margen lateral del lóbulo frontal hasta el borde vertical lateral de la “H” y por último, las circunvoluciones mediales se encuentran entre el borde vertical medial de la “H” y el surco olfatorio. En un plano más profundo, la porción anterior del codo del cuerpo caloso, así como el cuerno frontal del ventrículo lateral se extienden hacia delante por encima hasta aproximadamente el nivel donde se encuentra la llamada “H” que divide las circunvoluciones orbitarias. La porción más anterior de la cápsula interna, el núcleo caudado y lentiforme están situados por encima de la sustancia perforada anterior y las circunvoluciones orbitarias posteriores (72).

En abordajes transcraneales subfrontales a la fosa anterior la exposición puede extenderse por debajo del nivel al que llega el asta frontal, el núcleo caudado y lentiforme, con el riesgo de comprometer su vascularización en caso de dañar el aporte sanguíneo secundario a un abordaje traumático. Por ello es importante conocer la anatomía de esta región, que aunque aparentemente es menos compleja que otras parcelas anatómicas, un desconocimiento de sus relaciones más cercanas puede ocasionar daños en estructuras tan vitales para el mantenimiento de la consciencia como las citadas.

FIGURA 5

Fig. 5. Visión inferior o subfrontal del córtex frontal. Ambos nervios olfatorios así como ambos nervios ópticos han sido seccionados para poder extraer el cerebro y poder estudiar las relaciones anatómicas. Arterias y venas han sido eliminadas para tener clara visión de los surcos y circunvoluciones. La porción medial del lóbulo temporal ha sido extirpada para descubrir las relaciones mesiales del lóbulo frontal y la sustancia perforada anterior. Nótese como el nervio olfatorio discurre por el surco olfatorio, este divide las circunvoluciones de la superficie basal del lóbulo frontal en el complejo medial, *gyrus rectus* y el complejo lateral, *gyri orbitalis*. Las líneas azules resaltan los surcos que adquieren forma de “H” para dividir el área del *gyri orbitalis* en 4 circunvoluciones diferentes. Las circunvoluciones orbitarias anteriores están situadas entre el polo frontal y el borde transverso de la “H”. Las circunvoluciones posteriores se extienden desde el borde transverso de la “H” hasta la parte anterior de la sustancia perforada. Las circunvoluciones laterales están posicionadas desde el margen lateral del lóbulo frontal hasta el borde vertical lateral de la “H” y por último, las circunvoluciones mediales se encuentran entre el borde vertical medial de la “H” y el surco olfatorio.



Sust. perforada anterior: Sustancia perforada anterior. *C.Ant:* Circunvoluciones orbitarias anteriores. *C. Med:* Circunvoluciones orbitarias mediales. *C. Post:* Circunvoluciones orbitarias posteriores. *C. Lat:* Circunvoluciones orbitarias laterales.

Las arterias más relevantes en relación con base craneal anterior son las arterias cerebrales anteriores y especialmente sus ramas orbitofrontal y frontopolar que se encargan de la irrigación de toda la superficie cerebral en contacto con la base de cráneo anterior (73) exceptuando la porción más lateral que es irrigada por el tronco superior de la bifurcación de la arteria cerebral media.

La arteria cerebral anterior (ACA) es la más pequeña de las dos ramas terminales de la arteria carótida interna. Tiene un curso anteromedial desde su origen, pasa por encima del quiasma o nervio óptico y entra en la fisura interhemisférica. Cerca de su entrada en la fisura se comunica con la arteria cerebral anterior contralateral mediante la arteria comunicante anterior. Posteriormente asciende por delante de la lámina terminalis y pasa a la fisura longitudinal, entre los dos hemisferios cerebrales. Típicamente ambas arterias cerebrales anteriores no discurren una al lado de otra como lo hacen en su recorrido hacia la fisura interhemisférica, sino que una de las arterias, distalmente, yace en la convexidad de la otra. Las ramas distales de la ACA pueden ser expuestas en abordajes transcraneales interemisféricos o subfrontales a la base de cráneo anterior así como en los abordajes endoscópicos endonasales transetmoidales o transplanum.

La ACA es dividida clásicamente en cuatro segmentos diferentes (73). La porción proximal se extiende desde su origen hasta su unión con la arteria comunicante anterior y constituye el segmento A1. La porción distal la forman diferentes

segmentos; segmentos A2 o infracallosa, segmento A3 o precallosa, segmento A4 o supracallosa y segmento A5 o posterocallosa. En la superficie basal la ACA da irrigación a la porción medial de las circunvoluciones orbitarias, los *gyrus rectus* y el bulbo y tracto olfatorio mediante las ramas orbitofrontal y frontopolar (fig.6B). Ramas más distales como la arteria frontal interna irrigan las caras medial y lateral de la circunvolución frontal superior.

La **arteria orbitofrontal** es la primera rama cortical de la ACA distal, está presente en prácticamente todos los hemisferios. Comúnmente nace del segmento A2, pero también puede nacer de un tronco común con la arteria frontopolar. Desde su origen la arteria tiene un recorrido hacia abajo y hacia delante buscando el suelo de la FCA hasta alcanzar el nivel del planum esfenoidal (fig.6A). Da irrigación a la circunvolución recta, el bulbo y nervio olfatorio y parte medial de la superficie orbitaria del lóbulo frontal (fig.6B).

La siguiente rama cortical es la **arteria frontopolar**, nace del segmento A2 de la arteria pericallosa en el 90% de los hemisferios y de la arteria callosomarginal en un 10%. Desde su origen pasa anteriormente a lo largo de la superficie medial de los hemisferios hacia el polo frontal. Cruza el surco subfrontal e irriga parte de la superficie medial y lateral del polo frontal (73).

Otras arterias menos trascendentes circunvalan la base de cráneo anterior y están en relación con diferentes estructuras exocraneales como se detallará en el siguiente

apartado, pero las descritas hasta el momento tienen una importancia clínica especial debido a que la rotura o coagulación de las mismas implicaría un infarto cerebral en la zona de irrigación correspondiente. Debido a ello su reconocimiento y preservación se hace obligatoria.

FIGURA 6

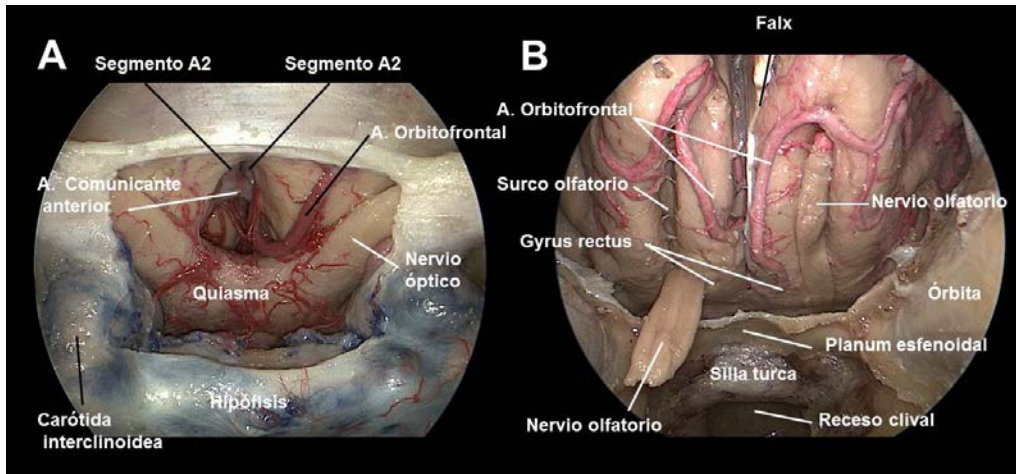


Fig.6. A) Visión endoscópica de las arterias corticales a la altura del planum esfenoidal. El hueso de la silla turca y del plano esfenoidal ha sido resecado, la duramadre que rodea las arterias carótidas, los nervios ópticos así como la glándula hipófisis han sido conservados. La duramadre suprasellar ha sido extirpada para poder exponer el quiasma. Nótese como las arterias cerebrales anteriores en su segmento A1 emergen una a cada lado y por encima de quiasma. Se comunican por medio de la arteria comunicante anterior y a partir de ese punto la arteria pasa a denominarse segmento A2 de la ACA. Obsérvese como la arteria orbitofrontal desciende desde su origen (que no se puede ver en esta figura) para alcanzar un nivel a la altura del plano esfenoidal y desde ahí continuar hacia delante por la superficie cortical anterior del lóbulo frontal. **B)** Visión endoscópica de las arterias corticales a lo largo de la base craneal anterior. Se ha realizado una etmoidectomía completa. Todas las celdillas etmoidales, cornete medio y superior, la lámina perpendicular así como las láminas papiráceas han sido extirpados. La duramadre que envuelve la base craneal anterior así como los bulbos y filamentos olfatorios también ha sido extirpada para exponer los lóbulos frontales. El falx cerebral ha sido cortado. Nótese como el esfenoides está intacto hasta la altura del plano esfenoidal. El nervio olfatorio derecho ha sido descendido para exponer el surco olfatorio. El surco olfatorio, el cual contiene el bulbo olfatorio y tracto o nervio olfatorio, divide la superficie orbitaria en una parte medial cortical, la cual contiene el gyrus rectus, y una parte medial, mucho más amplia, que contiene los gyri orbitales. Véase como la arteria orbitofrontal tras emerger de la fisura interhemisférica llega hasta el polo frontal de forma bilateral. Da irrigación a la circunvolución recta, el bulbo y nervio olfatorio y parte medial de la superficie orbitaria del lóbulo frontal.

A. Comunicante anterior: Arteria comunicante anterior. A. Orbitofrontal: Arteria orbitofrontal.

2.2.2. SUPERFICIE EXOCRANEAL.

La cara exocraneal de la base craneal anterior es dividida en dos partes para poder realizar una definición más intuitiva. Una parte medial y otra lateral. La parte medial se relaciona con el seno etmoidal y esfenoidal, conteniendo la cavidad nasal. La parte lateral es formada fundamentalmente por la órbita y el maxilar (fig.9A).

Se pasará a describir las dos divisiones de la cara exocraneal a continuación. Se comenzará con la parte medial, ya que a fines descriptivos se hace mucho más intuitivo. La base de cráneo anterior es un conjunto compacto en donde todas las estructuras están relacionadas entre sí por multitud de elementos óseos y neurovasculares. Toda división de la misma supone una partición artificial ya que en la práctica quirúrgica se hace imposible establecer cuáles son los límites entre un extremo y otro. Así, dicha partición se realiza solo con fines descriptivos sabiendo que en ocasiones porciones mediales pueden ser definidas como conjunto de las laterales y viceversa.

2.2.2.1 SUPERFICIE EXOCRANEAL MEDIAL

La superficie exocraneal medial de la fosa craneal anterior está representada por las fosas nasales. El seno maxilar, el seno frontal, y el seno esfenoidal son los llamados

senos paranasales. Son 9 los huesos que conforman la fosa nasal. Los huesos propios de la nariz, el frontal, el maxilar, el hueso lacrimal, el etmoides, el cornete inferior, el palatino, el esfenoides y el vómer. La anatomía quirúrgica de la porción superior de la fosa nasal es compleja y está representada fundamentalmente por el frontal, el etmoides y el cuerpo esfenoidal. El hueso frontal forma el primer cuarto de esta superficie, lo sigue el hueso etmoides que forma los siguientes dos cuartos y posteriormente el hueso esfenoides que forma el último cuarto o cuarto posterior. A continuación se describirá la anatomía quirúrgica de las dos porciones de las fosas nasales, superior e inferior.

A) SUPERIOR

La lámina cribiforme forma la porción superior y medial del **etmoides**. Los filamentos olfatorios viajan a través de ella. Estos filamentos olfatorios al penetrar en la cavidad nasal se distribuyen medialmente en la mucosa del septo nasal en el área paralela al cornete medio y lateralmente transcurren por la cara medial de la inserción etmoidal del cornete medio. La lámina perpendicular del etmoides se une con la lámina cribosa superiormente, el tercio más inferior y posterior de esta lámina se articula con el vómer. Los dos tercios anteriores se articulan con el cartílago cuadrangular para formar la mayor parte del septo nasal. La cresta nasal del palatino y del maxilar terminan de cerrar el conjunto (74).

Los límites laterales del etmoides están formados por las láminas papiráceas, finas láminas de hueso que a su vez constituyen la pared medial de la órbita (fig.7).

Los cornetes medios y superiores forman parte del hueso etmoides y los cornetes inferiores, aunque sin que esto tenga relevancia quirúrgica, son huesos embriológicamente independientes. La disposición de los cornetes en las fosas nasales y su forma de relacionarse con los senos paranasales son piezas fundamentales para la comprensión de la anatomía quirúrgica endoscópica y los abordajes a las diferentes regiones de la base craneal.

Entre el cornete superior y medio medialmente, y la lámina papirácea lateralmente, se encuentran las celdas etmoidales. Estas celdas pueden ser divididas en anteriores y posteriores, es decir, etmoides anterior y etmoides posterior. Ambos etmoides, a su vez, contienen pequeñas celdas que llamadas glabelas, a cada uno de los tabiques o septaciones que generan dichas glabelas se les llama lamelas (63). La inserción del cornete medio marca la división entre un segmento etmoidal anterior y otro posterior. Para concebir dicha división se clasifica el cornete medio en tres tercios; cabeza, cuerpo y cola (fig.8 y 9). El tercio anterior (cabeza) se inserta superiormente en la unión entre la lámina lateral y la lámina medial o lámina cribosa (fig.2). El tercio medio (cuerpo) describe una trayectoria descendente y lateral de tal forma que lanza un tabique o lamela, llamada *lamela basal* o lámina basal, que se inserta en la lámina papirácea. El tercio posterior (cola) se inserta por encima y lateral al reborde coanal,

en el hueso palatino sobre una pequeña prominencia o cresta situada en la lámina vertical del palatino llamada cresta etmoidal. La lamela basal, con su inserción lateral en la lámina papirácea, determina la división etmoidal (63;75). Por lo tanto, las estructuras etmoidales situadas anteriores a la lámina basal pertenecen al etmoides anterior. Las estructuras que quedan por detrás de la lámina basal forman parte del etmoides posterior.

El etmoides posterior es el llamado laberinto etmoidal y sus celdas son irregulares. Se encuentra comprendido anteriormente por la lámina basal, posteriormente por la cara anterior del cuerpo esfenoidal constituyendo la llamada unión esfeno-etmoidal, medialmente está limitado por el cornete superior, que se inserta en su porción anterior en el techo etmoidal y en su porción posterior en la cara anterior del cuerpo esfenoidal, y por último, lateralmente, por la lámina papirácea (fig.8C y 9A). Las lamelas y glabelas allí contenidas no siguen un orden reproducible y tan solo, quirúrgicamente, han de conocerse dos celdas que aparecen de forma aleatoria en el contenido del etmoides posterior. Una de ellas es la celda de Onodi (63;76), celda etmoidal que penetra dentro del esfenoides y que engloba el canal del nervio óptico.

La peculiaridad e importancia de esta celda radica en el hecho de que normalmente existe una separación entre etmoides posterior y esfenoides representada por la pared anterior del cuerpo esfenoidal, por lo tanto, podemos decir que hay un límite de resección etmoidal, más o menos difuso según el paciente, al realizar un abordaje

transetmoidal. Sin embargo, la celda de Onodi hace desaparecer la pared anterior del cuerpo esfenoidal en su porción superior y se introduce en el seno esfenoidal hasta contactar con la cara posterior. Esto representa una variante anatómica que pone en peligro la integridad del canal del nervio óptico si el cirujano es no consciente de tal acepción.

La otra importante celda del etmoides posterior es la celda del Haller (63;76). De nuevo, se trata de una variación anatómica y consiste en la presencia de una celda etmoidal dentro del seno maxilar, concretamente en relación con su pared posterior. Esta celda puede desorientar al cirujano ya que se interpone en la conjunción entre la órbita, el maxilar y la fosa pterigopalatina.

El conducto etmoidal posterior porta la arteria y nervio etmoidal posterior. La arteria etmoidal posterior (AEP) suele tener su origen en la arteria oftálmica aunque puede ser rama de la arteria meníngea media. Tras su trayecto intraorbitario se dirige hacia la sutura esfenoetmoidal y se introduce por el conducto etmoidal posterior, que penetra la lámina papirácea en su porción más superior y posterior, para posteriormente atravesar el laberinto etmoidal a escasos milímetros de la pared anterior de seno esfenoidal en dirección a la porción más caudal del suco olfatorio (fig.9A). Su importancia quirúrgica radica fundamentalmente en su proximidad con el nervio óptico. La escasa distancia entre ambas estructuras es variable y puede oscilar entre los 4-16 mm según algunas de las fuentes consultadas (77;78). Aunque en

algunas series indican que la distancia es menos variable e incluso puede incluso llegar a ser inferior, de entre 7 a 1 mm de distancia (79).

El etmoides anterior, a diferencia del posterior, lo constituye un conjunto de celdas más o menos constante y por tanto sirven de orientación y referencia en cirugía endoscópica. El etmoides anterior se encuentra comprendido anteriormente por la unión frontoetmoidal, donde habitualmente se disponen las celdas del agger nasi (grupo irregular de celdillas que marcan el límite etmoidal lateral y anterior y que se encuentran por delante del receso del seno frontal). Posteriormente el límite viene dado por la lamela basal. El cornete medio representa el límite medial y la lámina papirácea en su unión con la lámina orbitaria, el límite lateral (fig.7) (71). El *complejo osteomeatal* es un conjunto de celdas etmoidales anteriores que sirven para localizar de forma endoscópica el receso del seno frontal o el ostium del maxilar. Se encuentra situado en la cara lateral del etmoides anterior y lo forman, de medial a lateral en el plano coronal, la cara lateral del cornete medio, la bulla etmoidal, la apófisis unciforme y las celdas del agger nasi (80) (fig.8). Si se medializa el cornete medio, en el plano anterior se puede ver una fina lámina de hueso con disposición vertical, esta estructura es llamada apófisis uncinada, posteriormente se dispone la bulla etmoidal, una celda etmoidal de mayor tamaño pero con una relación fija con la apófisis unciforme. El espacio bidimensional que se crea entre la bulla y la apófisis uncinada es el llamado hiato semilunar que da acceso a un espacio tridimensional llamado infundíbulo etmoidal. Inferiormente al infundíbulo se encuentra el ostium del seno

maxilar y superiormente el ostium del seno frontal (fig.8C). Entre la bulla etmoidal y la lámina basal encontramos dos recesos, el receso retrobullar y el receso suprabullar. Estas celdas pueden sufrir modificaciones dependiendo de la colocación de la bulla etmoidal respecto al techo etmoidal y a la lámina basal pero normalmente generan estos dos recesos que representan la puerta al conocido como seno lateral (lugar de entrada al complejo de celdas que terminan en la lámina papirácea y por tanto limitan con la órbita formando un fondo de saco ciego).

El *receso frontal* es otra cavidad tridimensional que da acceso al ostium del seno frontal, posiblemente represente la estructura más compleja del etmoides anterior. Cualquier patología que envuelva a dicho seno y que requiera tratamiento quirúrgico endoscópico necesita de la localización y, en la mayoría de las ocasiones, apertura del receso. El complejo osteomeatal vuelve a adquirir gran relevancia en su localización y tratamiento. Ha de tenerse en mente que se trata de una especie de antesala o cavidad tridimensional. Es posible definir de forma relativamente bien sus límites. Anteriormente la apófisis uncinada y las celdas del agger nasi. Posteriormente la bulla etmoidal y la lamela suprabullar. Lateralmente la lámina papirácea. Inferiormente el infundíbulo etmoidal y por último superiormente las *celdas supraorbitarias*, el ostium del seno frontal y la arteria etmoidal anterior en orden rostro caudal respectivamente (fig.8C). Las celdas supraorbitarias representan el conjunto de pequeñas celdillas

interpuestas en la conjunción entre la lámina papirácea y la lámina orbitaria que aparecen de forma inconstante. Aunque habitualmente no tienen importancia en cirugía endonasal estándar, en este trabajo las celdas supraorbitarias si son trascendentes. Es fácil comprender que la existencia de estas celdas, como a veces ocurre, a lo largo de toda la unión entre la lámina papirácea y la lámina orbitaria, facilita extraordinariamente la resección endoscópica de la lámina orbitaria. Dichas celdas, por decirlo de alguna manera, exponen la cara inferior de la lámina orbitaria, facilitando el acceso a regiones más laterales.

Por último, otra estructura anatómica digna de mención es la arteria etmoidal anterior (AEA). Se origina en un 90% de los casos de la región más distal de la arteria oftálmica en el tercio anterior de la órbita (79). Tras su salida, avanza unos milímetros en una dirección anterior, realiza posteriormente un bucle de convexidad anterior por debajo del músculo oblicuo superior y retorna unos 5 mm hacia atrás buscando el foramen etmoidal anterior en la sutura frontoetmoidal para introducirse, junto con el nervio etmoidal anterior, en el canal etmoidal anterior (81). La AEA termina su recorrido entrando entre el tercio medio y el tercio anterior de la fosa olfatoria en la fosa craneal anterior. Allí se divide en varias ramas: arteria meníngea anterior, arteria nasal anterior, ramas nasales superiores mediales y laterales e incluso ramas a bulbo olfatorio (81). En la cavidad nasal se anastomosa con las ramas nasales de la arteria esfenopalatina. En su trayecto hacia el surco olfatorio, el canal etmoidal anterior puede presentar dehiscencias parciales o totales, aumentando así el riesgo de daño

durante la cirugía. Así, la AEA puede cruzar libremente el etmoides anterior, puede estar conectada a la base del cráneo mediante un mesenterio óseo o cruzar directamente adherida a la base craneal (fig.8B y C y 9A). El porcentaje de cada variación depende del estudio anatómico revisado (59;61;81-83). Por su situación en el límite posterior del receso frontal, la AEA supone una gran referencia anatómica que ayuda a localizar la base de cráneo durante la cirugía. En esta tesis, un paso fundamental de la técnica quirúrgica que se describirá más adelante consiste en la localización de la AEP, la AEA y el receso del frontal para poder realizar una amplia apertura de dichos recesos y posterior comunicación entre ambos senos frontales (Procedimiento modificado de Lothrop o Draf III) (84;85).

La comprensión detallada de la anatomía etmoidal es una de las piedras angulares de esta investigación. La relación del etmoides con los demás huesos que conforman la base craneal anterior un punto de inflexión (fig.7C y D). Las articulaciones frontoetmoidal y esfenoetmoidal quedan endoscópicamente ocultas por la diferentes glabelas que conforman el etmoides. La concepción de que el etmoides queda interpuesto en la base de cráneo en dirección al esfenoides es fundamental, si no se moviliza ninguna estructura nasal, tan solo se verá con dificultad, y en el mejor de los casos, la parte más medial de la cara anterior del esfenoides. Por lo tanto, se puede afirmar que el laberinto etmoidal se encuentra encajado entre ambas láminas papiráceas y el cuero esfenoidal (fig.9B). La etmoidectomía total supone la

exposición de la unión de las láminas papiráceas con la lámina orbitaria así como la exposición del cuerpo esfenoidal.

FIGURA 7

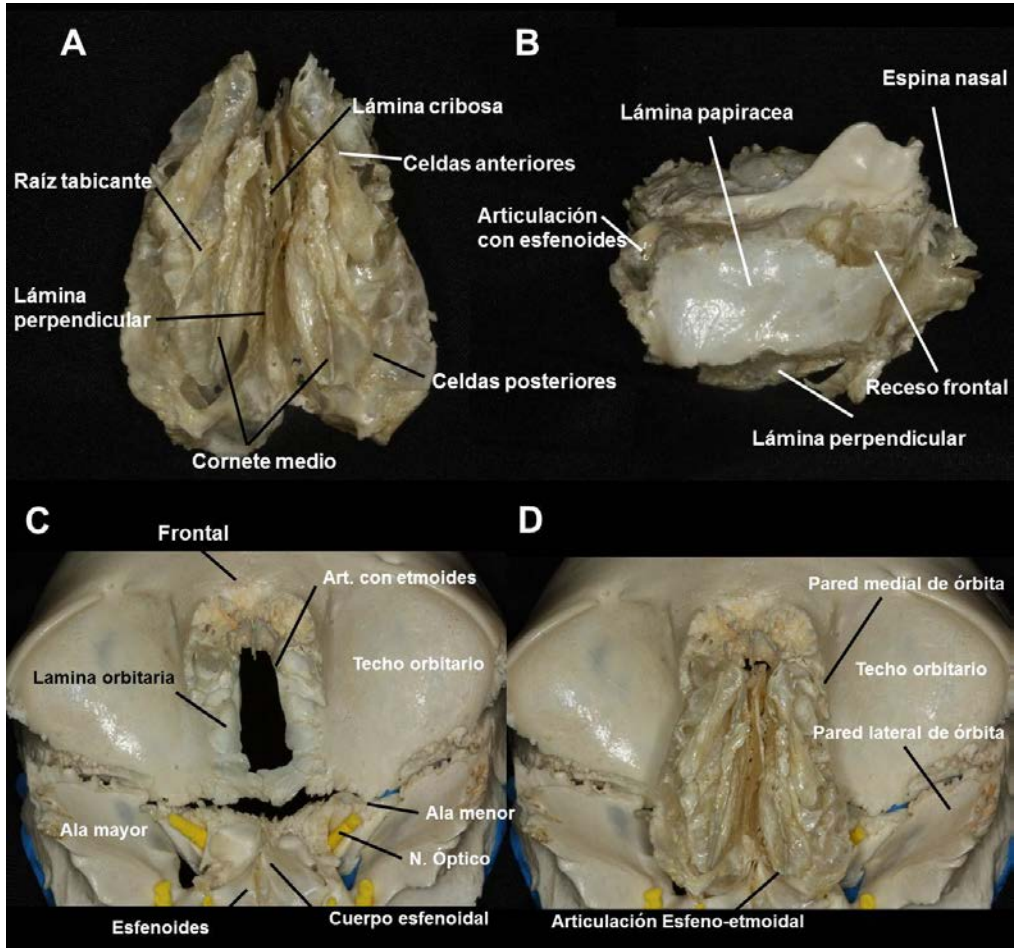


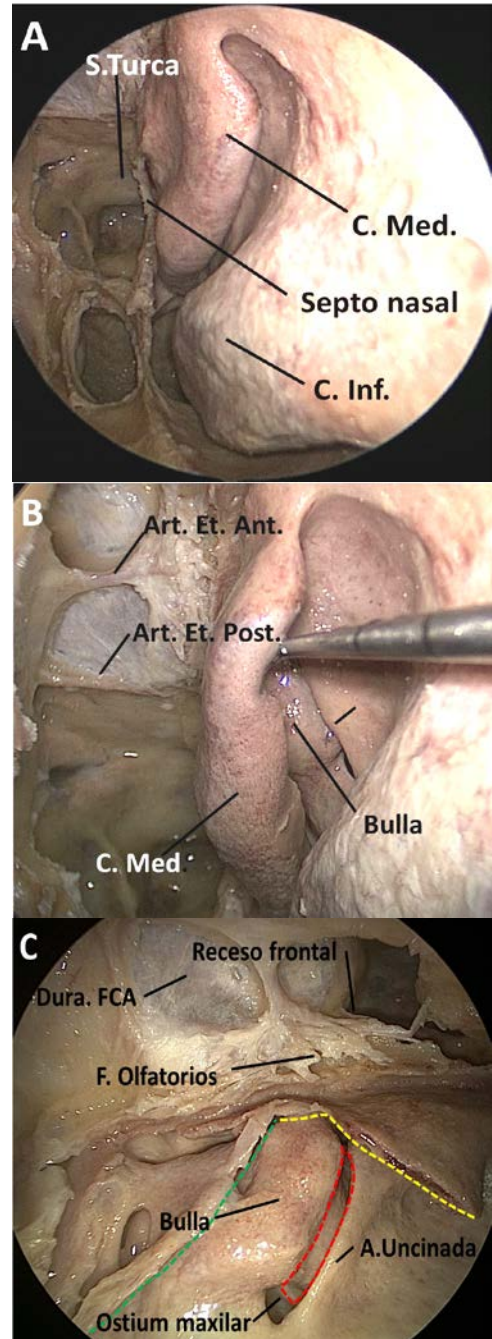
Fig.7. Los principales huesos que conforman la base del cráneo anterior son los huesos etmoides, esfenoides y frontal. Mediante técnicas de hidratación y desecado óseo podemos conseguir la desarticulación de las suturas de los diferentes huesos que componen el cráneo. **A)** Hueso etmoidal desde una visión inferior. Desde esta perspectiva se puede distinguir en la línea media la lámina perpendicular del etmoides, la cual se articula superiormente con la lámina cribosa. Los cornetes medio y superior forman parte del etmoides. El cornete medio se inserta, en su tercio anterior, en la conjunción entre la lámina lateral y la lámina medial del techo etmoidal. En su tercio medio, la lamela basal representa su mesenterio, sigue un trayecto oblicuo lateral y descendente para insertarse en la lámina papirácea, límite lateral del etmoides y cara medial de la órbita. La lamela basal divide el hueso en dos, etmoides anterior y

etmoides posterior. El etmoides posterior es el llamado laberinto etmoidal y múltiples celdillas se encuentran en su interior sin describir un orden establecido. El etmoides anterior es un conjunto de celdas reproductible y con gran importancia anatómica y quirúrgica. **B)** Visión lateral del hueso etmoides. La visión lateral ofrece una amplia perspectiva de las láminas papiráceas. Límite lateral del etmoides y parte de la cara medial de la órbita. Se puede divisar una pequeña porción de la lámina perpendicular del etmoides que se articulará con el vómer posteriormente y con el cartílago cuadrangular anteriormente. Nótese como en la visión lateral de este hueso no es posible divisar la lámina cribosa. Esto es debido a que se encuentra en una excavación o surco llamado surco olfatorio donde se encuentran alojados los bulbos olfatorios. La profundidad del surco puede variar entre un individuo y otro (clasificación del Keros) y su conocimiento preoperatorio adquiere una importante relevancia quirúrgica al realizar una etmoidectomía y/o orbitectomía. Entre la lámina papirácea y el surco olfatorio el etmoides contribuye a reforzar el techo de las glabelas con una fina lámina de hueso que se articula con la lámina orbitaria del frontal para cerrar el techo de la fosa nasal o suelo medial de la fosa craneal anterior. Fíjese como la porción más anterior y lateral del techo etmoidal constituye el receso frontal. Puerta de entrada hacia el seno frontal. La espina nasal etmoidal representa la porción más anterior etmoidal que se articula con el hueso frontal. Las celdas del agger nasi se encuentran en una disposición lateral a la espina nasal y su morfología es inconsistente. **C)** Visión infero-anterior de la unión fronto-esfenoidal. Han sido representados con plastilina, para una mejor orientación y compresión, los nervios ópticos, las ramas maxilares del nervio trigémino y los nervios vidianos. Lateralmente el ala mayor del esfenoides, junto con el hueso cigomático, constituye la cara lateral de la órbita. El hueso frontal forma la cara orbitaria superior. Medialmente el planum esfenoidal se une con el techo etmoidal. Observe como el frontal forma parte de la articulación lanzando proyecciones de las láminas orbitarias hacia la línea media y dejando tan solo hueco para la lámina cribosa y la cresta galli. Nótese la complejidad de la articulación fronto-etmoidal, el techo etmoidal no solo está compuesto de la cara superior de la glabelas etmoidales, el frontal refuerza toda la base craneal anterior y medial excepto la lámina cribosa. El grosor óseo de la lámina lateral del surco olfatorio es cuatro veces menor que la pared medial y hasta 10 veces menor que el del techo más lateral del etmoides (61). Esto explica la propensión a generarse fistulas espontáneas e iatrogenias en este punto. Finalmente la articulación fronto etmoidal se cierra por delante entre la espina nasal etmoidal y la porción frontal media. **D)** Representación de la articulación fronto-esfeno-etmoidal desde una visión ínfero-anterior. Con esta representación es fácil comprender la disposición anatómica de la base de cráneo anterior exocraneal y medial. El hueso etmoides queda encajado entre el frontal y el cuerpo esfenoidal. La articulación esfeno-etmoidal está constituida por la sincondrosis entre la pared lateral del seno esfenoidal y la lámina papirácea y la sincondrosis entre el cornete superior y las celdas etmoidales posteriores con la parte medial de la cara anterior del cuerpo esfenoidal. El etmoides se interpone en el acceso endoscópico al seno esfenoidal y a las porciones laterales del techo orbitario. Endonasalmente, el frontal, principalmente a expensas del seno frontal, representa la parte más anterior de la cavidad nasal, el etmoides constituye al menos 2 cuartos de la longitud de la cavidad y el seno esfenoidal establece el último cuarto de la misma.

N.Óptico: Nervio óptico

FIGURA 8

Fig.8.A) Visión endoscópica endonasal con óptica de 0° de un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. Se ha disecado por completo la fosa nasal derecha del espécimen y se han preservado intactas las estructuras de la fosa nasal izquierda. Obsérvese la amplia esfenoidotomía que permite ver la carótida parasellar y la carótida paraclival así como la silla tuca y los nervios ópticos. El seno maxilar derecho ha sido abierto (antróstomía) ampliamente y se puede llegar a ver la pared posterior el seno maxilar. El tabique se ha resecado por completo excepto su porción más posterior preservando la separación entre ambas coanas y su articulación con la cara anterior del esfenoides. Nótese como el cornete medio ocupa gran parte de la fosa nasal y oculta el complejo osteomeatal situado en posición lateral respecto a él en la fosa nasal. Obsérvese como el cornete medio guarda relación directa con el seno esfenoidal y el cornete inferior con la nasofaringe, ocultando parcialmente la coana. **B)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 0° de un espécimen cadavérico. Se ha disecado por completo la fosa nasal derecha del espécimen y se han preservado intactas las estructuras de la fosa nasal izquierda. Obsérvese como con un disector se ha medializado el cornete medio y aparecen las estructuras laterales al mismo. La apófisis uncinada y la bulla etmoidal son celdas etmoidales constantes y que forman parte del complejo osteomeatal. El complejo osteomeatal pertenece al etmoides anterior y constituye un enclave etmoidal imprescindible para la orientación endoscópica. Se encuentra situado entre el cornete medio y la lámina papirácea. Nótese como en la fosa nasal derecha del espécimen que ha sido completamente



disecada podemos ver la duramadre de la fosa craneal anterior. La arteria etmoidal posterior suele tener su origen en la arteria oftálmica. Tras su trayecto intraorbitario se dirige hacia la sutura esfenotmoidal y se introduce por el conducto etmoidal posterior que penetra la lámina papirácea en su porción más superior y posterior, para posteriormente atravesar el laberinto etmoidal a escasos milímetros de la pared anterior de seno esfenoidal en dirección a la porción más posterior del suco olfatorio. C) Visión endoscópica endonasal transmaxilar lateral con óptica de 0° de un espécimen cadavérico. Se ha disecado por completo la fosa nasal derecha del espécimen. Obsérvese como el cornete superior y medio han sido resecaados quedando expuesto el etmoides anterior y posterior. El punteado amarillo marca la inserción de la cabeza o tercio anterior del cornete medio en el techo etmoidal, en la conjunción entre la lámina lateral y la lámina medial o lámina cribosa del etmoides. El punteado verde marca la inserción del cuerpo del cornete medio, o tercio medio, mediante la lamela basal, esta sigue un trayecto oblicuo lateral y descendente para insertarse en la lámina papirácea. Las celdas etmoidales alojadas por detrás de la lamela basal son consideradas etmoides posterior.

El complejo osteometatal es un conjunto de estructuras constantes que se nos sirven para localizar de forma endoscópica importantes referencias como el receso del seno frontal o el ostium del maxilar. Se encuentra situado en la cara lateral del etmoides anterior y lo forman, de medial a lateral en el plano coronal, la cara lateral del cornete medio, la bulla etmoidal, la apófisis unciforme y las celdas del agger nasi. En el plano anterior se puede ver una fina lámina de hueso con disposición vertical, esta estructura es llamada apófisis uncinada, posteriormente se dispone la bulla etmoidal, una celda etmoidal de tamaño variable pero con una relación fija con la apófisis unciforme. El espacio bidimensional que se crea entre la bulla y la apófisis uncinada (punteado rojo) es el llamado hiato semilunar que da acceso a un espacio tridimensional llamado infundíbulo etmoidal, inferiormente al infundíbulo se encuentra el ostium del seno maxilar y superiormente el ostium del seno frontal. Entre la bulla etmoidal y la lámina basal encontramos dos recesos, el receso retrobullar y el receso suprabullar, estas celdas, pueden sufrir modificaciones dependiendo de la colocación de la bulla etmoidal respecto al techo etmoidal y a la lámina basal, pero normalmente generan estos dos recesos que representan la puerta al conocido como seno lateral, lugar de entrada al complejo de celdas que terminan en la lámina papirácea y por tanto limitan con la órbita.

S. Turca: Silla turca. C.Med: Cornete medio. C.Inf: Cornete inferior. Art. Et. Ant: Arteria etmoidal anterior. Art. Et. Post: Arteria etmoidal posterior. A. Uncinada: Apófisis uncinada. Dura FCA: Duramadre de la fosa craneal anterior. F.Olfatorios: Filamentos olfatorios.

FIGURA 9

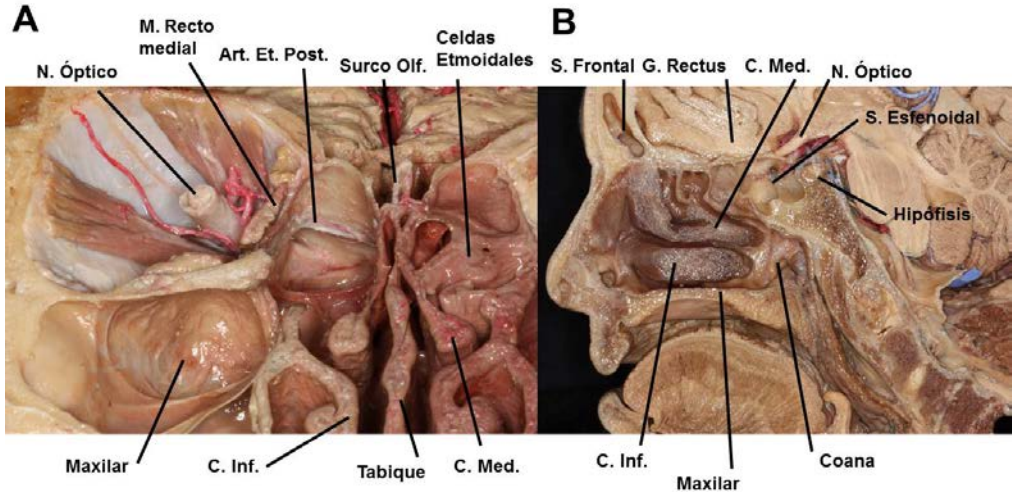


Fig.9. A) Corte coronal de espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. Nótese como se ha extraído por completo toda la grasa de la órbita derecha conservándose los diferentes elementos neurovasculares como musculares del interior de la periórbita. Se ha realizado una etmoidectomía posterior transglabellar conservando el cornete medio de tal forma se puede observar la lámina papirácea, límite lateral de la porción superior de la fosa nasal y pared medial de la órbita. Obsérvese como el conducto etmoidal posterior porta la arteria y nervio etmoidal posterior. Nótese como la distancia entre la porción más anterior del canal del nervio óptico y la arteria etmoidal posterior es mínima en este espécimen. La distancia puede llegar a variar entre 1 y 16 milímetros según la serie consultada (54;61;76;78;86). Apréciense la conformación del techo etmoidal. Este está formado por una lámina medial horizontal o lámina cribosa y por una lámina lateral vertical o lámina orbitaria, la cabeza o tercio anterior del cornete medio se inserta en la unión de la lámina medial y la lámina lateral. Percíbese como inferiormente a la órbita se encuentra situado el seno maxilar. El suelo de la órbita es a su vez el techo del seno maxilar. **B)** Corte parasagittal derecho de espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. Nótese como el corte sagital no ha sido realizado en la línea media sino de forma parasagittal cortando el cornete inferior, medio y superior derecho de forma vertical. Se puede llegar a apreciar la lamela basal del cornete medio y, por tanto, la separación entre el etmoides anterior y posterior. Obsérvese como el cornete inferior forma parte de la cara lateral e inferior de la fosa nasal y se interpone entre el agujero piriforme y la nasofaringe. Los cornetes medio y superior forman parte del etmoides. Forman parte de la cara lateral superior de la fosa nasal y se interponen por delante del seno esfenoidal para bloquear el acceso a este, especialmente a sus porciones más laterales. El tamaño de cada fosa nasal es muy variable y las distancias entre un elemento vasculonervioso y otro sufren una considerable variabilidad individual. El tamaño de la nariz, de la fosa nasal, de la cabeza y de la proporción intra-extracraneales de cada individuo es

grande y relativiza cualquier medida. Aun así, apréciense las proporciones de la fosa nasal en un corte sagital. Si se considera la longitud máxima de la porción superior de la fosa nasal como la distancia máxima entre la estructura más anterior de los senos paranasales y la más posterior en un eje antero-posterior, concluiríamos en que la tabla externa del frontal forma la porción más superficial o anterior de la fosa nasal y la pared posterior del seno esfenoidal representa la porción más profunda o posterior. Aproximadamente, el seno frontal y la unión fronto-etmoidal suponen un cuarto de la fosa nasal, el etmoides representa dos cuartos y el seno esfenoidal cierra el último cuarto.

N.óptico: Nervio óptico. M.Recto medial: Musculo recto medial. Art.Et.Post: Arteria etmoidal posterior. Surco olf: Surco olfatorio. C.Inf: Cornete inferior. C.Med: Cornete medio. S.Frontal: Seno frontal. G.Rectus: Gyrus rectus. S. Esfenoidal: Seno esfenoidal.

B) INFERIOR

La porción inferior de la fosa nasal es de igual complejidad que la superior. Para poder entender la anatomía general de esta región tenemos que conocer que son 9 los huesos que estructuran la cara lateral de la cavidad. Los huesos propios de la nariz, el frontal, el maxilar, el hueso lacrimal, el etmoides, el cornete inferior, el palatino y el esfenoides (fig.10). Algunas de las articulaciones no tienen importancia quirúrgica para el tratamiento de patología de la base de cráneo, como la articulación entre los huesos propios de la nariz y el frontal, o la del lacrimal con el maxilar. Sin embargo, hay articulaciones o huesos que sin tener importancia de forma aislada sí que son importantes cuando los entendemos en su conjunto. Su forma de relacionarse con lo demás elementos del cráneo aportan una comprensión de la anatomía quirúrgica endoscópica endonasal.



Fig.10 Representación artística de la cara lateral de fosa nasal. Cada hueso ha sido pintado de un color para poder distinguir los diferentes elementos de la fosa nasal. Azul: hueso propio de la nariz. Gris oscuro: Etmoides. Gris claro: cornete inferior. Naranja: Maxilar. Negro: Hueso lacrimal. Verde: Hueso palatino. Rojo: Esfenoides

De forma puramente descriptiva se puede decir que los huesos propios de la nariz se unen en la línea media con el frontal para cerrar anteriormente la cavidad de las fosas nasales. El frontal se une con el etmoides y con el proceso frontal del hueso maxilar. El maxilar se fusiona con el hueso lacrimal, con el etmoides, con el cornete inferior en su cara medial e inferior y con el hueso platino posterior y medialmente. El palatino se une al maxilar y al etmoides por medio de su contacto con el cornete medio, y al esfenoides. Tanto al cuerpo, con su proceso esfenoidal, como a la base de la apófisis pterigoides. El esfenoides se articula con el etmoides mediante la articulación esfeno-etmoidal y al palatino para cerrar la pared posterior de la fosa pterigopalatina.

La articulación del *hueso palatino* con el resto de los huesos alojados en esta región es el paradigma de lo referido. El hueso palatino tiene una configuración única y sus diferentes porciones le permiten fusionarse anteriormente con el hueso maxilar y posterior y superiormente con el esfenoides. El hueso palatino tiene forma de “L” cuando se ve frontalmente, esta “L” la forman la conjunción de la lámina horizontal y la lámina vertical o perpendicular. Las láminas horizontales de cada hueso palatino se unen en la línea media y forman el tercio posterior del paladar duro (fig.11A y B), el cual se une con el proceso palatino del hueso maxilar para terminar de completar el paladar duro (fig.12C).

La lámina perpendicular del palatino se fusiona anteriormente con la porción rugosa posterior y lateral de la pared del hueso maxilar convirtiéndose de esta manera en parte del hiato maxilar que da acceso al seno maxilar (54;56;80) (fig.12A). Posteriormente, la lámina perpendicular del palatino se fusiona con la placa medial de la apófisis pterigoidea del esfenoides. La lámina perpendicular, además, contiene dos pequeñas crestas que alojan la inserción de la cola de los cornetes. Inferiormente la cresta conchal, más pronunciada, se articula con el cornete inferior. Superior a la otra cresta se encuentra la cresta etmoidal que se articula con el último tercio (cola) del cornete medio. La lámina perpendicular termina en dos pequeñas apófisis llamadas proceso orbitario y proceso esfenoidal del palatino. Estos dos procesos dejan entre sí una escotadura que al articularse con el cuerpo del esfenoides genera el foramen esfenopalatino. Por dicho foramen es atravesado por la arteria esfenopalatina, rama terminal de la arteria maxilar. La arteria esfenopalatina al penetrar en la fosa se divide en varias ramas. La más constante se las rama nasal posterior, que da irrigación a tres cuartos del mucoperiostio del tabique nasal, y la rama naso-lateral, que da irrigación a los cornetes medio e inferior y parte del suelo de la fosa (87). La rama nasal posterior constituye el pedículo del colgajo nasoseptal, dicho colgajo ha cambiado la forma de entender el cierre o reconstrucción de fistulas de líquido cefalorraquídeo. La comprensión de la orientación del foramen esfenopalatino es fundamental ya que su temprana localización, en la cirugía endonasal, nos permite reconocer el punto exacto

por donde sale esta importante rama arterial y por tanto, evita un posible daño vascular durante la cirugía.

El proceso orbitario del palatino se extiende superolateralmente para unirse al margen posterior del suelo de la órbita formado en su mayor parte por el maxilar, concretamente por el techo del seno maxilar. El proceso esfenoidal del palatino se extiende superomedialmente para unirse a la porción medial de la base de la placa medial de la apófisis pterigoides (fig.11A y B). En la unión entre la lámina horizontal y la lámina perpendicular se encuentra la apófisis piramidal del palatino. Un pequeño macizo de hueso que se une anteriormente al maxilar y posterolateralmente al margen inferior de las placas pterigoideas lateral y medial cerrando inferiormente la fosa pterigopalatina.

El hueso maxilar, que contiene un gran seno aéreo, genera la cara anteromedial de la fosa infratemporal, la cara anterior de la fosa pterigopalatina, la cara lateral de la cavidad nasal, la porción anterior del paladar duro y casi todo el suelo de la órbita (fig.12).

El ostium del maxilar se encuentra habitualmente inferior y posterior al ángulo que forman la apófisis uncinada y la bulla etmoidal. El lugar, el tamaño y la orientación

exacta están sujetos a variaciones anatómicas. (fig.8C y 12A). La cara medial del seno maxilar se divide en 3 porciones: 1- Porción posterior, que se encuentra compuesta completamente por hueso, esta porción posterior lo forman la unión entre el maxilar y la lámina perpendicular del palatino. 2- Porción anterior, que está formada íntegramente por el maxilar. 3- Porción media, o tercio medio que ha diferencia de las otras dos porciones carece de componente óseo y podemos identificar mucosa de la cavidad nasal adherida a una fina capa mucosa que recubre la cavidad maxilar a lo largo de todas sus caras. La “fontanela maxilar” es como se denomina esta área carente de hueso situada en la porción media de la cara medial. La apófisis uncinada separa la fontanela maxilar en fontanela anterior y posterior (anterior y posterior a la uncinada). El ostium natural del maxilar se localiza en la fontanela posterior (fig.8C). En ocasiones, podemos encontrar ostium maxilares accesorios en la fontanela maxilar tanto anterior como posterior (80).

Inferiormente a la fontanela maxilar se articula el cornete inferior, los dos tercios anteriores que forman la cabeza y el cuerpo se unen al maxilar, el tercio posterior o cola se fusiona con la apófisis conchal de la lámina vertical del palatino. Debajo de la axila del cornete inferior, a la altura del tercio anterior, el conducto lacrimal comunica con la fosa nasal a través de la válvula de Hasner.

FIGURA 11

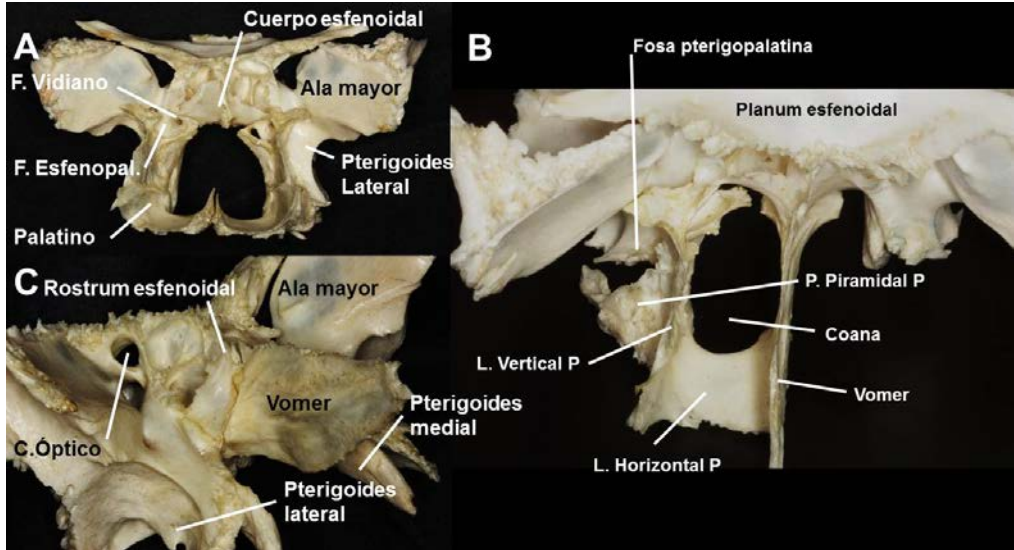


Fig.11. A) Vista frontal del hueso esfenoides articulado con ambos huesos palatinos. Obsérvese como entre el proceso orbitario y el proceso esfenoidal del palatino se genera una escotadura que da lugar al foramen esfenopalatino. Por dicho foramen la arteria esfenopalatina, rama terminal de la maxilar interna, penetra en la fosa nasal para dividirse en varias ramas. Las más constantes son las ramas nasal posterior, que da irrigación a tres cuartos del mucoperiostio del tabique nasal, y la rama naso-lateral que da irrigación a los cornetes medio e inferior y parte del suelo de la fosa (87). Las láminas horizontales de cada hueso palatino se unen en la línea media y forman el tercio posterior del paladar duro, el cual se une con el proceso palatino del hueso maxilar para terminar de completar el paladar duro y la porción más basal del tabique nasal (71). Nótese como el foramen esfenopalatino tiene una disposición oblicua respecto a la lámina vertical o perpendicular del hueso palatino. De esta manera, nunca se va a encontrar la salida de la arteria esfenopalatina completamente perpendicular a la lámina, si no que se ha de tener en mente que la salida de la arteria adoptará la misma orientación que la del foramen. Este detalle técnico puede sacar de dudas en más de una ocasión cuando no se tenga claro si realmente la arteria que se está diseccionando se trata de la esfenopalatina. **B)** Vista superior y anterior de la articulación de los huesos esfenoides, palatino derecho y vómer. En la unión entre la lámina horizontal y la lámina perpendicular del hueso palatino aparece el proceso piramidal del palatino. Un pequeño macizo de hueso que se une anteriormente al maxilar y posterolateralmente al margen inferior de las placas pterigoideas lateral y medial cerrando inferiormente la fosa pterigopalatina. La coana nasal la forma lateralmente la placa medial de la apófisis pterigoidea, inferiormente la lámina horizontal del palatino, medialmente el vómer y superiormente el cuerpo del esfenoides. La fosa pterigopalatina tiene forma de pirámide invertida, la punta estaría representada por el

proceso piramidal del palatino y la base sería la fisura orbitaria superior. La cara medial la forma la lámina perpendicular del palatino, su comunicación con la cavidad nasal la constituye el foramen esfenopalatino y el canal palatovaginal. La cara lateral o arista de la pirámide la constituye la fisura pterigomaxilar, apertura ósea entre el maxilar y la pterigoides antes de fusionarse en la porción más inferior y que comunica el contenido de la fosa pterigopalatina con la fosa infratemporal. La cara posterior, como ya se ha indicado, la forma la cara anterior de la pterigoides y, finalmente, la cara anterior la cierra la pared posterior del seno maxilar. **C)** Vista anterior y oblicua derecha de la articulación del vómer con esfenoides. El vómer se fusiona con el esfenoides uniéndose a la cresta esfenoidal inferior del cuerpo esfenoidal, situada en la cara inferior y medial de la cara anterior del mismo. El vómer forma la porción posterior del tabique nasal y divide la apertura nasal posterior en la línea media constituyendo la cara medial de las coanas nasales. El tabique nasal está formado por la unión entre el vómer y la lámina perpendicular del etmoides. La espina nasal posterior, formada por la unión de los palatinos en la línea media, y la cresta maxilar, creada por la unión de ambos maxilares, terminan de cerrar la configuración ósea del tabique (74). El cartílago cuadrangular se articula por delante de la parte ósea del septum y sobresale del agujero piriforme para formar la columnela nasal. La cara anterior de la apófisis pterigoides forma la pared posterior de la fosa pterigopalatina. La pterigoides es atravesada por el conducto pterigoideo o canal del nervio vidiano que porta la arteria y nervio vidiano. Lateral y superior a la salida del nervio vidiano en la fosa pterigopalatina encontramos el foramen rotundum, justo en el límite superior de la base de pterigoides, a través del cual la segunda rama del nervio trigémino penetra en la fosa pterigopalatina.

F.Vidiano: Foramen Vidiano. F. Esfenopal.: Fosa esfenopalatina. P.Piramidal P: Proceso piramidal del palatino. L.Vertical P: Lámina vertical de palatino. L.Horizontal P: Lámina horizontal del palatino. C.Óptico: Canal óptico.

FIGURA 12

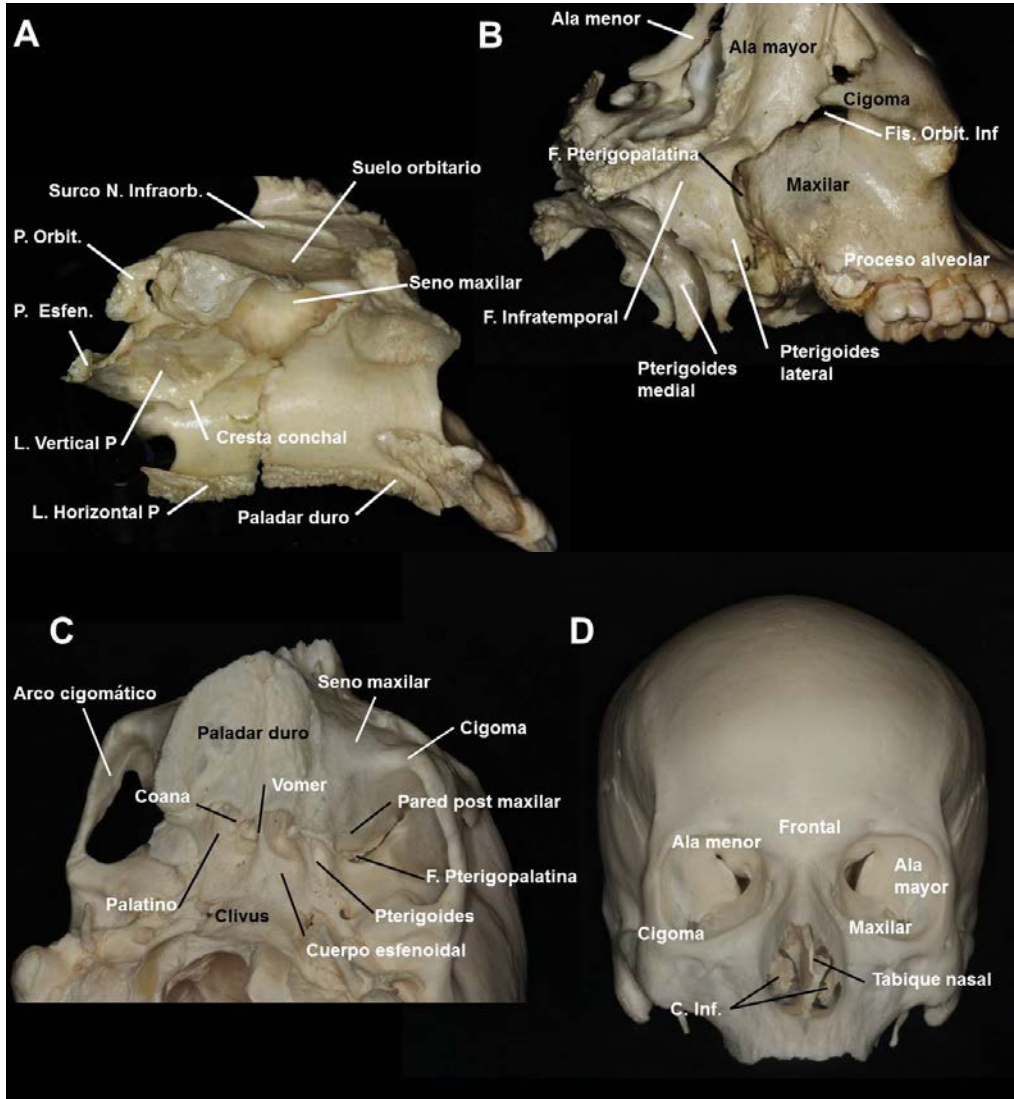


Fig.12. A) Articulación del hueso palatino y el maxilar derecho desde una visión medial para mostrar la cara lateral e inferior de la cavidad nasal. El hueso maxilar, que contiene un gran seno aéreo, genera la cara anteromedial de la fosa infratemporal, la cara anterior de la fosa pterigopalatina, la cara lateral de la cavidad nasal, la porción anterior del paladar duro y casi todo el suelo de la órbita. En la cara medial del seno maxilar se puede identificar mucosa nasal adherida al hueso y en la cara lateral una fina capa mucosa que recubre la cavidad. La

“fontanela maxilar” es una excepción a esto. En el área de la fontanela maxilar el hueso es dehiscente y la mucosa nasal se une de forma directa a la fina capa mucosa del seno. La apófisis uncinada separa la fontanela maxilar en fontanela anterior y posterior (anterior y posterior a la uncinada). El ostium natural del maxilar se localiza en la fontanela posterior. El tercio posterior del paladar duro lo forma la unión de las láminas horizontales del hueso palatino. Los dos tercios anteriores lo forma la unión de ambas crestas maxilares. El techo del seno maxilar representa el suelo de la órbita. En él se puede apreciar el surco del nervio infraorbitario, rama principal de la segunda rama del trigémino que llega a la fosa pterigopalatina a través del foramen rotundum y que tras dar el nervio cigomático se convierte en este nervio. **B)** Visión ínfero-lateral derecha del cráneo. Se muestra la unión entre el hueso cigomático, el maxilar, el palatino y el esfenoides. La órbita se comunica a través de la fisura orbitaria superior con la fosa media y a través de la fisura orbitaria inferior con la fosa pterigopalatina e infratemporal. La fisura orbitaria superior se localiza entre el ala mayor y el ala menor del esfenoides. La fisura orbitaria inferior se encuentra entre el ala mayor del esfenoides y el maxilar. La separación entre la fosa pterigopalatina e infratemporal la constituye la fisura pterigomaxilar, estructura bidimensional situada entre la pared posterior del seno maxilar y cara anterior de la pterigoides. La porción más baja de la apófisis pterigoides se une con la pared posterior del seno maxilar pero por arriba, la base y cuerpo de la pterigoides están separados del maxilar generando la fisura pterigomaxilar y medialmente la fosa pterigopalatina. La fosa infratemporal se localiza debajo el ala mayor del esfenoides. **C)** Visión inferior oblicua del cráneo. En un plano posterior a las coanas se encuentra la nasofaringe o cavum. Lateralmente al cavum las trompas de Eustaquio penetran en la cavidad nasal. Su borde anterior se encuentra en contacto con el borde libre de la placa medial de la pterigoides. Medialmente la fascia basifaringea y los músculos longus capitis y recto anterior de la cabeza se interponen entre la cavidad de las fosas nasales y el clivus. El clivus forma parte del hueso occipital y se articula con el cuerpo del esfenoides. **D)** Cráneo desde una visión anterior. Obsérvese la órbita y su relación con la cavidad nasal. El techo de la órbita está formado por el hueso frontal y esfenoides. La pared lateral la crean el ala mayor del esfenoides y el hueso cigomático que con su porción malar contribuye a la formación de la porción inferolateral. El suelo de la órbita lo conforma el hueso maxilar en su mayor parte, a excepción de una pequeña porción posterior y medial que pertenece al hueso palatino, concretamente al proceso orbitario del hueso palatino. La pared medial la compone el maxilar, con su proceso frontal, el hueso lacrimal y el etmoides en mayor medida. Los huesos propios de la nariz se interponen en la porción superior entre el agujero piriforme y el proceso frontal del maxilar. La cavidad nasal está localizada entre el etmoides, por arriba, y los maxilares, los palatinos y los procesos pterigoideos del esfenoides por abajo. Esta techada por el etmoides y el frontal y el suelo lo forman el maxilar y los palatinos.

Surco N.Infraorb: Surco nervio infraorbitario. P.Orbit.: Proceso orbitario. P.Esfen.: Proceso esfenoidal. L.Vertical P: Lámina vertical de palatino. L.Horizontal P: Lámina horizontal del palatino. Fis.Orbit.Inf.: Fisura orbitaria inferior. F.Pterigopalatina: Fosa pterigopalatina. F.Infratemporal: Fosa infratemporal. Pared post maxilar: Pared posterior del maxilar. C.Inf.: Cornete inferior

2.2.2.2 SUPERFICIE EXOCRANEAL LATERAL

Es obligatorio, aunque sea de forma sucinta, apuntar algunas pinceladas de esta anatomía con el objetivo de entender mejor los límites de la fosa nasal.

Recuérdese que la superficie exocraneal la base de cráneo anterior y media se encuentran divididas a nivel de la línea transversa que se extiende a lo largo de la fisura pterigomaxilar y de la fosa pterigopalatina en la porción superior, y en el borde posterior del proceso alveolar del maxilar en la porción inferior (54) (fig.1). Medialmente esta línea transversa continuaría a la altura donde el vómer se une al hueso esfenoidal en su porción más *anterior* (fig.1A).

A grosso modo, la parte media de la fosa craneal anterior está relacionada con el seno etmoidal y esfenoidal, conteniendo la cavidad nasal, y la parte lateral está formada fundamentalmente por la órbita y el maxilar.

A) SUPERIOR

El techo de la órbita está formado por las láminas orbitarias del hueso frontal y el ala menor del esfenoides. La pared lateral la crean el ala mayor del esfenoides y el hueso cigomático que con su porción malar contribuye a la formación de la porción inferolateral. El suelo de la órbita lo conforma el hueso maxilar en su mayor parte a

excepción de dos pequeñas porciones. Una pequeña posterior y medial que pertenece al hueso palatino, concretamente al proceso orbitario del hueso palatino. Otra pequeña ínfero lateral que pertenece al hueso cigomático. La pared medial la compone el maxilar, con su proceso frontal, el hueso lacrimal y el etmoides. Los huesos propios de la nariz se interponen en la porción superior entre el agujero piriforme y el proceso frontal del maxilar (fig.12D).

La fisura orbitaria superior se localiza entre las alas menor y mayor del esfenoides, laterales al canal del nervio óptico. A través de la fisura orbitaria superior la primera rama del trigémino, y los pares craneales tercero, cuarto y sexto ingresan en la periórbita y la vena oftálmica abandona la órbita (66). La fisura orbitaria inferior se localiza entre el ala mayor del esfenoides por detrás y el maxilar y el palatino por delante. Los nervios infraorbitario y cigomático salen de la fosa pterigopalatina y penetran la fisura orbitaria inferior para introducirse en la órbita. Recubierta con periórbita y rellena de una gran cantidad de grasa, la órbita se divide en dos compartimentos, el anterior, donde se encuentra alojado el globo ocular, y el posterior en el cual se localizan los nervios, vasos y músculos detrás del globo ocular (88).

B) INFERIOR

La apófisis pterigoides de hueso esfenoidal, situada en una posición inferior respecto al cuerpo y al ala mayor, está formada por la base, el cuerpo y las placas medial y

lateral. La base de la pterigoides se extiende inferiormente formando el cuerpo y una cara anterior. El margen medial de la pterigoides se alarga posteriormente y forma la placa medial. El margen lateral, de forma similar, termina formando la placa lateral. Ambas placas sirven de inserción para los músculos pterigoideos lateral y medial. La placa pterigoidea medial representa parte de la cara lateral de la fosa nasal en su porción posterior. Su borde libre está en contacto con la cara anterior de la porción nasal de la trompa de Eustaquio.

La cara anterior de la apófisis pterigoides forma la pared posterior de la fosa pterigopalatina (FPP). La pterigoides es atravesada por el conducto pterigoideo o canal del nervio vidiano que porta la arteria y nervio vidiano (58). Lateral y superior a la salida del nervio vidiano en la FPP se encuentra el foramen rotundum, justo en el límite superior de la base de pterigoides, a través del cual la segunda rama del nervio trigémino penetra en la fosa. Inferiormente, el proceso piramidal del hueso palatino une ambas placas pterigoideas y cierra por la base la FPP (64).

La FPP tiene forma de pirámide invertida, la punta estaría representada por el proceso piramidal del palatino y la base sería la fisura orbitaria superior. La cara medial la forma la lámina perpendicular del palatino, su comunicación con la cavidad nasal la constituye el foramen esfenopalatino y el canal palatovaginal. La cara lateral o arista de la pirámide la constituye el fisura pterigomaxilar, apertura ósea entre el maxilar y la pterigoides antes de fusionarse en la porción más inferior, y que comunica el

contenido de la FPP con la fosa infratemporal. La cara posterior, como ya se ha indicado, forma la cara anterior de la pterigoides. Finalmente, la cara anterior la cierra la pared posterior del seno maxilar (64;65) (fig.11B y 12B).

El seno maxilar supone la mayor parte de la superficie exocraneal y lateral inferior de la FCA. La pared posterior del seno constituye la pared anterior de la FPP. El techo dota al suelo orbitario de su mayor porción de hueso. La cara lateral limita con la musculatura orofacial, especialmente con el músculo bucinador. La cara anterior bordea el foramen piriforme y se proyecta superiormente mediante el proceso frontal del maxilar para alojar el conducto nasolacrimal y articularse con el hueso lacrimal lateralmente y con los huesos propios medialmente. La cara medial, como ya se ha explicado, forma parte de la pared lateral de la cavidad nasal drenando su ostium al meato medio a través del complejo osteomeatal.

3. ABORDAJES ENDONASALES EXPANDIDOS A LA FOSA CRANEAL ANTERIOR

3.1 Generalidades de los abordajes endonasaes expandidos

3.1.1 TIPOS DE ABORDAJES ENDONASALES EXPANDIDOS

Los AEEE son múltiples y pueden dividirse en diferentes módulos. Estos abordajes comparten entre los diferentes módulos su realización a través de las fosas nasales así como que para su desarrollo es necesaria la técnica de las 4 manos, pero poco tiene en común, por ejemplo, el tratamiento de un panus odontoideo o un cordoma de clivus con la resección de un adenoma de hipófisis. La anatomía, las estructuras a conocer, la vía de abordaje, etc, varía entre una región y otra. Ambas patologías pueden ser tratadas de forma endoscópica endonasal, pero las regiones donde se encuentran son completamente diferentes. Por lo tanto, es útil compartimentar los diferentes tipos de abordajes y tratar de comprender hasta dónde puede llegar cada uno de ellos de forma independiente.

Se puede realizar una clasificación en el plano sagital de los diferentes módulos o tipos de abordajes en los que se divide la cirugía endonasal endoscópica expandida (CEEE) (fig.13). Los diferentes abordajes adquieren el nombre de la principal estructura que hay que atravesar para su realización. En sentido rostro-caudal el primero es el *abordaje transetmoidal* o abordaje transcribiforme/transglabellar. Se extiende desde la pared posterior del seno frontal o porción anterior de la cresta galli hasta el borde anterior del planum esfenoidal (49;89). Con posterioridad describiremos con detalle todas las acepciones y peculiaridades de esta vía ya que gran parte de esta trabajo de investigación pivota entorno a el. El *abordaje transplanum* abarca el planum esfenoidal, siendo su límite posterior el limbo esfenoidal (37;68;90). Este tipo de abordaje, junto con el transetmoidal completa el conjunto de AEEE que se pueden realizar en la FCA. El *abordaje transtuberculum* se extiende desde el limbo esfenoidal hasta el tubérculo sellar. El *abordaje transsellar* comprende toda la silla turca (4). Los *abordajes transclivales* se extienden desde las clinoides posteriores hasta el foramen magnum (11;29). Los abordajes transclivales se dividen a su vez en 3 módulos respetando los conceptos nacidos de las cirugías transcraneales. Clivus superior, que comprende el dorso sellar, se extiende desde las clinoides posteriores hasta la impresión trigeminal. Clivus medio (91), el segmento más grande, abarca desde la impresión trigeminal hasta el tubérculo yugular, y por último, clivus inferior (14;16), desde el tubérculo yugular hasta el foramen magno. Finalmente el último tipo de aproximación es el *abordaje transodontoideo*, el cual

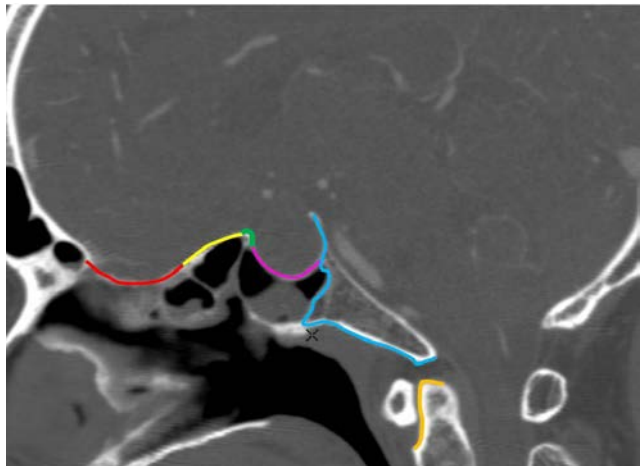
requiere el fresado del arco anterior del C1 y la resección de la punta y parte del cuerpo de la odontoides (15;33;92).

En el plano coronal los diferentes abordajes como transpterigoideos, al seno cavernoso, al cavum de Meckel, a la fosa infratemporal o al tubérculo de la yugular se clasifican en función de su disposición respecto a los diferentes segmentos carotídeos en la base del cráneo.

FIGURA 13

Fig.13. Corte parasagital cercano a la línea media perteneciente a una tomografía computerizada craneal de alta definición. Se han coloreado en líneas de diferentes colores el área que abarca cada módulo. En sentido rostro-caudal.

Abordaje transetmoidal o abordaje transcribiforme/translabelar (**línea roja**) que se extiende desde la pared posterior del seno frontal o porción anterior de la cresta galli hasta el borde anterior del planum esfenoidal. El *abordaje*



transplanum (**línea amarilla**) abarca todo el planum esfenoidal, siendo su límite posterior el limbo esfenoidale. El *abordaje transtuberculum* (**línea verde**) se extiende desde el limbo esfenoidale hasta el tubérculo sellar. El *abordaje transsellar* (**línea morada**) comprende toda la silla turca. Los *abordajes transclivales* (**línea azul**) se extienden desde las clinoides posteriores hasta el foramen magnum. El *abordaje transodontoides* (**línea naranja**), requiere el fresado del arco anterior del C1 y la resección de la punta y parte del cuerpo de la odontoides.

Los diferentes módulos han sido concebidos con fines científicos y docentes. Es más fácil la comparación de cirugías por módulos o la enseñanza de los mismos de forma separada. Sin embargo, en la realidad quirúrgica las fronteras se difuminan y habitualmente una lesión abarca más de un segmento. La realización de un abordaje completo y parte del siguiente o incluso la combinación de 3 módulos es práctica habitual (51;93).

En algunas ocasiones el abordaje en sí es la esencia de la cirugía ya que lleva asociado la resección tumoral. En otras tan solo es el medio para poder llegar a una determinada región. Por ejemplo, hay lesiones óseas alojadas en el clivus, como los cordomas, donde la realización del abordaje transclival en sí puede ser curativo. Por el contrario, cuando la intención es el tratamiento de lesiones alojadas en la fosa posterior, como los meningiomas petroclivales, el abordaje transclival supone tan solo la forma de exponer la duramadre que nos da acceso al tumor (29).

En los abordajes transetmoidales ocurre lo mismo, adenocarcinomas etmoidales o papilomas oncocíticos pueden estar ocupando el etmoides, la etmoidectomía, buscando márgenes de resección libre constituye el tratamiento (20). Estesioneuroblastomas o meningiomas son lesiones que pueden tener extensión intra/extradural y el abordaje transetmoidal tan solo representa el camino para alcanzar las lesiones (25;26;28;94).

3.1.2 TÉCNICA DE LAS 4 MANOS

Aunque no es estrictamente necesario para definir la CEEE, la exigencia de disección microquirúrgica hace necesario que el cirujano trabaje con las dos manos en el campo, adquiriendo la “técnica de las 4 manos” una relevancia casi vital. La técnica de las 4 manos es sencilla de ejecutar y ha representado un avance imprescindible para la CEEE (10). Consiste en romper con el concepto donde la cirugía la realiza un cirujano “principal” y este es asistido por otro cirujano “ayudante”. Con la técnica de las 4 manos dos cirujanos principales intervienen en el campo. Uno de ellos porta la cámara con su mano derecha y la introduce por la fosa nasal derecha del paciente, con la mano izquierda se encarga de que la lente este siempre limpia mediante irrigación continua de suero fisiológico también por la fosa nasal derecha del paciente. El otro cirujano, introduce un aspirador que maneja con su mano izquierda, nuevamente por la fosa nasal derecha del paciente y con la mano derecha maneja disectores, motores de alta velocidad, pinzas o material de microquirúrgico que coloca por la fosa nasal izquierda del paciente (fig.14) (8).

No todas las fases de la cirugía requieren trabajar con la técnica de las 4 manos y determinados colgajos o fases iniciales que citaremos con detalle más adelante pueden realizarse sin aplicar esta forma de disección.

La técnica de las 4 manos es utilizada en la CEEE básicamente cuando se requiere un trabajo de microdissección y de control de hemostasia preciso (95). Durante la microdissección permite al operador realizar, con una mano, una suave tensión sobre el tejido a disecar y con la otra mano utilizar instrumentos cortantes como microtijeras o bisturí. En el control de la hemostasia la técnica permite aspirar sobre el punto sangrante y a la vez dirigir bipolares o geles a base de trombina sobre el lugar requerido.

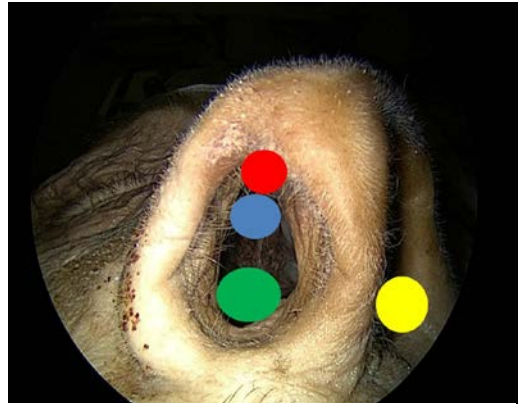


Fig.14. Técnica de las 4 manos. Un cirujano introduce el endoscopio por la parte superior de la fosa nasal derecha (punto azul), y a su vez maneja la irrigación que también aloja por la fosa nasal derecha, en su punto más alto para que resbale sobre la óptica y la limpie (punto rojo). Otro cirujano introduce el aspirador por la porción inferior de la fosa nasal derecha (punto verde) y con la otra mano maneja diferentes instrumentos que inserta por la fosa nasal izquierda (punto amarillo).

La técnica de las 4 manos ha sido utilizada durante las fases claves de este trabajo de investigación con el objetivo de simular, hasta en el más mínimo detalle posible, las circunstancias quirúrgicas reales.

En una operación donde se requiera realizar una etmoidetomía completa simple no es necesario trabajar a 4 manos, aunque ello facilitaría el proceso. Una vez completada la resección etmoidal, si se plantea la necesidad de resecar el techo óseo etmoidal y

exponer la duramadre de la fosa craneal anterior, o intentar realizar una orbitectomía supero medial y expandirse lateralmente (objetivo de esta tesis) sí que se hace necesario el apoyo de la microcirugía y por tanto de un cirujano llevando la cámara y otro con las dos manos en el interior de las fosas nasales en todo momento aplicando técnica microquirúrgica.

No se debe pasar por alto remarcar la diferencia entre cirugía totalmente endoscópica con técnica microquirúrgica con cirugía microquirúrgica asistida endoscópicamente. La cirugía microquirúrgica cuenta con el microscopio quirúrgico como método principal de visión y se ayuda del endoscopio para inspeccionar algunas de zonas que quedan fuera del alcance la de visión convencional gracias a la posibilidad de utilizar ópticas anguladas. De esta manera se pretende aunar las ventajas de ambos medios de visión. De ahí el concepto de asistencia endoscópica.

La cirugía totalmente endoscópica no utiliza ningún otro medio de magnificación que no sea el endoscopio. Hasta hace pocos años la cirugía totalmente endoscópica suponía la ausencia de técnica microquirúrgica debido a su ejecución con una sola mano. Esta situación ha cambiado desde la aplicación de la técnica de las 4 manos. Endoscopia y microcirugía van de la mano. La utilización de otros medios de visión como el microscopio no son necesarios y los cirujanos quedar liberados de la falta de visión angulada, carencia de entrada de luz o libertad de movimiento sin renunciar a aplicar una técnica suave y delicada ausente de tirones.

3.1.3 RECONSTRUCCIÓN DE LOS ABORDAJES TRANSETMOIDALES

Antes de presentar los diferentes tipos de abordajes endonasales endoscópicos a la fosa craneal anterior es importante recalcar que la aplicación de los nuevos colgajos vascularizados al cierre de los abordajes expandidos a la base del cráneo han hecho posible el desarrollo de estas técnicas.

El colgajo nasoseptal de mucoperiostio o de Hadad-Bassagasteguy (36;95) ha supuesto una auténtica revolución en cuanto a las técnicas reconstructivas se refiere. La aplicación de esta forma de reconstrucción ha disminuido las tasas de fístula de líquido cefalorraquídeo (LCR) de forma drástica, pasando en lesiones de la base craneal anterior, de tener una tasa del 40% a un 5,4% (35;37;38). Actualmente, con la ganancia de experiencia de las diferentes equipos quirúrgicos las tasas de fistulas de LCR son incluso inferiores llegando incluso a ser menores del 1 % (96). Con el nacimiento de los colgajos vascularizados la capacidad resectiva de los abordajes endonasales no ha parado de crecer. El miedo a las terribles consecuencias que puede acarrear una fístula de LCR se reduce (97;98).

Hay diferentes tipos de colgajos vascularizados (99-102) pero sin duda el colgajo más versátil, y por ello habitualmente la primera opción reconstructiva, salvo algunas acepciones, es el colgajo nasoseptal (CNS). Este colgajo se pedicula en la arteria nasal posterior, rama de la arteria esfenopalatina, la cual penetra en la cavidad nasal a través del foramen esfenopalatino. Sigue un recorrido constante entorno a medio

centímetro por encima del reborde coanal y gira sobre el tabique para dar irrigación al mucoperiostio del septo nasal. Continúa en dirección postero-anterior donde suele dividirse en dos ramas, una que tiende a permanecer en ese plano y otra que va descendiendo progresivamente conforme se acerca al agujero piriforme.

Son muchas las ventajas que ofrece de inicio este flap. En primer lugar, su pedículo arterial es muy constante y las variantes anatómicas que pueden hacer fracasar el aporte sanguíneo son pocas. Otra gran ventaja es la enorme área reconstructiva que puede llegar a alcanzar. Pinheiro-Neto (35) en 2007 describe un área media de 25 cm², pero posteriores modificaciones que incluyen el suelo de la fosa nasal pueden incrementar su longitud hasta prácticamente llegar a doblar su área útil (103) (fig.15). Diferentes autores lo utilizan con éxito en el cierre de abordajes transetmoidales (104) (47;48). La superficie reconstructora del CNS teóricamente (103) es suficiente para la cobertura del defecto generado en la fosa craneal anterior tras una etmoidectomía radical. Este flap se apoyaría de órbita a órbita sin presentar la anchura del etmoides un problema inicialmente.

Siguiendo la línea de esta tesis en la que se pretende aplicar al campo quirúrgico real lo expuesto, parece adecuado plantear el problema de la reconstrucción en estas cirugías y como el colgajo nasoseptal representa una herramienta probada de cierre. Alternativamente hay diferentes tipos de colgajos vascularizados tanto regionales como fuera de las fosas nasales como el colgajo de pericráneo o el colgajo de fascia

temporo-parietal que se introducen en las fosas nasales a través del seno frontal o del maxilar respectivamente y que se pueden utilizar en caso de que no este disponible el CNS.

FIGURA 15

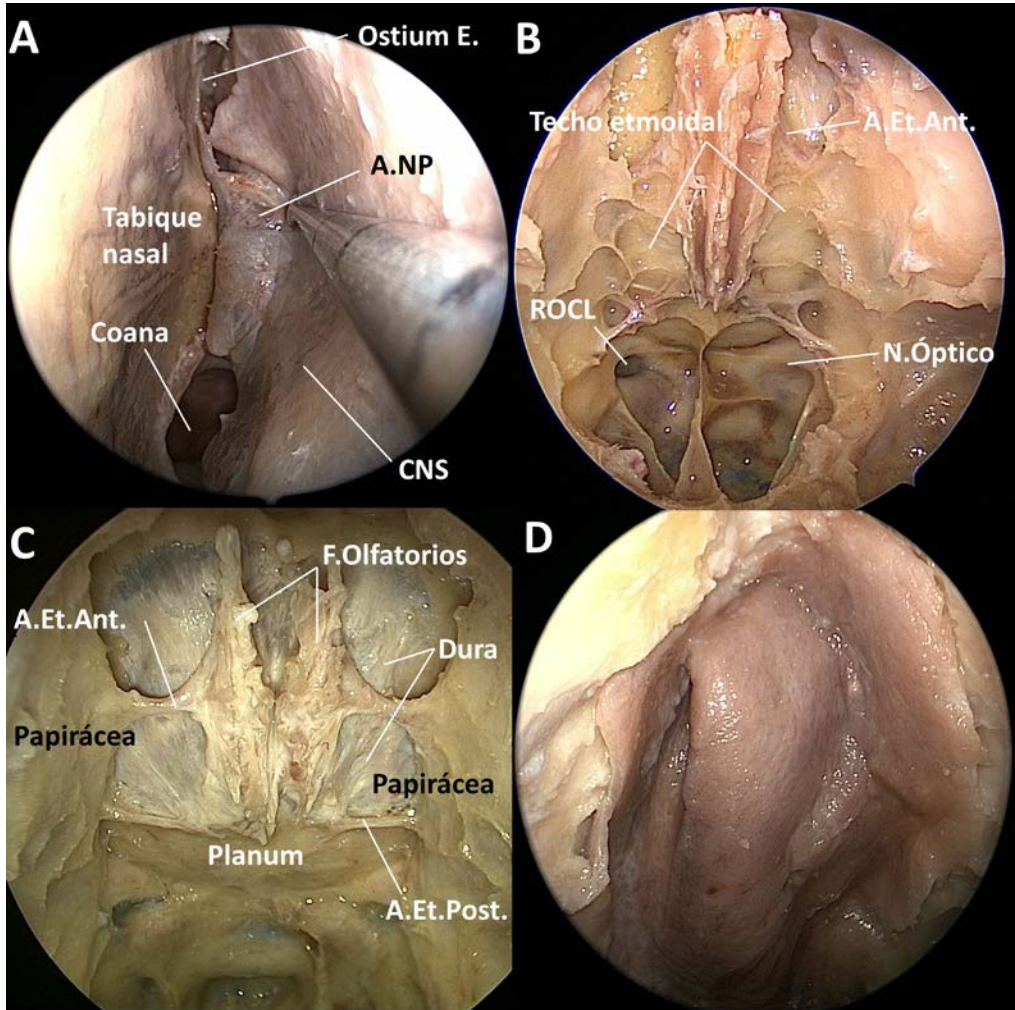


Fig.15. A) Visión endoscópica endonasal con óptica de 0° de la fosa nasal izquierda de un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. El colgajo nasoseptal ha sido diseccionado quedando el septo nasal completamente desnudo. La disección se lleva a cabo en el plano sagital hasta que se logra ver superiormente el ostium esfenoidal e inferiormente la coana. El pedículo arterial (arteria nasal posterior, rama de la arteria esfenopalatina) queda incluido en la mucosa que reviste el borde superior de la coana y que su vez asienta sobre la cara esfenoidal anterior. Modificaciones del colgajo nasoseptal que incluyen el suelo de la fosa nasal pueden incrementar su longitud hasta prácticamente llegar a doblar su área reconstructiva útil

(103;105). **B)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 0° de un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. Una doble antrostomía, una amplia esfenoideotomía y una amplia etmoidectomía han sido completadas. El tabique nasal ha sido resecaado casi en su totalidad. Se pueden apreciar con facilidad las arterias etmoidales así como el techo etmoidal o techo de las foveas etmoidales que constituye el suelo de la porción medial de la fosa craneal anterior junto con la lámina cribosa. **C)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 30° de un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. Corresponde al paso siguiente tras la etmoidectomía. El techo de las foveas etmoidales así como la lámina cribosa han sido resecaados pudiendo observarse los filamentos olfatorios en su salida de los bulbos olfatorios. Nótese como el planum esfenooidal ha sido preservado. Se trata de esta manera de un abordaje transetmoidal puro. Obsérvese como los límites laterales de la etmoidectomía están marcados por ambas láminas papiráceas que a su vez representan la pared medial de las órbitas. Las arterias etmoidales anteriores y posteriores han sido disecadas de su canal óseo y preservadas. **D)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 45° de un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. El colgajo nasoseptal extendido o modificado, que incluye el suelo de fosa nasal, genera la suficiente área reconstructiva. Nótese como incluso sobra superficie reconstructora. Obsérvese como el colgajo cubre todo el defecto generado (103) e incluso llega a ocultar las láminas papiráceas.

Ostium E.: Ostium Esfenooidal. A.NP: Arteria nasal posterior. CNS: Colgajo nasoseptal. A.Et.Ant: Arteria etmoidal anterior. A.Et.Post: Arteria etmoidal posterior. ROCL: Receso óptico carotideo lateral. N.Óptico: Nervio óptico. F.Olfatorios: Filamentos olfatorios. Dura: Duramadre

3.2 Tipos de abordajes endonasales expandidos a la fosa craneal anterior

Los abordajes endonasales endoscópicos expandidos a la fosa craneal anterior pueden ser clasificados en dos. Abordajes transetmoidales y abordajes transplanum (89). Es cierto que el seno frontal también puede ser alcanzado de forma endoscópica. Determinada patología, especialmente la sinusitis frontal, puede ser tratada mediante técnicas endonasales ampliando el receso frontal. Sin embargo, la patología

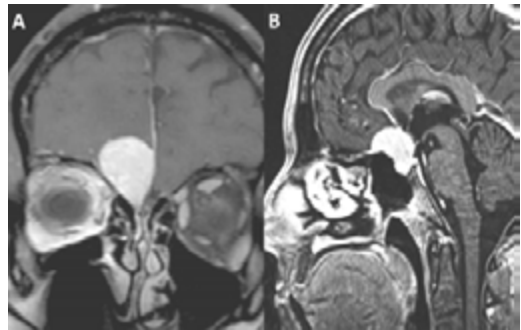


Fig.16. A) Imagen coronal de RM en secuencia T1 con contraste. Se aprecia imagen de bordes regulares que capta contraste de forma homogénea y alojada en el surco olfatorio y techo etmoidal. Esta lesión se podría reseca mediante un abordaje endonasal transetmoidal unilateral. B) Imagen sagital de RM en secuencia T1 con contraste. Se aprecia imagen de bordes regulares que capta contraste de forma homogénea alojada en silla turca, tubérculo sellar y planum esfenooidal. La lesión se podría tratar mediante una combinación de abordajes transellar, transtuberculum y transplanum.

limitada a este seno actualmente es difícil de abordar mediante cirugía expandida. Los ángulos de trabajo requeridos hacen imposible la técnica de las 4 manos y la disección microquirúrgica. En términos prácticos, por lo tanto, los abordajes expandidos a la fosa craneal anterior, tanto de forma extradural como en su variante

intradural, los dividimos en dos. 1-Transetmoidal, cuando la patología se encuentra alojada en el etmoides o hay que realizar una etmoidectomía para exponer la lesión a tratar. 2-Transplanum, cuando la patología la hallamos en el planum esfenoideal o hay que reseca el planum para acceder a ella (67) (fig.16). Como ha sido mencionado con anterioridad, la realización de un tipo de abordaje no limita el hecho de poder realizar otro de forma contigua. El caso de los abordajes transplanum es un buen ejemplo de ello. Pocos son los casos en los que únicamente hay que abrir el planum esfenoideal. Normalmente hay que combinar la resección del planum con la del tubérculo sellar, o con parte del etmoides, o incluso una combinación de las tres. Paralelamente, se podría realizar un ejemplo con los abordajes transcraneales, un abordaje pterional puede ser combinado con un subfrontal si las características de la patología a tratar lo requirieran.

Casi todos los abordajes endoscópicos expandidos, y en concreto los abordajes transetmoidal y transplanum, tienen en común algunas fases iniciales que básicamente consisten en:

1. Generar espacio y comunicar ambas fosas nasales entre sí con el fin de poder trabajar a cuatro manos.
2. Reconocer las estructuras anatómicas que van a marcar los límites de resección ósea segura (10;30;47;106).

Pasos quirúrgicos comunes:

En el enfermo es imprescindible la preparación de la mucosa antes de iniciar nuestra exploración de la fosa nasal. La colocación de algodones con adrenalina y anestésico local o la inyección subperióstica del tabique con estas sustancias es recomendable para reducir el sangrado durante la disección. El primer paso siempre, espécimen o paciente, será fuera de la nariz, es decir, la anatomía de la fosa nasal y de los senos paranasales debe de ser observada en el TC de corte fino para poder identificar variaciones anatómicas o alteraciones postquirúrgicas (si tiene alguna cirugía nasosinusal previa, por ejemplo) que pudiera modificar la actitud a la hora de realizar la intervención. Las posibles opciones reconstructivas previo a la destrucción de algo que más tarde pueda ser útil deben valorarse.

Tras una exploración inicial de ambas fosas nasales con endoscopio de 0°, es el momento de realizar la turbinectomía media (TM) para aumentar el espacio de trabajo. La TM habitualmente se hará derecha ya que por esa fosa nasal se introducirán hasta 3 instrumentos con la técnica de las 4 manos, por lo que ganar espacio en este punto más tarde resultará imprescindible para tener libertad de movimientos en planos profundos. A continuación se realizará el tallado del colgajo nasoseptal en caso de que vaya a utilizarse para el cierre. En caso contrario se pasará directamente al siguiente paso que consiste en la identificación de ostium esfenooidal y la ampliación del mismo.

Una vez identificado el ostium ha de resecarse el tercio posterior y superior del tabique nasal así como la cara anterior del seno esfenoidal, comúnmente conocido como “rostrum esfenoidal”. Terminada esta fase se han comunicado ambas fosas nasales y se ha conseguido el suficiente espacio como para trabajar bimanualmente con la técnica de las 4 manos. La esfenoidotomía, o resección de la pared anterior del seno esfenoidal, se completa de forma que los tabiques intrasinusales quedan expuestos (107). A continuación se fresarán los septos esfenoidales con el propósito de exponer las estructuras anatómicas contenidas en la cara posterior y lateral del seno que nos servirán de orientación. A saber la prominencia sellar, el tubérculo sellar y el receso clival, los nervios ópticos y las carótidas parasellares y paraclivales así como los recesos óptico carotideos laterales y mediales (52;69) (fig.17).

FIGURA 17

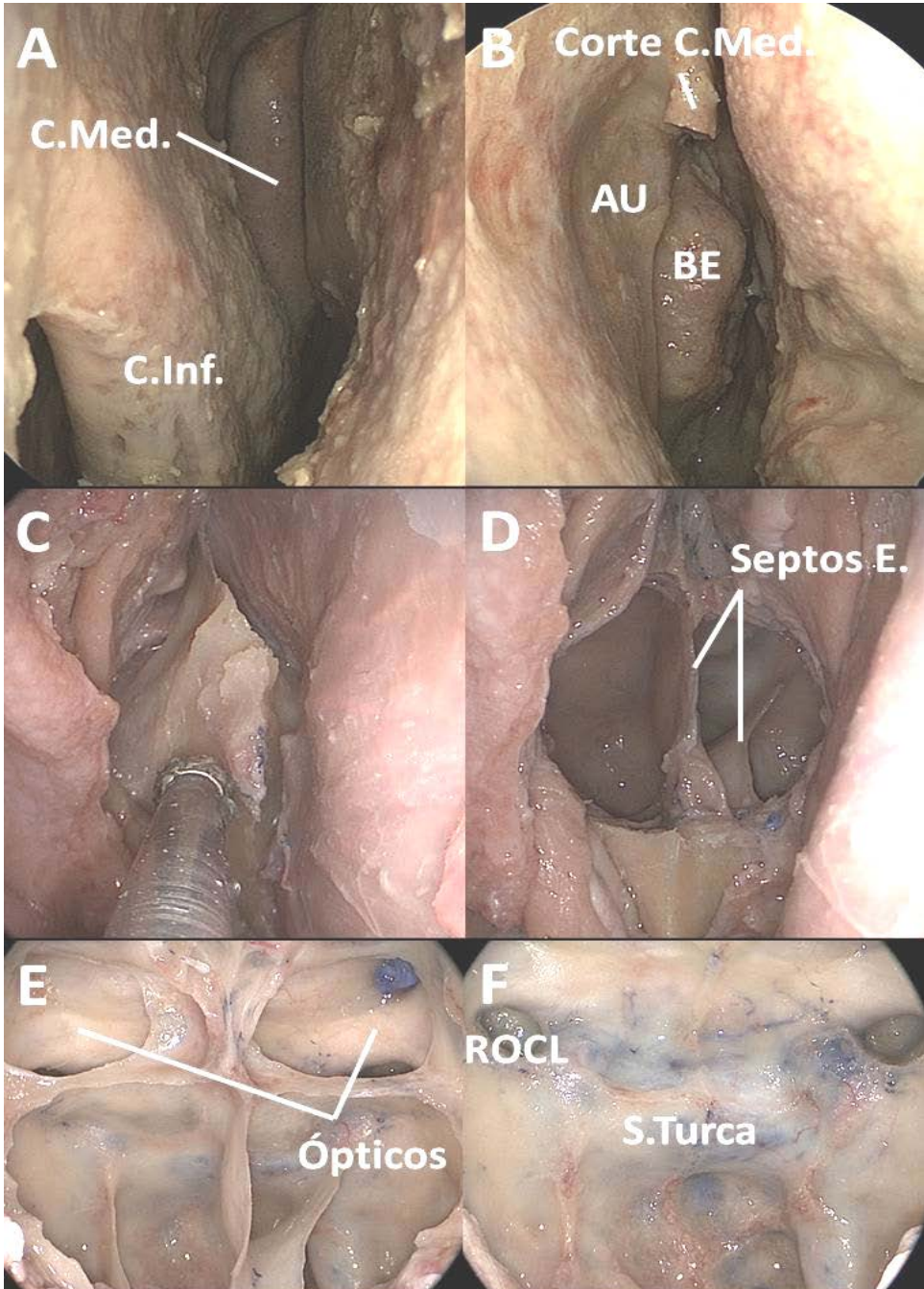


Fig.17. Visión endoscópica endonasal con óptica de 0° de la fosa nasal derecha de un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. **A)** Las primeras estructuras que se visualizan al introducir el endoscopio por la fosa nasal son el cornete medio, ocupando gran parte del espacio medio y superior, y el cornete inferior, algo más superficial y alojado a lo largo de la porción inferior de la fosa. **B)** La turbinectomía media (TM) genera espacio para poder trabajar con libertad en planos profundos. Al realizar la TM se expone el complejo osteomeatal, siempre lateral al cornete medio. Obsérvese en este espécimen una bulla etmoidal y una apófisis unciforme prominentes. La lateralización del cornete en este caso no permitirá ganar mucho espacio en la cavidad nasal. La porción superior de la cabeza del cornete medio se puede respetar durante la TM con el fin de dejar una referencia en caso de reintervenciones. **C)** Una vez identificado el ostium se reseca el tercio posterior y superior del tabique nasal así como la cara anterior del seno esfenoidal, comúnmente conocido como “rostrum esfenoidal”. Terminada esta fase se han comunicado ambas fosas nasales y se ha conseguido el suficiente espacio como para trabajar bimanualmente con la técnica de las 4 manos. Esta fase se puede realizar con motor de alta velocidad como muestra la figura o con instrumentos cortantes como kerrison. **D)** La esfenoidotomía, o resección de la pared anterior del seno esfenoidal, se completa de forma que los tabiques intrasinusales quedan expuestos. La cantidad de tabiques intrasfenoidal es variable y menos de un 30% de las personas poseen un tabique intrasfenoidal único (107). **E)** Completada una amplia esfenoidotomía, incluso antes del fresado de los tabiques esfenoidales, se comienzan a distinguir diferentes estructuras neurovasculares importantes. Es recomendable realizar la resección de los septos esfenoidales con motor de alta velocidad ya que habitualmente la inserción de los septos laterales se produce en algún segmento del recubrimiento óseo de la carótida interna en la cara posterior del esfenoides (107). La resección de estos tabiques de forma descontrolada puede llegar a producir, teóricamente, una laceración de la íntima de la carótida. **F)** Es fundamental reconocer la posición de las carótidas y de los nervios ópticos al realizar abordajes transplanum (68) y transetmoidales. El último paso consiste en la inspección de la prominencia sellar, el tubérculo sellar, el receso clival, los nervios ópticos y las carótidas parasellares y paraclivales así como la identificación de los recesos óptico carotídeos laterales y mediales.

C.Med.: Cornete medio. C.Inf.: Corente inferior. Corte C.Med: Corte cornete medio. AU: Apófisis unciforme. BE: Bula etmoidal. Septos E.: Septos esfenoidales. ROCL: Receso óptico carotídeo lateral. S.Turca: Silla turca.

3.2.1 ABORDAJE TRANSPLANUM

Los límites exactos del abordaje transplanum son difusos. Aunque endocranealmente la sutura fronto-esfenoidal marca la separación entre el esfenoides y el frontal (fig.7C), y delimita claramente el planum esfenoidal, extracranealmente, desde una perspectiva endonasal, la región limítrofe del planum con el etmoides es variable e imprecisa. Las celdillas del etmoides posterior contactan e incluso sobrepasan la cara anterior del seno esfenoidal (63), esto, junto con las tabicaciones intraesfenoidal horizontales e irregulares, suele hacer difícil el reconocimiento del límite exacto del planum esfenoidal.

Se ha definido en esta tesis de forma arbitraria y al ser una referencia constante como planum esfenoidal al segmento del techo del seno esfenoidal comprendido entre todo el recorrido del canal del nervio óptico. Desde el receso óptico carotideo medial hasta su entrada en el órbita (fig.18A, línea roja).

Son diferentes las lesiones que afectan al planum esfenoidal y estas pueden ser de muy diferente procedencia, algunas extradurales como papilomas invertidos o displasias fibrosas, otras intradurales, como meningomas o adenomas con extensión a la fosa anterior (108-110).

Pasos quirúrgicos:

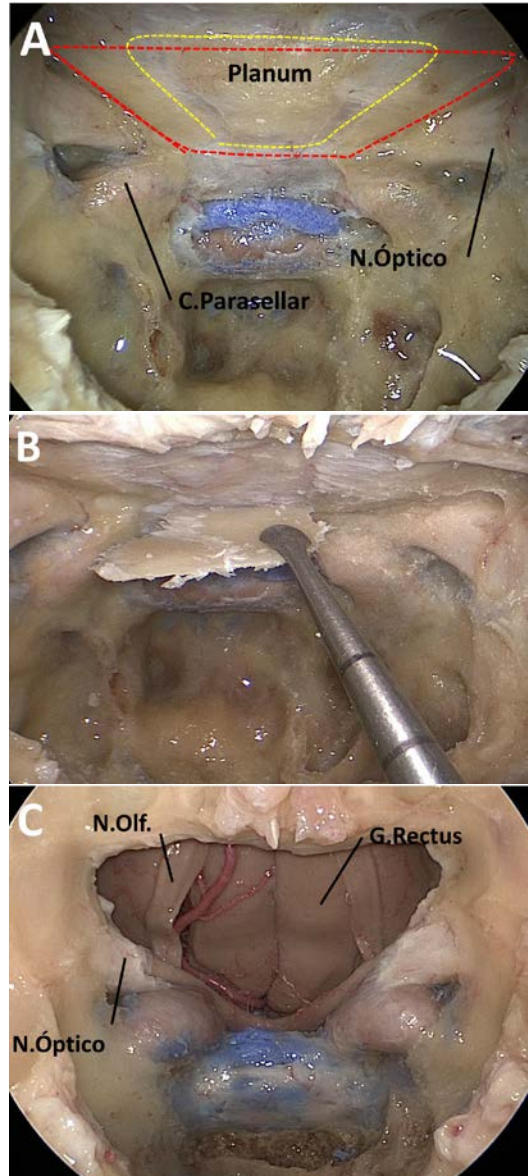
Tras realizar la primera fase anteriormente descrita, para acceder al planum esfenoidal es necesario completar la esfenoidotomía con una etmoidectomía posterior bilateral amplia. Esta maniobra permite delimitar el techo esfenoidal con precisión.

La siguiente fase se centra en la resección del planum propiamente dicho. Para tal propósito ha de realizarse un fresado del hueso con forma trapezoidal. La porción corta del trapecio estaría situada en el limbo esfenoidal y la porción larga en la entrada de los nervios ópticos en la órbita. Los límites laterales del fresado los marcan ambos nervios ópticos (fig.17). Tras acceder al compartimento intradural, siempre en condiciones tumorales, se podrían alcanzar segmentos más laterales (111;112). Sin embargo, el límite de la exposición y resección ósea se encuentra enmarcado por los nervios ópticos. Estos, evidentemente, no se pueden movilizar ni aun fresando el canal que los contiene.

Una vez fresados los bordes del planum este puede ser despegado de la duramadre con un elemento romo. Maniobra que permitiría exponer la dura del planum es su totalidad y tras su resección el acceso al compartimento intradural. La resección de los bordes duros irá acorde con el área expuesta (90).

FIGURA 18

Fig.18. Abordaje transplanum endoscópico. **A)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 30° del seno esfenoidal de un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. Obsérvese como tras la amplia esfenoidotomía y el fresado de los tabiques intrasinusales se pueden distinguir las referencias neurovasculares claves. Nótese que la silla turca ha sido disecada. La duramadre que engloba la glándula hipófisis ha sido abierta y el seno intercavernosos superior e inferior se han preservado. La estructura más importante en este abordaje es el nervio óptico ya que marca el límite lateral del abordaje transplanum. Nótese como la **línea de puntos amarilla** marca el fresado sobre el planum realizado en este espécimen. Distíngase de la **línea de puntos roja** que representa la máxima exposición posible y que se podría alcanzar mediante esta forma de aproximación. **B)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 0° del seno esfenoidal de un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. Véase como, tras la delimitación de los bordes óseos, la lámina de hueso que queda adherida a la duramadre puede ser disecada y empujada en sentido caudal para completar la exposición. Este punto es delicado ya que la duramadre situada inmediatamente a continuación del ligamento falciforme es extremadamente fina. Si no es disecada con cuidado se pueden generar desgarros derales incontrolados. **C)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 45° del esfenoides con detalle en el planum esfenoidal. En este espécimen han sido expuestos y despojados de esqueleto



óseo la glándula hipófisis, las carótidas parasellares y los nervios ópticos de forma bilateral. Se ha realizado un abordaje transplanum y transtuberculum combinado y se ha extirpado la duramadre de ambos segmentos. La duramadre que recubre la hipófisis ha sido respetada. Nótese como quedan expuestos los nervios ópticos y los nervios olfatorios. El acceso a la porción posterior de los Gyrus rectos queda patente. Tan solo en condiciones tumorales en donde la lesión abriera camino tendríamos acceso al compartimento supraquiasmático.

N.Óptico: Nervio óptico. C.Parasellar: Carótida parasellar. N.Olf.: Nervio olfatorio. G.Rectus: Gyrus rectus.

3.2.2 ABORDAJE TRANSETMOIDAL

En el plano sagital el abordaje transetmoidal abarca desde el borde posterior del seno frontal hasta el planum esfenoidal. Como ha sido especificado en el apartado anterior, este límite posterior es difuso endonasalmente por la estrecha relación entre el planum esfenoidal y las celdillas etmoidales posteriores, por lo que se considerará, en este trabajo de investigación, que el límite posterior del módulo transetmoidal se sitúa inmediatamente anterior al punto donde los nervios ópticos penetran en la órbita y no exactamente en la cara anterior del esfenoides. Los márgenes laterales en este caso vienen determinados por las láminas papiráceas (24;38;46;48). En determinados ocasiones el etmoides presenta celdillas supraorbitarias más o menos prominentes, estas celdas se interponen entre la lámina papirácea y la lámina orbitaria, generando en la unión de ambas estructuras pequeñas cavidades aireadas que hacen posible una pequeña incursión supraorbitaria.

Al igual que con los abordajes al planum, ocasionalmente la etmoidectomía puede servir como tratamiento. En carcinomas etmoidales que invaden las diferentes lamelas del etmoides la resección etmoidal radical es el objetivo quirúrgico. En otros casos el corredor etmoidal es tan solo la ruta de acceso a patología contenida en la base craneal anterior, como en la cirugía del estesioneuoblastoma (113) o el meningioma de surco olfatorio.

Pasos quirúrgicos:

La etmoidectomía radical se acompaña de varias fases necesarias para ganar orientación. Tras la amplia esfenoidotomía es aconsejable la realización de una doble antrostomía, o apertura del seno maxilar. Esta maniobra, aunque no se ejecute ampliamente, es definitiva para delimitar el suelo orbitario y el margen entre la lámina papirácea y el etmoides. Cirujanos con amplia experiencia pueden minimizar la morbilidad saltándose este paso.

A continuación se realiza la resección del cornete medio izquierdo (la TM derecha ya ha sido completada como paso común de los abordajes a la fosa craneal anterior). La resección del tercio superior del tabique genera una mayor comunicación entre ambas fosas nasales y una mayor exposición del techo etmoidal lo que permitiría obtener mejores ángulos de trabajo y una amplia disección (114).

El paso crucial consiste en la etmoidectomía anterior y posterior bilateral. Es decir, una vez se hubiera delimitado de forma aproximada donde se encuentran las láminas papiráceas se comienza con la resección de las lamelas etmoidales hasta localizar el techo etmoidal. El espacio comprendido entre la inserción etmoidal de cornete medio y la inserción superior del tabique da acceso a la lámina cribiforme, es decir, al abordaje transcribiforme. A través del espacio incluido entre la inserción del cornete y la papirácea se ingresaría al techo glabellar, es decir, se realizaría un abordaje transglabellar (46).

Una vez localizado el techo etmoidal las arterias etmoidales anteriores y posteriores han de ser disecadas, coaguladas y cortadas. Recuérdese que las arterias etmoidales pueden cruzar libremente el etmoides anterior, pueden estar conectada a la base del cráneo mediante un mesenterio óseo o cruzar directamente adheridas a la base craneal (81).

El siguiente paso consistiría en el fresado del techo etmoidal y disección del mismo de la duramadre superior adyacente. La cresta galli es la porción de hueso más compleja de resear ya que su profundidad y adherencia a la hoz del cerebro puede hacer muy dificultosa la maniobra. Cuando esta estructura es muy pronunciada se puede obtener un sangrado venoso profuso tras su amputación debido a la existencia de un foramen cecum permeable (38).

Expuesta la duramadre solo queda su resección en caso de querer acceder a la vertiente endocraneal de la fosa anterior (fig.19). El ángulo de trabajo y la cercanía geográfica de las arterias frontopolares dificultan esta maniobra habitualmente.

FIGURA 19

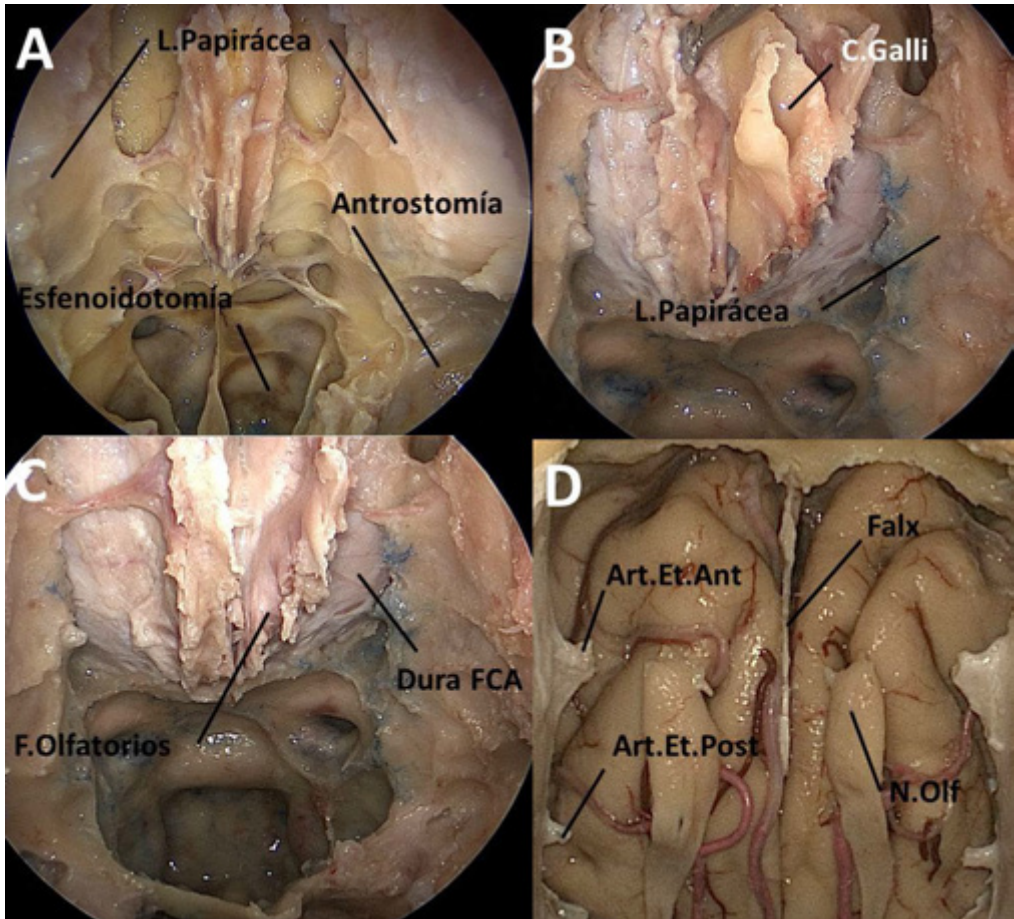


Fig.19. Etmoidectomía endoscópica. **A)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 0° del seno esfenoidal y etmoidal de un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada tras realizar una etmoidectomía bilateral anterior y posterior. Nótese como se ha llevado a cabo una doble antrostomía. Esta maniobra permite localizar el suelo de la órbita y delimitar el límite entre las celdas etmoidales y la lámina papirácea lateralmente. Obsérvese como la resección del tercio superior del tabique genera una única cavidad donde se puede maniobrar con facilidad. El paso más delicado es la resección de las glabelas etmoidales, tras esta maniobra el techo y paredes laterales del etmoides quedan al descubierto. Véase como en este espécimen no hay celdillas supraorbitarias que se interpongan entre la papirácea y el techo etmoidal. **B)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 30°. El siguiente paso en el abordaje transetmoidal consiste en la resección del techo etmoidal, esta maniobra puede realizarse con

ópticas de 0, 30 y 45 grados, dependiendo de la preferencia de los cirujanos. Las arterias etmoidales anteriores y posteriores han de referenciarse y disecarse de su canal óseo. La cresta galli es el elemento óseo más difícil de resecar debido a su profundidad y adherencia al falx. Cuando la cresta galli es muy pronunciada se puede obtener un sangrado venoso profuso tras su amputación debido a la existencia de un foramen cecum permeable. **C)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 0°. La resección ósea ha sido completada hasta donde esta descrito en la literatura actual. Los límites laterales los marcan las láminas papiráceas. Los filamentos olfatorios pueden verse por completo tras la resección de la lámina cribosa y la cresta galli (38;115). La amplia esfenoidotomía permite trabajar con seguridad al tener localizados los nervios ópticos y las carótidas en profundidad. **D)** Visión endoscópica endonasal con óptica de 45°. Último paso de la etmoidectomía endonasal endoscópica ampliada. Tras extirpar la duramadre y quitar la aracnoides se puede visualizar ampliamente la corteza frontobasal. Esta ventana nos permite reconocer las arterias frontopolares, los nervios olfatorios y los Gyrus rectos. Nótese la hoz del cerebro cortada, maniobra necesaria para la resección dural radical (26). Obsérvense los muñones de las arterias etmoidales que fueron aisladas y cortadas para permitir una apertura dural “segura”.

L.Papirácea: Lámina papirácea. C.Galli: Cresta galli. F.Olfatorios: Filamentos olfatorios. Dura FCA: Duramadre fosa craneal anterior. Art.Et.Ant: Arteria etmoidal anterior. Art.Et. Post: Arteria etmoidal posterior. N.Olf: Nervio olfatorio.

II. Justificación de la tesis

Los abordajes endonasales completamente asistidos por un endoscopio han generado una revolución en la cirugía de la base del cráneo (26;30;51;116). Durante los últimos años hemos asistido al desarrollo de estas técnicas gracias a los avances en la reconstrucción que han generado los nuevos colgajos pediculados en troncos vasculares. Actualmente con una visión totalmente endoscópica se pueden abordar lesiones que comprenden toda la base del cráneo, desde C2 al seno frontal en el plano sagital.

La cirugía CEEE está demostrando su utilidad y seguridad para la resección de lesiones localizadas en la base de cráneo anterior. Incluso se muestran como una alternativa para la resección de lesiones abordables de forma transcraneal según la patología a tratar y la experiencia del equipo (117-120). Todavía queda por definir cuál es el límite de esta técnica, cuál es máximo potencial resectivo que nos ofrece y por ende, cuando una lesión estaría fuera del alcance de esta forma de tratamiento. Actualmente la discusión sobre cuándo sería más apropiado decantarse por abordajes abiertos transcraneales o endonasales expandidos está abierta (41).

El principal objetivo de esta tesis es identificar los límites en el plano coronal del abordaje endonasal endoscópico expandido transetmoidal. La descripción de estos

datos ayudara a los cirujanos de base de cráneo a tomar la mejor decisión al operar lesiones en este área. La base de este trabajo de investigación la constituye la necesidad de continuar completando el conocimiento quirúrgico de las técnicas endoscópicas de base de cráneo aplicadas en la especialidad de neurocirugía de forma reciente.

El AEEE transetmoidal descrito hasta el momento, es capaz de reseca en el techo de la cavidad nasal o suelo de la fosa craneal anterior determinado por la lámina cribosa, la lámina lateral y el techo de las foveas etmoidales, sin embargo, aunque algunos autores y equipos con experiencia en estos abordajes coinciden en que los límites laterales vienen determinados por la unión de las láminas papiráceas con el techo orbitario, es conocido por algunos de los cirujanos que realizan este tipo de técnica que el límite verdadero de esta forma de aproximación a las lesiones basicraneales no está realmente delimitado por esta referencia anatómica. No se conoce en la actualidad el límite lateral o extensión lateral en el plano coronal que se puede alcanzar con AEEE transetmoidales. Este estudio pretende determinar cuál es el verdadero límite lateral en esta forma de abordaje.

III. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS

Este trabajo se basa en la **hipótesis fundamental** de que la resección de lesiones situadas en la base craneal anterior, concretamente en la porción formada por el hueso frontal y asentadas más allá de las láminas papiráceas, pueden ser abordadas de forma completamente endonasal endoscópica. La **hipótesis operativa** considera que es posible mediante la realización de una etmoidectomía más una orbitotomía superomedial el abordaje a estas lesiones, así como la obtención de medidas en el plano coronal de cuan lateral se puede extender la resección de forma totalmente endoscópica en las diferentes porciones de la base craneal anterior.

La **hipótesis secundaria** contempla la posibilidad de que el conocimiento de los límites de este abordaje puedan ayudar en el futuro a los cirujanos de base de cráneo a decantarse por un cirugía endonasal endoscópica o por una operación transcraneal abierta al enfrentase a una lesión asentada en la porción etmoidal de la base de cráneo anterior.

OBJETIVOS

1-Describir la técnica endoscópica necesaria para la realización de una orbitotomía supero medial bajo las condiciones más reales posibles.

2- Evaluar la capacidad de las técnicas endoscópicas endonasales para acceder a la cara medial y superior de la órbita evitando lesiones en duramadre y periórbita.

3- Realizar mediciones en los diferentes segmentos de la fosa craneal anterior para estimar el grado de resección lateral con esta técnica endoscópica.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo de investigación ha sido llevado a cabo en el Laboratorio de Anatomía Quirúrgica del Departamento de Neurocirugía en la “*University of Pittsburgh Medical Center*” (UPMC). El “Comité de ética para la evaluación de los estudios sobre cadáveres” (*Committee for Oversight of Research Involving the Dead*) de la UPMC en la Universidad de Pittsburgh aprobó este estudio de investigación con el número de licencia CORID N^o 381.

Para llevar a cabo el estudio anatómico un total de 15 cabezas humanas adultas (mayores de 18 años de edad en vida) fueron disecadas. Doce hombres y 3 mujeres. Las cabezas fueron meticulosamente preparadas y preservadas mediante técnicas de inyección y conservación que se describirán en apartados siguientes. Los criterios de exclusión fueron historia de cirugía de la base craneal anterior, traumatismo craneoencefálico o cualquier otra condición que afectase a las regiones de interés.

Este estudio anatómico fue diseñado para medir la extensión lateral que se puede lograr con la orbitectomía supero medial tras realizar un abordaje endonasal endoscópico transetmoidal a la base de cráneo anterior. Primero, se elaboró un abordaje endonasal puramente endoscópico transetmoidal que se completó con orbitectomías supero mediales bilaterales en 15 especímenes cadavéricos (30 orbitectomías). Segundo, se realizó una craneotomía bifrontal y se resecaron ambos

lóbulos frontales en los mismos especímenes con el objetivo de analizar de forma intracraneal la extensión lateral del abordaje endonasal elaborado previamente.

Finalmente se completó el estudio realizando un análisis gráfico detallado mediante fotografía digital de los resultados obtenidos y un estadístico de los datos resultantes con el programa SPSS 16.0 para PC *software* (SPSS Inc., Chicago, IL).

1. MATERIAL DE TRABAJO

1.1 Laboratorio

Este trabajo de investigación se desarrolló íntegramente en la “*University of Pittsburgh Medical Center*” (UPMC), ciudad de Pittsburgh, estado de Pennsylvania, United States of America (USA). La UPMC trabaja conjuntamente con la University of Pittsburgh y en estrecha colaboración con el *Department of Neurological Surgery*.

En 2012 el *Department of Neurological Surgery* invirtió 6.5 millones de dólares en diferentes proyectos de investigación (incluyen disciplinas como biología molecular, neuroquímica, neuropsicología y neuroanatomía) gracias a los fondos recibidos de donaciones particulares y ganancias secundarias a asistencia clínica. La UPMC representa una institución sin ánimo de lucro. Enmarcado en estos proyectos se encuentra el “*Walter L. Copeland Laboratory*”, fundado por L. Date Lunsford MD, el 29 de Noviembre de 2001 y dirigido por C. Edward Dixon PhD. Se sitúa en la novena planta del “*Scaife Hall Building*”, perteneciente al conjunto de la UPMC, sede del “*Surgical Neuroanatomy Laboratory*” (SNL), dirigido por Juan Fernandez-Miranda MD, miembro del “*Center for Cranial Base Surgery*”. Este laboratorio cumple con un doble objetivo educacional e investigador, dirigido a la mejora y desarrollo de nuevas

y al conocimiento de la anatomía neuroquirúrgica de la base del cráneo. Son muchos los estudiantes, residentes y fellows, estadounidenses y del resto del mundo, los que han sido entrenados y han realizado diferentes investigaciones en este laboratorio durante años. La filosofía de trabajo en el SNL es una meticulosa exquisitez en las disecciones microquirúrgicas con el objetivo de ayudar al mejor entendimiento de la compleja anatomía del cerebro y la base de cráneo. El laboratorio se divide en tres áreas; anatomía endoscópica de la base craneal, neuroanatomía microquirúrgica y anatomía de la sustancia blanca/conexiones cerebrales y planificación quirúrgica.

Para el desarrollo de estas 3 líneas de investigación el laboratorio esta dotado con unas 100 cabezas/año de especímenes cadavéricos frescos congelados así como de personal fijo encargado de la supervisión, mantenimiento y recambio de los fungibles utilizados en las investigaciones. Actualmente Wendy Fellows-Mayle, PhD, es la coordinadora jefa.

Este trabajo de investigación se incluye dentro del área de neuroanatomía quirúrgica de la base del cráneo y se presentó con el nombre de “*Endoscopic Supero-medial orbitectomy*”. El proyecto fue aprobado por los dos comités de ética de la UPMC, el “*Committee for Oversight of Research and Clinical Training Involving Decedents*” (Comité para la supervisión de la investigación y entrenamiento clínico relacionados con difuntos), bajo la supervisión del jefe de servicio del *Department of Neurological Surgery* Robert Friedlander MD, y por el “*Committee for Oversight of Research*

Involving the Dead" (Comité para la supervisión de investigaciones en cadáveres) bajo la supervisión de la codirectora del departamento Barbara E. Barnes MD. Se obtuvo el permiso de trabajo del comité de ética con el número de CORID 381 el día 3/4/2012.

1.2 Equipación del SNL

El SNL se encuentra equipado con 4 estaciones, 2 torres endoscópicas de alta definición para realizar disecciones endonasales y 2 estaciones con microscopios quirúrgicos de última generación para realizar microcirugía y abordajes transcraneales abiertos (fig.20). Cada una de las estaciones está equipada con el material quirúrgico necesario para simular cualquier tipo de intervención. Las estaciones endoscópicas están provistas del set de disección completo de STAMMBERGER-CASTELNUOVO 2011-2012 de Karl Storz® con todo tipo de instrumental para realizar cirugía endonasal endoscópica expandida, idéntico al que se utiliza en cirugías endonasales convencionales. Las estaciones con microscopios quirúrgicos disponen del mismo material de disección que el utilizado para la cirugía real e incluyen el set de disectores de Rhoton®, clips vasculares de Yasargil® y todo tipo de instrumentos de disección clásicos.

Todas las disecciones realizadas en el laboratorio se pueden fotografiar para estudio y análisis con cámaras digitales Canon EOS 550D® cuando se trata de disecciones realizadas con microscopio, y con el sistema de grabación digital endoscópico Karl Storz AIDA® DVD-M conectado a la cámara IMAGE1 H3-Z Full HD como se detallará en el siguiente apartado.

FIGURA 20



Fig.20. El Surgical Neuroanatomy Laboratory se encuentra dentro de las instalaciones del Walter L. Copeland Laboratory. Cuenta con dos estaciones de trabajo para investigación neuroanatómica vía endoscópica equipadas con cámara, pantalla y grabadora de alta definición así como apoyo con neuronavegación. También cuenta con dos estaciones de trabajo equipadas con microscopio quirúrgico.

Todas las estaciones gozan de motores de alta velocidad y material quirúrgico de última generación para llevar a cabo las disecciones.

Ambos tipos de estaciones disponen de motores de alta velocidad STRYKER® 5400-50 CORE CONSOLE (OR-S5400-50) con posibilidad de irrigación automática sincronizada con la marcha así como con el set STRYKER® “Core Highspeed Drill Set” (OR-S5100A-SET) (fig.21) de piezas de mano intercambiables. Los motores pueden ser equipados con fresas pulidoras, comedoras y mixtas de 0.5 mm a 5 mm de diámetro intercambiables.



1.3 Estación endoscópica

Fig.21. Los motores de alta velocidad cuentan con cabezales de mano intercambiables con posibilidad de inserción de todo tipo de fresas que hacen posible simular cualquier abordaje.

La estación de trabajo endoscópica

donde se llevó a cabo este trabajo de investigación está equipada con cámara H3-Z Karl Storz® Tuttlingen, Germany HD con fuente de luz de Xenon 300 conectada a un monitor de 26 pulgadas HD con lentes Karl Storz®, 4 mm de diámetros, 18 cm de longitud, modelo Hopkins II; Karl Storz® de 0°, 30° y 45°. El equipo tiene salida para grabador de imágenes AIDA en video y foto HD (fig.22). La estación se complementa con un neuronavegador óptico Stryker® System II que permite

neuronavegar con los especímenes cadavéricos previa realización de una Tomografía Axial Computerizada con protocolo de adquisición de base de cráneo de 1mm de espesor y un mínimo 120 cortes. Las especificaciones del equipo utilizado para realizar las disecciones endoscópicas en esta investigación son las siguientes:

1) **Cabezal de cámara IMAGE1 H3-Z de tres chips FULL HD** Karl Storz®, 50/60 Hz con resolución máxima de 1920 x 1080 píxeles. Escáner progresivo y sumergible con objetivo Parfocal-Zoom integrado. Distancia focal $f = 15 - 31$ mm (2x), con 2 teclas de cabezal de cámara programables para utilizar con sistemas de color PAL/NTSC.

2) **Cable de luz de fibra óptica** Karl Storz® con conexión recta de 3,5 mm de diámetro y longitud 300 cm.

3) **Monitor HD** de 26" Karl Storz® (fibra). El monitor cuenta con pie de apoyo para torre donde se encuentra alojado, entrada óptica, sistemas de color PAL/NTSC, máxima resolución de pantalla 1920 x 1200, formato de imagen 16:10, tensión de trabajo 100 – 240 VAC, 50/60 Hz. Los subcomponentes del monitor, todos de Karl Storz®, son; fuente de alimentación propia, cable de red, cable de conexión DVI-D y cable de vídeo BNC/BNC.

4) **IMAGE 1 HUB™ HD, unidad de control de cámara SCB**. Para utilizar con IMAGE1 HD y cabezales de cámara estándar de uno y tres chips, máxima resolución 1920 x 1080 píxeles, con KARL STORZ-SCB y módulo procesador digital de

imágenes integrados, sistemas de color PAL/NTSC, tensión de trabajo 100 – 240 VAC, 50/60 Hz. Los subcomponentes del monitor, todos de Karl Storz®, son; consola IMAGE 1 HUB™ HD, unidad de control de cámara SCB, cable de red, cable de vídeo BNC/BNC de 200 cm de longitud, cable de conexión S-Video (Y/C), de 180 cm de longitud, cable de conexión especial RGBS, cable de conexión, para el control de aparatos periféricos de 180 cm de longitud, cable de conexión DVI-D de 180 cm de longitud, cable de conexión SCB de 100 cm de longitud y teclado con caracteres en inglés.



Fig.22. Estación endoscópica de trabajo. La estación cuenta con cámara HD conecta a pantalla HD y grabador AIDA en HD Karl Storz® . Neuronavegador y motor de alta velocidad Skryker®. Material de disección Stammberger-Castelnuovo 2011-2012 y ópticas intercambiables de modelo Hopkins II; Karl Storz® de 0°, 30° y 45°.

5) **Fuente de luz fría XENON NOVA 300.** Tipo de lámpara: 300 W XENON. Power supply: 100-125 VAC/220-240 VAC, 50/60Hz.

6) **Grabador de imágenes KARL STORZ AIDA® DVD-M con SmartScreen.** Unidad compacta de grabación con grabador DVD/CD integrados, sistemas de color PAL/NTSC, tensión de trabajo 100 –

240 VAC, 50/60 Hz, se compone de: KARL STORZ AIDA® DVD-M, cable de red, cable de red, versión USA, cable de vídeo BNC/BNC de 200 cm de longitud, cable de

conexión S-Video (Y/C) de 180 cm de longitud, adaptador BNC-Cinch, cable serial de interfaz de 20 cm de longitud.

1.4 Estación microscópica

La estación donde se realizaron los abordajes transcraneales abiertos bajo técnica microquirúrgica está equipada con un microscopio quirúrgico de última generación, motor de alta velocidad con cabezales intercambiables, cefalostato de Mayfield para el posicionamiento del espécimen cadavérico y con el material de disección necesario idéntico al de un quirófano de neurocirugía clásico (fig.23). Las especificaciones son las siguientes:

1) Microscopio quirúrgico multidisciplinario de alta especialidad, modelo M525-F40, marca Leica. Integrado con tubos binoculares inclinables de 30 a 150 grados, y oculares 10x/21b gran angulares para portadores de gafas con óptica Opticrom, con sistema de corrección de dioptrías y conchas oculares integradas. Cuenta con coobservación cara a cara donde los cirujanos están a 180 grados uno enfrente del otro, así como coobservación lateral para un asistente o con fines docentes, en donde los tres cirujanos pueden observar al mismo tiempo durante el proceso quirúrgico. El sistema cuenta con una distancia de trabajo variable desde 207 mm hasta 470 mm sin

la necesidad de cambiar objetivos. Enfoque fino motorizado. El microscopio puede ser controlado desde sus empuñaduras multifuncionales y/o con pedal para control remoto de funciones. Con un diafragma de iris, enfoque y zoom en relación de 1:6 los cuales se operan a través de las empuñaduras.

El Microscopio está montado en el estativo de piso F40 sobre una base rodable en 4 ruedas con sistema de frenado, con medidas de 637mm x 637mm. Ofrece posibilidad de posicionamiento variable y otorga un mayor espacio al investigador en cualquier parte del campo de disección gracias a alcance de 1480 mm de su brazo articulado equilibrado y extendido. El sistema de iluminación del M525 F40 es coaxial al eje óptico y cuenta con 2

lámparas de cambio rápido, una de xenón de 300 watts, y otra de halógeno de 21V/150 w conectadas en circuitos independientes, en el cual la luz se transmite a través de fibra óptica.

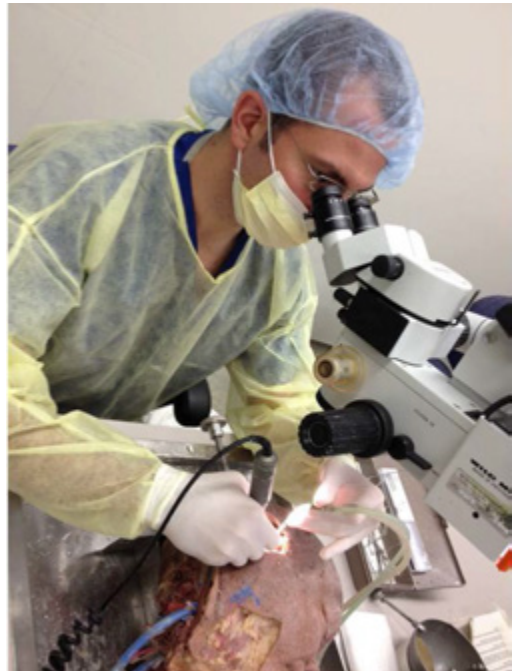


Fig.23. Estación microscópica. Esta estación se encuentra equipada con microscopio quirúrgico, cefalostato, motor de alta velocidad y material de disección. Permite realizar craniotomías y la práctica e investigación de la técnica microquirúrgica.

2) **Cefalostato de Mayfield** con tres puntos de fijación. El brazo articulado del cefalostato se encuentra fijado a la mesa de la estación de trabajo y cuenta con 3 articulaciones que permiten la fijación de la cabeza en los 3 ejes.

1.5 Estudio gráfico

La estación de trabajo endoscópica cuenta con el sistema de grabación AIDA® DVD-M conectada a la cámara digital IMAGE1 H3-Z, que permite la obtención de fotografías digitales en tiempo real y su almacenamiento en disco duro. Gracias a esta forma de grabación las disecciones quedan inmortalizadas conforme se avanza en el trabajo y es necesario sacrificar estructuras anatómicas. Este sistema permite una cómoda, fácil y rápida toma de datos sin la necesidad de tan siquiera tener que retirar el endoscopio del campo. Gran parte de las fotografías mostradas en este trabajo han sido obtenidas mediante esta aplicación de la cámara endoscópica.

Para la toma de fotografías en la estación microscópica el SNL cuenta con cámaras digitales Canon EOS 550D® con las siguientes especificaciones de forma resumida: Sensor CMOS APS-C de 18 MP, ISO 100-6400, H:12800, Disparo en ráfaga a 3.7 frames por segundo, Vídeos Full HD y LCD Clear View con formato 3:2 de 7,7 cm (3,0) y 1.040.000 píxeles. Las cámaras están dotadas de dos elementos que potencian

la toma de fotografía de figuras anatómicas: el flash Macro Ring Lite MR-14EX, que confiere a la cámara la capacidad de la toma fotográfica reduciendo al máximo las sombras; y el objetivo CANON EF 100mm f2.8 USM Macro para Canon EOS 550D, que permite tomar fotos ultra-nítidas y con un enfoque lo suficientemente cercano para proporcionar imágenes de tamaño real, ayuda igualmente la distancia focal de 100mm, que provee bastante zoom para capturar todos los detalles sin acercarse demasiado al objeto, aunque el enfoque manual también está disponible en cualquier momento. Además, el objetivo CANON EF 100mm f2.8 USM Macro toma fotos sin nada de deformación, por lo que es ideal para aumentar los pequeños detalles anatómicos en caso de ser necesario.

2. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES

El Surgical Neuroanatomy Laboratory (SNL) adquiere un número variable de cabezas frescas de especímenes cadavéricos al año a través de la compañía privada “*Research For Life*” con sede en Nueva York con licencia de la “*American Medical Educational Research Association*” (AMERA) para el manejo y distribución de material orgánico no asociado a la donación con fines educativos y de investigación en U.S.A. Para la realización de esta tesis se escogieron un total de 15 cabezas humanas adultas (30 órbitas), seleccionadas de entre todos los especímenes cadavéricos que llegaron al SNL entre el 7 de Enero de 2012 y el 25 de Julio de 2012. Se establecieron criterios de exclusión y de preparación cadavérica para seleccionar los especímenes que simularan más fielmente las condiciones quirúrgicas reales. Los criterios de exclusión fueron:

1) Anatómicos: Se descartaron aquellas cabezas con una edad menor de 18 años de edad en vida, historia de cirugía de la base craneal anterior, traumatismo craneoencefálico o cualquier otra condición que afectase a las regiones de interés (etmoides, esfenoides y hueso frontal).

2) Técnicos: Las cabezas debían pertenecer a especímenes frescos congelados no previamente embalsamados, ya que esta descrito en la literatura la mayor facilidad en la preparación de los cadáveres frescos (121). Se dio prioridad a las cabezas cortadas

a nivel cervical bajo, ya que permite una mejor canulación arteriovenosa y mejora el procesamiento posterior.

Con el propósito de cumplir el primer objetivo de la investigación, - **describir la técnica endoscópica necesaria para la realización de una orbitotomía supero medial en las condiciones más reales posibles**-, las 15 cabezas seleccionadas fueron preparadas mediante fijación del tejido cerebral e inyección de silicona coloreada en el árbol vascular, y preservadas en solución alcohólica. Estas condiciones fueron adoptadas para potenciar de forma exponencial el estudio anatómico y simular lo más fielmente posible la textura y consistencia del tejido a un paciente vivo.

A continuación se detalla paso por paso la técnica de preparación de los especímenes cadavéricos que, aunque es similar a las formas de acondicionamiento cadavérico publicado en la literatura (121-123), cuenta con algunas peculiaridades derivadas de los años de experiencia acumulada del SNL en la preparación de las piezas propias.

Paso 1. Exposición y canulación de los grandes vasos.

La técnica utilizada para esta fase es estándar (122). La preparación del espécimen comienza con la disección de ambas arterias vertebrales y carótidas y venas

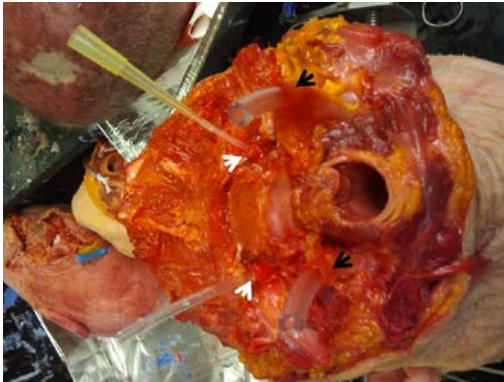


Fig.24. Exposición de los grandes vasos. Obsérvese una cabeza fresca recién descongelada en plena fase de exposición y canulación de los grandes vasos. Las flechas blancas indican las vertebrales canuladas, las flechas negras señalan las yugulares. Faltan por diseccionar y canular ambas arterias carótidas.

yugulares. Idealmente ha de exponerse al menos dos o tres centímetros de cada vaso ya que esto permite realizar una canulación de mayor calidad, facilitando la fijación con sedas, de al menos 2 ceros, de las cánulas a los vasos (fig.24). Los especímenes con más cuello, y no cortados a ras de cabeza, son más fáciles de diseccionar y canular. La canulación de la arteria vertebral suele ser la más compleja debido al

pequeño tamaño del vaso y a que queda parcialmente oculta bajo el foramen vertebral. A veces es necesaria la resección parcial de los forámenes vertebrales resecando parte de la vértebra para asegurar una correcta canulación. Casi cualquier tubo de silicona cortado puede servir para utilizarlo como cánula; un tubo de aspiración, una sonda uretral, nasogástrica, etc. El objetivo de esta fase consiste en

crear un acceso permeable y fijo a la luz de los vasos para posterior inyección de diferentes fluidos.

Paso 2. Irrigación del árbol vascular.

El objetivo de esta fase es la limpieza del sistema arteriovenoso de sangre fresca y coágulos de sangre que se originan en el momento de la muerte. Se lleva a cabo mediante la irrigación de agua corriente a presión por los vasos canulados. El sistema es simple: Primero, se claman vertebrales y yugulares y se irriga por una carótida hasta que sale el agua completamente limpia por la otra carótida. A continuación se claman carótidas y yugulares y se irriga una vertebral hasta que sale el agua por la contralateral y finalmente se hace lo mismo con las yugulares clampando carótidas y vertebrales. Al realizar estas maniobras el agua tiende a salir por pequeñas arterias y venas accesorias de la base del cuello, pero hay que intentar detener estas pequeñas fugas de agua por muchas que sean, ya que de ello depende que el agua inyectada a presión recorra el árbol vascular en su totalidad y llegue al otro lado de la cabeza.

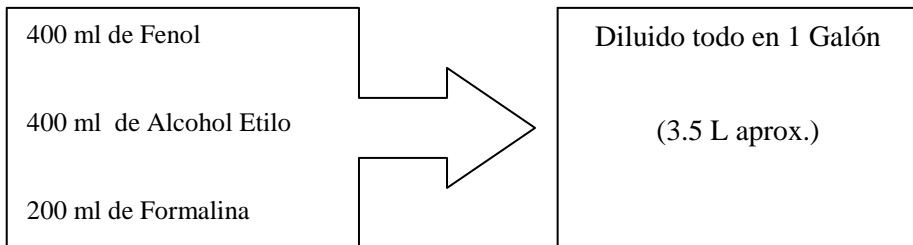
Hay grupos de trabajo que establecen cantidades exactas de irrigación para cada arteria y vena (121). En el SNL no seguimos una regla exacta. Cada espécimen cadavérico necesita una cantidad de agua perfundida dependiendo de su calidad: si el individuo no tenía en vida estenosis carotídea y la congelación del cuerpo fue precoz, normalmente es necesario irrigar menos agua, si por el contrario se trata de un

espécimen de mayor edad en vida habitualmente se requiere mas irrigación. Nuestra pauta consistió en perfundir agua hasta conseguir salida de agua completamente clara por el vaso contralateral. Lo que precisa la perfusión de unos 10-15 litros de agua. La perfusión se realizó de forma manual, algunos laboratorios cuentan con irrigadores en los que pueden elegir la presión de perfusión. En este trabajo se irrigaron los especímenes con jeringas de 60 cc conectadas a las cánulas de los vasos sanguíneos a la presión necesaria como para hacer salir el contenido acuoso por los vasos contralaterales.

Tras el primer día de irrigación, los especímenes fueron congelados para permitir que el aumento de volumen del agua alojada en el árbol vascular dilatara los pequeños capilares de difícil acceso mediante la irrigación inicial. Después de 24 horas en el congelador, los especímenes fueron descongelados y tras recuperar la temperatura ambiente proseguimos con la segunda fase de irrigación. El tratamiento con doble perfusión de agua permite terminar de desalojar coágulos que el primer día de perfusión quedaron atrapados a pesar de lavados intensos. Aunque esta fase de reirrigación no es obligatoria la experiencia del laboratorio indica que es conveniente para terminar de limpiar el sistema vascular.

Paso 3. Fijación del tejido neural.

Esta fase es la de menor relevancia para este trabajo de investigación porque en las cirugías endonasales de base de cráneo no es determinante la consistencia del cerebro, es decir, si el encéfalo adquiere una fijación demasiado dura o si por el contrario es algo más blanda. En el SNL fabricamos nuestro propio fijador con la siguiente fórmula:



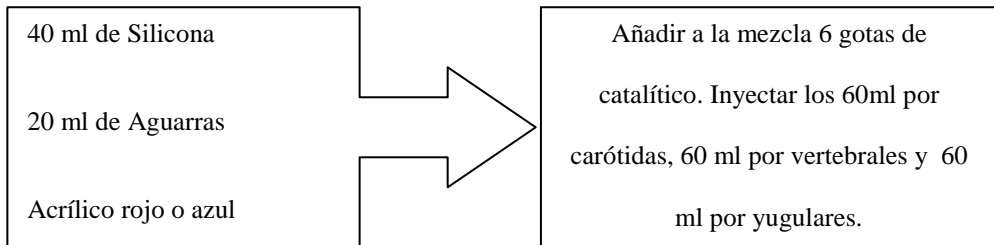
Conseguida la mezcla para la fijación se inyectaron 500 ml por las arterias carótidas y 500 ml por la venas yugulares.

Paso 4. Preparación de la silicona coloreada.

Durante esta fase nuevamente se sigue un proceso de preparación propio del laboratorio de anatomía de la UPMC (fig.25).

La silicona sin ningún tipo de tratamiento es incolora por lo que ha de mezclarse con tintes rojos y azules para el sistema arterial y venoso, respectivamente. Los tintes son simplemente pinturas acrílicas tipo temperas como las que se utilizan en la pintura

artística convencional. El producto bruto resultante es demasiado espeso para poder rellenar los pequeños capilares del cuerpo humano por lo que es necesario conseguir que la silicona coloreada sea más líquida. Para ello, una vez coloreada la silicona, y en este orden, se mezcla con aguarrás. Finalmente, para favorecer la reacción y



mezcla de todos los productos se añade catalítico justo antes de la inyección en el espécimen. La secuencia de mezcla de los productos ha de ser como se ha detallado. Añadido el catalítico, tenemos entre 5 y 12 horas para realizar la inyección final de la mezcla antes de que el producto resultante se consolide. La fórmula específica que se utilizó para la preparación de cada cabeza fue la siguiente:

Fig.25. Material utilizado para la preparación de la silicona coloreada. La mezcla entre silicona, temperas acrílicas, aguarrás y catalítico componen la sustancia que dará color al árbol vascular. Todos los productos se pueden adquirir en tiendas de bricolaje común sin poseer ninguna cualidad específica para su uso en laboratorios de anatomía. El resultado



permite visualizar las arterias rojas y las venas azules favoreciendo la investigación anatómica y la docencia en los especímenes inyectados. El éxito de una correcta inyección cadavérica depende fundamentalmente de 3 factores. La calidad del espécimen, la adecuada limpieza de coágulos del árbol vascular secundaria a la abundante irrigación y a la fabricación de una silicona lo suficientemente líquida como para su correcta perfusión por el sistema arteriovenoso.

Paso 5. Inyección de la silicona coloreada.

El objetivo de esta fase es conseguir una buena distribución a lo largo del árbol vascular de la silicona coloreada. El procedimiento es sencillo. Primero se claman todos los vasos canulados y se carga un jeringa de 60 cc con la silicona coloreada (por ejemplo, para la carótida se carga la silicona roja), se desclampa el vaso por donde se va a inyectar y se aplica la silicona. Cuando la resistencia es tan grande que no permite seguir presionando el émbolo ha de desclamparse el vaso contralateral hasta que se observe la salida de la silicona coloreada por el vaso opuesto, (en nuestro

ejemplo por la carótida contralateral). Una vez la silicona sale se vuelven a clampar ambos vasos para evitar el reflujo del colorante. Ha de repetirse el mismo proceso con los 5 grandes vasos canulados restantes. La cantidad de silicona que puede albergar el sistema carotideo y yugular siempre es mayor que el vertebral, donde rápidamente se necesitan ejercer grandes presiones para hacer bajar el émbolo de la jeringa durante la inyección.

Si no conseguimos que el colorante aplicado salga por el vaso contralateral, la probabilidad de que la coloración del espécimen sea pobre es muy alta ya que indica un sistema arteriovenoso ocluido, una disolución insuficiente de la silicona o una fuga del colorante por los pequeños vasos.

Finalizada la fase de preparación, los especímenes se sumergieron en cubos de almacenamiento individualizados con una preparación mezcla de 66% de alcohol etilo y 33% agua. Esta forma de conservación permite que los tejidos permanezcan flexibles y con una consistencia extremadamente similar a la del tejido vivo. Las ventajas adicionales que aporta esta forma de conservación es que evita trabajar con formol, cuyo uso es muy controvertido en los laboratorios de anatomía actualmente (124), y los fuertes olores derivados del producto. Otra ventaja es la facilidad de recambio del conservante, favorecido por el almacenamiento individual. Al utilizar en repetidas ocasiones el espécimen, los líquidos de conservación se ensucian y

acumulan detritus, por lo que el reciclaje del líquido permite trabajar siempre en óptimas condiciones.

3. ESTUDIO ANATÓMICO

A continuación se describe el estudio anatómico elaborado para completar el primer objetivo de esta tesis; **-descripción de la técnica endoscópica necesaria para la realización de una orbitotomía supero medial-** y desarrollar el segundo objetivo, **-evaluación de la capacidad de las técnicas endoscópicas endonasales para acceder a la cara medial y superior de la órbita-** (fig.26). Se realizó de forma totalmente endoscópica un abordaje endonasal puramente endoscópico transetmoidal que se completó con orbitectomías supero mediales bilaterales en los 15 especímenes cadavéricos (30 orbitectomías). Para cumplir el tercer objetivo de este trabajo de investigación **-realizar mediciones en los diferentes segmentos de la fosa craneal anterior para estimar el grado de resección lateral con esta técnica endoscópica-**, se prosiguieron las disecciones de forma transcraneal abierta en un segundo tiempo, realizando una craneotomía bifrontal y resección de ambos lóbulos frontales en los mismos especímenes, de tal forma que se obtuviera un amplia exposición del abordaje generado de forma endonasal.

FIGURA 26

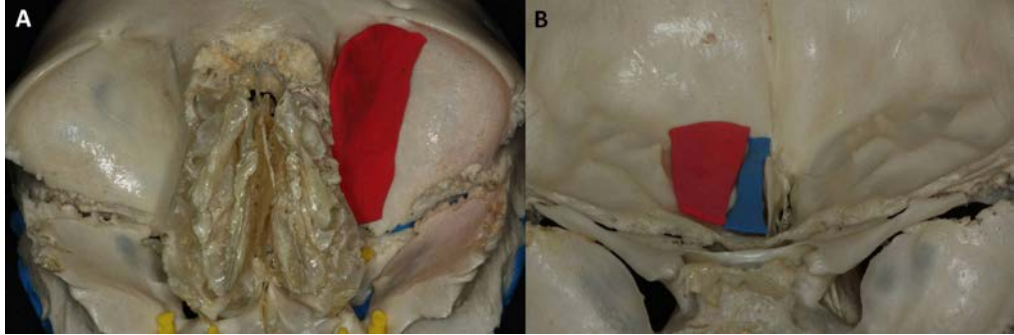


Fig.26. Representación artística de la orbitotomía supero medial sobre el conjunto de huesos de la base de cráneo fronto-esfeno-etmoidal. **A)** Visión extra craneal frontal y ligeramente inferior de la articulación fronto-esfeno-etmoidal. En *plastilina roja* se ha representado artísticamente el área que pretende resecarse mediante la orbitotomía supero medial a través de un abordaje endoscópico expandido transetmoidal ampliado en el plano coronal. **B)** Visión intracraneal posterior de las articulación fronto-esfeno-etmoidal. En *plastilina azul* se ha realizado una representación artística de la extensión lateral que se puede alcanzar con un abordaje endoscópico endonasal transetmoidal “clásico”. El área representada con plastilina roja muestra la extensión lateral “extra” que se podría llegar a sumar con la orbitotomía supero medial.

3.1. Técnica de disección endoscópica

Bajo técnica de las 4 manos y sin asistencia microscópica, es decir, con visualización exclusiva endoscópica, se realizaron las disecciones de esta fase. Las cabezas fueron posicionadas ligeramente extendidas con la ayuda de un cefalostato diseño del SNL (fig.22). Bajo visualización de óptica recta de 0° se realizó doble turbinectomía

media. Esta maniobra genera una amplia exposición de los complejos osteomeatales y de la pared anterior del esfenoides. A continuación se realizó una amplia esfenoidotomía bilateral con motor de alta velocidad (fig.17) y se resecó el tercio superior del tabique nasal. Se generaron antrostomías parciales bilaterales resecando apófisis uncinadas y bullas etmoidales con disectores romos que permitieron mejorar la orientación y delimitar el suelo de las orbitas (125;126). Se completó la etmoidectomía anterior resecando las porciones restantes de los complejos osteomeatales y haciendo etmoidectomías posteriores bilaterales con kerrison de 1 y 2 mm (fig.19).

Con el objetivo de delimitar mejor el límite anterior del etmoides, se llevó a cabo una amplia exposición del receso nasofrontal de forma bilateral. Esta maniobra es conocida como Draf III (o procedimiento modificado de Lothrop) (85). La ejecución del Draf III expone por completo las paredes del seno frontal creando un receso único gigante que permite visualizar de forma directa la pared posterior del seno frontal o tabla interna. Para ejecutar esta maniobra sin lesionar la duramadre o colarse en la cavidad endocraneal se abrieron ampliamente los ostium de drenaje del frontal con instrumentos tipo kerrison o “*true cut*” y posteriormente con motor de alta velocidad, y pegado a los huesos propios de la nariz, se prosiguió profundizando el fresado hasta comunicar ambos recesos frontales. Cuando la cresta galli tiene una posición adelantada respecto al resto del etmoides y llega a contactar ampliamente con el

frontal, con el Draf III se consigue fresar la porción anterior de la base de la cresta facilitando su posterior resección.

La base de cráneo anterior quedó así totalmente definida. La tabla interna del seno frontal marca el límite anterior de nuestro abordaje (fig.27 y 28) y la porción más rostral de los canales de los nervios ópticos establece el límite posterior en el plano sagital. En el plano coronal la exposición se extiende de lámina papirácea a lámina papirácea. Las arterias etmoidales anteriores y posteriores fueron disecadas de sus canales y cortadas con microtijeras. Se terminó la resección craneofacial “estándar” resecando el techo óseo de la base craneal anterior en su porción etmoidal. Primero adelgazando el hueso de las fóveas etmoidales mediante fresado con cabezales de fresas cilíndricas tipo mixtas o “Diamond-Course” de 3mm de diámetro y más tarde disecando la fina cascara ósea de la duramadre con microdisectores. La lámina cribosa fue disecada con extremo cuidado para no dañar los filamentos olfatorios hasta que se expuso por completo la duramadre del surco olfatorio. La cresta galli fue separada y resecada (fig.27 y 28). *La resección ósea de la base anterior se extendió desde la pared posterior del seno frontal anteriormente, hasta la entrada del nervio óptico en la periórbita o porción posterior de la unión esfeno-etmoidal, posteriormente.*

Orbitotomía supero medial

Completada la primera fase de disección transetmoidal endoscópica se prosiguió con la orbitotomía supero medial. La pared medial de ambas órbitas (láminas papiráceas) fueron resecaadas. La periórbita adherida a las láminas fue disecada con cuidado para preservar su integridad. A continuación, comenzaron las osteotomías del techo orbitario que se extendieron lateralmente tanto como fue posible preservando la integridad de la periórbita y de la duramadre inmediatamente superior a la órbita.

La técnica quirúrgica exacta de las osteotomías se detalla en el apartado de resultados.

La osteotomía del techo orbitario se detuvo en el momento en que el ángulo de trabajo impidió proseguir con la disección o cuando se generó retracción excesiva.

Consideramos retracción quirúrgica excesiva cuando provocamos un desgarro en la periórbita subyacente o en la duramadre de la fosa craneal anterior superior a 3 mm.

Creemos que estos criterios nos permitieron aproximar la disección anatómica a las condiciones quirúrgicas más realistas, poniendo atención no solo a la extensión lateral sino también a la cuidadosa disección y preservación de la periórbita y estructuras dures. Si la periórbita sufriera un desgarro mayor de 3 mm probablemente sería debido a la presión ejercida sobre la misma, hecho que podría poner en peligro la integridad de las estructuras neurales que contiene, especialmente el nervio óptico. Igualmente si se produjera un desgarro dural mayor de 3mm se podría generar un

daño sobre el parénquima cerebral con los disectores o motores de alta velocidad al ponerse en contacto directo con la corteza cerebral. Aunque creemos que estos criterios son altamente restrictivos, ya que, por ejemplo, la rotura de la periórbita en sí misma no conlleva ningún peligro en el paciente vivo, estamos seguros que cumplen con la necesidad de realizar una disección sin tracciones y aproximan la disección anatómica a la cirugía en el paciente vivo lo más posible. Se evita de esta manera profundizar en exceso y se mantiene siempre la seguridad del hipotético paciente (fig.27 y 28).

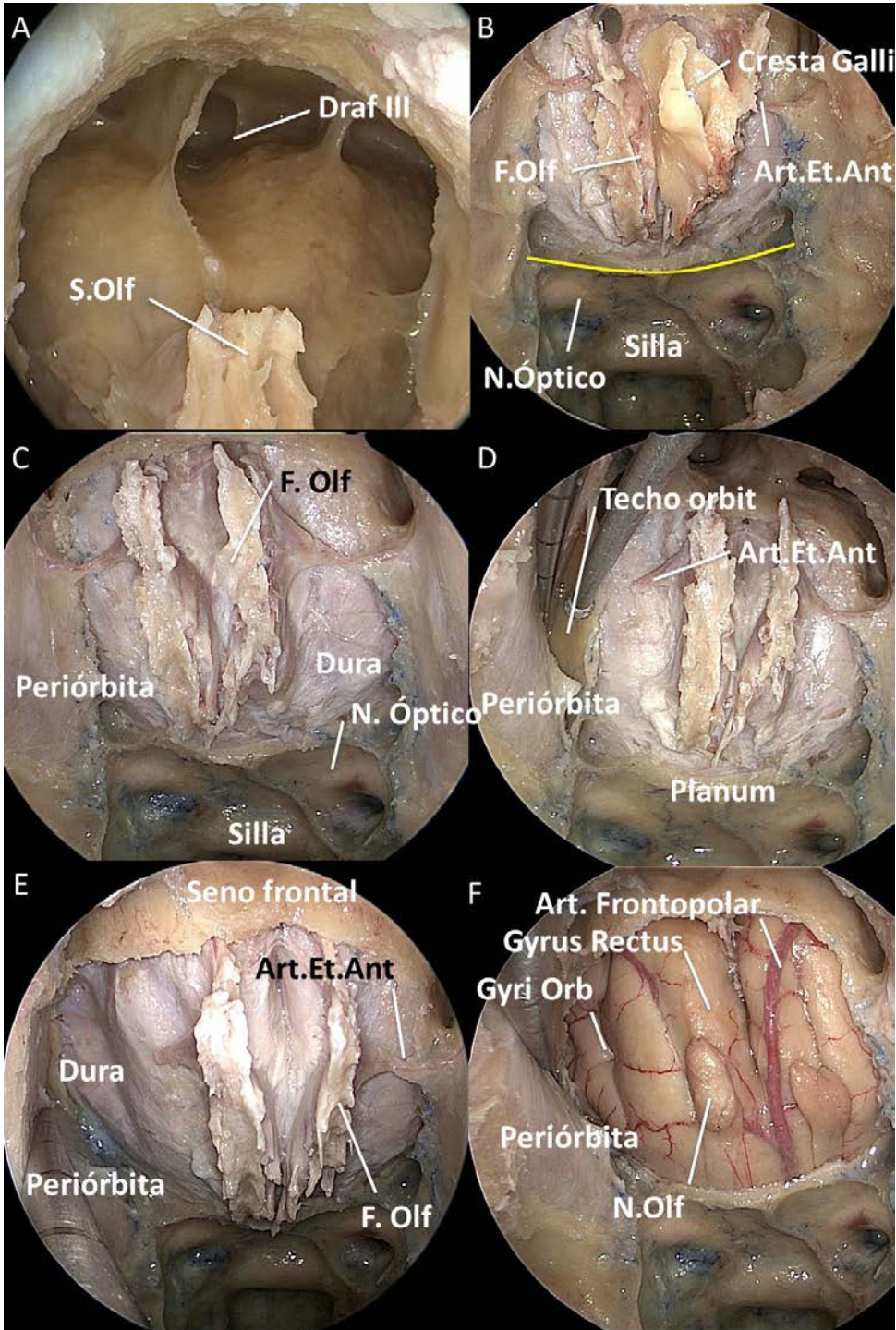


Fig.27. Orbitotomía supero medial endoscópica en espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. **A)** Visión endoscópica con óptica de 45°. El procedimiento comienza con tubinectomía media bilateral, etmoidectomía radical bilateral anterior y posterior y resección del tercio superior del tabique nasal. En todos los especímenes se generó un amplia esfenoidotomía. Esta maniobra es necesaria para ganar orientación y localizar los límites de nuestro abordaje. Para delimitar la tabla interna del seno frontal se realiza un Draf III (procedimiento modificado de Lothrop). Obsérvese como los recesos de ambos senos frontales quedan comunicados generando una única cavidad. La tabla interna y externa del cráneo quedan definidas y la anatomía se expone de forma clara al resecar las celdillas de la unión fronto-etmoidal. **B)** Visión endoscópica con óptica de 30°. Fresado del techo etmoidal y exposición de la duramadre de la fosa craneal anterior. El Draf III ayuda a la disección y resección de la cresta galli. La lámina cribosa se disecciona de la dura superior con extremo cuidado para no desgarrar los filamentos olfatorios. La *línea amarilla* marca la transición entre el etmoides y el planum esfenoidal, a veces difuso. El borde posterior del abordaje realizado en esta tesis se estableció en la línea que une la entrada del canal del nervio óptico a la órbita. Es más impreciso que el borde anterior, que lo marca la pared posterior del seno frontal. **C)** Visión endoscópica con óptica de 30°. Resección de ambas paredes mediales de las órbitas. Esta maniobra representa el primer paso para la realización de la orbitotomía supero medial. Teóricamente las láminas papiáceas forman el límite lateral en este tipo de abordajes. La cuidadosa disección y despegamiento de la periórbita subyacente desempeña la primera fase a completar para conseguir mayor exposición dural en el plano coronal. **D)** Visión endoscópica con óptica de 45°. Nótese como se seccionan las arterias etmoidales anteriores y posteriores. Siempre bajo disección bimanual comenzaron las osteotomías del techo orbitario que se extendieron lateralmente tanto como fue posible preservando la integridad de la periórbita y de la duramadre inmediatamente superior a la órbita. *Consideramos retracción quirúrgica excesiva cuando provocamos un desgarro en el periórbita subyacente o en la duramadre de la fosa craneal anterior superior a 3 mm.* La técnica quirúrgica exacta de cómo se realizaron las osteotomías se detallará en el apartado de resultados. **E)** Visión endoscópica con óptica de 30°. Obsérvese el resultado final tras la orbitotomía supero medial del techo orbitario derecho del espécimen. Con una suave retracción de la periórbita podemos llegar a exponer casi el doble de duramadre que en el lado donde no se ha realizado en este abordaje. **F)** Visión endoscópica con óptica de 30°. Misma imagen que en E pero tras resección dural. Apréciase como claramente la cantidad de corteza cerebral basal es mayor en el lado derecho donde se realizó la orbitotomía. En un abordaje transetmoidal sin orbitotomía se puede llegar a visualizar el Gyrus Rectus y porción medial del Gyri Orbicularis, con la orbitotomía supero medial se visualiza el Gyri Orbicularis en su porción medial y lateral.

S.Olf: Surco olfatorio. *F.Olf:* Filamentos olfatorios. *Art.Et,Ant:* Arteria etmoidal anterior. *N.Óptico:* Nervio óptico. *Techo orbit:* Techo orbitario. *Art. Frontopolar:* Arteria frontopolar. *Gyri Orb:* Gyri Orbicularis. *N.Olf:* Nervio olfatorio.

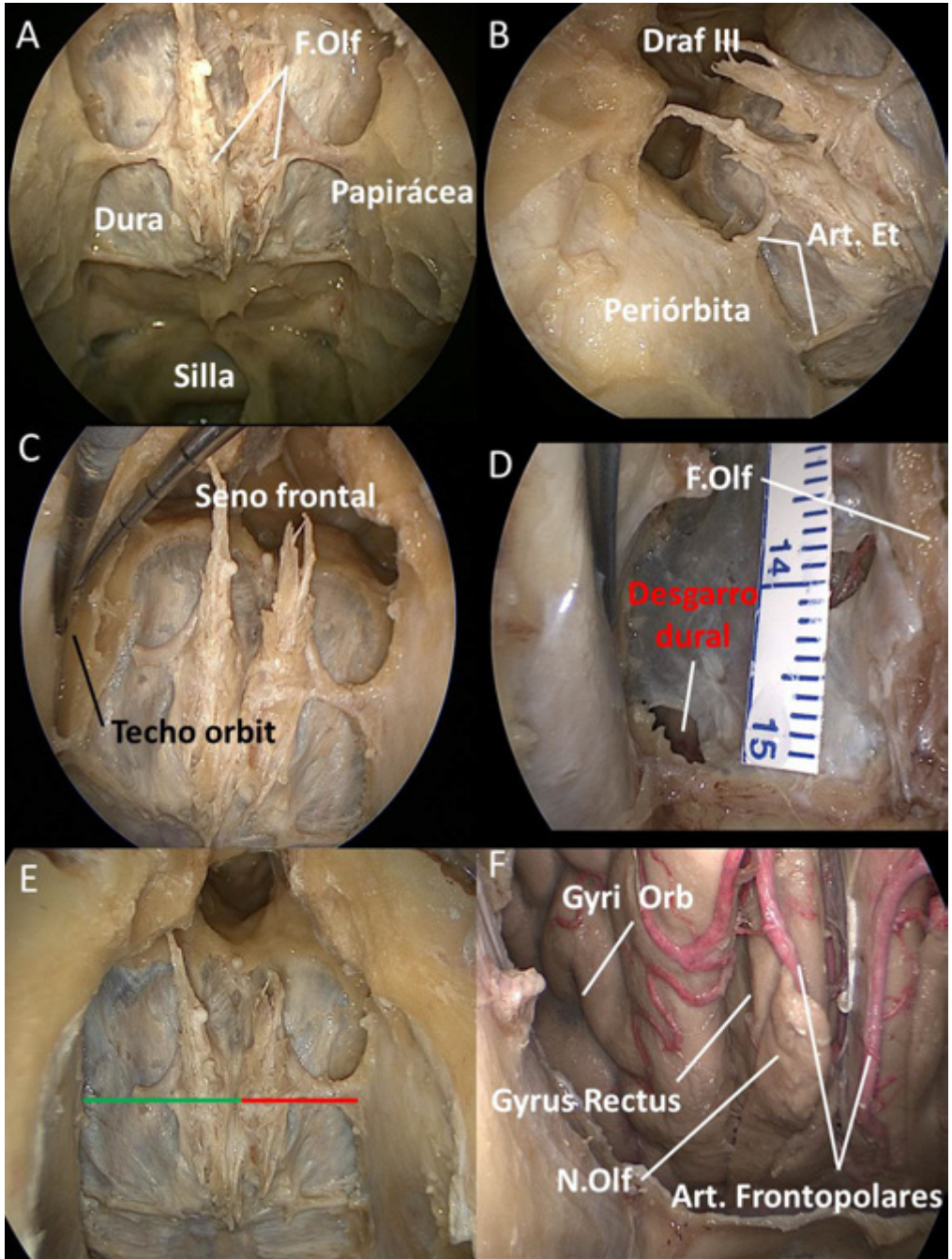


Fig.28. Orbitotomía supero medial endoscópica en espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. **A)** Visión endoscópica con óptica de 30° tras realizar un abordaje endonasal endoscópico expandido transetmoidal. Obsérvese como se ha resecaado el techo óseo de ambas fosas nasales y se ha expuesto toda la duramadre situada por encima del etmoides. Los filetillos olfatorios salen del bulbo olfatorio y se pueden distinguir con claridad tras la resección de la lámina cribosa. Nótese como ambas arterias etmoidales, anteriores y posteriores, penetran las láminas papiráceas, recorren en techo de la cavidad nasal y se introducen en los bulbos olfatorios para irrigar ambas estructuras. Pequeñas ramas arteriales de la arteria etmoidal anterior se anastomosan con ramas de la arteria nasal posterior para irrigar la porción más anterior del tabique nasal. Distíngase como el esfenoides ha sido abierto para ganar orientación anatómica. Se puede distinguir la silla turca en la pared posterior del esfenoides y los nervios ópticos en la transición entre la pared posterior y el techo esfenoidal. La transición entre planum y etmoides marca el límite posterior del abordaje transetmoidal. Anteriormente el límite de este abordaje queda definido, tras realizar un Draf III, por la pared posterior del seno frontal. Obsérvese como las láminas papiráceas constituyen los límites laterales del AEEE transetmoidal. **B)** Visión endoscópica con óptica de 70° tras realizar un abordaje endonasal endoscópico expandido transetmoidal. Se ha realizado la primera maniobra necesaria para la orbitectomía supero medial, la resección de ambas láminas papiráceas disecándolas cuidadosamente de la periórbita. En esta visión endoscópica, extremadamente angulada, se puede comprobar como la pared medial de la órbita supone la pared lateral y superior de la cavidad nasal. Nótese como el Draf III realizado genera una única cavidad frontal de tal forma que tan solo existe un seno frontal absolutamente comunicado. La tabla interna y la tabla externa quedan definidas por completo. Obsérvese como la las arterias etmoidales constituyen un anclaje entre la periórbita y el bulbo olfatorio. En caso de querer generar retracción en cualquiera de ambas estructuras es obligatorio la disección y coagulación o corte para evitar una rotura descontrolada. **C)** Visión endoscópica con óptica de 45°. En el segundo paso de la orbitectomía supero medial se disecó la periórbita del techo orbitario. Nótese como el límite anterior queda definido por el Draf III. Obsérvese como las arterias etmoidales del lado donde se realizó la orbitectomía fueron disecadas y cortadas. **D)** Uno de los puntos clave y transcendentales de este trabajo de investigación es el objetivo de recrear lo más fielmente viable las condiciones quirúrgicas reales. Para ello se prepararon y conservaron los especímenes cadavéricos de forma que los tejidos tuvieran la consistencia más natural posible y se establecieron criterios quirúrgicos restrictivos. Análogamente a lo realizado en quirófano, se realizaron las disecciones en los momentos clave siempre bajo disección bimanual. Las osteotomías del techo orbitario se extendieron lateralmente tanto como fue posible preservando la integridad de la periórbita y de la duramadre inmediatamente superior a la órbita. *Consideramos retracción quirúrgica excesiva cuando provocamos un desgarro en el periórbita subyacente o en la duramadre de la fosa craneal anterior superior a 3 mm.* Si durante las disecciones se produjera la violación de alguno de estos supuestos se detendrían las disecciones. Nótese como el desgarro dural de la fotografía supera los 3 mm. En este caso, a pesar de poder continuar la orbitectomía, la disección se detendría de inmediato. Estos criterios probablemente sean extremadamente conservadores, pero pensamos que de esta forma se genera en el autor sensaciones similares a las generadas en una cirugía, donde las disecciones son realizadas con la tensión de no lesionar ninguna estructura. **E)** Visión endoscópica con óptica de 45° tras terminar la orbitotomía supero medial derecha. La *línea verde* indica la distancia desde la línea media

hasta el reborde óseo lateral en el lado de la orbitotomía. La *línea roja* indica la distancia desde la línea media hasta el reborde óseo del otro lado (lámina papirácea). Nótese a simple vista como la cantidad de duramadre expuesta es mucho mayor en el lado de la orbitotomía supero medial. **F)** Visión endoscópica con óptica de 30°. Apertura dural tras realizar orbitotomía derecha. Obsérvese como no solo se expone el Gyrus Rectus, con la orbitotomía se puede llegar a exponer la porción medial del Gyri Orbicularis. Distínganse los nervios olfatorios cortados a raíz de los bulbos olfatorios, los cuales, al resecar la duramadre, son extirpados en un solo bloque. Las arterias frontopolares recorren las porciones más basales de la fosa craneal anterior, desde el planum esfenoidal hasta el polo anterior del lóbulo frontal.

S.Olf: Surco olfatorio. Art.Et: Arterias etmoidales anteriores. F.Olf: Filamentos olfatorios. Art. Frontopolar: Arteria frontopolar. Gyri Orb: Gyri Orbicularis. N.Olf: Nervio olfatorio.

3.2 Técnica de disección transcraneal

La disección transcraneal se ideó para el desarrollo del tercer objetivo del trabajo de investigación, **-realizar mediciones en los diferentes segmentos de la fosa craneal anterior para estimar el grado de resección lateral tras la orbitotomía endoscópica.** En esta fase se pretendió generar una extensa exposición del abordaje endonasal hecho previamente para poder realizar las mediciones necesarias. Para ello existía la necesidad de mostrar ampliamente la base craneal anterior, por lo que se diseñó una craneotomía bicoronal para la resección de los lóbulos frontales, que permitió mostrar la etmoidectomía y la orbitotomía previas otorgando gran facilidad para las mediciones y análisis de los diferentes segmentos (fig.29F y 30E). Todas las disecciones se realizaron en la estación de trabajo microscópica y con los materiales de disección y corte que se han detallado en anteriores apartados.

Abordaje Supraorbitario Bifrontal

Colocación: Se posicionaron los especímenes cadavéricos en la mesa de trabajo fijados mediante cefalostato de Mayfield. Si bien durante la disección se podía modificar sin ningún problema la posición inicial, al tratarse de cabezas separadas del resto del cuerpo, se les concedió una posición ligeramente flexionada, al contrario que

cuando se realizan abordajes bifrontales en pacientes con lesiones de base de cráneo anterior (BCA). Esta posición nos permitió trabajar en una posición más fisiológica, especialmente al realizar las osteotomías, obviando la necesidad de la caída hacia detrás de los lóbulos frontales. El cefalostato fue colocado de forma muy posterior, de tal manera que posteriormente no comprometiera la incisión bicoronal.

Colgajo: Se incidió la piel un centímetro por delante del trago y se continuó con un trazo curvilíneo por detrás de la primitiva línea del pelo hasta un centímetro por delante del trago contralateral (fig.29A y 30A). El scalp resultante se liberó del pericráneo subyacente dejando el grueso tejido areolar con el pericráneo (fig.29B). Tomando como base los vasos supraorbitarios frontales (fig.29C y 30B) y tras cortar su unión con la fascia temporoparietal lateralmente, se disecó hacia delante la solapa de pericráneo dejándola rebatida sobre el colgajo de scalp.

Las dos hojas de la fascia temporal se incidieron por detrás y a lo largo del curso de las ramas superiores del nervio facial hasta que se vieron las fibras musculares. Entonces se llevaron hacia delante, junto con el colgajo de scalp, la fascia profunda, la almohadilla grasa y la fascia superficial. La porción superior del músculo temporal se separó de su inserción anterior y se retrajo hacia atrás, exponiéndose la unión entre los huesos zigomático, esfenoidal y frontal.

Craneotomía: Se realizaron agujeros de trépano de la forma siguiente: dos “agujeros clave” (*key hole*) en cada lado y dos agujeros, uno a cada lado del seno longitudinal,

en el límite posterior del colgajo. A continuación se hizo otro trépano en línea media a nivel basal sobre el nasion, justo a nivel de la porción medial del seno frontal. Se fresó la porción de hueso sobre el seno longitudinal, en la porción posterior de la craneotomía y los restantes agujeros de trépano se conectaron con la sierra del motor de alta velocidad utilizando el patín protector de duramadre (fig.30C). El corte anterior fue el más dificultoso debido a la presencia del seno frontal. En los casos de un seno frontal prominente se terminó de fracturar la tabla interna del seno con fresa comedora de 10 mm. Después de retirar el colgajo óseo se cortó la duramadre con tijeras de micro rectas bajo visión microscópica a lo largo de los bordes de la craneotomía, dejándola pediculada en el seno longitudinal. Se hizo una incisión transversa en la hoz cerebral tanto a nivel basal como a nivel de la porción más posterior de la craneotomía. Se pasaron dos ligaduras para aislar el seno, simulando la acción quirúrgica real, y se cortó la hoz con tijeras de Mayo tanto a nivel basal como a nivel posterior. Esta maniobra permitió, tras la disección y corte de las venas corticales entrantes en el seno, la retirada en bloque de seno longitudinal y de la duramadre. Al terminar esta fase los lóbulos frontales quedaron ampliamente expuestos (fig.29D y 30C).

Lobectomía: Con el objetivo de obtener una amplia exposición de la base craneal anterior se diseñaron lobectomías frontales radicales. Ambos lóbulos frontales fueron extirpados con bisturí de hoja del nº26. La lobectomía comenzó lateralmente entre el gyrus orbicularis y el surco precentral. Medialmente se amplió el corte hasta la rodilla

del cuerpo caloso. Se extirparon en bloque los lóbulos hasta verificar la completa exposición de la fosa craneal anterior una vez retirado el parénquima cerebral. En caso de no visualizarse el ala menor del esfenoides en su totalidad, se extendió la lobectomía hasta tener una visión íntegra de toda la base anterior intracraneal (fig.29F y 30D y E). Para terminar la disección transcraneal, se resecó la duramadre de la fosa craneal anterior que daba acceso a la disección endoscópica. Se extirpó meninge hasta poder visualizar de forma clara el borde óseo libre generado en el abordaje endonasal. También se resecó el planum esfenoidal entre ambos nervios ópticos de tal manera que permitiera la perfecta visualización del II par craneal y su entrada en la periórbita. Esta maniobra se llevó a cabo para facilitar la toma de medidas en la base craneal.

FIGURA 29

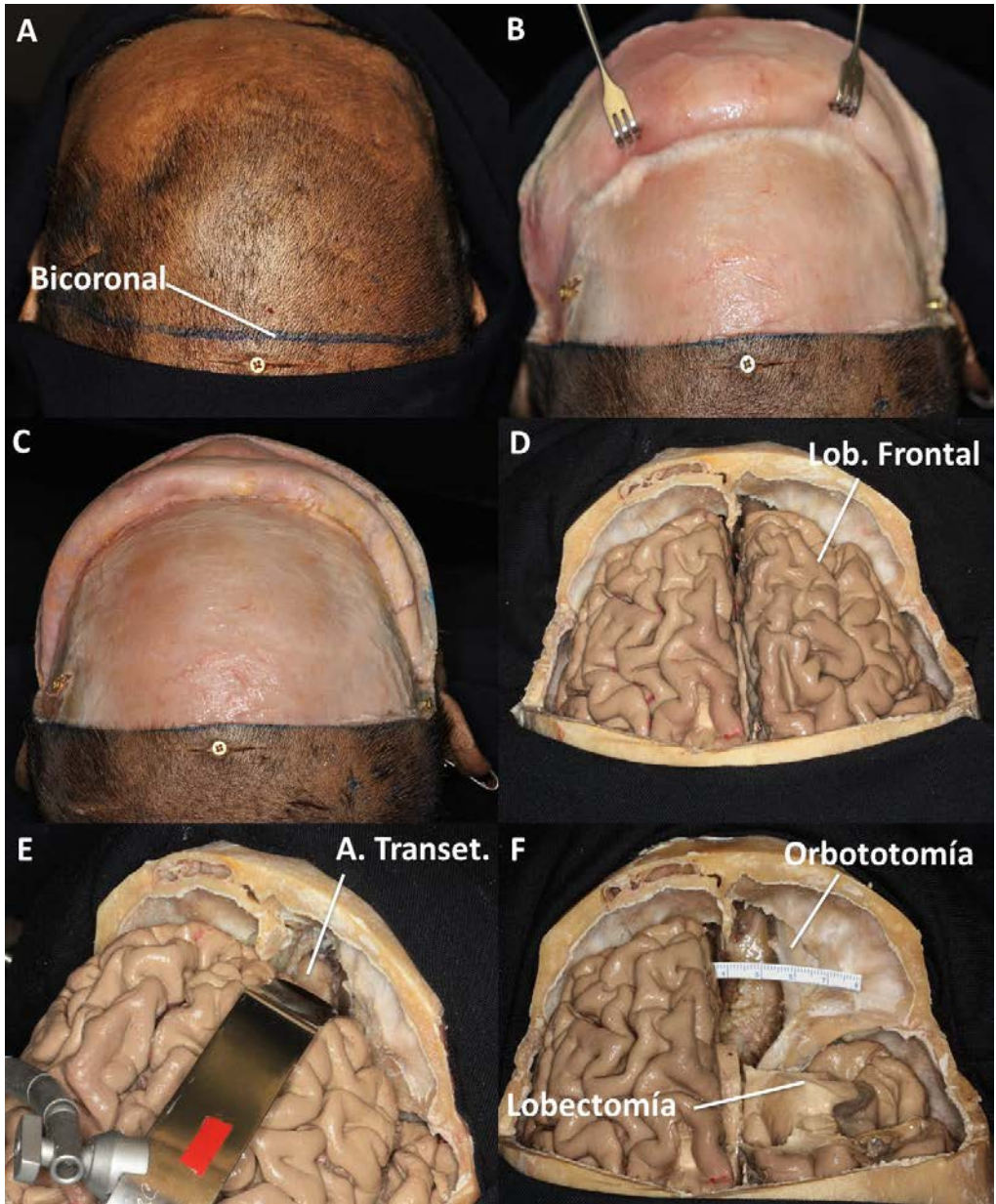


Fig. 29. Disección transcraneal para la realización de un abordaje bicoronal y lobectomía bifrontal tras realizar el abordaje endonasal endoscópico expandido a la porción superior y lateral de la órbita. **A)** Tras posicionar el espécimen cadavérico se planificó una incisión bicoronal. Desde un centímetro por delante del trago hasta un centímetro por delante del trago contralateral por detrás de la inserción de la línea del pelo. **B)** Se rebatió el scalp hacia delante disecando el tejido areolar y el pericráneo subyacente. **C)** El scalp se dejó apoyado anteriormente hasta exponer los vasos supraorbitarios frontales. Esta maniobra rememora la clásica disección que se realiza al hacer un abordaje bicoronal cuando queremos conservar el pericráneo que posteriormente utilizaremos para reconstruir. **D)** Mismo espécimen donde se disecó el pericráneo y se rebatió hacia delante y se realizó una craneotomía bifrontal extensa. Obsérvese la amplia exposición de los lóbulos frontales de forma bilateral. Nótese como en la porción más anterior de la base craneal se comienza a vislumbrar el abordaje realizado endoscópicamente con anterioridad sin poder todavía apreciar la totalidad del mismo o su extensión lateral. **E)** Espátula de cerebro retrayendo el lóbulo frontal derecho tras el abordaje bicoronal. Fíjese como gracias a la espátula el abordaje transetmoidal puede observarse en su porción más anterior. Únicamente con esta maniobra no podemos realizar mediciones precisas del abordaje realizado en la fosa. Aunque con gran retracción podríamos optimizar la visión de la base del cráneo anterior no permitiría el estudio y análisis detallado y pormenorizado de la disección endoscópica. **F)** Lobectomía frontal derecha. La lobectomía se extendió lateralmente entre el gyrus orbicularis y el surco precentral. Nótese como medialmente se amplió el corte hasta la rodilla del cuerpo calloso. Obsérvese la extirpación en bloque del lóbulo frontal derecho. Nótese como esta maniobra generó una visión panorámica del abordaje endoscópico transetmoidal así como de la extensión lateral de la orbitotomía supero medial derecha. Para terminar la disección transcraneal se reseco el planum esfenoidal entre ambos nervios ópticos de tal manera que permitiera la perfecta visualización del II par craneal y su entrada en la periórbita. Esta maniobra se llevó a cabo para facilitar la toma de medidas en la base craneal.

Lob. Frontal: Lóbulo frontal. A. Transet: Abordaje transetmoidal.

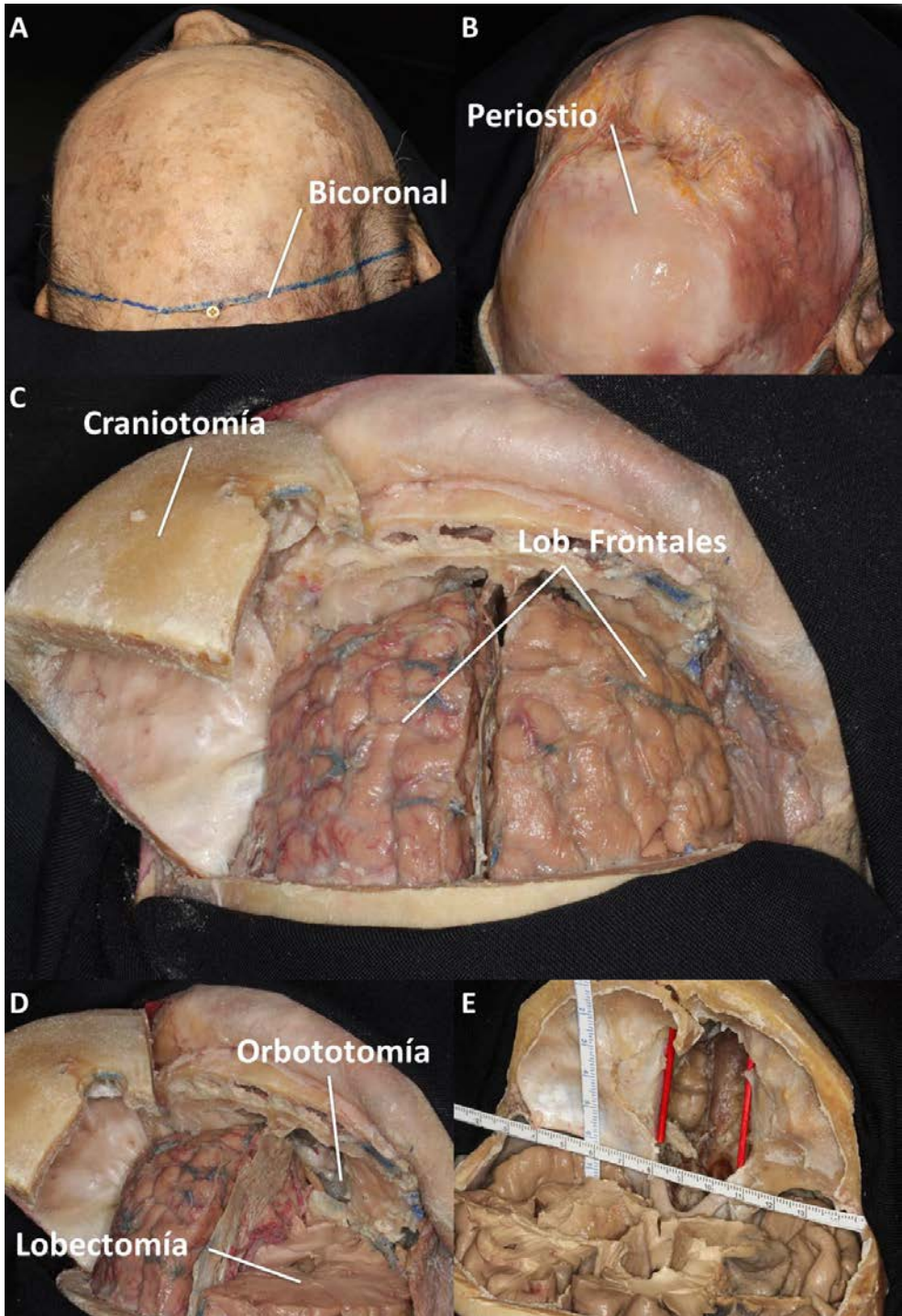


Fig.30. Disección transcraneal por pasos para conseguir la toma de medidas del abordaje endonasal endoscópico expandido a la porción superior y lateral de la órbita realizado con anterioridad. **A)** Incisión bicoronal un centímetro por delante del trago hasta un centímetro por delante del trago contralateral por detrás de la línea de inserción del pelo. **B)** Disección del scalp del tejido areolar perióstico. Este se rebatió hacia delante hasta la entrada de los vasos frontales supraorbitarios. Posteriormente y tras cortar su unión con la fascia temporoparietal lateralmente, se disecó hacia delante la solapa de pericráneo dejándola apoyada sobre el colgajo de scalp. **C)** Abordaje subfascial bilateral y craneotomía bicoronal. Las dos hojas de la fascia temporal se incidieron por detrás y a lo largo del curso de las ramas superiores del nervio facial hasta que se vieron las fibras musculares. Entonces se rebatieron hacia delante, junto con el colgajo de scalp. La porción superior del músculo temporal se separó de su inserción anterior y se retrajo hacia atrás. Se realizaron agujeros de trépano; dos “agujeros clave” (key hold) en cada lado y dos agujeros, uno a cada lado del seno longitudinal, en el límite posterior del colgajo y otro trépano en línea media a nivel basal sobre el nasion, justo a nivel de la porción medial del seno frontal. Se fresó la porción de hueso sobre el seno longitudinal en la parte posterior de la craneotomía y los restantes agujeros de trépano se conectaron con la sierra del motor de alta velocidad utilizando el patín protector de dura. Después de retirar el colgajo óseo se cortó la duramadre y se seccionó la hoz cerebral tanto a nivel basal como a nivel posterior. Esta maniobra permitió, tras la disección y corte de las venas corticales entrantes en el seno, la retirada en bloque de seno longitudinal y de la duramadre. Nótese como al terminar esta fase los lóbulos frontales quedaron ampliamente expuestos. **D)** Visión artística para mayor compresión del abordaje transcraneal. Obsérvese como tras reseca el lóbulo frontal derecho podemos acceder a la base craneal anterior. Nótese la falta de continuidad del hueso frontal y etmoidal ya que ha sido reseca mediante el fresado del mismo de forma endoscópica. **E)** Lobectomía bifrontal. Obsérvese como las lobectomías se extendieron hasta la obtención de una visión panorámica completa de la fosa craneal anterior. El borde libre del ala menor del esfenoides marcó el límite de la lobectomía. Si debido a la anatomía particular de cada individuo con la lobectomía estándar no se visualizó el borde del ala menor, la lobectomía se extendió hasta este margen. Expuesta toda la fosa se comenzó con la toma de medidas y fotografías digitales para el análisis de los resultados.

Lob. Frontales: Lóbulos frontales

4. ESTUDIO ANATÓMICO GRÁFICO Y ESTADÍSTICO

Una vez terminadas las disecciones y expuesta la base de cráneo anterior se realizaron diferentes mediciones del abordaje generado en la base de cráneo anterior en cada órbita.

Las mediciones fueron tomadas en el plano definido por la entrada del nervio óptico en la periórbita, por detrás, y la pared posterior del seno frontal, por delante. Para facilitar la toma de medidas se coloraron bandas de silicona roja en la posición de la primitiva lámina papirácea (fig.30E).

Para poder lidiar con el diferente tamaño de los especímenes y no ofrecer tan solo datos brutos incomparables entre sí, sino en relación con las diferentes longitudes de la fosa craneal anterior, se tomaron fotografías digitales de cada espécimen y mediante análisis informático se dividió la fosa craneal anterior de cada cabeza en 5 zonas de igual tamaño entre sí, representando cada una de las zonas el 20% del total de la superficie basicraneal anterior. Las mediciones se recogieron en el punto más anterior de cada uno de los segmentos preformados (fig.31). De esta forma, cada zona representa el 20% de esa fosa craneal en concreto, y es factible establecer comparaciones entre las mismas zonas de diferentes cabezas, ya que las áreas serán siempre proporcionales a la longitud de cada fosa craneal.

Se recogieron las siguientes medidas por cada punto métrico:

-Distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita de cada lado en ese punto.

-Distancia máxima entre los bordes óseos libres generados en el abordaje en ese punto.

-Distancia desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en la órbita de cada lado en ese punto.

En cada espécimen se recogieron de forma individual:

-Diámetro biparietal, medido a la altura del pterion.

-Distancia interorbitaria anterior, tomada a la altura del final de la cresta galli o tabla interna.

-Distancia interorbitaria posterior, medida en la porción más posterior del abordaje transetmoidal, a la altura de la unión esfeno-etmoidal.

-Diámetro antero-posterior máximo que generó el abordaje.

FIGURA 31

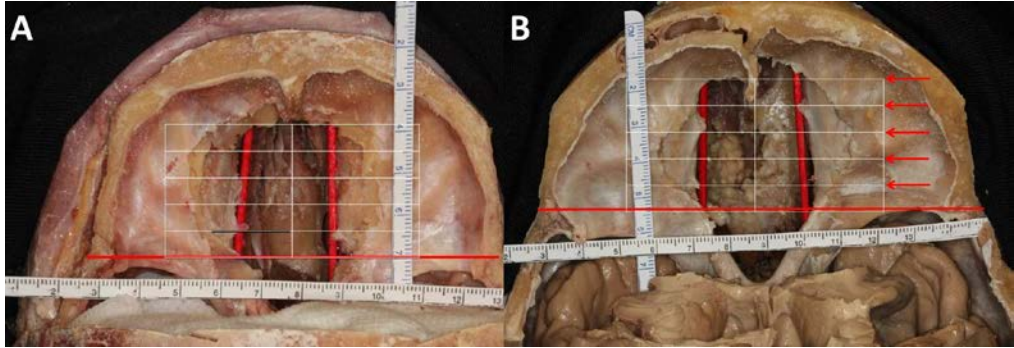


Fig.31. Estudio gráfico anatómico realizado sobre los especímenes para la toma de imágenes digitales. **A)** Para poder comparar de forma homogénea todos los especímenes se dividió la fosa craneal anterior en cinco. Cada punto métrico dista entre sí un 20 % del total de la longitud de la fosa craneal. **B)** La cuadrícula utilizada contiene 5 zonas de igual tamaño en cada cabeza, las mediciones se realizaron en la línea superior de cada zona (*flechas rojas*). El borde posterior de la plantilla se apoyó sobre la línea que une la entrada de ambos nervios ópticos en la periórbita (*línea roja*). Nótese como para facilitar las mediciones se colocó sobre la primitiva posición de las láminas papiráceas una banda roja de silicona.

Tras la recogida de datos se realizó un estudio estadístico de la superficie basicraneal reseçada, cada 5 mm en el plano antero-posterior y en cada zona para aportar la cantidad y proporción de hueso extirpado en cada segmento de forma endoscópica.

Los datos fueron analizados con el programa estadístico SPSS versión 16.0 para Windows 2007. Se realizó un estudio descriptivo detallado de los datos recogidos.

El análisis de normalidad se realizó mediante el test de Shapiro-Wilk. Para determinar la existencia de grado de resección condicionada por el lado se utilizó la prueba de t

pareadas para variables paramétricas y prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para variables no paramétricas. La consideración de significación estadística se aceptó para valores de p menores a 0,05.

V. RESULTADOS

Todos los especímenes cadavéricos incluidos en el estudio cumplieron los criterios expuestos en “material y métodos”. Se utilizaron un total de 15 cabezas (30 órbitas), pertenecientes a 12 hombres y 3 mujeres, 3 de raza negra y 12 de raza blanca. Todas las cabezas pertenecientes a mujeres fueron de raza blanca.

De las 15 cabezas preparadas, 9 obtuvieron una inyección de silicona coloreada óptima, con visualización arterial roja y venosa azul. Cuatro cabezas resultaron con inyección subóptima en las cuales tan solo el árbol arterial resultó coloreado y en los 2 especímenes restantes no se pudieron distinguir de forma adecuada los colores en ningún vaso.

Todos los especímenes mostraron una textura en los tejidos maleable y similar a la textura de un tejido vivo.

1. DESCRIPCIÓN DE LA ORBITOTOMÍA SUPERO MEDIAL ENDOSCÓPICA

La experiencia acumulada durante la realización de este trabajo de investigación, junto con la especial preparación y conservación de los espécimen cadavéricos permite describir de forma detallada y por pasos la técnica óptima para realizar una orbitotomía supero medial endoscópica maximizando su lateralidad y minimizando el daño sobre estructuras vecinas.

A continuación pasamos a describir de forma detallada y sistematizada los pasos a seguir para la elaboración de una orbitotomía endonasal supero medial endoscópica previa realización de un abordaje transetmoidal ampliado (fig.19):

PASO 1 (Planificación de la orbitotomía)

El primer paso siempre está fuera de la órbita, es decir, debemos observar la anatomía de la fosa nasal y de los senos paranasales para poder identificar variaciones anatómicas o alteraciones postquirúrgicas (si tiene celdillas supraorbitarias, el Keros

previo a la etmoidectomía, la existencia de celdas de Haller, etc) que pueda modificar nuestra actitud al realizar la orbitotomía. En general la interposición de celdillas supraorbitarias, entre el techo orbitario y la lámina papirácea, tanto en el etmoides anterior como en el posterior, facilita la disección de la órbita y favorece la extensión lateral del abordaje. La orientación espacial

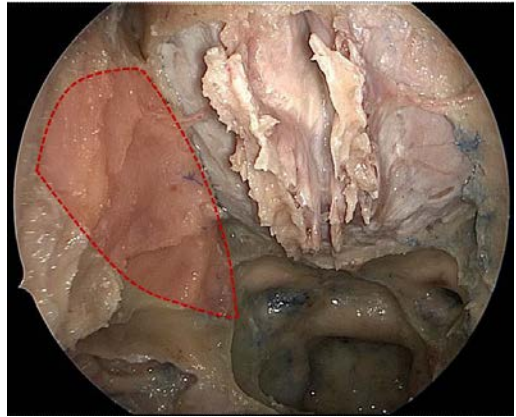


Fig.32. Primer paso al realizar la orbitotomía supero medial endonasal endoscópica. Planificación de la técnica. El *área roja con margen punteado* sería el área correspondiente a la lámina papirácea que deberíamos eliminar para comenzar la técnica.

de las paredes orbitarias y la definición mental de un esquema de trabajo son importantes. No olvidemos que la imagen endoscópica es una imagen en 2D y es el cirujano el encargado de dibujar en su mente los relieves y la disposición real de los planos para fabricar el 3D. Hay que planificar cómo y cuanta lámina papirácea se reseca (fig.32). Recordemos que es imprescindible para llevar al límite la confección de la orbitectomía que el trabajo de disección se realice bajo la técnica de las 4 manos. En los pasos clave para realizar las osteotomías han de hacerse varias tareas a la vez, es decir, al menos uno de los cirujanos ha de poder disecar de forma bimanual.

PASO 2 (Resección de la lámina papirácea)

Una vez completada la etmoidectomía endonasal endoscópica expandida llegamos al límite actual de extensión lateral de este abordaje, la lámina papirácea. Más concretamente, la unión entre el borde superior de la papirácea con la lámina lateral del techo de la fóvea etmoidal (fig.2). La primera maniobra, antes de ligar y cortar las arterias etmoidales, es la resección de la totalidad de la lámina papirácea. El principal motivo para hacerlo primero es debido a que, como se



Fig. 33. Resección de la lámina papirácea derecha. La posición en extensión de la cabeza ayuda a poder prolongar el trabajo de disección con ópticas rectas de 0° que permiten una mejor orientación.

comentó en la introducción, las arterias etmoidales pueden viajar en su recorrido dentro de la cavidad nasal desde la órbita al surco olfatorio adheridas al techo etmoidal, en un canal libre o en forma de meso con pedículo en el techo. La disección de la lámina papirácea permite visualizar el origen de las arterias etmoidales antes de introducirse en su canal facilitando así su disección (fig.33). Otro motivo sería teórico ya que, en el paciente vivo, una coagulación previa de las arterias etmoidales puede causar la retracción de la arteria y sangrado incontrolado dentro de la órbita. Por estos motivos sería recomendable resecar primero la pared medial de la órbita y posteriormente coagular/ligar las arterias en su salida de la periórbita. La resección

puede completarse sin problemas con óptica recta de 0°, incluso concluiríamos que es altamente recomendable realizar este paso sin ópticas anguladas. Las ópticas rectas deforman menos el esquema mental de la disposición anatómica normal y permiten una más fácil orientación espacial que las ópticas anguladas.

La resección de la papirácea ha de extenderse desde el conducto nasolagrimal, en la porción más anterior de la fosa, hasta su articulación con la pared lateral del esfenoides en la porción posterior. Lamentablemente, estas estructuras no se encuentran referenciadas cuando realizamos disecciones endoscópicas por lo que hemos de tener “*landmarks*” o “señales” que nos indiquen si hemos completado la resección papirácea por completo. Rostralmente no tenemos problemas ya que no hay estructuras vasculonerviosas de importancia. Una vez sobrepasada la arteria etmoidal anterior y, especialmente, el receso del frontal, la forma de fosa nasal tiende a estrecharse y el ángulo de trabajo tan solo nos permite disecar unos milímetros de lámina más anteriormente. Caudalmente nuestras “*landmarks*” o estructuras limítrofes con la lámina papirácea indicativas de una resección laminar completa son el nervio óptico en el segmento superior y el receso óptico carotideo lateral y la carótida parasellar en el segmento inferior y posterior. Aunque teóricamente la lámina papirácea se continúa en su porción más basal con la lámina cuadrangular, que forma parte de la pared lateral e inferior del esfenoides, la base de la apófisis pterigoides suele quedar interpuesta y marca el límite de la entrada en la pared lateral del

esfenoides. En cualquier caso, no sería necesario resecar esa porción de papirácea tan basal para realizar la orbitectomía supero medial.

La resección de la lámina papirácea no suele representar ningún desafío técnico ya que, como su nombre indica, se trata de un segmento de hueso muy delgado que se puede fracturar fácilmente con un elevador de Cottle. Durante las disecciones utilizamos el elevador de Cottle de 20 cm con extremos variables, uno cortante y otro romo. El elevador de

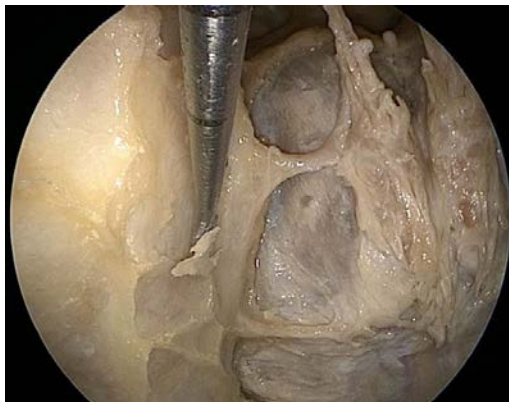


Fig. 34. La resección de la papirácea ha de llevarse de planos superficiales a profundos. El elevador de Cottle es una buena herramienta para completar esta fase.

Freer o cualquier otro instrumento similar puede realizar una función similar. La resección de hueso ha de llevarse desde planos más superficiales a planos profundos. Esto permite jugar con el plano ejerciendo una suave presión sobre la periórbita de tal forma que nos muestra el lugar por donde hemos de introducir el disector para quitar el siguiente segmento óseo (fig.34). En este paso ha de prestarse especial atención a mantener la integridad de la periórbita. Aunque la preservación de la periórbita no ha de representar ningún problema, o incluso su mínima laceración no es indicativa de una disección poco cuidadosa y no representa en sí ningún impedimento para proseguir la disección, la rotura masiva de la misma sí puede provocar la salida

abundante de la grasa orbitaria a la cavidad nasal. Esta situación generaría un obstáculo en la visualización del resto de la disección e, hipotéticamente, en el paciente vivo, podría tener como consecuencia diplopía y un mayor riesgo de infección intraocular.

PASO 3 (Corte de las arterias etmoidales)

Primero ha de cortarse la arteria etmoidal anterior y posteriormente la arteria etmoidal posterior. El corte y coagulación han de ser lo más proximales posibles a la periórbita, especialmente si no se tiene bien disecado el canal por el cual avanzan hacia el surco olfatorio. Durante las disecciones, esta maniobra se ejecutó

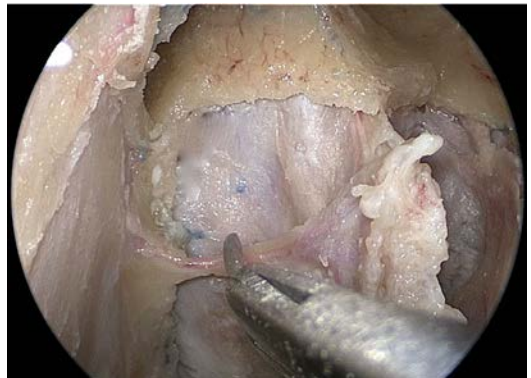


Fig. 35. Corte de la arteria etmoidal anterior derecha con pinza de Gardner en 45°. El corte de estas arterias ha de hacerse de forma aguda para evitar desgarros y retracciones.

con pinzas de Gardner en 45° hacia arriba (fig.35). Estas pinzas pertenecen a la serie de pinzas tipo “true cut” las cuales proporcionan un corte limpio y afilado. Evitar el desgarramiento arterial debe de ser la premisa en el corte del vaso. En el paciente vivo creemos que primero sería adecuada la coagulación con pinza bipolar y posterior

corte con microtijera angulada hacia arriba. Las arterias etmoidales constituyen un anclaje de la periórbita e impiden la movilización en bloque del contenido del interior de la órbita. El corte y coagulación de las etmoidales permite la retracción armónica en sentido lateral de la periórbita sin que para ello se deba ejercer más que una suave presión. Esta fase también se puede completar sin dificultad con óptica recta de 0°. La colocación de la cabeza en ligera extensión continúa siendo un paso clave para poder alargar el confort de trabajo con la óptica recta. Las arterias etmoidales anterior y posterior, especialmente la anterior, aportan irrigación al bulbo olfatorio y a la porción más anterior de la mucosa del tabique nasal (79) donde la vascularización de la zona se produce por capilaridad sin un claro tronco definido. Aunque no lo hemos podido demostrar con las disecciones cadavéricas, basándonos en los estudios anatómicos, creemos que la irrigación del tabique nasal no tendría por qué verse comprometida tras coagular las arterias etmoidales ya que podría suplirse sin problemas de otras arterias de la fosa nasal. El teórico déficit de olfacción sería un daño menor, teniendo en cuenta que después de llevar a cabo la etmoidectomía completa probablemente ya hubiéramos producido una hiposmia severa irreversible.

PASO 4 (Exposición del techo orbitario)

Con la cara roma del disector de Cottle u otro disector lo suficientemente largo de filo como se comienza a exponer el borde superior y medial de la órbita. La óptica utilizada fue la lente recta de 0°. Esta maniobra se consigue ejerciendo suave presión sobre la porción superior de la periórbita, la cual, ahora sin ningún anclaje hacia medial, cede sin dificultad. Esta acción ha de realizarse de anterior a posterior ya que la periórbita se encuentra más holgada en las porciones más cercanas al globo ocular. Por el contrario, conforme se aproxima el anillo de Zinn el contenido en el interior de la misma hace que esta ceda con mayor dificultad. Sea cual sea el punto sobre el que ejerzamos presión, hemos de hacerlo con cuidado y la fuerza ejercida realmente ha de ser suave. Una maniobra brusca o demasiado vigorosa puede conllevar el desgarramiento masivo de la periórbita y la salida de grasa del interior de la órbita. Mantener la integridad del paquete orbitario es crucial para poder disecar lateralmente (fig.36).

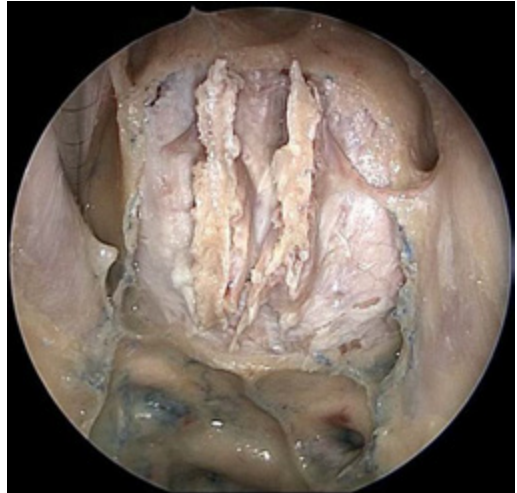


Fig. 36. Exposición del techo orbitario. Con disector de Cottle ejercemos suave presión sobre la periórbita. Nótese como aparece el techo orbitario derecho. Conforme nos acercamos al canal del nervio óptico la presión ejercida es mayor.

Recordemos que en este trabajo de investigación uno de los criterios en los que ha sido considerada *retracción quirúrgica excesiva contempla un desgarro en el periórbita subyacente superior a 3 mm.*

Durante el despegamiento de la periórbita del techo orbitario nos encontramos en las disecciones, de forma constante, pequeñísimas venitas puente entre el interior orbitario y el techo óseo. Estas micro venas puente no han sido definidas en los tratados de anatomía y realmente es difícil datar su número exacto debido a su pequeño tamaño. Sí es llamativa su constante presencia y pensamos que pueden contribuir al drenaje venoso del contenido orbitario. Durante la cirugía en un paciente vivo, sin condiciones tumorales que las ocluyeran, podrían generar un pequeño sangrado venoso al despegar la periórbita de muy probable fácil control con simple presión.

PASO 5 (Adelgazamiento del techo orbitario)

La disección bimanual es absolutamente clave en este paso. Con esta maniobra se pretende rebajar tanto como sea posible el espesor óseo del techo orbitario.

Para un cirujano diestro, con la mano izquierda ha de utilizar un disector para continuar ejerciendo de forma constante suave presión en la periórbita, así, la porción supero-medial del techo orbitario queda permanentemente expuesta.

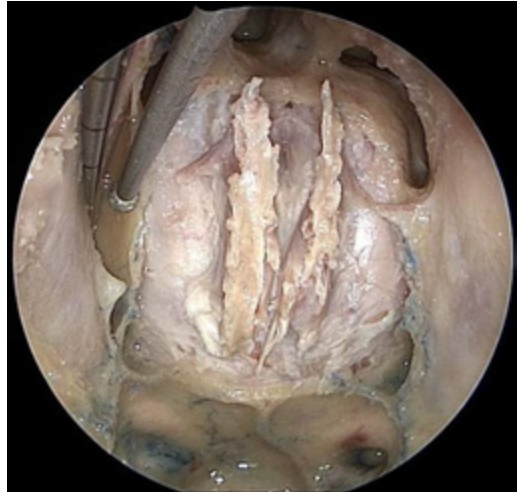


Fig. 37. Adelgazamiento del techo orbitario. El trabajo bimanual es imprescindible para poder llevar al límite la técnica. El motor de alta velocidad adelgaza el techo orbitario hasta convertirlo en una fina capa de hueso.

Con la mano derecha, ese mismo cirujano maneja el motor de alta velocidad o aspirador ultrasónico con punta de hueso con el que rebajará el techo orbitario.

Durante las disecciones utilizamos el motor de alta velocidad de Striker® con punta telescópica angulada de 15 cm y fresa híbrida Coarse –Diamond de 3 milímetros para las fases iniciales (fig.37).

El tamaño de la fresa se puede intercambiar por uno de 2 milímetros en fases más avanzadas de la orbitotomía donde el trabajo de fresado es cada vez más lateral y el ángulo de trabajo más complicado.

La óptica de 30° es la más apropiada para esta fase. Permite una visión lateral girando la lente hacia el lado de la orbitectomía y genera mayor espacio y libertad de

movimiento para los instrumentos de disección. Un cabezal de fresa pequeño permite no ocultarnos a nosotros mismos las estructuras posteriores a la fresa permitiendo un uso más confortable y permitiendo una mejor visualización conforme los espacios son más pequeños. El disector que se sostiene con la mano izquierda del cirujano no solo presiona la órbita para exponer el techo, también protege la periórbita y evita que esta pueda dañarse por el roce del vástago del motor de alta velocidad o simplemente por el calor que emana la fricción de la fresa contra el hueso. Cuando la orbitectomía se realiza en el lado izquierdo el cirujano puede cambiarse de mano el motor de alta velocidad. El fresado con la mano izquierda y la presión con el disector en la derecha es complicado pero el ángulo de trabajo puede llegar a ser muy favorecedor permitiendo una mayor extensión lateral.

PASO 6 (Resección del techo orbitario)

El hueso orbitario remanente que queda tras el fresado puede extraerse con el disector de Cottle o con kerrison de 1 y 2 milímetros con punta angulada 45°. Ambos instrumentos son útiles ya que tienen la capacidad de disecar la duramadre del techo de la órbita al introducirlos entre ambas estructuras. Las ópticas que resultaron más útiles para esta fase fueron tanto de 30° como de 45°. Girando la lente hacia lateral

nos permitió ver las porciones más laterales de la orbitectomía y facilitar la delicada disección de la duramadre. Para disecar la dura de la porción más rostral de la órbita es de mayor utilidad el disector de Cottle, ya que el ángulo de trabajo es más forzado y la simple presión hacia abajo hace saltar la pequeña esquirla ósea remanente. Conforme avanzamos la disección y nos adentramos en planos más profundos, cercanos al nervio óptico, los kerrison con puntas anguladas son el instrumento de elección. El ángulo de trabajo en estos planos se adapta mejor al uso de esta herramienta.

Además, permiten disecar la duramadre del hueso que en ocasiones, debido al calor levantado por el motor de alta velocidad, se encuentra seca y adherida al techo orbitario. Hay que recalcar la importancia de un trabajo bimanual, suave y delicado especialmente en este paso. Un despegamiento brusco de la dura generará un desgarro de la misma y si somos conscientes de que se ha producido un pequeño daño en la duramadre podremos evitar continuar desgarrándola. Si por el contrario una pequeña laceración pasa desapercibida, al resecar el hueso del techo orbitario restante

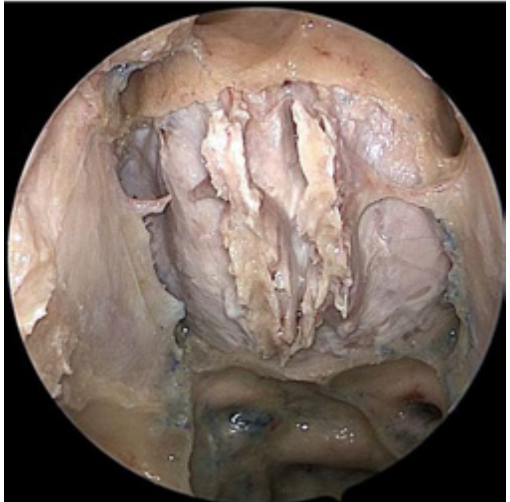


Fig. 38. Resección del techo orbitario. Tras terminar de disecar los fragmentos de hueso adheridos a la duramadre se completa la orbitotomía supero medial.

terminaremos de generar un defecto que, conforme avancemos la resección orbitaria, será de mayor tamaño. Recordemos que otro de los criterios de detención de la disección en esta tesis fue un *desgarro en la duramadre de la fosa craneal anterior superior a 3 mm.*

Una mínima excoriación en la dura no supone mayor impedimento que la posible generación de una posible fistula de LCR, que por sí misma no es una limitación para continuar la orbitotomía. Un desgarro dural considerable expondría el parénquima cerebral y haría imposible continuar con la

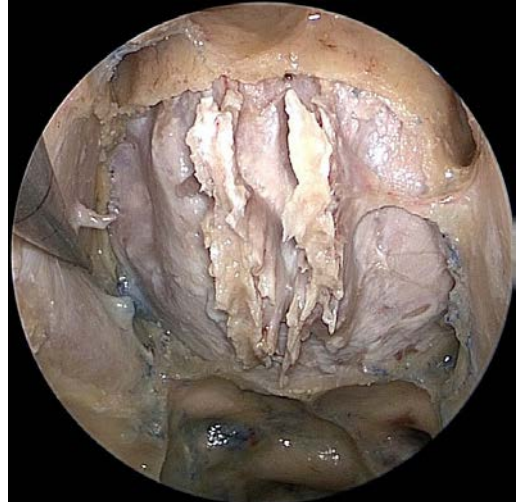


Fig.39. Orbitotomía supero medial derecha completada. Nótese la cantidad de duramadre expuesta en el lado derecho, donde se ha realizado la técnica, y en el lado izquierdo donde no se ha resecado el techo orbitario.

orbitotomía. La corteza cerebral quedaría vulnerable a cualquier agresión con los instrumentos de disección y el cerebro caería sobre la órbita ocluyendo el techo orbitario al no contar con la sujeción dural. Si no hemos violado ninguno de los criterios de detención de la orbitotomía, y aún obligados a detener la técnica por desgarro dural o de la periórbita, la cantidad de duramadre expuesta es evidente a simple vista (fig.38). Si además utilizamos un disector para comprimir la órbita, la extensión lateral del abordaje se puede apreciar con mayor claridad (fig.39) En caso

de buscar bordes libres en patología maligna, o simplemente mayor exposición de la base de implantación de patología intracraneal alojada en la fosa craneal anterior, la orbitotomía supero medial permite avanzar en el plano coronal tras realizar una etmoidectomía radical.

2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS ABORDAJES ENDONASALES PARA ACCEDER A LA CARA MEDIAL Y SUPERIOR DE LA ÓRBITA EVITANDO LESIONES EN DURAMADRE Y PERIÓRBITA

Para el cumplimiento de este objetivo se dividió la evaluación en dos bloques sencillos y diferentes:

- 1- Evaluación de los abordajes endonasales para acceder a la cara medial de la órbita (lámina papirácea).
- 2- Evaluación de los abordajes endonasales para acceder a la cara superior de la órbita (porción supero medial del techo orbitario).

Como se ha explicado en material y métodos, se consideró retracción quirúrgica excesiva o inadecuada técnica endoscópica cuando durante la disección se provocó un desgarro en el periórbita subyacente o en la duramadre de la fosa craneal anterior superior a 3 mm. En el momento en que se detectaron cualquiera de los dos criterios, o bien el ángulo de trabajo fue inverosímil para continuar la técnica, se detuvo la orbitectomía.

2.1 Evaluación de los abordajes endonasales para acceder a la cara medial de la órbita

En 30 de las 30 órbitas disecadas se pudo acceder a la cara medial. En todos los especímenes se pudo terminar la etmoidectomía sin dañar la lámina papirácea ni agredir el contenido alojado lateral a la misma. En la literatura se han reportado diferentes problemas en relación con la desorientación del cirujano y posterior daño a la cara medial de la órbita y a las estructuras contiguas a ella. El desarrollo de una pérdida visual por daño del nervio óptico, diplopía por lesión en los músculos rectos u oblicuos o hematomas intraoculares por la invasión orbitaria son posibles consecuencias (125;127-129).

En este trabajo de investigación se siguió una sistemática en la disección endoscópica. La esfenoïdotomía amplia fue la primera maniobra realizada para ganar orientación. Permitió descubrir la articulación esfeno-etmoidal y, a través del nervio óptico, localizar el final de la pared medial de la órbita. A continuación se realizó una antrostomía mediante uncinectomía, resección de la bulla etmoidal y apertura de la fontanela maxilar. Esta maniobra permitió delimitar perfectamente el suelo orbitario. Antes de llevar a cabo el resto de la etmoidectomía las celdillas etmoidales interpuestas entre ambos recesos frontales fueron resecaas. Esto permitió la exposición bilateral de los ostium de drenaje del frontal. Localizados los ostium el procedimiento modificado de Lothrop o Draf III generó una cavidad frontal única. El

resto de la etmoidectomía fue realizada con extremo cuidado y disecando cada celda etmoidal de medial a lateral y de planos superficiales a profundos.

Este esquema de disección permitió que las 30 paredes mediales orbitarias disecadas se pudieran localizar y respetar sin daño alguno. De igual manera, la *lámina papirácea se pudo disecar de la periórbita y reseca hasta su unión con el techo orbitario sin violar ninguno de los criterios previamente señalados en 30 de las 30 órbitas disecadas* (fig.40). Ninguna resección papirácea supuso un daño en la periórbita. Si bien en 6 ocasiones (4 especímenes) el hueso encontrado fue extremadamente fino y difícil de separar de la órbita por la adherencia encontrada, finalmente se pudo extraer sin lacerar más de 3 mm el tejido subyacente.

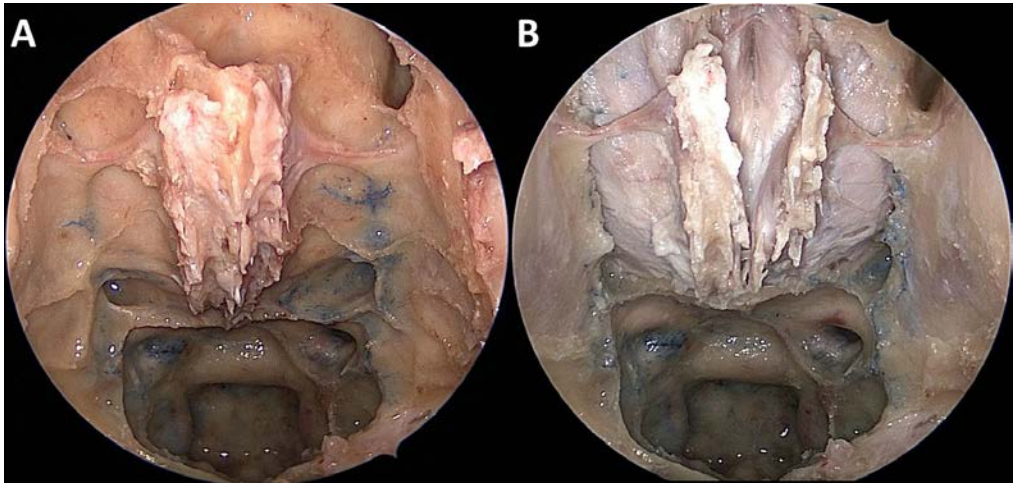


Fig.40. Evaluación de los abordajes endonasales para acceder a la cara medial de la órbita.

A) Esfenoidotomía amplia y etmoidectomía completa bilateral en espécimen cadavérico inyectado con silicona. Esta fase de la disección es la estándar en las resecciones craneofaciales radicales. La localización de seno maxilar y su apertura (antrostromía) siguiendo una disección sistemática y ordenada (resección de la apófisis unciforme, apertura de la bulla etmoidal y exposición y apertura de la fontanela maxilar) permiten localizar de forma segura y sistemática suelo de la órbita. Nótese como el Draf III (comunicación de ambos senos frontales mediante la creación de una cavidad común al fresar las celdillas etmoidales interpuestas entre ambos recesos frontales) permite saber dónde acaba el surco olfatorio y dónde se encuentra la articulación fronto-etmoidal. Con esta maniobra la tabla interna del cráneo queda expuesta. Localizado el suelo de la órbita mediante la antrostromía, el final de la pared medial de la órbita mediante la esfenoidotomía y el principio de la papirácea mediante el Draf III, se continúa con la etmoidectomía anterior y posterior reseccando las diferentes lamelas etmoidales de anterior a posterior y de medial a lateral. En 30 de las 30 órbitas disecadas se pudo acceder a la lámina papirácea sin desestructurar su configuración original. **B)** Mismo espécimen cadavérico tras resección del techo etmoidal y de ambas láminas papiráceas. La cirugía endonasal endoscópica expandida lleva más allá la técnica de la resección cráneo facial clásica. El trabajo bimanual y el mayor conocimiento anatómico hace que se pueda reseccar por completo el techo óseo de la cavidad nasal. Las láminas papiráceas quedan como límites laterales de este tipo de abordajes. Obsérvese como se han disecado y extraído ambas papiráceas. El avance en el plano coronal es posible según este trabajo de investigación. La primera fase para lograrlo es la resección de las láminas papiráceas. Nótese como la integridad de la periórbita es completa. En 30 de las 30 periórbitas disecadas se logró no generar una laceración mayor de 3 mm. Advértase como la totalidad del etmoides ha sido reseccado. Cresta Galli, papiráceas, lámina cribosa, lámina perpendicular, cornetes medio y superior, celdillas etmoidales anteriores y posteriores, etc. Las estructuras visibles en esta disección son todas aquellas que limitan con el hueso etmoides que con anterioridad, en “A” quedaban ocultas.

2.2 Evaluación de los abordajes endonasales para acceder a la cara superior de la órbita

Durante las disecciones se pudo acceder a la cara superior de la órbita en 30 de las 30 órbitas disecadas. Aclaremos que el acceso quedó restringido a la porción supero medial y que, al contrario que con la cara medial de la órbita, los criterios de detención de la disección sí que tuvieron gran influencia a la hora de detener la técnica. En 6 órbitas se pudo realizar una orbitotomía máxima hasta que el ángulo de trabajo no permitió continuar o la periórbita se interpuso en el ángulo de visión de forma que fue imposible continuar la disección con normalidad. En 18 órbitas hubo que detener la disección por desgarro de la duramadre superior a 3 mm y en las 6 órbitas restantes la disección se detuvo por una laceración de la periórbita mayor de 3 mm (Tabla 1). Dentro del subgrupo de las 18 disecciones detenidas por el desgarro dural, en 6 de las órbitas disecadas la resección supero medial del techo fue detenida de forma precoz ya que la adherencia entre la duramadre de la fosa craneal anterior y el techo de la órbita generó una laceración dural imposible de salvar (Tabla 2).

Tabla 1. Detención de la orbitotomía supero medial.

Orbitotomía máxima	6
Desgarro dural	18
Desgarro periorbitario	6

Tabla 1: Acceso a la cara superior de la órbita. El desgarro dural fue el motivo más común por el cual se detuvo la orbitectomía. En 18 de 30 órbitas disecadas esta fue la causa.

Todas las orbitotomías detenidas de forma precoz (Tabla 2), pertenecieron al grupo en el que se detuvo la disección por desgarro dural, ninguna por violación periorbitaria prematura. A este grupo pertenecieron 6 orbitotomías, cuatro de ellas constituían la órbita izquierda y derecha de los mismos especímenes. Otras 2 órbitas, una izquierda y otra derecha, pertenecían a especímenes diferentes.

Tabla 2. Orbitotomías detenidas de forma precoz.

Detención esperable	24
Detención precoz	6

Tabla 2: Todas las orbitotomías detenidas de forma prematura pertenecieron al grupo que se detuvo debido a desgarro dural. Las 6 orbitectomías detenidas precozmente pertenecieron a 4 cabezas diferentes.

Siguiendo los pasos de disección explicados en el apartado 1 de los resultados, “descripción de la orbitotomía supero medial endoscópica”, el acceso a la porción supero medial de la órbita fue posible en las 30 órbitas disecadas. Es cierto que la disección fue interrumpida de forma precoz en 6 ocasiones, siendo llamativo que además 4 de estas órbitas pertenecieran a 2 cabezas, pero en todos los casos se pudieron completar los 6 pasos especificados para la orbitotomía supero medial endoscópica. Siempre se pudo quitar al menos unos milímetros de techo orbitario.

Utilizamos el término “*detención esperable*” cuando la orbitotomía se extendió hasta que el ángulo de trabajo no permitió continuar o la periórbita se interpuso en el ángulo de visión de forma que fue imposible continuar siempre sin llegar a violar ninguno de los criterios establecidos para detener la disección, o bien cuando la disección se vio detenida por vulnerar algún criterio de detención pero cerca de los límites que el ángulo de trabajo permitiría alcanzar.

El término “*detención precoz*” queda relegado a aquellas disecciones donde, a pesar de trabajar cómodamente, lejos de ángulos de trabajo comprometidos, se transgredió alguno de los criterios de detención.

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EN LA FOSA CRANEAL ANTERIOR

Como se explicó en el apartado de “estudio anatómico gráfico y estadístico” dentro de “material y métodos”, para que el diferente tamaño de los especímenes no supusiera un problema metodológico y no ofrecer tan solo datos brutos incomparables entre sí, sino en relación con las diferentes longitudes de las cabezas, se dividió la fosa craneal anterior de cada cabeza en 5 zonas de igual tamaño entre sí. Cada una de las zonas representa el 20% del total de la superficie de esa fosa craneal en concreto siendo factible establecer comparaciones entre las mismas zonas de diferentes cabezas. Las áreas fueron siempre proporcionales a la longitud de cada fosa craneal. Las mediciones presentadas a continuación se recogieron en el punto más anterior de cada uno de los segmentos preformados (fig.31).

El límite anterior de nuestra división de la base craneal fue el borde posterior del seno frontal y el límite posterior fue la entrada del nervio óptico en la periórbita. Para mejorar la comprensión y hacer más intuitivos los resultados *nombramos cada una de las zonas formadas con un nombre fácil de recordar y cercano a alguna estructura anatómica con la que suele coincidir*. Es importante entender que, a pesar del nombre adquirido por cada zona en concreto, no tiene por qué coincidir estrictamente con esta

estructura anatómica. Simplemente, al representar cada zona el 20 % de cada fosa, por regla general, las diferentes áreas suelen coincidir con las mismas estructuras anatómicas. Así, asignamos los nombres; Zona 0 o Zona sinusal , Zona 1 o Zona presinusal, Zona 2 o Zona etmoidal anterior, Zona 3 o Zona interetmoidal y Zona 4 o Zona etmoidal posterior (fig.41).

FIGURA 41

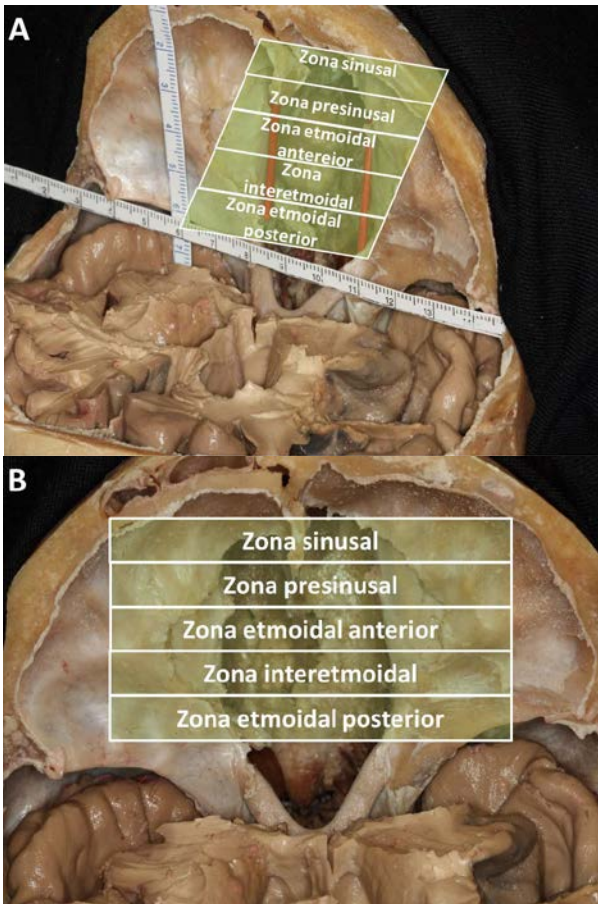


Fig.41. División en zonas de la fosa craneal anterior. Cada una de las zonas representa el 20% del total de la superficie de esa fosa craneal en concreto. **A)** Zona 0 o Zona sinusal, Zona 1 o Zona presinusal, Zona 2 o Zona etmoidal anterior, Zona 3 o Zona interetmoidal y Zona 4 o Zona etmoidal posterior. Para poder realizar todas mediciones con mayor precisión se colocaron bandas de silicona roja en la primitiva posición de las láminas papiráceas. **B)** El límite anterior de nuestra división de la base craneal fue el borde posterior del seno frontal y el límite posterior fue la entrada del nervio óptico en la periórbita. A pesar del nombre adquirido por cada zona en concreto, no tiene por qué coincidir estrictamente con esta estructura anatómica. Las mediciones no se realizaron al nivel de la estructura anatómica que coincide con el nombre de la zona, si no que se hicieron a nivel del borde superior de cada una de las zonas.

En las Tablas 3 y 4 se especifica el resultado de todas las mediciones tomadas en las 30 órbitas de los 15 especímenes cadavéricos disecados.

Tablas 3 y 4. Datos brutos sobre las medidas realizadas en la fosa craneal anterior completada la orbitotomía endoscópica y tras haber realizado la craneotomía y extracción de los lóbulos frontales.

	Díámetro CC	Zona1 Orb-Orb	Zona1 Li-Orb izq.	Zona1 Li-Orb dcha	Zona1 Pa-La izq.	Zona1 Pa-La dcha	Zona2 Orb-Orb	Zona2 Li-Orb izq.	Zona2 Li-Orb dcha	Zona2 Pa-La izq.	Zona2 Pa-La dcha
Cabeza 1	43	37	15	22	1	6	39	19	20	5	6
Cabeza 2	43	37	16	17	5	6	46	23	23	10	10
Cabeza 3	40	38	21	17	0	4	47	22	25	1	8
Cabeza 4	40	46	24	22	6	10	51	22	34	12	10
Cabeza 5	38	29	14	15	3	4	35	19	16	6	6
Cabeza 6	38	39	15	24	0	8	48	18	30	3	12
Cabeza 7	42	45	23	22	5	8	48	26	22	10	8
Cabeza 8	34	25	13	12	2	2	33	16	17	4	6
Cabeza 9	29	25	10	15	0	6	34	17	17	5	6
Cabeza 10	34	31	16	15	3	3	37	18	19	5	7
Cabeza 11	32	38	19	19	8	6	41	21	20	10	9
Cabeza 12	40	38	11	27	1	8	50	23	27	8	13
Cabeza 13	37	36	15	21	1	8	37	11	26	6	9
Cabeza 14	34	40	21	19	5	3	53	26	27	11	11
Cabeza 15	30	39	20	19	4	1	51	30	21	13	6

	Zona3 Orb-Orb	Zona3 Li- Orb izq.	Zona3 Li- Orb dcha	Zona3 Pa- La izq.	Zona3 Pa- La dcha	Zona4 Orb-Orb	Zona4 Li- Orb izq.	Zona4 Li- Orb dcha	Zona4 Pa- La izq.	Zona4 Pa- La dcha
Cabeza 1	46	23	23	9	7	49	27	22	10	7
Cabeza 2	42	21	21	8	8	44	21	23	9	10
Cabeza 3	58	29	29	9	9	43	23	20	7	4
Cabeza 4	53	29	24	13	12	40	21	19	5	4
Cabeza 5	31	16	15	7	6	30	15	15	4	4
Cabeza 6	55	28	27	10	12	46	25	21	7	7
Cabeza 7	45	25	20	10	6	37	21	16	6	3
Cabeza 8	39	19	20	6	9	35	18	17	5	5
Cabeza 9	36	17	19	4	7	32	16	16	3	3
Cabeza 10	36	18	18	5	6	31	16	15	3	4
Cabeza 11	40	20	20	9	9	32	16	16	6	6
Cabeza 12	51	26	25	10	12	42	21	21	6	6
Cabeza 13	45	25	20	10	13	42	22	20	7	7
Cabeza 14	52	26	26	10	9	55	27	23	11	6
Cabeza 15	52	29	23	11	9	50	26	24	10	9

Diámetro CC: Diámetro cráneo-caudal.

Orb-Orb: Distancia máxima entre los bordes óseos libres generados de lado a lado en el abordaje en ese punto.

Li-Orb izq: Distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita izquierda en ese punto.

Li-Orb dcha: Distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita derecha en ese punto.

Pa-La izq: Distancia desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en la órbita izquierda en ese punto.

Pa-La dcha: Distancia desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en la órbita derecha en ese punto.

El diámetro antero posterior medio de la etmoidectomía radical endoscópica fue de 36.33 mm con una desviación estándar (DE) de 4.5 mm. La etmoidectomía más pequeña midió 29 mm en el plano sagital y el más grande 43 mm, lo que nos da un rango de 14 mm. El diámetro biparietal medio medido a la altura del pterion fue de 106 mm con una DE 10.7 mm. La distancia interorbitaria anterior tuvo una media de 25.02 mm con una DE de 3.22 mm. La distancia interorbitaria posterior mostró una media de 26.09 mm con una DE de 2.88 mm.

Uno de los datos más destacables de los resultados es el hecho de que **en la Zona 0 o Zona sinusal no se logró generar mayor extensión lateral que la distancia interorbitaria anterior (25.02 ±2.88mm) mediante la orbitectomía supero medial en ninguna de las disecciones**. Los resultados referidos en las Tablas 3 y 4, así como los mostrados a continuación son, por tanto, los obtenidos de las zona 1 a la 4.

El diámetro máximo medio (de órbita a órbita) o distancia máxima media entre los bordes óseos libres generados en el abordaje aplicando la orbitotomía supero medial endoscópica se alcanzó en la Zona interetmoidal o Zona 3 (45.40±7.9mm) seguido de

cerca por el diámetro máximo medio conseguido en la Zona etmoidal anterior o Zona 2 (43.33 ± 7 mm). De forma aislada, la distancia máxima conseguida entre ambos bordes óseos igualmente perteneció a la conseguida en uno de los especímenes en el segmento interetmoidal o Zona 3, con un máximo de 58 mm. Curiosamente, sin coincidir con la media del grupo, la segunda medición aislada de mayor longitud conseguida se dio en la Zona etmoidal posterior o Zona 4 con un máximo diámetro de 55 mm (Tabla 5).

Tabla 5. Diámetros máximos analizados por zonas obtenidos mediante medición transcranial en los 15 especímenes tras el abordaje endonasal. (N=30 orbitectomías supero mediales).

	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Media \pm DE (mm)
ZONE 1 Presinusal	25	46	36.2 \pm 6.2
ZONE 2 Etmoidal anterior	33	53	43.33 \pm 7
ZONE 3 Interetmoidal	31	58	45.4 \pm 7.9
ZONE 4 Etmoidal posterior	30	55	40.53 \pm 7.6

Tabla 5. Diámetro de órbita a órbita máximo, mínimo y medio \pm desviación estándar o distancia máxima, mínima y media \pm DE entre los bordes óseos libres generados en el abordaje aplicando la orbitotomía supero medial endoscópica en cada zona medido en milímetros.

El segmento individual medio más ancho, medido como la distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita, se logró en la Zona interetmoidal izquierda ($23.4\pm 4.5\text{mm}$) seguido de cerca por la Zona etmoidal anterior derecha ($22.93\pm 5.1\text{mm}$) (fig.42).

La máxima distancia media desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en el techo orbitario se dio en la Zona interetmoidal derecha (8.93 ± 2.3) seguida por la Zona interetmoidal izquierda (8.73 ± 2.3) y a continuación por la Zona etmoidal anterior derecha (8.46 ± 2.3) (Tabla 6).

Tabla 6. Medidas tomadas de forma transcraneal de los segmentos generados tras el abordaje endonasal en los 15 especímenes. (N=30 orbitectomías supero mediales).

	Diámetro medio \pm DE (mm)	Distancia línea media-lado izq. media \pm DE (mm)	Distancia línea media-lado dcho. media \pm DE (mm)	Distancia papirácea-lado izq. media \pm DE (mm)	Distancia papirácea-lado dcho media \pm DE (mm)
ZONE 1 Presinusal	36.2 \pm 6.2	16.86 \pm 4.2	19.06 \pm 4	2.93 \pm 2.4	5.53 \pm 2.6
ZONE 2 Etmoidal anterior	43.33 \pm 7	20.73 \pm 4.6	22.93 \pm 5.1	7.26 \pm 3.5	8.46 \pm 2.3
ZONE 3 Interetmoidal	45.40 \pm 7.9	23.4 \pm 4.5	22 \pm 3.7	8.73 \pm 2.3	8.93 \pm 2.3
ZONE 4 Etmoidal posterior	40.53 \pm 7.6	21 \pm 4.1	19.2 \pm 3.1	6.6 \pm 2.5	5.66 \pm 2

Tabla 6. Análisis de las medidas tomadas en cada una de las zonas en la fosa craneal anterior tras la orbitotomía supero medial endoscópica.

-Diámetro medio \pm DE: Diámetro máximo medio (de órbita a órbita) o distancia máxima media entre los bordes óseos libres generados en el abordaje \pm desviación estándar medido en milímetros.

-Distancia línea media-lado izq. media \pm DE: Distancia media desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita izquierda \pm desviación estándar medido en milímetros.

-Distancia línea media-lado dcho. media \pm DE: Distancia media desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita derecha \pm desviación estándar medido en milímetros.

-Distancia papirácea-lado izq. media \pm DE: Distancia media desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en el techo orbitario izquierdo \pm desviación estándar medido en milímetros.

-Distancia papirácea-lado dcho. media \pm DE: Distancia media desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en el techo orbitario derecho \pm desviación estándar medido en milímetros.

La medición individual en la cual se consiguió una mayor resección ósea, medida desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en el techo orbitario fue de 13 mm y se dio, una vez en la Zona etmoidal anterior izquierda, una vez en la Zona interetmoidal derecha y una vez en la Zona interetmoidal izquierda.

Al analizar los datos de forma esquemática (fig.42) los gráficos de los diámetros máximos medios alcanzados por zonas muestran como las zonas interetmoidal y etmoidal anterior destacan en longitud por encima de las demás.

FIGURA 42

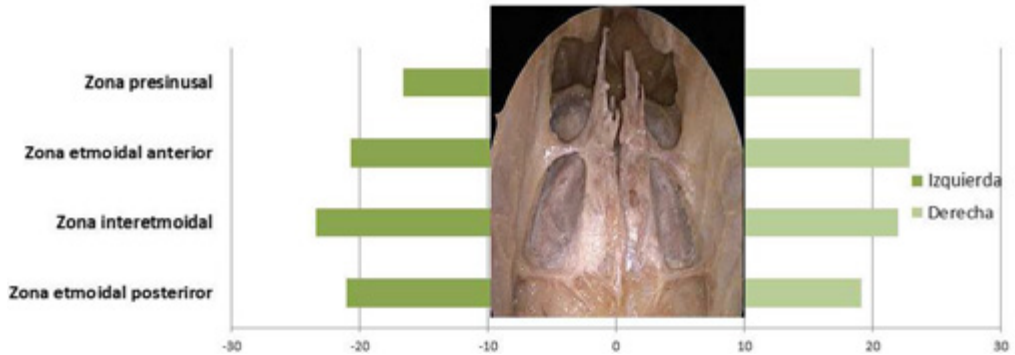


Fig.42. Diseño gráfico de los diámetros máximos medios alcanzados en cada zona. En medio de la gráfica un etmoides visto en 45° ha sido insertado para poder entender esquemáticamente el lugar al que pertenece cada zona. La graduación está representada en milímetros. El lado izquierdo se encuentra representado en números negativos. El lado derecho en números positivos.

Se realizó un estudio estadístico con el fin de analizar si existían diferencias estadísticamente significativas en la extensión lateral conseguida en cada lado tanto para la distancia considerada desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita, como para la distancia desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en el techo orbitario de cada lado.

Primero se aplicaron pruebas de normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk ($N < 30$). Todas las variables resultaron con una $p > 0.05$, por lo que se aceptó la normalidad de la muestra (Tabla 7). Para determinar la existencia de grado de resección condicionada por el lado se utilizó la prueba de t pareadas para variables

paramétricas (Tabla 8 y 9). La consideración de significación estadística se aceptó para valores de p menores a 0,05.

Tabla 7. Pruebas de normalidad.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
zona4izq	,167	15	,200 [*]	,916	15	,168
zona4dcha	,179	15	,200 [*]	,911	15	,138
zona4winizq	,170	15	,200 [*]	,942	15	,408
zona4windcha	,187	15	,166	,924	15	,220
zona3izq	,169	15	,200 [*]	,914	15	,155
zona3dcha	,170	15	,200 [*]	,973	15	,894
zona3winizq	,211	15	,070	,933	15	,304
zona3windcha	,222	15	,045	,890	15	,068
zona2izq	,114	15	,200 [*]	,980	15	,971
zona2dcha	,115	15	,200 [*]	,953	15	,576
zona2winizq	,178	15	,200 [*]	,951	15	,542
zona2windcha	,186	15	,174	,897	15	,084
zona1izq	,181	15	,200 [*]	,954	15	,595
zona1dhca	,112	15	,200 [*]	,973	15	,894
zona1winizq	,181	15	,200	,922	15	,205
zona1windcha	,171	15	,200 [*]	,947	15	,482

Tabla 7. Como $N < 30$, utilizamos Shapiro-Wilk. Para todas las variables $p > 0.05$, por lo que se acepta la normalidad.

Zona(x)izq: Distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita izquierda en ese punto.

Zona(x)dcha: Distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita derecha en ese punto.

Zona(x)winizq: Distancia desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en la órbita izquierda en ese punto.

Zona(x)windcha: Distancia desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en la órbita derecha en ese punto.

Al comparar las medias encontramos que la distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la Zona 1 o Zona presinusal fue estadísticamente significativa mayor ($p=0,014$) en la órbita derecha. De igual forma, al comparar la distancia media desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en la Zona 4 o Zona etmoidal posterior encontramos que fue estadísticamente significativa mayor ($p=0,005$) en la órbita izquierda en ese punto (Tabla 9).

Tabla 8. Paired Samples Test I.

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	zona4izq - zona4dcha	1,8000	2,0771	,5363	,6497	2,9503
Pair 2	zona4winizq - zona4windcha	,9333	1,7512	,4522	-,0364	1,9031
Pair 3	zona3izq - zona3dcha	1,4000	2,5298	,6532	-,0010	2,8010
Pair 4	zona3winizq - zona3windcha	-,2000	2,1112	,5451	-1,3691	,9691
Pair 5	zona2izq - zona2dcha	-2,2000	6,4165	1,6567	-5,7533	1,3533
Pair 6	zona2winizq - zona2windcha	-1,2000	3,8767	1,0010	-3,3468	,9468
Pair 7	zona1izq - zona1dcha	-2,2000	5,3745	1,3877	-5,1763	,7763
Pair 8	zona1winizq - zona1windcha	-2,6000	3,6016	,9299	-4,5945	-,6055

Tabla 8. Paired Samples Test (Prueba t pareadas). Comparación de medias, desviación estándar, valores máximos y mínimos medios en la extensión lateral al comparar la órbita izquierda y derecha. La media es positiva cuando la media en la extensión lateral fue mayor en la órbita izquierda. La media es negativa cuando la media en la extensión lateral fue mayor en la órbita derecha.

Zona(x)izq: Distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita izquierda en ese punto.

Zona(x)dcha: Distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita derecha en ese punto.

Zona(x)winizq: Distancia desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en la órbita izquierda en ese punto.

Zona(x)windcha: Distancia desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en la órbita derecha en ese punto.

Tabla 9. Paired Samples Test II.

Paired Samples Test				
		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	zona4izq - zona4dcha	3,356	14	,005
Pair 2	zona4winizq - zona4windcha	2,064	14	,058
Pair 3	zona3izq - zona3dcha	2,143	14	,050
Pair 4	zona3winizq - zona3windcha	-,367	14	,719
Pair 5	zona2izq - zona2dcha	-1,328	14	,205
Pair 6	zona2winizq - zona2windcha	-1,199	14	,250
Pair 7	zona1izq - zona1dhca	-1,585	14	,135
Pair 8	zona1winizq - zona1windcha	-2,796	14	,014

Tabla 9. Paired Samples Test (Prueba t pareadas). Comparación de medias para variables paramétricas para detectar diferencias en la extensión lateral estadísticamente significativas al comparar la órbita izquierda y derecha. La zona 4 izquierda (t positiva) y la zona 1 derecha (t negativa) obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para cada lado de dicha zona con una $p=0,014$ y $p=0,005$ respectivamente.

Zona(x)izq: Distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita izquierda en ese punto.

Zona(x)dcha: Distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita derecha en ese punto.

Zona(x)winizq: Distancia desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en la órbita izquierda en ese punto.

Zona(x)windcha: Distancia desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en la órbita derecha en ese punto.

La **hipótesis secundaria** de esta tesis contempla la posibilidad de que el conocimiento de los límites de este abordaje puedan ayudar en el futuro a los cirujanos de base de cráneo a decantarse por un cirugía endonasal endoscópica o por una operación transcraneal abierta al enfrentarse a una lesión asentada en la porción etmoidal de la base de cráneo anterior. Más adelante, en el apartado de “discusión”, se expondrán diferentes casos clínicos en los que, basados en los resultados arrojados por este trabajo de investigación, se aplicó la técnica endoscópica descrita.

VI. DISCUSIÓN

1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Hasta el momento la técnica quirúrgica detallada y sistematizada sobre cómo realizar una **orbitotomía supero medial endoscópica** no había sido descrita. En este trabajo se pormenorizan todas las fases necesarias para lograr una técnica quirúrgica óptima. Se detallan las dificultades que pueden surgir en cada paso y se especifica el camino a seguir para evitar dañar las estructuras contiguas.

El primer objetivo de esta tesis fue diseñado con la finalidad de poder realizar una descripción detallada y reproducible de la técnica endoscópica bajo las condiciones más reales posibles.

Para simular las condiciones más reales viables se trabajó con especímenes cadavéricos de alta calidad. Estos especímenes cumplieron los criterios de restricción impuestos y ninguno incluyo historia de trauma, cirugía o cualquier otra condición que pudiera alterar la zona a estudio. Todos los cadáveres fueron frescos y sin embalsamar para facilitar un mejor procesado. Todos los especímenes cadavéricos

fueron inyectados con silicona coloreada bajo la técnica explicada y conservados en alcohol al 67% mezclada con agua.

Ningún modelo diferente al espécimen cadavérico ha conseguido reproducir la complejidad del organismo humano. Los modelos actuales de plástico y otros simuladores quirúrgicos distan mucho de las sensaciones que posteriormente se obtienen en quirófano. Sin duda, el espécimen cadavérico es con mucho el mejor modelo posible a nivel docente e investigador. Este hecho es sobradamente conocido por las facultades de anatomía. A pesar de los años, las dificultades económicas y múltiples problemas derivados de las exigentes instalaciones que supone el mantenimiento de los cadáveres, se sigue enseñando anatomía con el mejor “simulador” posible del cuerpo humano vivo, que no es otro que el propio cuerpo humano sin vida. Los profesores de anatomía y los alumnos pueden trabajar con especímenes con una consistencia distinta a la real. Para fines docentes esta peculiaridad no reviste mayor importancia, sin embargo, para propósitos de simulación quirúrgica este paso se convierte en piedra angular. Si la consistencia del espécimen cadavérico varía demasiado respecto a la consistencia del tejido vivo la translación de un campo a otro puede no ser viable.

En este trabajo de investigación tras la inyección de las 15 cabezas preparadas, 9 obtuvieron una inyección de silicona coloreada óptima, con visualización arterial roja y venosa azul. Cuatro cabezas resultaron con inyección subóptima en las cuales tan

solo el árbol arterial resultó coloreado y en los 2 especímenes restantes no se pudo distinguir de forma adecuada los colores en ningún vaso. Quince de las 15 cabezas conservadas según se ha especificado obtuvieron una conservación ideal, con un tacto de los tejidos flexible y altamente similar a la consistencia del tejido humano sano (121;122).

Gracias a la forma de conservación utilizada en el Surgical Neuroanatomy Laboratory (SNL) los tejidos resultan extraordinariamente maleables y perduran con estas características en el tiempo. Esta propiedad confiere a estos especímenes la cualidad de poder ser utilizados como los mejores simuladores quirúrgicos posibles junto con los especímenes cadavéricos recién descongelados.

La diferencia fundamental entre los especímenes frescos y los conservados en el SNL es la infinitamente mayor capacidad de trabajo experimental a medio y largo plazo debido a que no se deterioran al sacarlos de su medio de conservación mientras que se trabaja y analiza la pieza, a diferencia de los cadáveres frescos.

Creemos que el hecho de que 4 cabezas resultaran con una inyección subóptima y 2 con una inyección nula no altera la capacidad de reproductibilidad del método para la cirugía endoscópica de base de cráneo.

Es ideal que las arterias y venas queden coloreadas. De esta forma el investigador puede diferenciar fácilmente si se trata de un tipo u otro de vaso. En el cuerpo humano vivo, cuando el cirujano se enfrenta a pequeños vasos en muchas ocasiones

no puede distinguir a primera vista si el vaso disecado se trata de una arteria o vena. Es el tacto y a veces, la forma de sangrar, pulsátil y roja o continua y marronácea, lo que permite catalogar un tipo de vaso y otro. En el modelo cadavérico ocurre algo similar. El problema viene dado por el hecho de que los especímenes cadavéricos, por supuesto, no sangran y algunos de los elementos de juicio se pierden. El tacto del vaso y, cuando conseguimos una correcta inyección, la apariencia del mismo, son los elementos que ayudan a diferenciar entre una pequeña arteria o vena. Sin embargo, hay un tercer elemento crucial en el que el cirujano se puede apoyar para diferenciar los diferentes tipos de vasos, tanto en el humano como en el espécimen. Son los criterios anatómicos, tan solo se pueden aplicar con vasos de un mínimo calibre pero se puede discernir qué tipo de vaso es sobre el que queremos actuar por su localización.

Bajo esta premisa es posible saber dónde queda alojada, por ejemplo, la carótida paraclival o la arteria oftálmica, sin necesidad de tocarla, de que sangre o de que se encuentre inyectada, en caso de disección cadavérica. Por lo tanto, debido a la reproductibilidad de las técnicas de base de cráneo, si las arterias etmoidales se encontraron inyectadas o el pequeño plexo venoso supraorbitario se encontraba relleno de silicona o no, pensamos que no alteró la calidad de las investigaciones realizadas (fig.43).

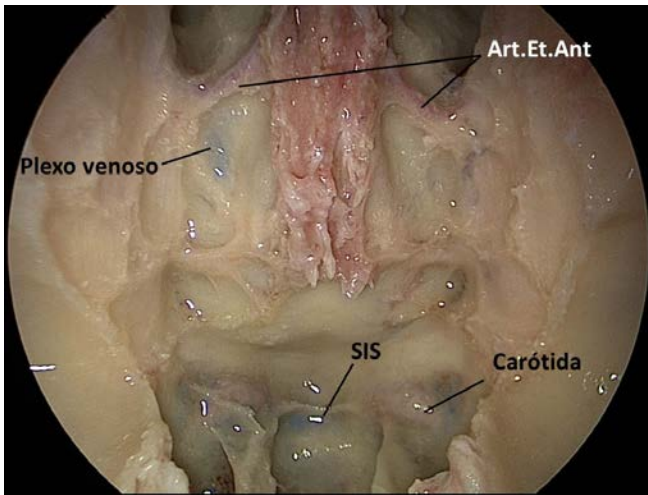


Fig.43. Etmoidectomía radical y esfenoidotomía en uno de los especímenes que obtuvieron correcta inyección. Obsérvese como se puede distinguir el seno intercavernoso superior (SIS) o un pequeño plexo venoso periorbitario. Nótese que, en caso de no tener la adecuada inyección, las arterias etmoidales anteriores y posteriores se pueden identificar perfectamente por criterios anatómicos.

En otro tipo de disecciones orientadas a la investigación posiblemente el resultado de la inyección siliconada de los especímenes sea clave, como por ejemplo disecciones de la vascularización cerebral supratentorial o similares. Sin embargo, en las técnicas de base de cráneo

opinamos que el tacto y las propiedades maleables de los tejidos se postulan mucho más importantes.

Este trabajo de investigación, como se ha especificado, se desarrolló por completo en el “Walter L. Copeland Laboratory”, concretamente en el SNL. Los cirujanos del Department of Neurological Surgery trabajan en estrecha colaboración con el laboratorio y las investigaciones que en este se desarrollan tienen aplicación directa sobre la práctica clínica habitual si las investigaciones se muestran seguras y

consistentes. Con la experiencia ganada tras la realización de 30 orbitectomías supero mediales, y una vez realizada la precisa descripción técnica necesaria para generar la osteotomía supraorbitaria, tal y como se describe en el apartado de resultados, los cirujanos de base de cráneo del centro aplicaron esta técnica exactamente de la forma descrita como parte de algunos de los procedimientos realizados en pacientes de la UPMC en los cuales buscaban mayor extensión lateral al llevar a cabo un abordaje endonasal expandido transetmoidal a la fosa craneal anterior. En el **CD 1 ADJUNTO EN EL MATERIAL ADICIONAL** se pueden visualizar dos orbitotomías supero mediales. En el *VIDEO 1* se puede ver una orbitectomía sobre la órbita izquierda en un paciente con una gran hiperostosis del techo orbitario secundaria a un gran meningioma del surco olfatorio con extensión lateral sobre la órbita. Durante el video se puede observar cómo se cumplen detalladamente los pasos quirúrgicos necesarios tal y como se describe en este trabajo de investigación. En el *VIDEO 2* se muestra una orbitectomía hecha sobre una órbita derecha. En vez de utilizar un motor de alta velocidad se utiliza una punta comedora de hueso mediante aspiración ultrasónica. Los pasos quirúrgicos diseñados en este trabajo de investigación se repiten sistemáticamente.

La descripción detallada y por pasos de cómo realizar una orbitotomía supero medial endoscópica queda claramente definida en esta tesis. Los cirujanos que aplicaron esta técnica se basaron por completo en las definiciones aquí descritas. Creemos que los videos mostrados son una prueba de la fácil translación del laboratorio al quirófano y

de cómo la descripción técnica realizada sirve para realizar con seguridad la orbitotomía.

Como se ha especificado en el primer párrafo de esta sección, no existe en la literatura una definición de cómo realizar una orbitectomía supero medial, mucho menos un estudio detallado de la misma ni en cadáver ni en paciente vivo. Tan solo el grupo de Pittsburgh apunta de forma somera (50;113) que es posible alcanzar regiones por encima de la órbita de forma endonasal. Ningún tipo de estudio posterior o de desarrollo quirúrgico de cómo realizar tal propósito ha sido encontrado. La elaboración de la técnica a seguir para realizar una orbitotomía supero medial endoscópica, aunque sencilla, queda especificada con 6 pasos claros y ordenados.

2. ACCESO SUPERO MEDIAL

Los especímenes cadavéricos tienen sus limitaciones cuando se quieren realizar equivalencias con el paciente que encontramos en la mesa de quirófano. Es cierto que los especímenes bien preparados y conservados probablemente sean los mejores simuladores quirúrgicos con los que contamos en la actualidad. Ningún modelo animal o simulador virtual puede reproducir la anatomía humana con tanta precisión y similitud a las circunstancias reales. Sin embargo, hay factores extra anatómicos relevantes que se dan durante la cirugía que no se pueden encontrar en un espécimen cadavérico.

La tensión y a veces el miedo que experimenta el cirujano que no quiere añadir morbilidad a su acto quirúrgico reina durante todo el acto quirúrgico. Es el factor que determina en la mayoría de las ocasiones hasta donde se puede exponer, hasta donde se puede resear o hasta qué punto avanza la cirugía. No es exagerado afirmar que, habitualmente, cuando se realiza una exéresis tumoral incompleta es debido a la intención del equipo quirúrgico de preservar estructuras contiguas difíciles de disecar. Evitar un mayor daño al enfermo suele ser la máxima durante las cirugías. Calibrar la radicalidad y el beneficio quirúrgico en términos de morbilidad es el denominador común en neurocirugía en general y en la base de cráneo en concreto.

Los especímenes cadavéricos, por suerte o por desgracia, no son capaces en circunstancias normales de reproducir esta situación de tensión que se produce con el enfermo durante la cirugía. Esto tiene sus ventajas, ya que experimentalmente permite al investigador ir más allá de lo que iría durante un acto quirúrgico estándar, pero a su vez, esta es la gran limitación de las investigaciones realizadas sobre cadáveres. La misma persona que ha realizado una técnica sobre un espécimen a veces no la puede consumir en la paciente. Esto es debido a la señalada falta de “tensión” o miedo al daño secundario derivado de su acto.

Durante esta tesis se ha contado con este hecho y se tuvo muy presente desde que se diseñó la investigación. Se planteó un método a través del cual se pudiera reproducir esa “tensión” durante la disección cadavérica y generar de esta forma resultados aún más extrapolables.

Se idearon barreras o normas en forma de “criterios de detención”. Si durante las disecciones el investigador sobrepasaba esta barrera, o dicho de otro modo, si incumplía algún criterio de detención, la disección se pararía en ese preciso instante y los resultados obtenidos se contarían justo hasta el momento de la detención.

Los dos grandes criterios de detención fueron:

- *Desgarro en el periórbita subyacente superior a 3 mm.*

- *Desgarro en la duramadre de la fosa craneal anterior superior a 3 mm.*

El desgarro de la periórbita probablemente suponga el criterio más emblemático de esta filosofía de trabajo. Un desgarro periorbitario superior a 3 mm puede que en el paciente ordinario suponga una salida de grasa del interior de la órbita a la cavidad nasal. Esta salida de grasa podría llegar a reducir el campo visual y suponer un obstáculo para continuar con la cirugía. Asimismo, podría generar una falta de tensión en el interior de la cuenca ocular e impedir la disección correcta del techo orbitario suponiendo un gran inconveniente para completar la orbitotomía supero medial. Sin embargo, de forma aislada, no tendría que ser un criterio definitivo que obligase a detener una cirugía.

En esta investigación, por el contrario, se ha establecido como una barrera que interrumpe la disección. Entendemos que un desgarro periorbitario superior a 3mm supone una retracción quirúrgica excesiva y una relajación en la técnica de disección. En otras palabras, traspasar este criterio de detención supone, en circunstancias normales, atravesar la barrera que separa una disección delicada y cuidadosa de una disección brusca y rápida.

En *30 de 30 órbitas disecadas se pudo acceder a la cara medial de la órbita* sin producir un desgarro periorbitario. Este dato habla de la delicadeza y seriedad con las que se realizaron las disecciones endoscópicas durante esta investigación. Recordemos que la lámina papirácea adquiere su nombre por sus particulares propiedades, extremadamente fina y delicada, muy sensible a la fractura debido a su

grosor reducido. El acceso a la cara medial de la órbita de forma endonasal queda limitado por esta lámina. Su disección de la periórbita no siempre es fácil ya que en ocasiones se encuentra muy adherida a esta membrana que, como es norma, muestra un grosor variable y por momentos extremadamente fino.

Cuando atendemos a las *disecciones detenidas durante el acceso a la cara superior de la órbita tenemos que 6 de 30 orbitotomías fueron detenidas* por desgarro periorbitario superior a 3 mm (Tabla 1). Este es un punto extremadamente importante. Al recolectar los resultados nos reafirmamos en que los criterios de detención fueron realmente válidos e imprimían a las disecciones un carácter de realismo importante.

Los desgarros periorbitarios se produjeron fundamentalmente en las áreas más cercanas al nervio óptico. La proximidad del nervio óptico conlleva una mayor tensión sobre la membrana periorbitaria lo que la hace más sensible a la tracción. Creemos que este criterio consiguió imprimir a la disección el realismo que pretendía, no solo a través de implicar mayor atención en la técnica endoscópica, sino también aproximando más la disección cadavérica a los potenciales problemas que pudiéramos encontrar en el enfermo real.

El desgarro en la duramadre de la fosa craneal anterior superior a 3 mm es el criterio de detención clave de esta tesis. Se estableció nuevamente con una doble finalidad, añadir otro criterio que obligará a mantener la “tensión” diferente al desgarro de la

periórbita, y simular las preocupaciones que el cirujano encontraría al realizar una orbitotomía supero medial endoscópica. Principalmente no generar un daño añadido al encéfalo alojado en la fosa craneal anterior. Una mínima excoriación en la dura no supone mayor impedimento que la supuesta generación de una posible fistula de LCR, en sí misma, de nuevo, no tendría que ser un impedimento para continuar la orbitotomía. Un desgarro dural considerable expone el parénquima cerebral y hace imposible continuar con la orbitotomía. La corteza cerebral queda vulnerable a cualquier agresión con los instrumentos de disección y el cerebro cae sobre la órbita al no contar con la sujeción dural.

Las orbitotomías detenidas debido a un desgarro dural mayor de 3 mm fueron un total de 18. Tan solo 6 se pudieron extender hasta que el ángulo de disección impidió proseguir.

Estos datos revelan que, con mucho, lo habitual es finalizar la técnica debido a un desgarro dural. El investigador, conforme fue avanzando en el número de orbitotomías realizadas, fue consciente de ello sin necesidad de recurrir a la estadística. Normalmente, cuando se llega a una posición de lateralidad extrema la disección no puede perpetrarse de forma fina. Los instrumentos comedores de hueso, afilados, realizan su trabajo en ángulos imposibles y finalmente acontece el desgarro dural.

Tan solo 6 de las 30 orbitectomías fueron detenidas de forma precoz, todas la detenciones precoces fueron debidas a un desgarro dural prematuro (fig.44). Recordemos que el término “detención precoz” queda relegado a aquellas disecciones donde, a pesar de trabajar cómodamente, lejos de ángulos de trabajo comprometidos, se transgredió alguno de los criterios de detención.

Recalcar nuevamente que la detención precoz nunca implicó que no se pudieran terminar las 6 fases necesarias para completar la orbitotomía supero medial. Simplemente alude al hecho de que a pesar de un ángulo de trabajo confortable el cirujano no tuvo la suficiente habilidad como para disecar con éxito la duramadre. Otra posible explicación para entender estas detenciones precoces sería la particular anatomía de determinados especímenes con un techo orbitario especialmente adherido a la duramadre superior. Recordemos que de las 6 detenciones precoces, 4 pertenecían a 2 cabezas. Órbita derecha e izquierda.

FIGURA 44

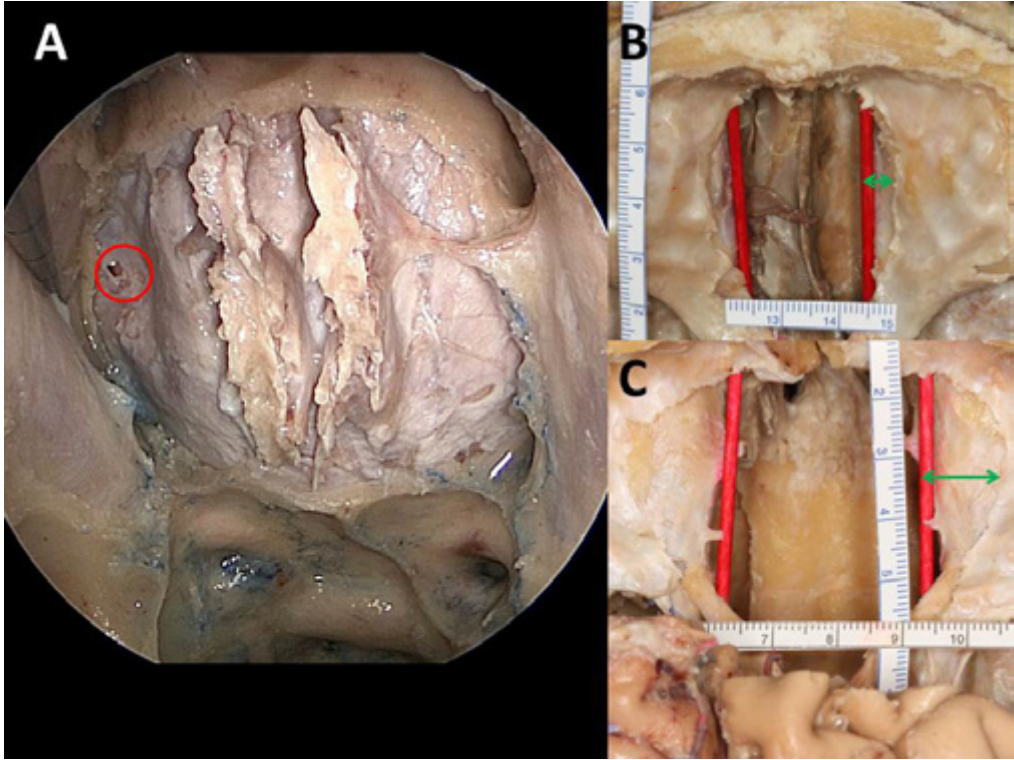


Fig.44. A) Imagen endoscópica con lente angulada 45° de un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada durante el proceso de disección de la orbitotomía supero medial. Nótese como se ha producido un desgarro dural (*círculo rojo*) llegando a los límites más laterales de la orbitotomía, donde el ángulo de disección ya no es el adecuado. Consideramos esta rotura como normal o esperable y no la encuadramos dentro del grupo de detecciones precoces. **B)** Espécimen cadavérico durante el proceso de medición del abordaje realizado previamente vía endoscópica. Se han resecado ambos lóbulos frontales y se puede observar la base craneal anterior por completo. Las láminas de silicona roja representan la posición primitiva de las papiráceas. Este es uno de los especímenes en los que se produjo una detención prematura de la orbitectomía en ambas orbitas. Obsérvese como la distancia entre el borde libre óseo del techo orbitario y la lámina papirácea es pequeño (*flecha verde de dos puntas*). Estas orbitectomías se encuadraron dentro del grupo de “detenciones precoces” ya que la rotura dural no era esperable de forma tan temprana. **C)** Mismo espécimen que en “A” visto desde arriba tras realizar el abordaje bifrontal para la medición. Nótese como la distancia entre el borde libre óseo del techo orbitario y la lámina papirácea es considerable (*flecha verde de dos puntas*). Este espécimen se encuadro dentro del grupo de detecciones esperables.

Si bien lo habitual es terminar desgarrando la dura cuando el ángulo de trabajo es forzado, podríamos pensar que la rotura dural precoz traduce la falta de cuidado del operador en los 6 casos. Queremos hacer notar al lector que durante las 6 roturas dures prematuras se disecó con la misma atención e intención que en el resto de las orbitotomías. Las diferencias entre los especímenes existen, igual que entre los individuos vivos, y pensamos que las roturas dures precoces responden, concretamente, a membranas meníngeas particularmente finas o adheridas al techo orbitario. Por mucho empeño que se puso en intentar salvar este obstáculo, el investigador no fue capaz de seguir disecando sin obtener más que el mismo resultado en el mismo espécimen. Este hecho, creemos, reafirma en nuestra hipótesis y añade valor a estas roturas o detenciones precoces de la técnica. El estudio pretende poder ser extrapolado a la media poblacional donde, como en el cadáver, se encuentran diferencias en las personas. Pensamos que estos resultados ratifican la utilidad de esta barrera y conceden a las disecciones un carácter de realismo importante.

El estudio anatómico estuvo marcado por la tensión que genera querer evitar una pronta detención de la técnica y cada maniobra fue medida y estudiada para evitar incidentes. Anecdóticamente le puede interesar saber al lector que, puntualmente, la tensión generada por no producir un desgarro periorbitario o dural fue tal que obligaba al investigador a detenerse durante periodos de tiempo variables para

descansar, relajarse y aliviar tensión. Escena similar a las observadas en los quirófanos reales tras pasar por fases quirúrgicas especialmente complicadas.

Probablemente estos criterios supongan uno de los puntos de controversia más importantes de este trabajo de investigación. Atendiendo a los resultados y analizando las distancias conseguidas hasta su cumplimiento creemos que estiman de forma muy aproximada la distancia máxima lateral que se puede lograr mediante la orbitectomía supero medial.

Podrían ser criticados por pecar de conservadores y argumentar que en el paciente real se puede generar una orbitotomía supero medial más extensa. La circulación de la sangre hace que baje la temperatura en el campo quirúrgico evitando el adelgazamiento por fricción que puede sufrir la duramadre y la consecuente adhesión al techo orbitario. Los tejidos son más distensibles en el organismo humano vivo y la tracción que se puede ejercer en el enfermo posiblemente supere a la que se puede realizar en el cadáver. Los instrumentos de trabajo del quirófano pueden estar más afilados que los del laboratorio, etc, etc,.. Podríamos crear una larga lista de críticas por las cuales no poder extrapolar nuestros resultados al campo quirúrgico real argumentando su excesiva restricción o su permisiva concepción. Con todo, pensamos que nuestros resultados aproximan la experimentación a lo que se puede

vivir en un quirófano. Los criterios de detención de la técnica juegan un papel clave en este punto.

Ha de tenerse presente que estos criterios derivaron de la experiencia de disección previa. Cuando surgió la hipótesis de trabajo en el SNL se intentó crear una investigación seria y reproducible desde que se diseñó el estudio. Los diferentes fellows y cirujanos de base de cráneo aportaron sus ideas basadas en la experiencia en quirófano y laboratorio para el diseño de las barreras establecidas.

Opinamos que los resultados obtenidos apoyan el acierto en estos criterios y que tan solo investigaciones futuras en pacientes reales podrán esclarecer si realmente los límites laterales señalados tienen el valor que creemos. Lamentablemente, como se ha señalado, no existe en la literatura nada similar con lo que comparar nuestros resultados. El acceso a la porción supero medial de la órbita de forma endoscópica tan solo se ha manejado en la literatura de manera sucinta (50). Esta investigación constituye en determinados aspectos un trabajo pionero en la cirugía endonasal endoscópica expandida transetmoidal. Nuevamente no encontramos trabajos ni de disección, ni intraoperatorios, con los que comparar los criterios de detención o los diferentes aspectos que nos han llevado hasta nuestras conclusiones.

3. EXTENSIÓN LATERAL

Pinheiro-Neto et al. (103) publicó en un estudio con 14 especímenes cadavéricos que el diámetro antero posterior (AP) de la etmoidectomía radical siguiendo una técnica de disección similar a la utilizada aquí era de 31.08 mm con una desviación estándar de 4.43 mm. Batra et al. (67) publicó en un estudio con 10 cadáveres en el que el diámetro medio que encontraron fue de 33.7 mm. Nuestros resultados muestran un diámetro AP de 36.33 mm con una desviación estándar de 4.5mm. Tanto la desviación estándar como el diámetro medio mostraron unos resultados similares a los encontrados en la literatura. Es destacable que nuestro diámetro medio es dos milímetros y medio mayor que el de Batra et al. y 4 mm mayor que el de Pinheiro-Neto et al. Este hecho puede ser debido al difuso límite posterior de la etmoidectomía, como se ha recalado en la introducción. Si bien tras realizar un Draf III la pared posterior del seno frontal marca un claro límite anterior, el límite posterior viene dado por la transición esfeno-etmoidal, punto donde el etmoides se articula con el planum esfenoidal. Intracranalmente esta sutura queda bien marcada y si se reseca la duramadre es fácilmente visible. Sin embargo, endoscópicamente este límite es artificial y no hay forma de diferenciar de forma precisa donde acaba y donde empieza cada estructura. Durante nuestras disecciones quisimos apurar la etmoidectomía y, como se ha señalado en otros apartados, tendimos a sobrepasar la

unión esfeno-etmoidal unos milímetros hasta la entrada del canal del nervio óptico en la órbita (fig.27B). Nuestro diámetro medio AP, por lo tanto y atendiendo a este hecho, se encuentra en perfecta armonía con los resultados publicados.

El diámetro biparietal medio medido a la altura del pterion fue de 106 mm con una DE 10.7 mm. La distancia interorbitaria anterior tuvo una media de 25.02 mm con una DE de 3.22 mm. La distancia interorbitaria posterior mostró una media 26.09 mm con una DE de 2.88 mm. Estas distancias son muy similares a las presentadas en la literatura por diferentes autores (49;67;103). Asumimos que tanto los diámetros obtenidos en el plano sagital como en el coronal, como medidas antropométricas, se adaptan a las medias esperables para una muestra de distribución normal. Los resultados son equiparables a mediciones obtenidas tanto en estudios radiológicos como endoscópicos (90), lo que apoya que nuestros especímenes son representativos de la media esperada.

A continuación entramos de lleno en el análisis de los resultados obtenidos en las mediciones de la FCA. Después de haber practicado las orbitectomía supero mediales endoscópicas y poder analizar cada zona o punto métrico gracias al abordaje bicoronal y doble lobectomía frontal que permitió la correcta toma de medidas son destacables dos hechos. **El primero atiende a que en la Zona 0 o Zona sinusal no se consiguiera mayor extensión lateral que la distancia interorbitaria anterior**

(25.02 ±3.22 mm). El segundo es que el segmento que mayor diámetro medio de órbita a órbita fuera la Zona 3 o Zona interetmoidal (45.40±7.9 mm).

La cirugía endonasal endoscópica tiene sus limitaciones en el tratamiento de la patología del seno frontal. El receso del frontal y los ostium de estos senos son fáciles de diseccionar y exponer. Estas maniobras constituyen en sí mismas la solución a muchos problemas funcionales de los senos frontales, como sinusitis crónicas o agudas. Con todo, el tratamiento de la patología alojada en el interior del frontal, a no ser que sea aspirable, escapa de la posibilidad del tratamiento endoscópico endonasal en la actualidad. Posiblemente en un futuro no muy lejano, con el perfeccionamiento del instrumental quirúrgico, las lesiones localizadas en el frontal que obligan a posiciones con angulaciones endoscópicas extremas puedan ser abordadas de forma totalmente endonasal. Hoy en día, con el material disponible, la microdissección fina y con la técnica de las 4 manos no es posible. La posición extremadamente anterior la Zona sinusal junto con la necesidad de lateralidad añadida al realizar la orbitectomía supero medial hacen imposible concebir disecciones delicadas. Tan solo con lentes de seno frontal de 70° es posible el trabajo con la visión suficiente. Por desgracia, ver no es bastante en cirugía endoscópica y la maniobrabilidad ha de acompañarse de la visualización.

En consonancia con este hecho hay que destacar que al comparar las medias encontramos que la distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la Zona 1 o Zona presinusal fue estadísticamente significativa mayor ($p=0,014$) en la órbita derecha. Esta zona, después de la Zona Sinusal o Zona 0, es en la que se encontró mayor afectación en lo referente a los ángulos de trabajo. Cuanto más anterior es la zona a disecar, mas forzado el ángulo de trabajo. En la Zona Sinusal este fenómeno originó la imposibilidad de extensión lateral. En la Zona presinusal conllevó que, al ser diestro el operador fuera en la órbita izquierda donde mayor extensión se consiguiera. Creemos que este hecho fue debido dos factores.

El primero alude a la posibilidad de cruzar en mayor grado los instrumentos. El operador introduce el disector o el motor de alta velocidad por la fosa nasal izquierda. Al trabajar sobre la órbita derecha se puede acceder a porciones más laterales sin necesidad de utilizar instrumentos curvos.

El segundo factor podría deberse a que al disecar la órbita izquierda en posiciones tan anteriores, donde el confort es reducido y el espacio estrecho, el cirujano hace los movimientos finos con su mano más hábil de forma constante. En la órbita derecha, en las zonas tan anteriores, si el operador pretende llegar a las porciones más laterales ha de cruzar los instrumentos, esta maniobra requiere que el las herramientas de trabajo sean introducidas por la fosa nasal izquierda y por lo tanto hendidas con la mano menos hábil del investigador, diestro en este caso.

Por otro lado, el mayor diámetro medio de órbita a órbita obtenido fue el interetmoidal o Zona 3 (45.40 ± 7.9 mm). En contraposición a la Zona sinusal el perfecto ángulo de trabajo que se mantiene en esta zona durante gran parte de la técnica sumado a la distancia relativamente grande con el nervio óptico explican estas cifras. Algo similar ocurre con la en la Zona etmoidal anterior o Zona 2, segundo mayor diámetro medio obtenido con 43.33 ± 7 mm. Este segmento, al igual que el anterior, se encuentra en una posición intermedia. La lejanía incluso mayor que en la zona interetmoidal del ápex orbitario hace posible un trabajo de disección algo más permisiva con la tracción sobre la periórbita, sin embargo, el ángulo de trabajo, mas forzado por la mayor proximidad del seno frontal, hace que las disecciones en posiciones extremas conlleven mayor dificultad.

Es curioso que en uno de los 15 especímenes se alcanzó un diámetro máximo de órbita a órbita en la Zona 4 o Etmoidal posterior de 55 mm. Es una medición aislada y la media de las disecciones en ese grupo no reflejan la potencial generalización de dicho resultado. De hecho, fue la tercera zona, tan solo por delante de la presinusal o zona1, en longitud media. Este dato subraya la necesidad de realizar estudios anatómicos con un mínimo número de especímenes en la fosa craneal anterior. Las diferencias interindividuales en esta región son grandes y están sometidas a diferencias considerables entre las distintas cabezas.

Al comparar la distancia media desde la lámina papirácea primitiva hasta el borde óseo libre generado en la Zona 4 o Zona etmoidal posterior encontramos que fue estadísticamente significativa mayor ($p=0,005$) en la órbita izquierda en ese punto (Tabla 9). La capacidad de extensión lateral en este segmento fue establecida por la limitación al ejercer presión en la proximidad del nervio óptico. El nervio óptico genera una tensión sobre la periórbita circundante que reduce la capacidad de tracción de la misma. Una presión excesiva sobre esta membrana se traduce de forma inmediata en un desgarro periorbitario o en una potencial lesión del óptico.

En la Zona 4 o Zona etmoidal posterior la facultad de conseguir extensión lateral viene determinada por la exquisita resección ósea. Es evidente que una disección fina ha de acompañarse de una visualización óptima. Cuanto mejor sea la visión al disecar más acertada será la maniobra a ejecutar.

En la técnica de las 4 manos con las que se disecaron los especímenes la óptica entra por la fosa nasal derecha. El no tener que aplicar ángulos de trabajo forzados en la zona más posterior del campo de disección el cirujano puede cruzar por completo la óptica hacia el lado izquierdo ofreciendo una visión panorámica y clara de la anatomía. El ojo de pez de las ópticas endoscópicas añade un extra de visión. El trabajo con la lente cruzada permite evitar puntos ciegos e inspeccionar arriba y abajo del nervio óptico con casi total libertad si el abordaje es adecuado. Este hecho explica, en nuestra opinión, que la resección ósea comprendida desde la primitiva

lámina papirácea fuera estadísticamente significativa mayor ($p=0,005$) en el lado izquierdo en comparación con el derecho donde la óptica, al entrar por la fosa nasal derecha, no puede ofrecer la misma variedad de imágenes que al trabajar cruzada.

El segmento individual medio más ancho, medido como la distancia desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita, se logró en la Zona interetmoidal izquierda ($23.4\pm 4.5\text{mm}$) seguido de cerca por la Zona etmoidal anterior derecha ($22.93\pm 5.1\text{mm}$) y en tercer lugar por la Zona interetmoidal derecha ($22\pm 3.7\text{mm}$).

Atendiendo a la figura 45 podríamos decir que las medias de las distancias obtenidas adoptan una forma tipo “paréntesis”. En las porciones más anteriores de la disección se ven obstaculizadas principalmente por el ya comentado forzado ángulo de trabajo y en las porciones más posteriores por la limitada tracción que se puede realizar sobre la periórbita conforme se aproxima la entrada del nervio óptico (fig.45).

FIGURA 45

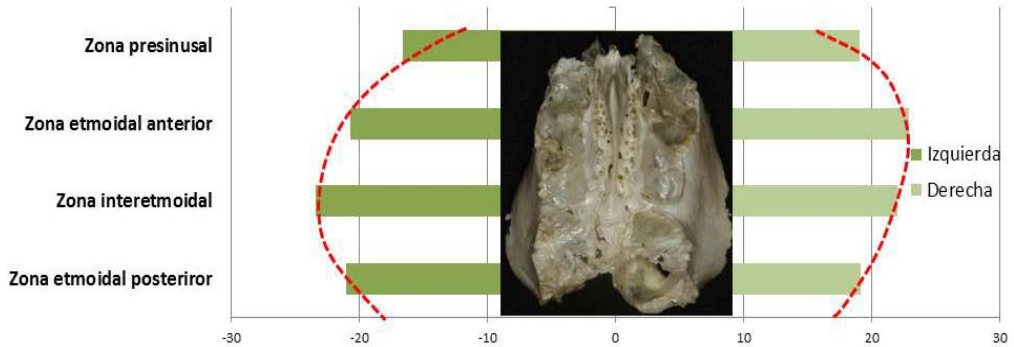


Fig.45. Resultados de las distancias medias desde la línea media hasta el borde óseo libre generado en la órbita de cada lado. Las medias se encuentran representadas mediante esquema de barras horizontal. El 0 es la línea media y la escala está representada en milímetros. Las *líneas rojas discontinuas* marcan los bordes laterales de cada barra. La unión de los bordes laterales de todas las zonas hace que las líneas rojas adopten forma de paréntesis encontrando asimetría lateral en las porciones superior e inferior.

La máxima distancia media desde la lámina papirácea hasta el borde óseo libre generado en el techo orbitario se dio en la Zona interetmoidal derecha (8.93 ± 2.3) seguida por la Zona interetmoidal izquierda (8.73 ± 2.3) y a continuación por la Zona etmoidal anterior derecha (8.46 ± 2.3). Esto explica porque el diámetro máximo conseguido de órbita a órbita se dio en la Zona interetmoidal.

Consideramos que estos datos son realmente relevantes y prácticos. De forma directa y a modo de esquema, el cirujano de base de cráneo endoscópica podría pensar aproximadamente a nivel de la arteria etmoidal anterior, claramente visible en TACs

de corte fino (60;77), y entre ambas arterias etmoidales, puede rebajar aproximadamente algo menos de un cm a cada lado de la órbita.

No sabemos si la resección de la lámina papirácea y de casi un centímetro de techo orbitario puede conllevar alteraciones oculares a largo plazo. Estudios futuros serán necesarios para esclarecer este hecho pero atendiendo a conceptos puramente mecánicos la dinámica de movimiento ocular no tendría que verse alterada. El contenido de la periórbita se encuentra bien empaquetada por esta membrana que a su vez se halla sostenido tanto por el anillo de Zinn de forma distal como por el sistema ligamentario osteomuscular de los músculos rectos y oblicuos a la cuenca ocular. La pared lateral y, lo que es más importante, el suelo de la órbita quedan íntegras con esta técnica por lo que el sustento mecánico queda asegurado y la gravedad no debería de representar mayor problema.

A continuación, como muestra del “*feed-back*” entre el *Surgical Neuroanatomy Laboratory* y el *Department of Neurological Surgery* se exponen 3 casos clínicos en los que, a la luz de los resultados obtenidos en esta investigación, decantaron a los cirujanos del departamento a realizar una cirugía endonasal totalmente endoscópica.

Es de vital importancia hacer comprender al lector que el autor de esta tesis no pretende generar una indicación quirúrgica tan solo por el mero hecho de que quirúrgicamente sea posible. Hay infinidad de casos en neurocirugía en los que quirúrgicamente es posible realizar una operación pero que otros tratamientos parecen

más adecuados dependiendo de la edad, comorbilidades del paciente, experiencia del equipo, etc...

Un schwannoma del VIII par craneal de 1 centímetro intra-extracanalicular en algunos centros se operaría y en otros se trataría mediante radiocirugía. La posibilidad de que resección quirúrgica no significa que obligatoriamente sea la mejor opción ya que son muchos los factores que pueden influir en el resultado final.

De forma similar, la posibilidad de alcanzar una lesión de forma endonasal no tiene que traducir su extirpación por esta vía.

El autor opina que lesiones como la expuesta en el caso clínico 1, donde se muestra un meningioma gigante del surco olfatorio, han de ser operadas mediante abordajes convencionales en la mayoría de los centros, incluso en centros de alta especialización en base de cráneo. Las técnicas transcraneales abiertas han demostrado su seguridad y buenos resultados. Es todavía dudoso el teórico beneficio de no manipular el cerebro que ofrecen técnicas endoscópicas a cambio de una gran dilatación del tiempo quirúrgico, un aumento en complejidad técnica y fundamentalmente un incremento en el riesgo de fístula de LCR.

En otras ocasiones, como es el caso clínico número 2, donde se muestra un pequeño meningioma etmoidal unilateral, la vía de abordaje depende más de la experiencia del equipo y de las preferencias del paciente que de los resultados oncológicos y de

morbi-mortalidad ya que tanto la vía transcraneal como el vía transnasal se han mostrado seguras.

El caso número 3, un estesioneuroblastoma con extensión supraorbitaria predominantemente derecha, quizás muestre el paradigma de utilidad de esta tesis. En la cirugía con intención curativa de este tipo de lesiones la resección puramente endoscópica se ha mostrado superior en cuanto a los resultados oncológicos se refiere (26). La capacidad de extensión lateral de las técnicas endoscópicas puede determinar la decisión de los cirujanos entre planificar un abordaje combinado, endonasal y transcraneal, o exclusivamente endoscópico endonasal.

Este trabajo de investigación no intenta defender una técnica endonasal versus otra transcraneal. Únicamente fue concebida para intentar juzgar con datos objetivos si técnicamente era posible la resección endoscópica endonasal de la porción medial y superior de la órbita y que además este abordaje fuera reproducible. Adicionalmente se pretendió aportar medidas sobre cuán lateral se puede llegar a ser a extensión en el plano coronal en función de la porción de la órbita en que nos encontráramos.

La decisión sobre si las técnicas endonasales aportan mejores o peores resultados, son más o menos seguras o están indicadas o no queda completamente fuera de los objetivos de la tesis. Es responsabilidad de cada cirujano utilizar los datos aquí encontrados de la forma que crea más adecuada. Sopesar en cada caso cuando las

osteotomías supero mediales generan un beneficio oncológico al paciente y cuando originan un daño que podría ser potencialmente evitado mediante una craneotomía.

4. CASOS CLÍNICOS

4.1 Caso Clínico Ilustrativo 1

Abordaje endoscópico endonasal a la base de cráneo anterior con orbitotomía supero medial *bilateral*.

Antecedentes

Varón de 52 años diestro con deterioro visual progresivo y pérdida de olfato junto con trastorno de la personalidad. La exploración física no mostró ningún déficit neurológico.

La resonancia magnética (RM) preoperatoria reveló una masa extra axial localizada sobre la base de cráneo anterior con realce homogéneo y efecto masa sobre ambos lóbulos frontales. Las secuencias potenciadas en T1 y T2 mostraban características sólidas de la masa. La RM en el plano coronal mostró como la lesión poseía una amplia base de implantación con extensión sobre ambos techos orbitarios (fig.46A).

Operación y curso postoperatorio

Se realizó un abordaje completamente endoscópico endonasal a la base de cráneo anterior con etmoidectomía total (fig.46C) que se completó con orbitotomías supero mediales bilaterales (fig.46D y E). Se resecaron bilateralmente las porciones mediales de ambos techos orbitarios. Solo tras haber quitado las porciones supero mediales de las órbitas y haber retraído de forma adecuada la periórbita se pudo observar con claridad toda la base de implantación de la lesión.

Se realizó un vaciamiento tumoral agresivo para promover el colapso de la cápsula tumoral y de esta forma disminuir masa tumoral. Las pulsaciones naturales del cerebro conforme el cerebro se fue re expandiendo gradualmente, y cierta presión intracraneal existente previamente facilitaron la retracción tumoral y la medialización de las paredes de la masa dentro de los límites óseos del abordaje endoscópico generado. El vaciamiento tumoral y la disección extracapsular fueron generando una lesión cada vez más pequeña. Aplicando esta técnica de disección, junto con la orbitectomía supero medial, se pudieron extirpar las áreas más laterales de la masa. En este paciente, debido a la hiperostosis del hueso del techo orbitario secundaria a la característica base de implantación de los meningiomas, la orbitectomía supero medial fue más sencilla. La duramadre se encontraba empujada hacia arriba por la hiperostosis de tal forma que existía un pequeño espacio entre la periórbita y la dura de forma natural (VIDEO 1). Los hallazgos histológicos confirmaron que la lesión se

trataba de un meningioma. El paciente fue dado de alta a los 5º día de la intervención. Seis meses tras la intervención el paciente mostró mejoría en el trastorno de personalidad. La olfacción no se recuperó. La RM postoperatoria mostró resección total (fig.46B).

FIGURA 46

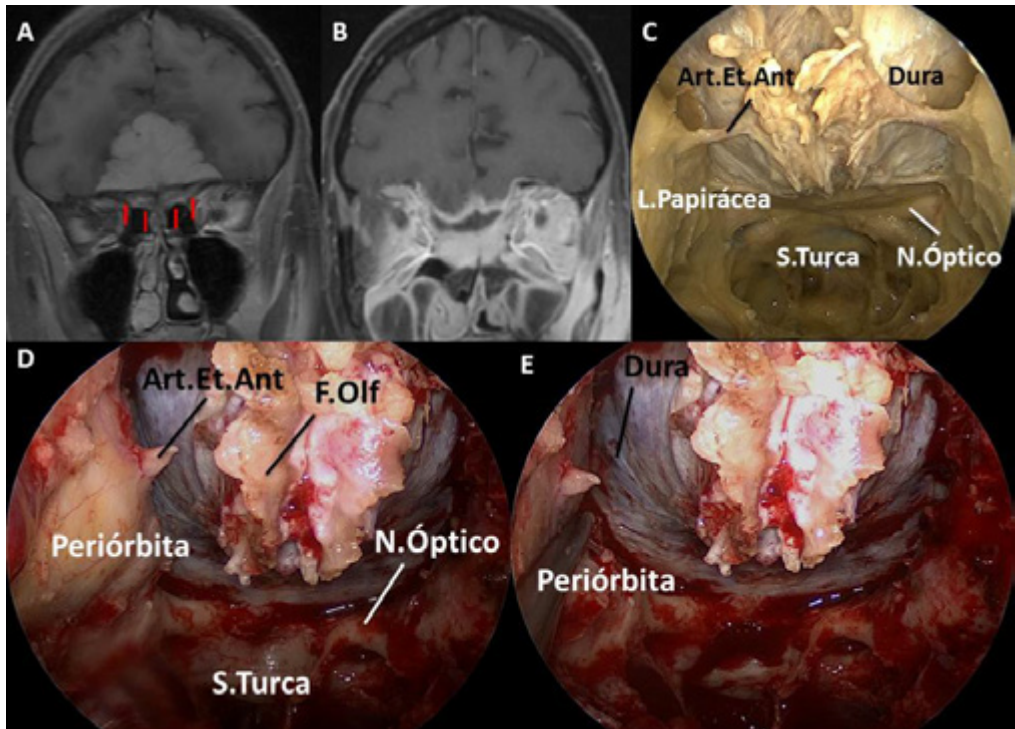


Fig.46. A) RM potenciada en T1 con contraste en plano coronal. Masa extra axial localizada sobre la base de cráneo anterior con realce homogéneo y efecto masa sobre ambos lóbulos frontales. Nótese la amplia base de implantación con extensión sobre ambos techos orbitarios. Las *flechas rojas* señalan la hiperostosis en la base craneal anterior. **B)** RM postoperatoria

potenciada en T1 con contraste en plano coronal. Resección total de la lesión sin resto a nivel de la base de implantación. **C)** Etmoidectomía total realiza con técnica endoscópica con lente de 0° en un espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada. Obsérvese como el techo etmoidal se ha resecado en su totalidad y se puede divisar la duramadre de la fosa craneal anterior. Este paso es siempre necesario de forma uni o bilateral antes de realizar la orbitotomía supero medial. **D)** Imagen intraoperatoria tomada con óptica de 0° tras completar la orbitotomía supero medial en el lado derecho del paciente. Nótese como la lámina papirácea se resecó en su totalidad. Los filamentos olfatorios protruían hacia la cavidad nasal empujados por la masa tumoral supra yacente al no tener el sostén óseo que lo impida. Nótese la duramadre expuesta sin retracción orbitaria. **E)** Imagen intraoperatoria con óptica de 0°. Nótese la exposición dural lateral con suave retracción de la periórbita.

Art.Et.Ant: Arteria etmoidal anterior. Dura: Duramadre. L.Papirácea: Lámina papirácea. S.Turca: Silla turca. N.Óptico: Nervio óptico. F.Olf: Filamentos olfatorios.

4.2 Caso Clínico Ilustrativo 2

Resección endoscópica endonasal craneal anterior *unilateral* con orbitotomía supero medial *unilateral*.

Antecedentes

Mujer de 66 años de edad diestra con cefalea. La exploración física no mostró ningún déficit neurológico. La resonancia magnética (RM) preoperatoria reveló una masa extra axial localizada en el surco olfatorio derecho con extensión sobre el techo con realce homogéneo y efecto masa sobre el lóbulo frontal derecho (fig. 47A). Se presentaron diferentes opciones terapéuticas a la paciente pero la paciente insistió en operarse. Se propuso cirugía endonasal endoscópica a través de una única fosa nasal.

Operación y curso postoperatorio

Se realizó una cirugía endoscópica endonasal unilateral a la base de cráneo anterior para intentar minimizar el daño secundario al abordaje en las fosas nasales y así tratar de conservar la olfacción (fig.47C y D). En este caso se utilizó un aspirador ultrasónico con punta comedora de hueso (Sonopet® Ultrasonic Aspirator) en vez de motor de alta velocidad convencional (VIDEO 2). La orbitectomía supero medial se puede lograr mediante el uso de fresas telescópicas acopladas al motor de alta velocidad, kerrisons o diferentes instrumentos comedores de hueso. El aspirador

ultrasónico Sonopet® se utilizó en este caso concreto para tratar de mejorar el control debido al espacio reducido que ofrece el abordaje mediante una única fosa nasal.

Los hallazgos histológicos confirmaron que la lesión se trataba de un meningioma. La enferma fue dada de alta a los 4 días de la intervención. La RM preoperatoria en secuencia FLAIR mostraba extenso edema en el lóbulo frontal derecho. Seis meses tras la intervención el edema frontal había desaparecido por completo. Aunque se necesitan estudios consistentes futuros que lo demuestren, una de las ventajas de los abordajes endonasales podrían redundar en el hecho de que al minimizar la retracción y exposición cerebral (120) los cambios vistos en las secuencias FLAIR de la RM tienen a su completa resolución (fig.47E y F). A pesar del abordaje unilateral la paciente perdió la olfacción. La RM postoperatoria mostró resección total (fig.47B).

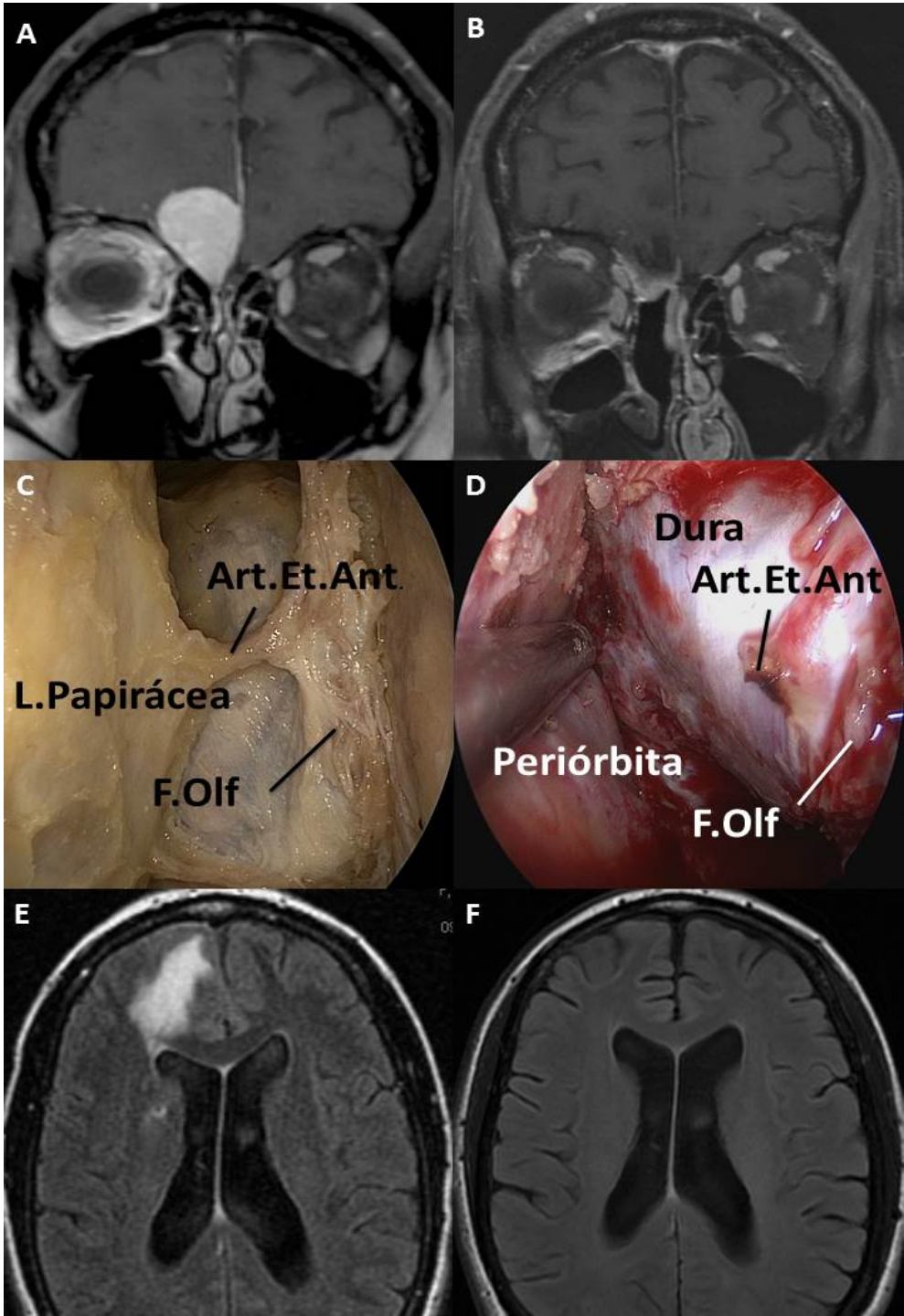


Fig.47. A) La RM preoperatoria reveló una masa extra axial localizada en el surco olfatorio derecho con extensión sobre el techo orbitario con realce homogéneo y efecto masa sobre el lóbulo frontal derecho. **B)** RM postoperatoria potenciada en T1 con contraste plano coronal. La RM mostró una resección total de la lesión tras el abordaje unilateral. La resección completa fue posible gracias a la orbitotomía supero medial derecha. **C)** Imagen de espécimen cadavérico inyectado con silicona coloreada con óptica de 45°. Nótese la etmoidectomía unilateral completa “clásica”. Obsérvese que el límite lateral es la lámina papirácea. **D)** Imagen intraoperatoria que muestra el resultado final después del abordaje completo. Obsérvese la duramadre sobre el techo orbitario tras ejercer suave retracción de la periórbita. **E)** RM preoperatoria en secuencia FLAIR en plano axial mostrando extenso edema sobre el lóbulo frontal derecho. **F)** Mismo corte en RM postoperatoria en secuencia FLAIR en plano axial 6 meses después de la intervención mostrando total recuperación de los hallazgos previos.

Art.Et.Ant: Arteria etmoidal anterior. *L.Papirácea:* Lámina papirácea. *F.Olf:* Filamentos olfatorios. *Dura:* Duramadre.

4.3 Caso Clínico Ilustrativo 3

Resección endoscópica endonasal de la base craneal anterior con orbitotomía supero medial *unilateral*.

Antecedentes

Varón de 51 años de edad con clínica de pérdida de olfacción y epistaxis derecha. La RM demostró la presencia de una lesión localizada en la cavidad nasal con captación de contraste heterogénea y erosión del techo etmoidal así como invasión de la fosa craneal anterior y efecto masa sobre el lóbulo frontal derecho. La masa presentaba extensión lateral por encima del techo orbitario en forma parcialmente quística (fig.48A).

Operación y curso postoperatorio

Se decidió realizar un abordaje endonasal endoscópico expandido a la fosa craneal anterior de forma bilateral con orbitotomía supero medial derecha para la exposición y resección tumoral radical.

Gracias a la orbitotomía derecha se pudo ver tejido cerebral sano perteneciente al lóbulo frontal, lateral a la porción quística tumoral (fig.48F).

El diagnóstico histológico fue de esteseoneuroblastoma. La RM postoperatoria determinó resección tumoral total (fig.48B).

FIGURA 48

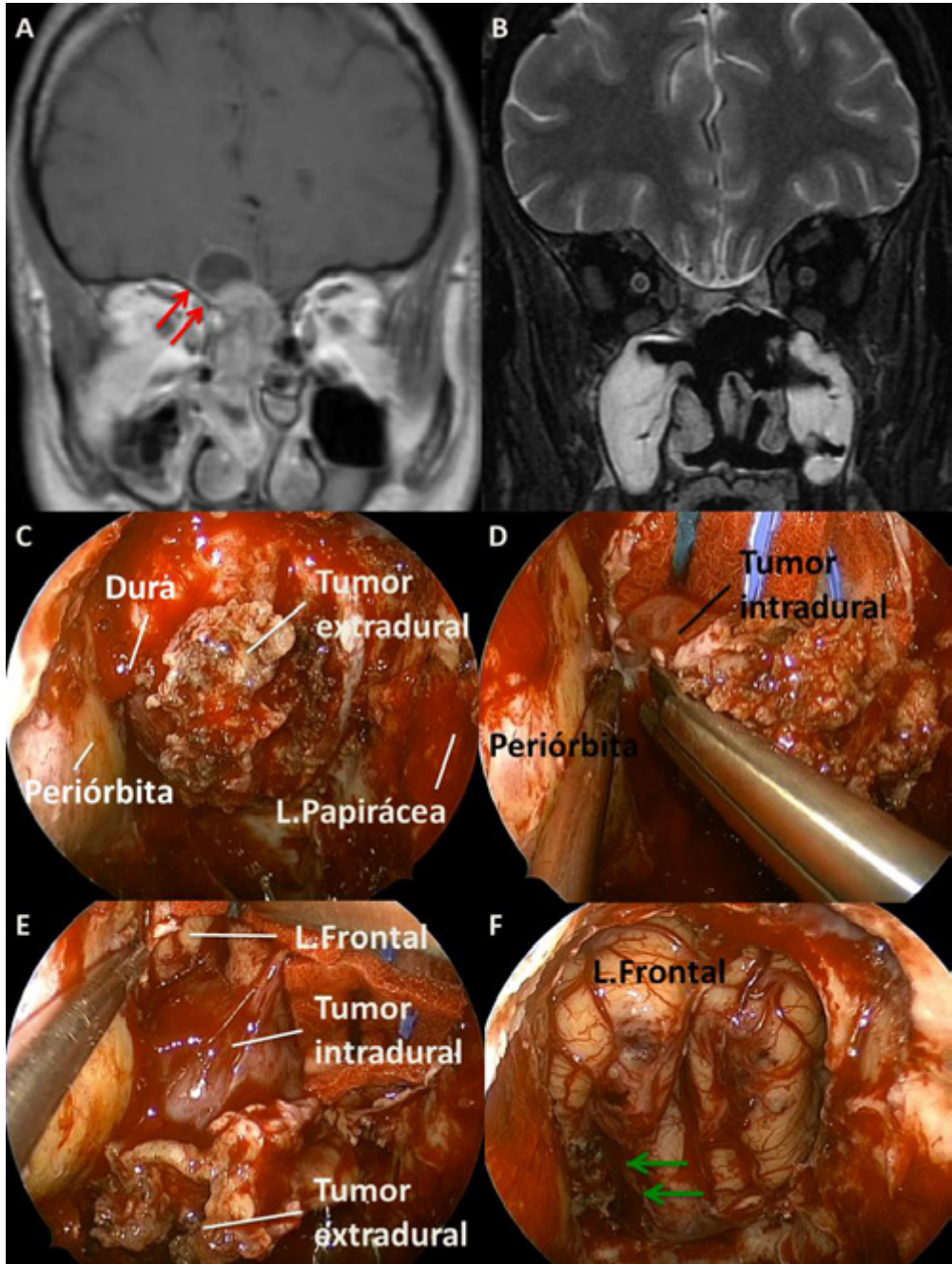


Fig.48. **A)** La RM preoperatoria potenciada en T1 con contraste plano coronal mostró una lesión localizada en la cavidad nasal con captación de contraste heterogénea y erosión del techo etmoidal así como invasión de la fosa craneal anterior y efecto masa sobre el lóbulo frontal derecho. Las *flechas rojas* muestran extensión lateral por encima del techo orbitario en forma parcialmente quística. **B)** RM postoperatoria potenciada en T2, plano coronal, mostró resección total sin cambios de intensidad de señal en lóbulos frontales. **C)** Imagen intraoperatoria con óptica de 0° que muestra la resección endoscópica endonasal dentro de la cavidad nasal realizando resección craneofacial anterior radical junto con orbitotomía supero medial derecha. Nótese que la lámina papirácea ha sido reseçada así como el techo orbitario permitiendo una mayor exposición dural lateral. **D)** Imagen intraoperatoria con óptica de 0° mostrando como el cirujano empuja la periórbita para poder alcanzar el margen lateral de la lesión intradural una vez completada la orbitotomía. **E)** Imagen intraoperatoria con óptica de 0° mostrando como la porción lateral del lóbulo frontal aparece después de la resección tumoral parcial. **F)** Imagen intraoperatoria con óptica de 0° tras la resección tumoral completa. Las *flechas verdes* señalan el lugar donde se encontraba la porción quística de la lesión. Nótese como es posible ver tejido cerebral normal lateral al lugar donde se encontraba la porción quística.

Dura: Duramadre. L.Papirácea: Lámina papirácea. L.Frontal: Lóbulo frontal.

VII. CONCLUSIONES

1. Muchas de las lesiones situadas en la base de craneal anterior con amplia base de implantación que no se limitan a la línea media y se extienden lateralmente más allá de las láminas papiráceas pueden ser abordadas de forma completamente endonasal endoscópica.

1.1 La realización de la orbitotomía supero medial endoscópica (resección de la porción medial y superior de la órbita mediante cirugía totalmente endoscópica) es viable y reproducible siguiendo los siguientes pasos; planificación de la orbitotomía, resección de la lámina papirácea, corte de las arterias etmoidales, exposición del techo orbitario, adelgazamiento del techo orbitario y por último resección del techo orbitario.

2. La realización de la orbitotomía supero medial puede dar acceso a lesiones situadas al menos, medio centímetro lateral a las láminas papiráceas.

2.1 En 60% de las ocasiones el desgarro de la duramadre al trabajar en angulos de trabajo forzados fue la cuasa de la detención de la técnica.

3. La zona donde mayor extensión lateral se ha podido alcanzar corresponde a la situada entre ambas arterias etmoidales con una media de 8 mm y un diámetro medio de $45,40 \pm 7$ mm.

3.1 La extensión lateral desde la línea media en la zona más próxima al nervio óptico izquierdo fue significativamente mayor ($p=0,014$) que en el lado derecho ($21 \pm 4,1$ mm vs $19,2 \pm 3$ mm).

3.2 La extensión lateral en el lado derecho desde la lámina papirácea en la porción más próxima al seno frontal fue significativa mayor ($p=0,005$) que en el lado izquierdo ($2,93 \pm 2$ mm vs $5,5 \pm 2$ mm).

3.3 Los resultados experimentales presentados en esta tesis son prometedores, pero se necesitan estudios prospectivos clínicos que continúen esta línea de investigación y permitan confirmar si los datos obtenidos son completamente aplicables en la práctica quirúrgica.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- (1) Hegazy HM, Carrau RL, Snyderman CH, Kassam A, Zweig J. Transnasal endoscopic repair of cerebrospinal fluid rhinorrhea: a meta-analysis. *Laryngoscope* 2000; 110(7):1166-1172.
- (2) McMains KC, Gross CW, Kountakis SE. Endoscopic management of cerebrospinal fluid rhinorrhea. *Laryngoscope* 2004; 114(10):1833-1837.
- (3) Carrau RL, Snyderman CH, Kassam AB. The management of cerebrospinal fluid leaks in patients at risk for high-pressure hydrocephalus. *Laryngoscope* 2005; 115(2):205-212.
- (4) Carrau RL, Kassam AB, Snyderman CH. Pituitary surgery. *Otolaryngol Clin North Am* 2001; 34(6):1143-55, ix.
- (5) Liu JK, Das K, Weiss MH, Laws ER, Jr., Couldwell WT. The history and evolution of transsphenoidal surgery. *J Neurosurg* 2001; 95(6):1083-1096.
- (6) Frank G, Sciarretta V, Mazzatenta D, Farneti G, Modugno GC, Pasquini E. Transsphenoidal endoscopic approach in the treatment of Rathke's cleft cyst. *Neurosurgery* 2005; 56(1):124-128.
- (7) Frank G, Sciarretta V, Calbucci F, Farneti G, Mazzatenta D, Pasquini E. The endoscopic transnasal transsphenoidal approach for the treatment of cranial base chordomas and chondrosarcomas. *Neurosurgery* 2006; 59(1 Suppl 1):ONS50-ONS57.
- (8) Kassam A, Thomas AJ, Snyderman C, Carrau R, Gardner P, Mintz A et al. Fully endoscopic expanded endonasal approach treating skull base lesions in pediatric patients. *J Neurosurg* 2007; 106(2 Suppl):75-86.
- (9) Kassam A, Snyderman CH, Mintz A, Gardner P, Carrau RL. Expanded endonasal approach: the rostrocaudal axis. Part II. Posterior clinoids to the foramen magnum. *Neurosurg Focus* 2005; 19(1):E4.
- (10) Kassam A, Snyderman CH, Mintz A, Gardner P, Carrau RL. Expanded endonasal approach: the rostrocaudal axis. Part I. Crista galli to the sella turcica. *Neurosurg Focus* 2005; 19(1):E3.
- (11) Jho HD, Ha HG. Endoscopic endonasal skull base surgery: Part 3--The clivus and posterior fossa. *Minim Invasive Neurosurg* 2004; 47(1):16-23.

- (12) Shohet MR, Laedrach K, Guzman R, Raveh J. Advances in approaches to the cranial base: minimizing morbidity. *Facial Plast Surg* 2008; 24(1):129-134.
- (13) Jho HD, Ha HG. Endoscopic endonasal skull base surgery: Part 2--The cavernous sinus. *Minim Invasive Neurosurg* 2004; 47(1):9-15.
- (14) Fernandez-Miranda JC, Morera VA, Snyderman CH, Gardner P. Endoscopic EndonasalTransclival Approach to the Jugular Tubercle. *Neurosurgery* 2011.
- (15) Kassam AB, Snyderman C, Gardner P, Carrau R, Spiro R. The expanded endonasal approach: a fully endoscopic transnasal approach and resection of the odontoid process: technical case report. *Neurosurgery* 2005; 57(1 Suppl):E213.
- (16) Morera VA, Fernandez-Miranda JC, Prevedello DM, Madhok R, Barges-Coll J, Gardner P et al. "Far-medial" expanded endonasal approach to the inferior third of the clivus: the transcondylar and transjugular tubercle approaches. *Neurosurgery* 2010; 66(6 Suppl Operative):211-219.
- (17) Batra PS, Citardi MJ, Worley S, Lee J, Lanza DC. Resection of anterior skull base tumors: comparison of combined traditional and endoscopic techniques. *Am J Rhinol* 2005; 19(5):521-528.
- (18) Owusu Boahene KD, Lim M, Chu E, Quinones-Hinojosa A. Transpalpebral orbitofrontal craniotomy: a minimally invasive approach to anterior cranial vault lesions. *Skull Base* 2010; 20(4):237-244.
- (19) Prevedello DM, Doglietto F, Jane JA, Jr., Jagannathan J, Han J, Laws ER, Jr. History of endoscopic skull base surgery: its evolution and current reality. *J Neurosurg* 2007; 107(1):206-213.
- (20) Batra PS, Luong A, Kanowitz SJ, Sade B, Lee J, Lanza DC et al. Outcomes of minimally invasive endoscopic resection of anterior skull base neoplasms. *Laryngoscope* 2010; 120(1):9-16.
- (21) Grosvenor AE, Laws ER. The evolution of extracranial approaches to the pituitary and anterior skull base. *Pituitary* 2008; 11(4):337-345.
- (22) Raza SM, Garzon-Muvdi T, Gallia GL, Tamargo RJ. Craniofacial Resection of Midline Anterior Skull Base Malignancies: A Reassessment of Outcomes in the Modern Era. *World Neurosurg* 2011.
- (23) de Divitiis O, de Divitiis E. Endoscopic Endonasal versus Open Transcranial Resection of Anterior Midline Skull Base Meningiomas: A Systematic Review of Outcomes. *World Neurosurg* 2011.

- (24) Couldwell WT. Endoscopic endonasal approach to anterior skull base meningiomas. *Neurosurg Focus* 2011; 30(5):E4.
- (25) Van Gompel JJ, Frank G, Pasquini E, Zoli M, Hoover J, Lanzino G. Expanded endonasal endoscopic resection of anterior fossa meningiomas: report of 13 cases and meta-analysis of the literature. *Neurosurg Focus* 2011; 30(5):E15.
- (26) Folbe A, Herzallah I, Duvvuri U, Bublik M, Sargi Z, Snyderman CH et al. Endoscopic endonasal resection of esthesioneuroblastoma: a multicenter study. *Am J Rhinol Allergy* 2009; 23(1):91-94.
- (27) Lubbe D, Semple P, Fagan J. Advances in endoscopic sinonasal and anterior skull base surgery. *S Afr Med J* 2008; 98(8):623-625.
- (28) Xie NP. [Intranasal endoscopic surgery on the anterior cranial fossa via the anterior skull base]. *Di Yi Jun Yi Da Xue Xue Bao* 2003; 23(9):920-921.
- (29) Stippler M, Gardner PA, Snyderman CH, Carrau RL, Prevedello DM, Kassam AB. Endoscopic endonasal approach for clival chordomas. *Neurosurgery* 2009; 64(2):268-277.
- (30) Kassam AB, Prevedello DM, Carrau RL, Snyderman CH, Thomas A, Gardner P et al. Endoscopic endonasal skull base surgery: analysis of complications in the authors' initial 800 patients. *J Neurosurg* 2011; 114(6):1544-1568.
- (31) Husain Q, Patel SK, Soni RS, Patel AA, Liu JK, Eloy JA. Celebrating the golden anniversary of anterior skull base surgery: reflections on the past 50 years and its historical evolution. *Laryngoscope* 2013; 123(1):64-72.
- (32) Boseley ME, Tami TA. Endoscopic management of anterior skull base encephaloceles. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2004; 113(1):30-33.
- (33) Messina A, Bruno MC, Decq P, Coste A, Cavallo LM, de Divittis E et al. Pure endoscopic endonasal odontoidectomy: anatomical study. *Neurosurg Rev* 2007; 30(3):189-194.
- (34) Laufer I, Anand VK, Schwartz TH. Endoscopic, endonasal extended transsphenoidal, transplanum transtuberculum approach for resection of suprasellar lesions. *J Neurosurg* 2007; 106(3):400-406.
- (35) Pinheiro-Neto CD, Prevedello DM, Carrau RL, Snyderman CH, Mintz A, Gardner P et al. Improving the design of the pedicled nasoseptal flap for skull base reconstruction: a radioanatomic study. *Laryngoscope* 2007; 117(9):1560-1569.

- (36) Hadad G, Bassagasteguy L, Carrau RL, Mataza JC, Kassam A, Snyderman CH et al. A novel reconstructive technique after endoscopic expanded endonasal approaches: vascular pedicle nasoseptal flap. *Laryngoscope* 2006; 116(10):1882-1886.
- (37) Fernandez-Miranda JC, Gardner PA, Snyderman CH. Endoscopic endonasal approach for tuberculum sellae meningiomas. *Neurosurgery* 2011; 69(1):E260-E261.
- (38) Gardner PA, Kassam AB, Thomas A, Snyderman CH, Carrau RL, Mintz AH et al. Endoscopic endonasal resection of anterior cranial base meningiomas. *Neurosurgery* 2008; 63(1):36-52.
- (39) Fernandez-Miranda JC, Gardner PA, Prevedello DM, Kassam AB. Expanded endonasal approach for olfactory groove meningioma. *Acta Neurochir (Wien)* 2009; 151(3):287-288.
- (40) Komotar RJ, Starke RM, Raper DM, Anand VK, Schwartz TH. Endoscopic Endonasal versus Open Transcranial Resection of Anterior Midline Skull Base Meningiomas: A Systematic Review of Outcomes. *World Neurosurg* 2011.
- (41) Sekhar LN, Tariq F, Ferreira M. What Is the Best Approach to Resect an Anterior Midline Skull Base Meningioma in 2011? Microsurgical Transcranial, Endonasal Endoscopic, or Minimal Access Cranial? *World Neurosurg* 2011.
- (42) Kim BJ, Kim DW, Kim SW, Han DH, Kim DY, Rhee CS et al. Endoscopic versus traditional craniofacial resection for patients with sinonasal tumors involving the anterior skull base. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2008; 1(3):148-153.
- (43) Zimmer LA, Theodosopoulos PV. Anterior skull base surgery: open versus endoscopic. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2009; 17(2):75-78.
- (44) Eloy JA, Vivero RJ, Hoang K, Civantos FJ, Weed DT, Morcos JJ et al. Comparison of transnasal endoscopic and open craniofacial resection for malignant tumors of the anterior skull base. *Laryngoscope* 2009; 119(5):834-840.
- (45) Liu JK, Christiano LD, Patel SK, Tubbs RS, Eloy JA. Surgical nuances for removal of olfactory groove meningiomas using the endoscopic endonasal transcribriform approach. *Neurosurg Focus* 2011; 30(5):E3.
- (46) Greenfield JP, Anand VK, Kacker A, Seibert MJ, Singh A, Brown SM et al. Endoscopic endonasal transethmoidal transcribriform transfovea ethmoidalis approach to the anterior cranial fossa and skull base. *Neurosurgery* 2010; 66(5):883-892.
- (47) Dehdashti AR, Ganna A, Witterick I, Gentili F. Expanded endoscopic endonasal approach for anterior cranial base and suprasellar lesions: indications and limitations. *Neurosurgery* 2009; 64(4):677-687.

-
- (48) de Divitiis E, Esposito F, Cappabianca P, Cavallo LM, de Divitiis O, Esposito I. Endoscopic transnasal resection of anterior cranial fossa meningiomas. *Neurosurg Focus* 2008; 25(6):E8.
- (49) Jho HD, Ha HG. Endoscopic endonasal skull base surgery: Part 1--The midline anterior fossa skull base. *Minim Invasive Neurosurg* 2004; 47(1):1-8.
- (50) Snyderman CH, Pant H, Carrau RL, Prevedello D, Gardner P, Kassam AB. What are the limits of endoscopic sinus surgery?: the expanded endonasal approach to the skull base. *Keio J Med* 2009; 58(3):152-160.
- (51) Snyderman CH, Carrau RL, Kassam AB, Zanation A, Prevedello D, Gardner P et al. Endoscopic skull base surgery: principles of endonasal oncological surgery. *J Surg Oncol* 2008; 97(8):658-664.
- (52) Peris-Celda M, Kucukyuruk B, Monroy-Sosa A, Funaki T, Valentine R, Rhoton AL, Jr. The recesses of the sellar wall of the sphenoid sinus and their intracranial relationships. *Neurosurgery* 2013; 73(2 Suppl Operative):117-131.
- (53) Labib MA, Prevedello DM, Fernandez-Miranda JC, Sivakanthan S, Benet A, Morera V et al. The medial opticocarotid recess: an anatomic study of an endoscopic "key landmark" for the ventral cranial base. *Neurosurgery* 2013; 72(1 Suppl Operative):66-76.
- (54) Rhoton AL, Jr. The anterior and middle cranial base. *Neurosurgery* 2002; 51(4 Suppl):S273-S302.
- (55) de Notaris M, Solari D, Cavallo LM, D'Enza AI, Ensenat J, Berenguer J et al. The "suprasellar notch," or the tuberculum sellae as seen from below: definition, features, and clinical implications from an endoscopic endonasal perspective. *J Neurosurg* 2012; 116(3):622-629.
- (56) Wang J, Bidari S, Inoue K, Yang H, Rhoton A, Jr. Extensions of the sphenoid sinus: a new classification. *Neurosurgery* 2010; 66(4):797-816.
- (57) Rhoton AL, Jr. The sellar region. *Neurosurgery* 2002; 51(4 Suppl):S335-S374.
- (58) Osawa S, Rhoton AL, Jr., Seker A, Shimizu S, Fujii K, Kassam AB. Microsurgical and endoscopic anatomy of the vidian canal. *Neurosurgery* 2009; 64(5 Suppl 2):385-411.
- (59) Keros P. [On the practical value of differences in the level of the lamina cribrosa of the ethmoid]. *Z Laryngol Rhinol Otol* 1962; 41:809-813.

- (60) Gauba V, Saleh GM, Dua G, Agarwal S, Ell S, Vize C. Radiological classification of anterior skull base anatomy prior to performing medial orbital wall decompression. *Orbit* 2006; 25(2):93-96.
- (61) Kainz J, Stammberger H. [The roof of the anterior ethmoid: a locus minoris resistentiae in the skull base]. *Laryngol Rhinol Otol (Stuttg)* 1988; 67(4):142-149.
- (62) Arikan OK, Unal B, Kazkayasi M, Koc C. The analysis of anterior skull base from two different perspectives: coronal and reconstructed sagittal computed tomography. *Rhinology* 2005; 43(2):115-120.
- (63) Lund VJ, Stammberger H, Fokkens WJ, Beale T, Bernal-Sprekelsen M, Eloy P et al. European position paper on the anatomical terminology of the internal nose and paranasal sinuses. *Rhinol Suppl* 2014;(24):1-34.
- (64) Rivera-Serrano CM, Terre-Falcon R, Fernandez-Miranda J, Prevedello D, Snyderman CH, Gardner P et al. Endoscopic endonasal dissection of the pterygopalatine fossa, infratemporal fossa, and post-styloid compartment. Anatomical relationships and importance of eustachian tube in the endoscopic skull base surgery. *Laryngoscope* 2010; 120 Suppl 4:S244.
- (65) Falcon RT, Rivera-Serrano CM, Miranda JF, Prevedello DM, Snyderman CH, Kassam AB et al. Endoscopic endonasal dissection of the infratemporal fossa: Anatomic relationships and importance of eustachian tube in the endoscopic skull base surgery. *Laryngoscope* 2011; 121(1):31-41.
- (66) Rhoton ALJ. The Cavernous Sinus, The Cavernous Venous Plexus, and the Carotid collart. *Neurosurgery* 2002; 51(1 Suppl):S375-S410.
- (67) Batra PS, Kanowitz SJ, Luong A. Anatomical and technical correlates in endoscopic anterior skull base surgery: a cadaveric analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2010; 142(6):827-831.
- (68) Kulwin C, Schwartz TH, Cohen-Gadol AA. Endoscopic extended transsphenoidal resection of tuberculum sellae meningiomas: nuances of neurosurgical technique. *Neurosurg Focus* 2013; 35(6):E6.
- (69) Ozcan T, Yilmazlar S, Aker S, Korfali E. Surgical limits in transnasal approach to opticocarotid region and planum sphenoidale: an anatomic cadaveric study. *World Neurosurg* 2010; 73(4):326-333.
- (70) Schaberg MR, Anand VK, Schwartz TH. 10 pearls for safe endoscopic skull base surgery. *Otolaryngol Clin North Am* 2010; 43(4):945-954.

-
- (71) Daniels DL, Mark LP, Ulmer JL, Mafee MF, McDaniel J, Shah NC et al. Osseous anatomy of the pterygopalatine fossa. *AJNR Am J Neuroradiol* 1998; 19(8):1423-1432.
- (72) Rhoton AL, Jr. The cerebrum. *Neurosurgery* 2002; 51(4 Suppl):S1-51.
- (73) Rhoton ALJ. The Supratentorial Arteries. *Neurosurgery* 2002; 51(1 Suppl):S53-S120.
- (74) Neskey D, Eloy JA, Casiano RR. Nasal, septal, and turbinate anatomy and embryology. *Otolaryngol Clin North Am* 2009; 42(2):193-205, vii.
- (75) Jarrahy R, Cha ST, Berci G, Shahinian HK. Endoscopic transglabellar approach to the anterior fossa and paranasal sinuses. *J Craniofac Surg* 2000; 11(5):412-417.
- (76) Bodino C, Jankowski R, Grignon B, Jimenez-Chobillon A, Braun M. Surgical anatomy of the turbinal wall of the ethmoidal labyrinth. *Rhinology* 2004; 42(2):73-80.
- (77) Cankal F, Apaydin N, Acar HI, Elhan A, Tekdemir I, Yurdakul M et al. Evaluation of the anterior and posterior ethmoidal canal by computed tomography. *Clin Radiol* 2004; 59(11):1034-1040.
- (78) Han JK, Becker SS, Bomeli SR, Gross CW. Endoscopic localization of the anterior and posterior ethmoid arteries. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008; 117(12):931-935.
- (79) Monjas-Canovas I, Garcia-Garrigos E, Arenas-Jimenez JJ, Abarca-Olivas J, Sanchez-Del Campo F, Gras-Albert JR. [Radiological anatomy of the ethmoidal arteries: CT cadaver study]. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2011; 62(5):367-374.
- (80) Kamel R. *Endoscopic anatomy of the Lateral Nasal Wall, Ostiometatal Complex and Anterior Skull Base. A Step-by-Step Guide*. Tuttlingen, Germany: 2003.
- (81) Lang J, Schafer K. [Ethmoidal arteries: origin, course, regions supplied and anastomoses]. *Acta Anat (Basel)* 1979; 104(2):183-197.
- (82) Moon HJ, Kim HU, Lee JG, Chung IH, Yoon JH. Surgical anatomy of the anterior ethmoidal canal in ethmoid roof. *Laryngoscope* 2001; 111(5):900-904.
- (83) Basak S, Karaman CZ, Akdilli A, Mutlu C, Odabasi O, Erpek G. Evaluation of some important anatomical variations and dangerous areas of the paranasal sinuses by CT for safer endonasal surgery. *Rhinology* 1998; 36(4):162-167.
- (84) Farhat FT, Figueroa RE, Kountakis SE. Anatomic measurements for the endoscopic modified Lothrop procedure. *Am J Rhinol* 2005; 19(3):293-296.

- (85) Eloy P, Vlaminck S, Jorissen M, Hellings P, Timmermans M, Daele J et al. Type III frontal sinusotomy: surgical technique, indications, outcomes, a multi-university retrospective study of 120 cases. *B-ENT* 2011; 7 Suppl 17:3-13.
- (86) Erdogmus S, Govsa F. The anatomic landmarks of ethmoidal arteries for the surgical approaches. *J Craniofac Surg* 2006; 17(2):280-285.
- (87) Lee HY, Kim HU, Kim SS, Son EJ, Kim JW, Cho NH et al. Surgical anatomy of the sphenopalatine artery in lateral nasal wall. *Laryngoscope* 2002; 112(10):1813-1818.
- (88) Rhoton AL, Jr. The orbit. *Neurosurgery* 2002; 51(4 Suppl):S303-S334.
- (89) Cavallo LM, Messina A, Cappabianca P, Esposito F, de Divitiis E, Gardner P et al. Endoscopic endonasal surgery of the midline skull base: anatomical study and clinical considerations. *Neurosurg Focus* 2005; 19(1):E2.
- (90) de Notaris M, Esposito I, Cavallo LM, Burgaya AC, Galino AP, Esposito F et al. Endoscopic endonasal approach to the ethmoidal planum: anatomic study. *Neurosurg Rev* 2008; 31(3):309-317.
- (91) Barges-Coll J, Fernandez-Miranda JC, Prevedello DM, Gardner P, Morera V, Madhok R et al. Avoiding injury to the abducens nerve during expanded endonasal endoscopic surgery: anatomic and clinical case studies. *Neurosurgery* 2010; 67(1):144-154.
- (92) de Almeida JR, Zanation AM, Snyderman CH, Carrau RL, Prevedello DM, Gardner PA et al. Defining the nasopalatine line: the limit for endonasal surgery of the spine. *Laryngoscope* 2009; 119(2):239-244.
- (93) Snyderman CH, Kassam AB. Endoscopic techniques for pathology of the anterior cranial fossa and ventral skull base. *J Am Coll Surg* 2006; 202(3):563.
- (94) Weiss DD, Robson CD, Mulliken JB. Transnasal endoscopic excision of midline nasal dermoid from the anterior cranial base. *Plast Reconstr Surg* 1998; 102(6):2119-2123.
- (95) Kassam A, Snyderman CH, Carrau RL, Gardner P, Mintz A. Endoneurosurgical hemostasis techniques: lessons learned from 400 cases. *Neurosurg Focus* 2005; 19(1):E7.
- (96) Patel KS, Komotar RJ, Szentirmai O, Moussazadeh N, Raper DM, Starke RM et al. Case-specific protocol to reduce cerebrospinal fluid leakage after endonasal endoscopic surgery. *J Neurosurg* 2013; 119(3):661-668.

-
- (97) Snyderman CH, Janecka IP, Sekhar LN, Sen CN, Eibling DE. Anterior cranial base reconstruction: role of galeal and pericranial flaps. *Laryngoscope* 1990; 100(6):607-614.
- (98) Shah RN, Surowitz JB, Patel MR, Huang BY, Snyderman CH, Carrau RL et al. Endoscopic pedicled nasoseptal flap reconstruction for pediatric skull base defects. *Laryngoscope* 2009; 119(6):1067-1075.
- (99) Patel MR, Stadler ME, Snyderman CH, Carrau RL, Kassam AB, Germanwala AV et al. How to choose? Endoscopic skull base reconstructive options and limitations. *Skull Base* 2010; 20(6):397-404.
- (100) Simal Julian JA, Miranda LP, Cardenas Ruiz-Valdepenas E, Barges CJ, Beltran GA, Botella AC. Middle turbinate vascularized flap for skull base reconstruction after an expanded endonasal approach. *Acta Neurochir (Wien)* 2011; 153(9):1827-1832.
- (101) Fortes FS, Carrau RL, Snyderman CH, Prevedello D, Vescan A, Mintz A et al. The posterior pedicle inferior turbinate flap: a new vascularized flap for skull base reconstruction. *Laryngoscope* 2007; 117(8):1329-1332.
- (102) Fortes FS, Carrau RL, Snyderman CH, Kassam A, Prevedello D, Vescan A et al. Transpterygoid transposition of a temporoparietal fascia flap: a new method for skull base reconstruction after endoscopic expanded endonasal approaches. *Laryngoscope* 2007; 117(6):970-976.
- (103) Pinheiro-Neto CD, Ramos HF, Peris-Celda M, Fernandez-Miranda JC, Gardner PA, Snyderman CH et al. Study of the nasoseptal flap for endoscopic anterior cranial base reconstruction. *Laryngoscope* 2011; 121(12):2514-2520.
- (104) Harvey RJ, Parmar P, Sacks R, Zanation AM. Endoscopic skull base reconstruction of large dural defects: a systematic review of published evidence. *Laryngoscope* 2012; 122(2):452-459.
- (105) Peris-Celda M, Pinheiro-Neto CD, Funaki T, Fernandez-Miranda JC, Gardner P, Snyderman C et al. The extended nasoseptal flap for skull base reconstruction of the clival region: an anatomical and radiological study. *J Neurol Surg B Skull Base* 2013; 74(6):369-385.
- (106) Kassam AB, Prevedello DM, Carrau RL, Snyderman CH, Gardner P, Osawa S et al. The front door to meckel's cave: an anteromedial corridor via expanded endoscopic endonasal approach- technical considerations and clinical series. *Neurosurgery* 2009; 64(3 Suppl):71-82.
- (107) Fernandez-Miranda JC, Prevedello DM, Madhok R, Morera V, Barges-Coll J, Reineman K et al. Sphenoid septations and their relationship with internal carotid arteries: anatomical and radiological study. *Laryngoscope* 2009; 119(10):1893-1896.

- (108) Serbetci E, Sengor GA. Transnasal endoscopic approach for anterior skull base angiomatosis complicated by a meningocele. *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg* 2008; 18(4):242-245.
- (109) Koutourousiou M, Fernandez-Miranda JC, Stefko ST, Wang EW, Snyderman CH, Gardner PA. Endoscopic endonasal surgery for suprasellar meningiomas: experience with 75 patients. *J Neurosurg* 2014.
- (110) Koutourousiou M, Gardner PA, Fernandez-Miranda JC, Paluzzi A, Wang EW, Snyderman CH. Endoscopic endonasal surgery for giant pituitary adenomas: advantages and limitations. *J Neurosurg* 2013; 118(3):621-631.
- (111) Silva D, Attia M, Kandasamy J, Alimi M, Anand VK, Schwartz TH. Endoscopic endonasal transsphenoidal "above and below" approach to the retroinfundibular area and interpeduncular cistern--cadaveric study and case illustrations. *World Neurosurg* 2014; 81(2):374-384.
- (112) Liu JK, Christiano LD, Patel SK, Tubbs RS, Eloy JA. Surgical nuances for removal of tuberculum sellae meningiomas with optic canal involvement using the endoscopic endonasal extended transsphenoidal transplanum transtuberculum approach. *Neurosurg Focus* 2011; 30(5):E2.
- (113) Simal Julian JA, Miranda LP, Cardenas Ruiz-Valdepenas E, Alamar VA, Beltran GA, Botella AC. [Esthesioneuroblastoma. Transcribiform-transfovea ethmoidalis endonasal expanded approach. Technical note]. *Neurocirugia (Astur)* 2012; 23(4):157-163.
- (114) Fernandez-Miranda JC. [Comment on the study "Esthesioneuroblastoma. Transcribiform-transfovea ethmoidalis endonasal expanded approach. Technical note" by Simal et al]. *Neurocirugia (Astur)* 2012; 23(4):163-164.
- (115) Simal Julian JA, Miranda LP, Pancucci G, Sanroman AP, Botella AC. Avoiding olfactory impairment after endoscopic endonasal expanded approaches. *Neurosurgery* 2013; 73(3):E562-E563.
- (116) Simal-Julian JA, Miranda-Lloret P, Pancucci G, Evangelista-Zamora R, Perez-Borreda P, Sanroman-Alvarez P et al. Microscopic versus endoscopic pituitary surgery. *Neurocirugia (Astur)* 2014.
- (117) Casler JD, Doolittle AM, Mair EA. Endoscopic surgery of the anterior skull base. *Laryngoscope* 2005; 115(1):16-24.
- (118) Tomasello F, Angileri FF, Grasso G, Granata F, De Ponte FS, Alafaci C. Giant olfactory groove meningiomas: extent of frontal lobes damage and long-term outcome after the pterional approach. *World Neurosurg* 2011; 76(3-4):311-317.

- (119) van Alkemade H, de Leau M, Dieleman EM, Kardaun JW, van Os R, Vandertop WP et al. Impaired survival and long-term neurological problems in benign meningioma. *Neuro Oncol* 2012; 14(5):658-666.
- (120) Nakamura M, Struck M, Roser F, Vorkapic P, Samii M. Olfactory groove meningiomas: clinical outcome and recurrence rates after tumor removal through the frontolateral and bifrontal approach. *Neurosurgery* 2007; 60(5):844-852.
- (121) Sanan A, Abdel Aziz KM, Janjua RM, van Loveren HR, Keller JT. Colored silicone injection for use in neurosurgical dissections: anatomic technical note. *Neurosurgery* 1999; 45(5):1267-1271.
- (122) Alvernia JE, Pradilla G, Mertens P, Lanzino G, Tamargo RJ. Latex injection of cadaver heads: technical note. *Neurosurgery* 2010; 67(2 Suppl Operative):362-367.
- (123) Limpastan K, Vaniyapong T, Watcharasakul W, Norasetthada T. Silicone injected cadaveric head for neurosurgical dissection: Prepared from defrosted cadaver. *Asian J Neurosurg* 2013; 8(2):90-92.
- (124) Huang L, Mo J, Sundell J, Fan Z, Zhang Y. Health risk assessment of inhalation exposure to formaldehyde and benzene in newly remodeled buildings, Beijing. *PLoS One* 2013; 8(11):e79553.
- (125) Rene C, Rose GE, Lenthall R, Moseley I. Major orbital complications of endoscopic sinus surgery. *Br J Ophthalmol* 2001; 85(5):598-603.
- (126) Rene C. Update on orbital anatomy. *Eye (Lond)* 2006; 20(10):1119-1129.
- (127) Stankiewicz JA. Complications of endoscopic intranasal ethmoidectomy. *Laryngoscope* 1987; 97(11):1270-1273.
- (128) Stankiewicz JA. Blindness and intranasal endoscopic ethmoidectomy: prevention and management. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1989; 101(3):320-329.
- (129) Stankiewicz JA, Chow JM. Two faces of orbital hematoma in intranasal (endoscopic) sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 120(6):841-847.