



FACULTADE DE MEDICINA
E ODONTOLOXÍA

Traballo de
fin de grao

**Abordaxe endonasal endoscópico
expandido. A propósito dun caso.**

**Abordaje endonasal endoscópico
expandido. A propósito de un caso.**

**Endonasal endoscopic expanded approach.
A case report.**

Autor: Javier Galovart Martínez

Titor/a: Dra. Rosa María Martínez Rolán

Cotitor/a: Dr. Pedro González Vargas

Departamento: Neurocirugía

Junio de 2023

ÍNDICE

RESUMEN	1
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Recuerdo anatómico de la hipófisis.....	3
1.2. Función de la hipófisis.....	4
1.3. Región selar y paraselar. Definición e importancia neuroquirúrgica.....	5
1.4. Patología de la región selar y paraselar.....	7
1.5. Patología de los abordaje expandidos.....	9
1.6. Contexto histórico de la cirugía hipofisaria.....	11
1.7. La cirugía hipofisaria en España.....	13
1.8. La cirugía hipofisaria en Galicia.....	14
2. OBJETIVOS	15
3. MATERIAL Y MÉTODOS	15
3.1. Introducción.....	15
3.2. Caso clínico.....	15
4. DISCUSIÓN	19
4.1. Introducción.....	19
4.2. Técnicas quirúrgicas endoscópicas expandidas.....	21
4.2.1. Fosa craneal anterior.....	21
4.2.2. Fosa craneal media.....	23
4.2.3. Fosa craneal posterior.....	26
4.2.4. Área cráneo-facial.....	27
4.3. Complicaciones de la cirugía endonasal expandida.....	31
4.4. Ventajas y limitaciones de la cirugía endonasal expandida.....	32
5. CONCLUSIONES	33
6. BIBLIOGRAFÍA	33

Título: Abordaje endonasal endoscópico expandido. A propósito de un caso.

Resumen

En las últimas décadas muchas han sido las técnicas novedosas en el ámbito de la neurocirugía. Dentro de ellas, la expansión de los abordajes endoscópicos endonasales no ha parado de crecer, convirtiendo la primogénita vía transesfenoidal para el tratamiento de los tumores hipofisarios en la puerta de entrada de los llamados abordajes expandidos, que exploran a partir de ahí diferentes áreas del cráneo profundo. Así, el estudio y tratamiento de neoplasias antes inaccesibles ha sucumbido ante los abordajes donde se apuesta por la mínima invasividad, reduciendo enormemente la morbimortalidad, la destrucción tisular y las estancias hospitalarias y sin darle la espalda a la efectividad curativa. A través de este trabajo, y partiendo de un caso clínico ilustrativo de una cirugía endoscópica mediante un abordaje endonasal expandido transclival, se expondrán de manera didáctica algunas de esas nuevas vías, que siguen cada día en continuo crecimiento, priorizando siempre ser rigurosos con una anatomía intrincada y compleja, y repasando y valorando de manera crítica sus limitaciones, sus hitos obtenidos, y sus retos futuros.

Palabras clave: endoscopia, neurocirugía, cirugía endonasal, cirugía transesfenoidal, tumores hipofisarios, región paraselar.

Resumo

Nas últimas décadas foron moitas as técnicas novedosas no ámbito da neurocirurxía. Dentro de elas, a expansión dos abordaxes endoscópicos endonasais non parou de medrar, convertindo a primoxénita vía transesfenoidal para o tratamento dos tumores hipofisarios na porta de entrada dos chamados abordaxes expandidos, que exploran a partir de alí as diferentes áreas do cráneo profundo. Así, o estudo e tratamento de neoplasias antes inaccesibeis sucumbiu fronte os abodaxes onde apóstase pola mínima invasividade, reducindo enormemente a morbimortalidade, a destrucción tisular e as estancias hospitalarias, sin perder de vista a súa capacidade curativa. A través deste traballo, e partindo dun caso clínico ilustrativo dunha cirurxía endoscópica mediante un abordaxe endonasal expandido transclival, exporanse de maneira didáctica algunhas destas novas vías, que seguen cada día en continuo crecemento, priorizando sempre ser rigurosos cunha anatomía intrincada e complexa, e repasando e valorando de maneira crítica as súas limitacións, os seus fitos obtidos, e os seus retos futuros.

Palabras clave: endoscopia, neurocirurxía, cirurxía endonasal, cirurxía transesfenoidal, tumores hipofisarios, rexión paraselar.

Abstract

In the last decades there have been many novel techniques in the field of neurosurgery. Among them, the expansion of endonasal endoscopic approaches has not stopped growing, turning the pioneering transsphenoidal procedure for the treatment of pituitary tumors into the gateway for the so-called expanded approaches, which explore from there different areas of the deep skull. Thus, the study and treatment of previously inaccessible neoplasms has succumbed to minimally invasive approaches, greatly reducing morbidity and mortality, tissue destruction and hospital stays, without turning its back on curative effectiveness. Through this work, and starting from an illustrative clinical case of an endoscopic surgery by a transclival-expanded endonasal approach, I will expose in a didactic way some of these new methods that are continuously growing, always prioritising thoroughness with an intricate and complex anatomy, and reviewing as well as critically assessing their limitations, their milestones obtained and their future challenges.

Key words: endoscopy, neurosurgery, endonasal surgery, transsphenoidal surgery, pituitary tumors, parasellar region.

1. Introducción

La cirugía endonasal endoscópica expandida ha estado históricamente ligada al estudio y tratamiento de la glándula pituitaria o hipófisis. Hasta principios del siglo pasado esta compleja estructura era prácticamente inaccesible, lo que conllevaba un tratamiento de la misma muy poco resolutivo. A partir de esos primeros años de investigación, y de técnicas cada vez más sofisticadas, se ha logrado paulatinamente llegar a poder tratar con cierto éxito la patología que allí se ubica, tanto tumoral como no tumoral. Con la experiencia en el acceso quirúrgico a esta glándula, y utilizando esta como punto de partida, se ha conseguido, y cada vez con mayor eficacia, el empleo de estas técnicas para el tratamiento de otras patologías de sus áreas anexas. Especialmente en los últimos treinta años, el abordaje expandido ha nacido para acercarnos a la base del cráneo, y desde ahí, a algunos de los múltiples rincones de las profundidades del cráneo humano.

De esta manera, para comenzar por los cimientos, creo necesario diseccionar esta técnica heredera del manejo de la glándula hipofisaria como punto inicial, y del conocimiento de su anatomía, fisiología y patología principal.

1.1. RECUERDO ANATÓMICO DE LA HIPÓFISIS

El término hipófisis proviene del griego: *hipos* (debajo) y *fisis* (crecer) (1), y se ha utilizado desde tiempos inmemoriales para designar a la pequeña estructura endocrina cercada en el cerebro profundo y ubicada sobre la base del cráneo. Sus competencias, ampliamente estudiadas en la actualidad, se cristalizan en las cruciales atribuciones hormonales que ejerce, a través del eje hipotálamo-hipofisario como punto vertebrador y funcional de otras muchas glándulas de todo el organismo. Por su complejidad estructural, su versatilidad funcional y su técnicamente dificultosa localización, ha supuesto desde tiempos pretéritos un inmenso reto: primero científico, luego médico, y posteriormente quirúrgico. Este paradigma, y el paso largo de los siglos, han hecho de la glándula hipofisaria una estructura de gran interés, objeto de estudio y dedicación de numerosos hombres y mujeres que han logrado ir descifrando el “porqué” de todas sus incógnitas.

Dicha glándula hipofisaria, se ubica en la base del cráneo, en un espacio óseo del hueso esfenoideos denominado silla turca. Mide unos 10 mm de ancho, 6 mm de longitud antero-posterior y 5 mm de altura, y pesa unos 0,5 gramos, aunque existen ciertas variaciones interpersonales. Neuroanatómicamente, la encontramos en relación permanente con el hipotálamo, mediante el tallo hipofisario, suponiendo este el principal sustento del eje vascular portal que regula la conexión de esta parte del encéfalo con la también llamada glándula pituitaria (2).

En cuanto a su estructura interna, está dividida fundamentalmente en dos regiones o lóbulos, con orígenes y funciones diferentes: el anterior o adenohipófisis, y el posterior o neurohipófisis. Entre ellas se encuentra la *pars* intermedia, una pequeña área involucionada que corresponde apenas el 2% de su superficie y cuyo significado funcional no es del todo conocido.

Si hablamos del plano vascular, de gran relevancia también a nivel neuroquirúrgico, la adenohipófisis recibe la mayor parte de su suministro de sangre de las arterias hipofisarias superiores, que nacen de las arterias carótidas internas. Las arterias hipofisarias superiores se anastomosan y forman el plexo capilar primario que se encuentra en la eminencia media del hipotálamo. Desde este saco venoso surgirán las venas del sistema portal hipotálamo-hipofisario, las cuales llevan la sangre hasta un plexo capilar ubicado en la *pars distalis*. Desde aquí, la sangre del plexo capilar secundario drenará en las venas hipofisarias para pasar finalmente a la circulación sistémica.

La histología es también diferente según su clasificación estructural. La parte anterior, está formada por grupos de células epiteliales cúbicas, cubiertas de capilares sinusoidales y salvaguardadas por una red de fibras de reticulina. Estas células epiteliales son las encargadas de sintetizar las diferentes hormonas de la hipófisis, las cuales se acumulan en vacuolas citoplasmáticas y se liberan a la circulación venosa. La neurohipófisis, por otra parte, está formada por diferentes axones no mielinizados que se proyectan desde los cuerpos celulares neuronales en el hipotálamo, concretamente, en los núcleos supraóptico y paraventricular.

En cuanto a su origen embriológico, difiere una vez más entre ambas partes principales. La glándula hipofisaria se clasifica dentro del diencefalo (una de las dos partes que, junto al telencefalo, forman el prosencefalo o encéfalo anterior). El diencefalo es la primera de las tres vesículas encefálicas primarias, que se hallan en el embrión humano cuando se cierra el tubo neural y se forma la cresta, en torno a las cuatro semanas de desarrollo (3). Las otras dos serían el mesencefalo (o cerebro medio) y el romboencefalo; donde se ubican, entre otros, el cerebelo y el bulbo raquídeo. Es importante destacar que dentro de toda esta clasificación únicamente nos referimos a la neurohipófisis (4), pues es esta la parte que deriva del neuroectodermo. La adenohipófisis, por la contra, se originaría como un repliegue del revestimiento ectodérmico del techo de la cavidad oral en el desarrollo, que se conoce como bolsa de Rathke.

1.2. FUNCIÓN DE LA HIPÓFISIS

Las funciones de esta glándula son hormonales casi en su totalidad. Como en la mayoría de clasificaciones de esta estructura, en esta ocasión también se puede trazar una línea divisoria entre sus dos porciones principales. La porción anterior es la de mayor volumen y carga hormonal, definiéndose como el gran director de los ejes endocrinos del cuerpo humano. A pesar de esta aparente superioridad vital, la porción posterior también ubica funciones de gran significación sistémica.

La adenohipófisis es uno de los grandes ejes hormonales del cuerpo humano, actuando como gran regulador de los procesos endocrinos que se llevan a cabo en el resto del organismo. La síntesis de estas hormonas se puede detectar a partir de la 8ª semana de gestación, siendo la primera de estas la ACTH. Entre ellas encontramos (5,6):

- **Hormona estimulante de la tiroides (TSH):** Media la función tiroidea, estimulando las diversas etapas síntesis hormonal, así como su desarrollo y vascularización. Estas hormonas tendrán diversas funciones sobre el desarrollo del sistema nervioso central, el crecimiento ponderal y diversos metabolismos corporales.

- Hormona de crecimiento (GH): la mayoría de sus funciones están estrictamente relacionadas con otro de los factores de crecimiento, el IGF-1, de secreción hepática mayoritaria. En conjunto, se ocupan del crecimiento tisular y óseo, ejerciendo funciones como el control de la diferenciación y la actividad osteoblástica, el aumento de la lipólisis hepática o la creación de masa magra en el músculo esquelético.
- Hormona foliculoestimulante (FSH) y luteinizante (LH): es la gran artífice de la producción de esteroides sexuales, actuando en los ovarios y los testículos. En las mujeres median el ciclo menstrual, pues provocan la ovulación y mantienen el cuerpo lúteo para que sintetice progesterona. En los hombres estimulan la producción de testosterona por las células de Leydig testiculares, regulando así mismo en la espermatogénesis.
- Prolactina (PRL): es la hormona clave en el desarrollo de las glándulas mamarias, así como en la producción de leche materna y su posterior mantenimiento y control. Además, indirectamente, interviene en la continuidad del ciclo menstrual.
- Hormona adrenocorticotropa (ACTH): Estimula a la glándula suprarrenal para secretar cortisol, molécula que a su vez participa en la homeostasis de los hidratos de carbono, las grasas y las proteínas. Así mismo, interviene en la biosíntesis de esteroides sexuales (como la testosterona y la DHEA) y de aldosterona.

Por la otra parte, la neurohipófisis secreta únicamente dos hormonas, las cuales pueden ser detectadas en sangre a partir de la semana 13^a de gestación. Ambas son sintetizadas en los somas neuronales que se disponen en los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo. Estas hormonas son transportadas por los axones que forman el tallo hipofisario hasta la porción posterior hipofisaria, lugar desde el cual se produce la secreción:

- Hormona antidiurética (ADH): interviene en el balance hídrico corporal, a través de la reglamentación de la pérdida de agua a nivel renal.
- Oxitocina: estimula la secreción de leche en las mamas y la contracción del útero en el parto.

1.3. REGIÓN SELAR Y PARASELAR. DEFINICIÓN E IMPORTANCIA NEUROQUIRÚRGICA

Si hablamos de región selar nos referimos a aquella porción cóncava del interior del cráneo humano que forma la silla turca del hueso esfenoides, lugar donde se ubica la glándula hipofisaria. Esta se halla limitada anteriormente por las dos apófisis clinoides anteriores, y posteriormente por las dos apófisis clinoides posteriores. Tiene un gran interés neuroquirúrgico, pues es sobre ella sobre la que se ubica y relaciona la patología que asienta sobre la hipófisis, sobre todo tumoral.

A nivel óseo, la silla turca forma parte del cuerpo del esfenoides, la estructura cúbica y central que a su vez contiene a los dos senos esfenoidales. En la cara superior de dicho cuerpo, describiendo la anatomía de región anterior a posterior, encontramos en primer lugar la cresta esfenoidal, articulada directamente con el hueso etmoides, concretamente con su *crista galli* o porción más posterior, a través del proceso etmoidal, en forma de punta. A ambos lados de esta cresta, la superficie lisa y ligeramente cóncava denominada yugo esfenoidal, también tiene procesos articulares con el etmoides. Siguiendo en dirección anterior, se aloja el surco quiasmático, que como su nombre indica aloja al entrecruzamiento de los nervios ópticos, o quiasma. El límite entre el surco quiasmático y el yugo, se denomina limbo esfenoidal. Continuaría con el tubérculo pituitario, límite anterior de la silla turca o fosa pituitaria. A ambos lados, discurren los agujeros ópticos, desde donde los nervios homónimos abandonan la región selar. Dorsal o posteriormente, la silla turca está limitada por el dorso selar, en donde protuberan las apófisis clinoides anteriores. A continuación, yéndonos más hacia posterior, se encontraría el clivus o dorso basioocipital, que ya formaría parte del hueso occipital. Además del cuerpo esfenoidal, ya detallado, hay otra serie de estructuras que forman parte de este laberíntico hueso esfenoides, destacando las alas mayores y menores y los procesos pterigoideos, todos ellos con un menor protagonismo en el caso que nos ocupa (6).

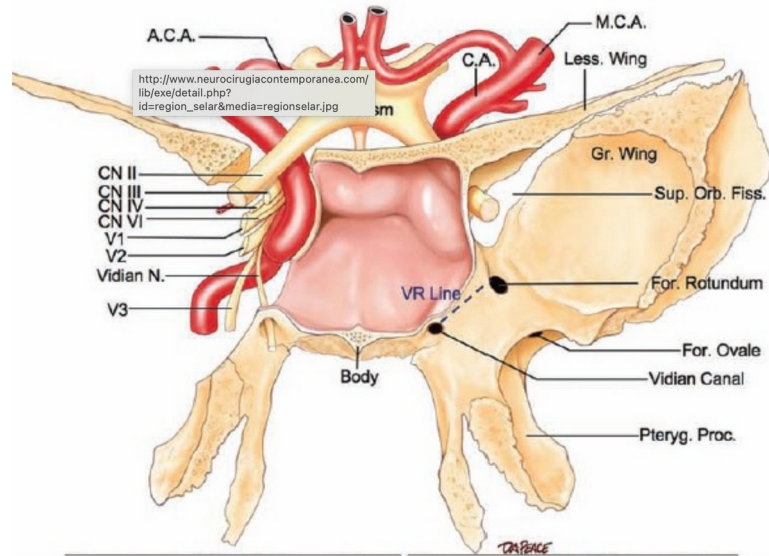


Figura 1: Relación del hueso esfenoides con la región selar y el seno esfenoidal, así como sus vasos y nervios principales (61) .

Relacionándose directamente con la anterior, encontramos la denominada región paraselar, que incluye las estructuras y espacios periféricos a la silla turca. Es esta aquella que nos interesa en mayor medida en este trabajo, pues es en la que se ha centrado en el desarrollo de la cirugía endoscópica expandida en los últimos años. Esta aúna a las partes laterales de la silla turca, incluyendo el cavum de Meckel, el seno cavernoso, la región petroclival o el canal óptico. A pesar del minucioso estudio anatómico en la región, sus límites no están del todo bien definidos, pues existen diferentes estructuras como el yugo esfenoidal, el tubérculo selar o el clivus, en los que existe cierto debate sobre si incluirlos en la llamada región paraselar (7).

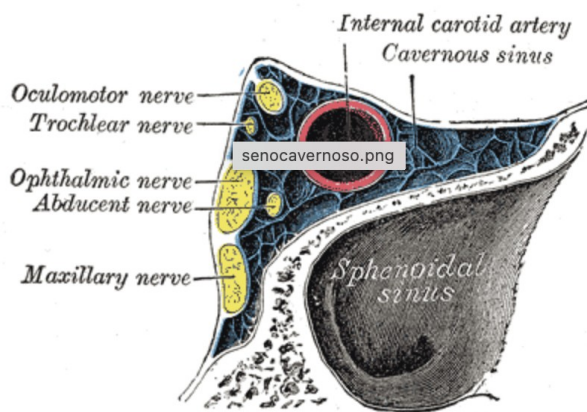


Figura 2: Anatomía del seno cavernoso y su relación con el seno esfenoidal (62)

De ellas, en el grupo de las de mayor relevancia anatómica y funcional se posiciona en primer lugar el seno cavernoso, cuya importancia principal radica en el gran número de estructuras vasculares y nerviosas que discurren por su interior. También por formar parte de los límites laterales de la silla turca, anteriormente no mencionados a conciencia. Dicho seno, está conformado por un plexo venoso extradural que se extiende a nivel anterior desde la fisura orbitaria superior hasta el Cavum de Meckel a nivel posterior. Contiene estructuras de crucial relevancia, como la arteria carótida interna (la

cual se puede dividir a este nivel en tres porciones: paraclival, infraselar y paraselar), las ramas V1 y V2 del trigémino y los nervios oculomotores (III par o motor ocular común, IV par o troclear y VI par o motor ocular externo) además de fibras simpáticas y otros vasos de menor calibre. Dicho plexo venoso se rellena gracias al aporte de las venas oftálmicas, el plexo pterigoideo y la vena de Silvio. El drenaje se lleva a continuación a través de los senos petrosos (8).

Es también interesante destacar el papel del *cavum* de Meckel como portador del ganglio principal trigeminal o de Gasser, donde nacen las tres ramas del V par craneal. El *cavum* de Meckel se corresponde a un divertículo dural en la fosa media craneal, que se encuentra adyacente al seno cavernoso. Está delimitado en dirección superior y lateral por la capa meníngea de duramadre que cubre dicha fosa media, e inferior y medialmente por una capa perióstica en contacto con la porción petrosa del canal carotídeo, en el hueso temporal (9).

1.4. PATOLOGÍA DE LA REGIÓN SELAR Y PARASELAR

Las masas selares y paraselares representan aproximadamente el 20% de todos los tumores cerebrales, según diversas series en el mundo. Estos porcentajes se hallan reflejados en una de las mayores recopilaciones de tumores cerebrales del mundo, una serie de cuatro años en EEUU, entre 2012-2016, con una incidencia reportada de 13.340 sujetos (10).

En muchas ocasiones se agrupan dentro de las mismas series la patología de la glándula pituitaria con la de sus estructuras adyacentes, como una manera de abarcar mejor el diagnóstico y el tratamiento. En un estudio diagnóstico de 2598 pacientes con resonancia magnética de masas selares y paraselares a lo largo de 10 años, se clasifican este tipo de lesiones en 8 grandes grupos, donde se incluyen procesos no diagnosticados y glándula normal. Para facilitar la comprensión patológica, que es la que nos ocupa, he obviado el grupo de normalidad y el no diagnosticado, restando a los 2598 casos estudiados 1242 que

correspondían al grupo de normalidad y los 159 del grupo de no diagnóstico. Los resultados (1197 sujetos) se reflejan en el siguiente diagrama de sectores:

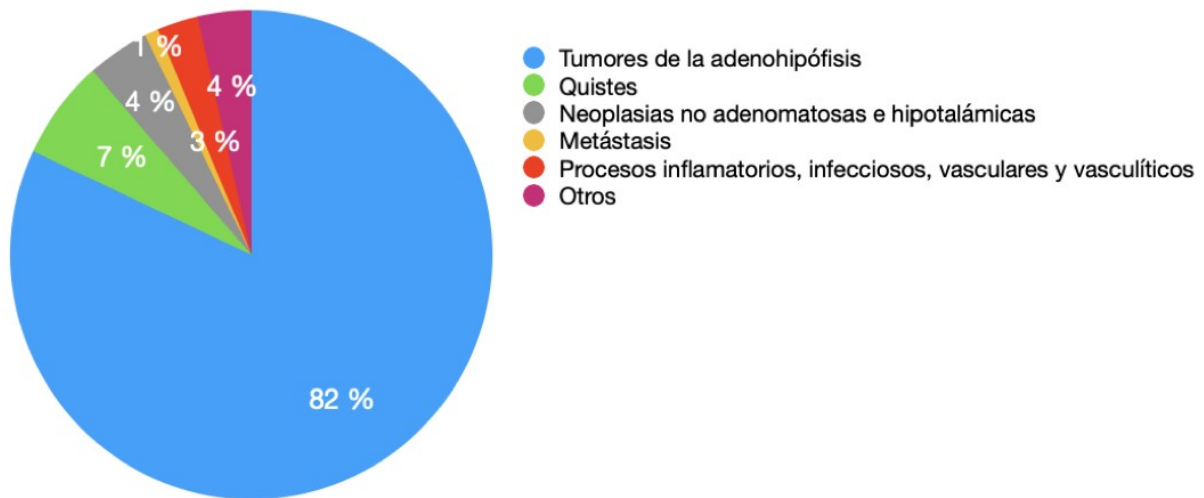


Figura 3: Gráfico de sectores que refleja los principales grupos de enfermedades en la región selar y paraselar. Fuente: Famini P, Maya MM, Melmed S. Pituitary Magnetic Resonance Imaging for Sellar and Parasellar Masses: Ten-Year Experience in 2598 Patients. J Clin Endocrinol Metab. junio de 2011;96(6):1633-41. (11)

TUMORES DE LA ADENOHIPOFISIS (82%)		QUISTES (7%)		NEOPLASIAS NO ADENOMATOSAS E HIPOTALÁMICAS (3%)		METÁSTASIS (1%)		PROCESOS INFLAM., INFECC., VASC. Y VASCULÍT. (3%)		OTROS (4%)	
Prolactinoma	395	Quiste de Rathke	42	Meningioma	32	Mama	3	Hipofisitis linfocítica	3	Silla turca vacía	21
Adenoma no funcionante	364	Craneofaringioma	33	Cordoma	3	Linfoma SNC	1	Hipofisitis sin especificar	2	Hiperplasia	14
Adenoma de GH	127	Aracnoide	2	Linfoma	2	Linfoma nasofaríngeo	1	Apoplejia	16	Glándula ectópica	4
Adenoma de ACTH	84	Epidermoide	1	Condrosarcoma	1	Hígado	1	Aneurisma carotídeo	4	Displasia fibrosa	3
GH/ Prolactina Adenoma	4	Pineal	1	Radmiosarcoma	1	Pulmón	1	Sífilis	1	Lipoma	1
Síndrome de Nelson	2			Germinoma	1	Pineal	1	Sarcoidosis	1		
Carcinoma	2			Células granulares	1	Plasmocitoma	1	Angioma	1		
Otros	3			Otros	9	Otros	2	Otros	5		

Figura 4: La siguiente tabla desglosa el número de las principales patologías de la glándula hipofisaria de la muestra seleccionada. (Nota: se ha creado la categoría “otros” para facilitar la comprensión.). Fuente: Famini P, Maya MM, Melmed S. Pituitary Magnetic Resonance Imaging for Sellar and Parasellar Masses: Ten-Year Experience in 2598 Patients. J Clin Endocrinol Metab. junio de 2011;96(6):1633-41. (11)

1.5. PATOLOGÍA DE LOS ABORDAJE EXPANDIDOS

A pesar de que ya se ha hecho un repaso a la principal patología de la región selar y paselar, creo que es necesario relacionar esta con las patologías específicas a tratar con las diferentes técnicas quirúrgicas que se expondrán a continuación. Ciertamente es necesario adelantar, que al existir un gran número de vías endonasales endoscópicas expandidas, muchas de ellas aún en continuo descubrimiento, solo he detallado aquellas más relevantes y que posean un mayor nivel de evidencia, por lo que la fisiopatología de estas regiones es bastante específica de cada zona. Así, con el objeto también de agrupar la patología específica de cada región, he organizado de un modo más explicativo partiendo de las cuatro principales regiones de la base del cráneo que se abordarán posteriormente:

- Fosa craneal anterior: tubérculo selar, lámina cribosa del etmoides.
- Fosa craneal media: seno cavernoso y cavum de Meckel.
- Fosa craneal posterior: clivus y unión occipito-cervical
- Área cráneo-facial: fosa pterigoidea y fosa infratemporal.

1.5.1. Fosa craneal anterior

Los tumores más frecuentemente implicados en la región del tubérculo selar son aquellos que se relacionan con la cisterna supraselar, y por dicha razón son de los más numerosos dentro de los abordajes tratados en este trabajo. Epidemiológicamente destacan los adenomas hipofisarios de gran extensión, es decir, aquellos que crecen cranealmente. Son especialmente interesantes así mismo, por ser muy particulares de esta área craneal, los meningiomas del tubérculo selar, pues la cubierta de la cisterna aquí ubicada es también sustrato importante en estas neoplasias benignas y de crecimiento lento, aunque críticas por su ubicación. En la edad pediátrica son especialmente relevantes los craneofaringiomas (12).

La presentación de estos tumores comienza generalmente con un déficit campimétrico, que según el patrón de crecimiento del tumor puede ser inferior o superior. Aunque de manera didáctica se habla clásicamente de una hemianopsia bitemporal, la irregularidad de la zona y de la morfología tumoral suele desembocar en que el defecto sea más asimétrico. Además, es común la clínica de cualquier proceso expansivo intracraneal, principalmente derivada de la hipertensión intracraneal y su semiología habitual (cefalea, náuseas, vómitos, papiledema...). Es relevante en los procesos hipofisarios la patología de corte endocrino: los más frecuentes el hipogonadismo, el hipotiroidismo y la insuficiencia adrenal. Además, la compresión del tallo puede causar hiperprolactinemia. (13)

Mucho más infrecuentes son aquellos que asientan sobre la lámina cribosa del etmoides, siendo el adenocarcinoma, el carcinoma de células escamosas, el estioneuroblastoma, los schwannomas del nervio olfatorio y los meningiomas del surco olfatorio los más destacados.

1.5.2. Fosa craneal media

Los tumores más frecuentes en la fosa craneal media son, así mismo, los adenomas hipofisarios de gran tamaño. Es interesante, en aquellos que afectan al seno cavernoso destacar la clasificación de Knosp modificada, para el abordaje de los mismos. Esta distingue

que aquellos grados 0,1,2 (de menor a mayor extensión a partir de su punto de partida en la silla turca) pueden ser abordados por una vía transesfenoidal clásica, mientras que los grados 3 y 4 (los cuales sobrepasan los límites de la carótida interna) han de ser abordados por una vía extendida, como es la etmoido-pterigo-esfenoidal (que se comentará posteriormente) (14).

La patología más frecuente dentro del cavum de Meckel son los tumores derivados del propio ganglio de Gasser, es decir, los schwannomas, que en su conjunto total representan el 8-10% de neoplasias intracraneales. De ellos, la gran mayoría se originan en el nervio facial (el cual no se ubica en este área de Meckel), mientras que tan solo de un 0,8 a un 8%, según las series, se originan en el trigémino (por lo que son los que pueden llegar a afectar al mencionado ganglio trigeminal o de Gasser) (15).

Además de los schwannomas, los meningiomas son las neoplasias más comunes de la región. Entre otro tipo de lesiones incluidas se encuentran los quistes epidermoides, cordomas (y su variante maligna, los condrosarcomas) y neoplasias nasosinusales de gran tamaño o expansión predominantemente posterior (16).

1.5.3. Fosa craneal posterior

Las lesiones predominantes en el clivus son los cordomas, mientras que su forma maligna, el condrosarcoma, es altamente más infrecuente. Es también interesante destacar lesiones vasculares como cavernomas del troncoencéfalo o aneurismas de la circulación posterior que crezcan en dirección rostral.

Para mejor comprensión del caso clínico quirúrgico que se expondrá a continuación, creo que es necesario hacer una mención algo más extendida a los cordomas, pues es la patología tratada en la cirugía que se expondrá en el caso clínico ilustrativo.

Un cordoma es un tumor benigno cartilaginoso de crecimiento lento que deriva de la notocorda. Dicha estructura embrionaria existe transitoriamente en el periodo embriológico y tiene dos funciones principales en el desarrollo. En primer lugar se posiciona centralmente en el embrión de manera, con respecto al eje dorso-ventral y al izquierda-derecha. Esto producirá una serie de factores que localizan los tejidos de alrededor en una posición y destino determinados. Además, como tejido está estudiado que pueda representar una forma primitiva de cartílago, formando parte del esqueleto axial de los seres humanos hasta la formación de las vértebras (17).

Por dicho origen embriológico, la mayoría de estos tumores asientan sobre vértebras (hay mayor extensión), mientras que sobre un tercio lo hacen en la región del clivus del hueso occipital (18). Dicha estructura está acotada anteriormente por las apófisis clinoides posteriores, que forman parte del esfenoideas (donde se ubican en su mayoría el resto de estructuras paraselares de interés neuroquirúrgico). Es esta misma región la que ocupa nuestro caso clínico y donde se pueden asociar a lesiones líticas óseas y calcificación, que han de ser distinguidas mediante secuencias de resonancia magnética. Estos tumores, además,

pueden ser detectadas por técnicas de inmunohistoquímica, pues suelen expresar citoqueratinas. Clínicamente se manifiestan como la mayoría de tumores de las regiones selares, principalmente con cefalea, trastornos visuales campimétricos, déficits hormonales, y en los casos más extendidos, obstrucción nasofaríngea.

Quirúrgicamente se comportan como tumores de aspecto heterogéneo, rugoso y lobulado, que pueden llegar a infiltrar el occipital o el esfenoides. Su extirpación incompleta puede significar una fácil recidiva por lo que, a pesar de su benignidad histológica, su pronóstico tiende a ser pobre (en torno al 35% a los 10 años) (18). En ocasiones inhabituales, los cordomas pueden sufrir transformación sarcomatosa, manifestando un comportamiento mucho más agresivo que obliga a una disección quirúrgica de mayor extensión.

Para terminar, unas breves pinceladas acerca de la unión craneovertebral, en las que se encuentran dos grupos principales de neoplasias: en primer lugar aquellas que afectan a la porción clival, representando la parte craneal; y en segundo, aquellas ubicadas en la región ya vertebral, sobre las vértebras C1 o C2. En este segundo grupo, los meningiomas son las lesiones predominantes, siendo tumores espinales intradurales, aunque extramedulares. Por orden de frecuencia, también podemos encontrar neurofibromas y schwannomas (19).

1.5.4. Áreas adyacentes

En la fosa pterigoidea encontramos algunos tumores benignos, tales como papilomas invertidos, lipomas o schwannomas. Entre los malignos, muchos de ellos que se extienden en el receso lateral del seno esfenoidal: carcinomas de células escamosas, adenocarcinomas o cordomas. Otras más infrecuentes, pueden ser meningoceles, o meningoencefaloceles. Sin embargo, son más frecuentes el segundo grupo de neoplasias, es decir, aquellas que se originan en base del cráneo y senos paranasales y se extiende a esta región. Entre estas encontramos meningiomas, o adenomas hipofisarios de gran tamaño (20).

Por otro lado la patología intrínseca de la región infratemporal es ciertamente infrecuente. Entre las patologías tumorales aptas para el manejo de las técnicas endoscópicas se encuentra principalmente la que proviene de la rinofaringe. Entre estos se destaca el carcinoma epidermoide de cavum, siendo el más prevalente en la región. Además entre otros tipos de tumores malignos, localizamos adenocarcinomas, carcinomas adenoideos quísticos o cordomas de extensión lateral. En cuanto a los tumores benignos, el angiofibroma juvenil es la lesión que más predominantemente ocupa esta zona, seguido por otros con otros como meningiomas, adenomas pleomorfos o schwannomas (21).

1.6. CONTEXTO HISTÓRICO DE LA CIRUGÍA HIPOFISARIA

Ya fueron los primeros egipcios los que documentaron la anatomía humana tal y como la conocemos (1). Con unos medios indudablemente más rudimentarios, fueron los pioneros en acceder al cerebro a través de la ruta endonasal. Así, sobre todo en el previo de los procesos de momificación extraían los órganos nobles del muerto, pues no se podían llevar al más allá, penetrando en el cerebro a través del hueso esfenoidal. A través de dicha estructura, eran capaces de extraer los órganos de la cavidad craneal, en ocasiones ayudándose de sustancias ácidas para diluir la masa encefálica y facilitar su extracción. Dichas momias en la actualidad

son pruebas fehacientes de los métodos que estos religiosos empleaban, así como los instrumentos empleados con este fin. Existen pruebas incluso de que alrededor del año 1000 a.C. ya se utilizaba la trepanación craneal para paliar ciertas patologías de la esfera neurológica o neuroquirúrgica como los traumatismos craneales y la epilepsia, es decir, las primeras craneotomías descompresivas. No obstante, la línea más habitual seguía siendo de un componente religioso-místico, dedicada a la expulsión de espíritus malignos.

Dos de los grandes médicos de la antigüedad, en la antigua Grecia, Heródoto de Halicarnaso (484-425 a.C.) e Hipócrates de Cos (460-370 a.C.) fueron los encargados algo más tarde de analizar la morfología craneal en su tratado *Sobre las heridas en la cabeza*.

La Edad Media, con su implacable parón técnico y científico, dio paso al Renacimiento, y que alimentó el progreso y el desarrollo de la cirugía moderna y más semejante al concepto actual. Las primeras autopsias humanas, del célebre anatomista belga Vesalio hablan por primera vez de una pequeña glándula en la profundidad del cerebro a la que se le denominó “pituitaria” (del latín *pituita*, que significa flema o moco, pues de ahí se creía que venían estos) (22). Junto a otro médico holandés, el Dr. Johannes Wiet, fueron los primeros en reconocer algunos síntomas y signos de la acromegalia, una de las enfermedades claves en la impulsión de la todavía lejana cirugía endonasal.

El cirujano Henry Beach, realiza en 1889 las primeras craneotomías, por primera vez en pacientes con tumores cerebrales. A pesar de sus pobres resultados, fue la primera gran puerta a la cirugía craneal moderna.

La cirugía transesfenoidal propiamente dicha fue llevada a cabo por primera vez en Viena, por el cirujano Hermann Schloffer, el primero en llevar a cabo el abordaje a través de la nariz. Theodor Kocher, mentor del archiconocido Harvey Cushing, modificó el abordaje transesfenoidal de Schloffer mediante la extracción de un colgajo submucoso en el tabique nasal, permitiendo una mejor visión del campo quirúrgico. Sin embargo, sería un otorrinolaringólogo vienés quien desarrolló un abordaje transeptal transesfenoidal completamente endonasal en 1910. Posteriormente el americano Harvey Cushing (1869-1939) mejoró la técnica, utilizando la resección del tabique de Kocher y un espéculo nasal (una modificación del espéculo vaginal pediátrico) (23).

De 1910 a 1925, Cushing operó unas dos centenas de tumores hipofisarios utilizando el abordaje transesfenoidal sublabial, alcanzando una tasa de mortalidad relativamente aceptable. Fue además el artífice en la descripción de la enfermedad que todavía en la actualidad lleva su nombre, aunque realmente nunca llegó a intervenir a ningún paciente por este motivo. Sin embargo, su enorme ambición en perfeccionar la cirugía intracraneal lo llevó a desarrollar abordajes transcraneales a la hipófisis, reduciendo su tasa de mortalidad en este último abordaje al 4,6% (similar a la que había alcanzado con el transesfenoidal).

A finales de la década de 1920, Cushing (discípulo de Halsted) había tratado a varios pacientes que presentaban tumores supraselares, como meningiomas y craneofaringiomas, mediante un abordaje transfrontal, que le permitía alcanzar una resección más extensa y una mejor descompresión del quiasma óptico (24). Además evitaba en mayor porcentaje las meningitis e infecciones quirúrgicas: las causas más comunes de mortalidad en la época

asociadas a estos abordajes. Así, en el año 1929, Cushing había abandonado casi de manera definitiva el abordaje transesfenoidal. Como era de esperar, la mayor parte de la comunidad quirúrgica internacional siguió el ejemplo de Cushing, que en aquella época era la gran eminencia mundial en el ámbito de las neurociencias. Sin embargo, la ruta transesfenoidal nunca estuvo “muerta” del todo, pues paralelamente al abandono de dicha técnica por el americano, el neurocirujano escocés Norman Dott, quien había sido discípulo de Cushing y había aprendido su técnica, continuó abogando por este procedimiento en Edimburgo, a pesar de las nuevas corrientes de su mentor, consiguiendo así evitar la extinción total del abordaje transesfenoidal.

En la década de 1950 el avance de la medicina y la cirugía jugó un importante papel en el desenvolvimiento del avance en la cirugía transesfenoidal. La antibioterapia propició un aumento significativo de la supervivencia a largo plazo. El impulso de esta técnica se le debe principalmente a dos neurocirujanos: Gerard Guiot (1912-1998) y Jules Hardy (profesor canadiense nacido en 1932, y recientemente fallecido). Guiot había visitado al escocés Dott, observando su técnica meticulosa y los resultados sobresalientes de su técnica, y tras regresar a París, reintrodujo el abordaje transesfenoidal. Además perfeccionó su técnica al introducir la fluoroscopia intraoperatoria para definir la anatomía de la base anterior del cráneo durante la intervención. Esto le permitió aplicar el abordaje transesfenoidal a tumores de muy difícil extirpación hasta la fecha: craneofaringiomas, cordomas de clivus y otras lesiones paraselares. Despuntaban de esta manera los inicios de los abordajes expandidos endoscópicos, durante las siguientes dos décadas. Hardy quien también describió la técnica, prosiguió crecimiento, hasta bien entrado el siglo XXI.

Con un trabajo publicado en una revista en el año 1997, Hae-Dong Jho y Ricardo Carrau (neurocirujano y otorrinolaringólogo respectivamente, de la Universidad de Pittsburgh), marcarían otro de los puntos de inflexión. Serían ellos quienes darían el mayor empuje al desarrollo y popularización de la cirugía endoscópica endonasal pura, sin el uso de un microscopio quirúrgico, el cual era en lo que se había comenzado a trabajar. Comenzaron aplicando dichos instrumentales a adenomas hipofisarios (25).

Ya en el siglo XXI, el desarrollo de la cirugía endoscópica endonasal para el abordaje selar fue y es imparable, desarrollándose en innumerables aspectos técnicos (cámaras más pequeñas y con mayor resolución, instrumentos diseñados específicamente para dicho abordaje, correlación con estudios de neuroimagen avanzados como neuronavegador, resonancia funcional, etc.). En los últimos años, el Dr. Amin Kassam ha sido otro de los grandes impulsores de estas técnicas, formando así mismo a un gran número de cirujanos españoles en Estados Unidos.

1.7. LA CIRUGÍA HIPOFISARIA EN ESPAÑA

En España (26), la patología del Sistema Nervioso cobró importancia a finales del siglo XIX gracias a la Escuela Española de Neuropatología fundada por el Dr. Santiago Ramón y Cajal, junto con otros colegas de profesión dedicados a las neurociencias (Los doctores Nicolás Achúcarro, Fernando de Castro, Pío del Río Hortega... entre otros)

A pesar de que la especialización de la neurocirugía encontró mucha resistencia, con respecto a los países de nuestro entorno, los servicios neuroquirúrgicos comenzaron a desarrollarse en su mayoría en la primera mitad del siglo XX. Los nombres de los iniciadores de la Neurocirugía española son sinónimo de los de los fundadores de la Sociedad Luso-Española de Neurocirugía: Sixto Obrador Alcalde, Adolfo Ley Gracia, Eduardo Tolosa y Colomer y Juan Barcia-Goyanes. En 1931 se creó en el Hospital General de Valencia el primer servicio de neurocirugía que utilizaba los métodos e instrumental quirúrgico que se empleaban en la Europa moderna, de la mano del doctor Barcia-Goyanes. Comenzaba así el desarrollo propiamente dicho de la neurocirugía tumoral, y se abrían otras puertas al tratamiento de patologías intracraneales de diversa índole (27).

Sin embargo, quizás el mayor impulsor y pionero de la neurocirugía en España fue el médico y profesor Sixto Obrador. Nacido en 1911 en Santander, hizo la carrera de medicina en Madrid y se especializó en neurología y psiquiatría. En esos años, la neurocirugía española no era ni un proyecto a corto plazo. Se dice que tras una conversación con el ya mencionado Dr. Río Hortega (que fue discípulo de Cajal), se dio cuenta de que en España nadie operaba tumores cerebrales. Así, decidió trasladarse al extranjero, donde aprendió, entre otros, del escocés Norman Dott. Tras un viaje a México en el año 1946, decidió especializarse en ese área, que aún no contaba con ningún tipo de infraestructura ni apoyo logístico. Apoyado por el Dr. Jiménez Díaz, crearon la Clínica de los Olivos, donde se puede decir que nació formalmente la neurocirugía española tal y como se concibe en la actualidad. Posteriormente intervino en la fundación de los servicios de neurocirugía de varios hospitales de Madrid.

En el área especializada de la cirugía hipofisaria, el Dr. Puig Sureda, del hospital Santa Creu y Sant Pau, destaca como uno de los primeros en llevar a cabo una cirugía hipofisaria por vía transesfenoidal. Así, a pesar del dilatado avance de la neurocirugía española (también alimentada por las condiciones de precariedad que se vivieron a mediados del Siglo XX), terminó alzándose por todo el país hasta nuestros días.

1.8. LA CIRUGÍA HIPOFISARIA EN GALICIA

La neurocirugía gallega tardaría unos años en florecer, tras los inicios en Madrid y otras comunidades españolas. Fue en el año 1954, cuando plantea la creación de la especialidad de neurocirugía. Su pionero sería el Dr. Reyes Oliveros, quien trabajaba en el servicio de cirugía general que dirigía el Dr. Baltar en el Hospital Provincial de Santiago de Compostela. El Dr. Reyes Oliveros fue el primero en formar residentes y desenvolver las técnicas en la comunidad gracias a sus múltiples viajes a otras comunidades españolas más desarrolladas, además de al extranjero (28).

En el tema concreto que nos ocupa, la cirugía hipofisaria transesfenoidal, el profesor Oliveros comienza a centrarse en este abordaje durante sus últimas visitas a París, comenzando en el Servicio de Santiago a partir del año 1968. Como consecuencia, al año 1972, publicará su tesis doctoral con el título *Estudio de las indicaciones en Neurocirugía de la vía transesfenoidal* leída y defendida en la facultad de medicina de la Universidad de Santiago de Compostela (29).

En el año 1998 se cambia del abordaje endonasal al sublabial, siguiendo las corrientes españolas y europeas de la actualidad, lo cual cambiaría de nuevo años más tarde. Con la introducción del abordaje endoscópico endonasal de la región selar, de elección en la actualidad, se crea la primera unidad de cirugía hipofisaria gallega, dirigida por el Dr. García Allut, ex jefe de servicio del CHU de Santiago de Compostela. En 1973 se abre el servicio de Neurocirugía en el antiguo Hospital Xeral de Vigo, y su primer jefe es el Dr. Gómez Bueno.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo consiste en la revisión bibliográfica de las diferentes técnicas de cirugía endoscópica endonasal con abordaje expandido, para el abordaje de los tumores principalmente en la base del cráneo, pero también en otras áreas adyacentes de acceso complejo por abordajes extracraneales. Clasificados según diferentes áreas anatómicas craneales, se describirá la anatomía y vías de acceso de los más relevantes en la actualidad, pincelando así mismo los nuevos caminos que la neurocirugía endoscópica pretende abrir.

Ilustrándonos a través de un caso clínico de un tumor operado con esta técnica en el Hospital Álvaro Cunqueiro de Vigo, concretamente un cordoma de clivus a través de un abordaje endonasal transclival, compararé y desarrollaré el incipiente uso de esta técnica en el mundo y en nuestro país, y sus retos y expectativas futuras.

3. Material y Métodos

3.1. INTRODUCCIÓN

Para mejor comprensión del tema que nos ocupa, creo que es interesante particularizar los diferentes abordajes en uno solo de manera práctica y visual. Así, se presenta el caso neuroquirúrgico de un cordoma de clivus de un varón 69 años de edad, valorado como segunda opinión desde su centro de referencia por un cordoma de clivus intervenido en el año 2013 y tratamiento complementario con radiocirugía. A seguimiento por endocrinología desde ese mismo año por un panhipopituitarismo posterior. Cuatro años más tarde, en 2017, vuelve a presentar diplopia, sensación parestésica en la hemicara derecha e hipoacusia derecha. Se valora el caso para programación de tratamiento quirúrgico mediante un abordaje transesfenoidal endonasal expandido, con exéresis casi total.

3.2. CASO CLÍNICO

3.2.1. Motivo de consulta

Recidiva de cordoma de clivus programado para tratamiento quirúrgico.

3.2.2. Antecedentes personales

- No alergias medicamentosas conocidas. No alergias alimentarias.
- Antecedentes cardiovasculares: Hipertensión arterial sistémica. Dislipemia.
- Antecedentes neuroquirúrgicos: Cirugía endoscópica con resección subtotal de cordoma de clivus (año 2013). Radiocirugía fraccionada 64 Gy a 1,8 en foco macroscópico y 54 Gy con amplio margen (2014)
- Medicación en domicilio: Atorvastatina, Fenofibrato, Carbamazepina, Testosterona, Valsartán-Hidroclorotiazida, Hidrocortisona y Levotiroxina.

3.2.3. Exploración neurológica

- *Glasgow Coma Scale*: 15.
- Paresia del VI par derecho. Paresia incompleta del III par. Defecto del tabique anterior. Resto de exploración dentro de la normalidad.

3.2.4. Pruebas complementarias

3.2.4.1. Resonancia magnética cerebral (23/12/2019):

Cambios postquirúrgicos tras cirugía transesfenoidal. Persiste resto de cordoma clival, con señal heterogénea y áreas quísticas múltiples en su interior, sin cambios significativos respecto a control previo (21/10/2017). Persiste, así mismo, marcada atrofia de la glándula parótida derecha con ectasia del conducto de Stenon, comprimido por un quiste epidermoide en región geniana derecha, ya conocido y descrito en estudios previos. El día anterior a la intervención (11/03/2020), se repite otra resonancia magnética de control prequirúrgico.

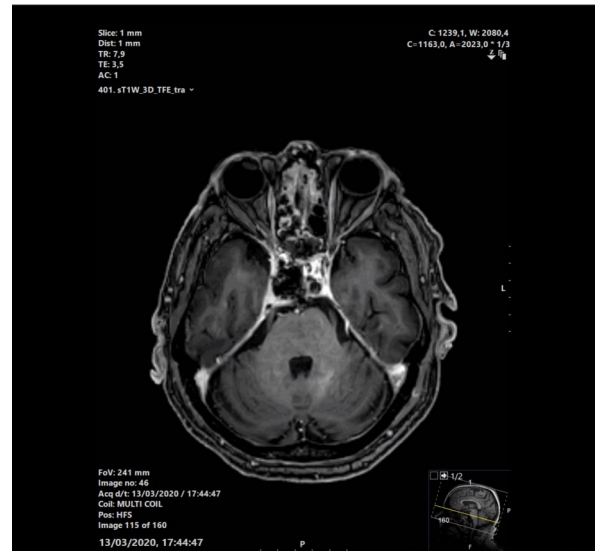
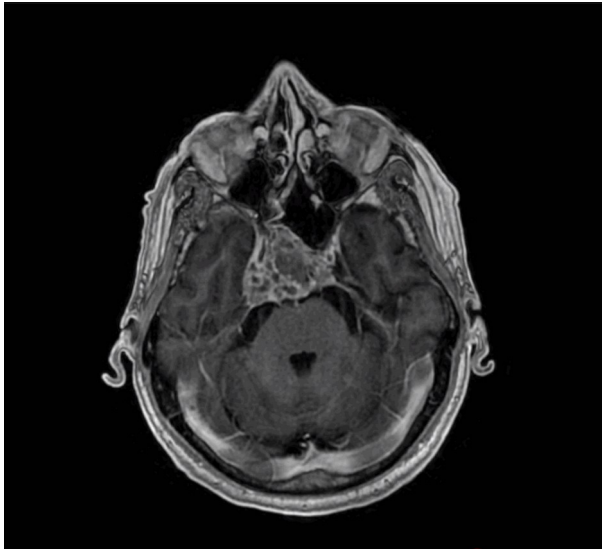


Figura 5: Resonancia magnética en T1 de control prequirúrgico del día 11.03.2020. A continuación resonancia magnética de control postquirúrgico inmediato, del día 13.03.2020. Imágenes cortesía del servicio de neurocirugía del CHU Álvaro Cunqueiro de Vigo.

3.2.4.2. Tomografía axial computarizada cerebral (13/03/2020)

Cambios postquirúrgicos en silla turca y región central y lateral derecha del clivus. Estructuras centradas en línea media. Sistema ventricular supra e infratentorial de tamaño y morfología normales. Adecuada diferenciación córtico-subcortical.

3.2.5. Intervención quirúrgica

El 12/03/2020 se realiza un abordaje endonasal expandido con exéresis casi-total del tumor, en el Hospital Universitario Álvaro Cunqueiro de Vigo. Los cirujanos a cargo de dicha cirugía fueron el Dr. Sanromán y el Dr. Vargas. La anatomía patológica lo describe como un cordoma de clivus, tipo convencional.

3.2.5.1. Descripción de la intervención

Se monitoriza la presión craneal. Cabeza ligeramente flexionada y anclada con cefalostato. Se exploran ambas fosas nasales, en el lado izquierdo, cornete medio bulloso que se reseca. Existe gran defecto de tabique posterior y anterior. Se explora abordaje previo (2013), que se amplía con etmoidectomía y esfenoidotomía. Posterior expansión transpterigoidea derecha con turbinectomía media, antrostomía maxilar amplia y resección de pared posterior de seno maxilar derecho. Se identifica la arteria esfenopalatina, nervio vidiano y rama V2 del nervio trigémino.

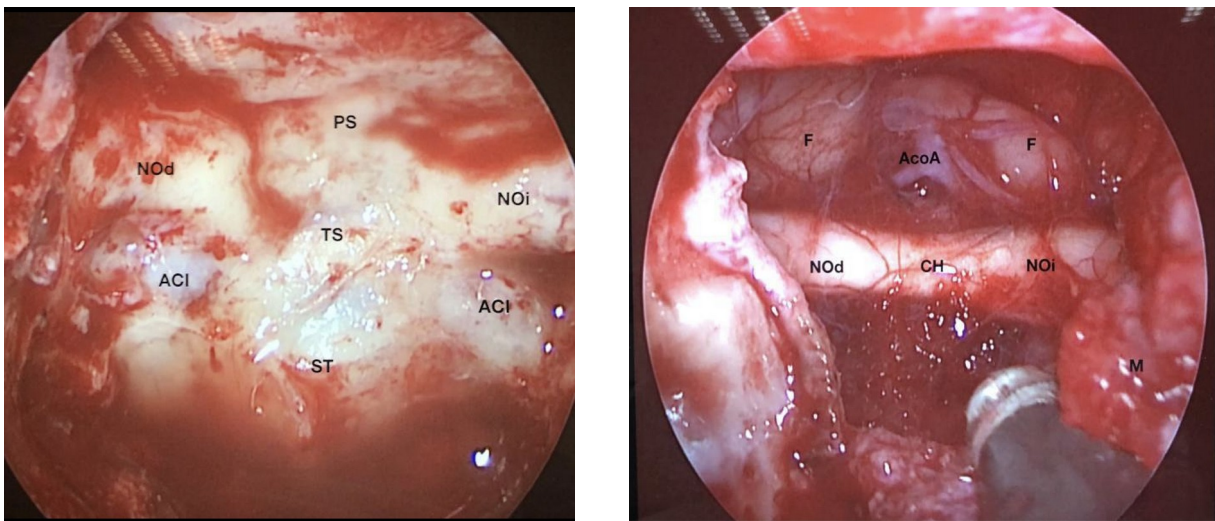


Figura 6: imágenes endoscópicas intraoperatorias. Abordaje endonasal transesfenoidal. NOD: Nervio óptico derecho; PS: planum esfenoidal; NOI: nervio óptico izquierdo; TS: tubérculo selar; ACI: arteria carótida interna; ST: silla turca; F: lóbulo frontal; AcoA: arteria comunicante anterior; CH: quiasma óptico; M: masa tumoral. Imágenes cortesía del servicio de neurocirugía del CHU Álvaro Cunqueiro de Vigo.

Posteriormente, se utiliza colgajo en U invertida de la mucosa basifaríngea para exponer el clivus bajo, destruido por el tumor. Se encuentra este en compartimento posterosuperior del seno cavernoso, muy fibrosado, adherido a la carótida. Se consigue disecar guiado por ECO-Doppler.

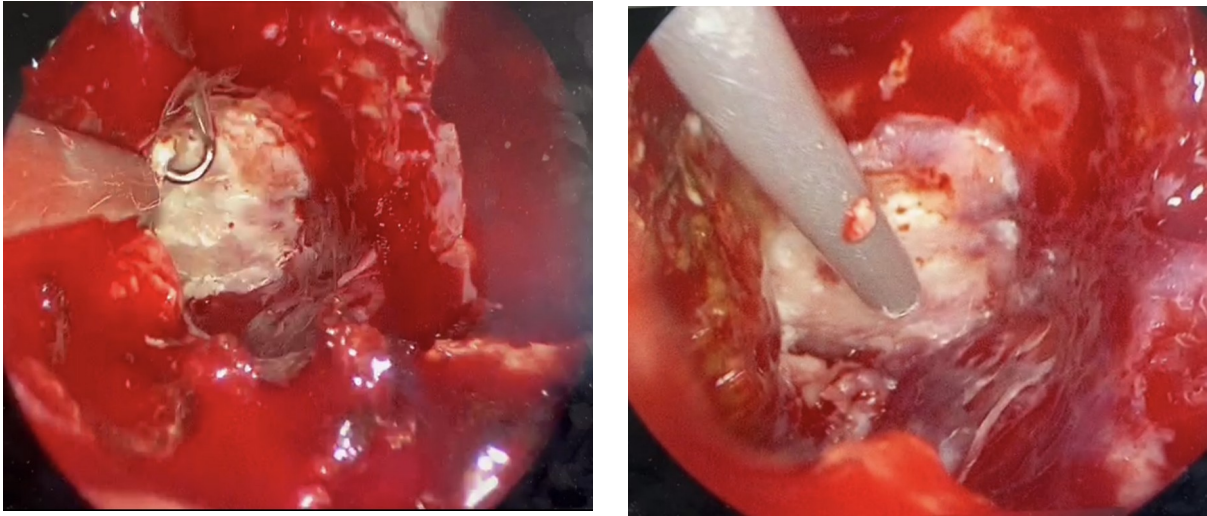


Figura 7: imágenes endoscópicas de masa tumoral y resección de la misma. Se confirma exéresis total de la masa tumoral. Imágenes cortesía del servicio de neurocirugía del CHU Álvaro Cunqueiro de Vigo.

En el compartimento clival, igualmente se encuentra consistencia fibrótica, que se reseca hasta dejar capa interna de duramadre limpia. Exposición clival lateral, identificado en margen derecho el par VI, que se estimula. Por último, apertura selar entre ambas carótidas, con material francamente fibrosado que se corta guiado por ECO-Doppler. Se confirma resección macroscópicamente completa (no se identifican riesgos con neuronavegación). Se sella con *Tachoseal* epidural. Se rellena con colgajo libre de fascia lata en el defecto clival. Se coloca finalmente drenaje lumbar externo, sin incidencias. A los tres meses, se repite resonancia magnética confirmando correctos cambios postquirúrgicos, con remodelado de estructuras adyacentes al proceso tumoral y correcta fibrosis postoperatoria. En cuanto a la clínica, el paciente evoluciona correctamente, con algo de déficit en los movimientos oculares, ya valorado con anterioridad a la cirugía.



Figura 8: resonancia magnética de control postquirúrgico diferido. Realizada el 17.06.2020. Imágenes cortesía del servicio de neurocirugía del CHU Álvaro Cunqueiro de Vigo.

4. Discusión

4.1. INTRODUCCIÓN

El abordaje endoscópico endonasal expandido se define en la actualidad como una técnica empleada en la exéresis o tratamiento de diferentes lesiones alrededor de la silla turca. Su uso se ha demostrado eficaz en numerosas lesiones selares y paraselares, tales como tumores hipofisarios de gran tamaño, craneofaringiomas (incluidos aquellos que afectan al tercer ventrículo), meningiomas del yugo esfenoidal o del tubérculo selar, quistes de la bolsa de Rathke y cordomas, entre otros (30).

Como resulta lógico, la cirugía endonasal endoscópica expandida difiere de la cirugía endonasal endoscópica clásica en la última parte. La técnica actual fue descrita en Inglaterra por Griffith y Veerapen, en el año 1986, aunque ha sufrido algunas ligeras modificaciones hasta la fecha (31). Ambas cuentan con una serie de pasos en común, que se deben conocer para acceder a la región selar, la cual históricamente sólo se empleaba para el tratamiento de los tumores puramente hipofisarios que allí asentaban. En los últimos años, y con el avance de la endoscopia como herramienta principal, se ha pretendido acceder a otras regiones adyacentes con el fin de perfeccionar el tratamiento de otras patologías que por su profundidad y morfología tienen un elevado coste de morbimortalidad en la cirugía transcraneal clásica.

La técnica empleada, por lo tanto, resulta de un abordaje endonasal transesfenoidal, al que luego se le modifican diferentes pasos para acceder a las regiones requeridas. Por esta razón, es necesario para un entendimiento inicial, conocer las referencias anatómicas y los pasos a seguir de esta vía “madre” de las demás, y luego profundizar en esos abordajes accesorios que nacen y se nutren del anterior. Por la compleja anatomía de estas áreas, la planificación prequirúrgica basada en imágenes de alta resolución es así mismo de vital importancia.

En primer lugar, se coloca al paciente en posición supina o en ligero *Trendelenburg* invertido. Para facilitar el acceso, se gira al paciente de diez a veinte grados hacia el cirujano principal que opera, que normalmente se posiciona en el lado derecho. La posición de flexión o extensión de la cabeza es así mismo fundamental, pues difiere según la patología y dictamina la angulación del instrumental en la vía que se emplee. Para prevenir el sangrado importante de los cornetes, se utilizan soluciones de lidocaína o adrenalina que deben de ser reservadas con anterioridad.

Al introducir el endoscopio por la fosa nasal, el primer paso a seguir consiste en el reconocimiento del cornete inferior. Lateralmente, se puede identificar ocasionalmente el meato inferior, donde desemboca el conducto nasolagrimal. Avanzando por la parte inferior nos encontraremos con la coana, y algo más superior, se ubica el cornete medio. Por su delicado recubrimiento mucoso, y por el transcurso de la arteria esfenopalatina (que es rama terminal de la arteria maxilar), en muchas ocasiones puede haber sangrados, por lo que debe evitarse la excesiva manipulación de la zona y utilizar hemostasia si es necesario. En este punto, medial al endoscopio, transcurre el septum nasal (32) (33)

Posteriormente se identifica el receso esfenoidal (el cual corresponde a la pared anterior del seno esfenoidal), la siguiente estructura en la que debemos introducirnos. Este receso se extiende entre el techo de la coana y el *ostium* esfenoidal, que en ocasiones puede estar oculto por el cornete superior. Justo delante del campo quirúrgico, se debe fresar la porción posterior del tabique nasal en su unión con el *rostrum* esfenoidal, para exponerlo y valorar de manera íntegra sendos senos esfenoidales (derecho e izquierdo). Dividiendo a estos dos últimos, se posiciona el *septum* intraesfenoidal, una capa cartilaginosa, que se extirpa para mejorar el campo. A continuación, se introduce otro endoscopio y un aspirador por la narina izquierda mientras el cirujano principal sigue trabajando por la derecha. Por lo tanto se utiliza una técnica de acceso por las dos narinas, trabajando así con cuatro manos.

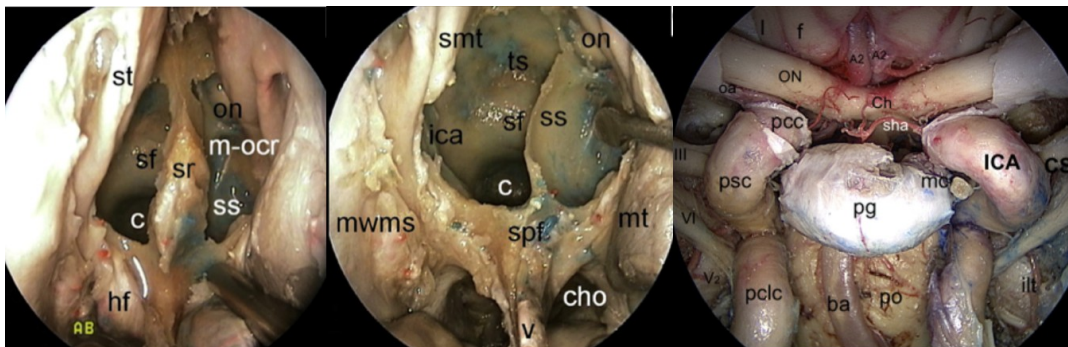


Figura 9: comparativa de secuencias endoscópicas en abordaje endonasal en cadáver. 1ª imagen: visión del rostrum esfenoidal tras la resección del septo nasal. 2ª imagen: visión del seno esfenoidal tras la resección del rostrum. 3ª imagen: región selar, paraselar y supraselar. Abreviaturas: c: clivus; hf: colgajo; m-ocr: receso optocarotídeo medial; sf: suelo selar; so: ostium esfenoidal; sr: rostrum esfenoidal; ss: septum intraesfenoidal; st: cornete superior; cho: coana; ica: arteria carótida interna; mt: cornete medio; mwms: pared posteromedial del seno maxilar; on: nervio óptico; spf: suelo del seno esfenoidal; ss: septum intraesfenoidal; ts: tubérculo selar; v: vómer; ba: arteria basilar; Ch: quiasma; cs: seno cavernoso; f: lóbulo frontal; ilt: tronco inferolateral; mc: clinoides media; oa: arteria oftálmica; ON: nervio óptico; pcc: porción paraclinoidea de la arteria carótida; pclc: porción paraclival de la arteria carótida; pg: hipófisis; po: protuberancia; psc: porción paraselar de la arteria carótida; sha: arteria hipofisaria superior (34).

Una vez introducidos en el seno esfenoidal, debemos identificar todas las estructuras de interés ya comentadas. Y a partir de aquí aproximarnos a aquella que queremos intervenir. Si tomáramos una fotografía, en la parte central observaríamos la silla turca, donde se ubica la hipófisis. A ambos lados de ella, se intuyen las arterias carótidas internas (ACI), las cuales realizan una curvatura pósterio-anterior e ínfero-superior, que la divide en una porción paraclival y otra paraselar. Lateralmente a estas, se hallan los senos cavernosos, que protegen esa gran cantidad de nervios y vasos gracias a su propio plexo venoso extradural. Entre estos dos, en la porción más distal, transcurre el yugo del hueso esfenoides y, proximal, el tubérculo selar. En la zona más distal, se ubica el clivus occipital. Entre ambos senos, el quiasma óptico ocuparía la posición central, bifurcándose en ambos nervios ópticos (35) (36).

Al igual que en el caso clínico que nos ocupa, el concepto de cirugía expandida partiría a partir de este punto, al salirnos del tradicional abordaje de la hipófisis para inmiscuirnos en resto de estructuras adyacentes donde asientan un gran número de patologías, en muchas ocasiones de importantísima complejidad técnica por el incesante trasiego de vasos y nervios vitales.

4.2. TÉCNICAS QUIRÚRGICAS ENDOSCÓPICAS EXPANDIDAS

4.2.1. Fosa craneal anterior

4.2.1.1. Abordaje transtuberular/transplanum

El abordaje transtuberular/transplanum se define como la ampliación craneal o superior de los abordaje hipofisarios endoscópicos clásicos. Su funcionalidad actual radica en el tratamiento de meningiomas del tubérculo selar, tumores hipofisarios de importante extensión o craneofaringiomas en la infancia.

El área del tubérculo selar se extiende en un plano sagital desde el diafragma selar (la porción dural que forma el techo de la silla turca) hasta el limbo esfenoidal. Dicho área, está conceptualmente constituido por tres estructuras diferentes. Empezando por lo más caudal, encontramos el tubérculo selar propiamente dicho, un receso dural que se relaciona con la cisterna supraselar que contiene el tallo hipofisario. A continuación, más craneal, se encuentra el surco quiasmático, fletado por los nervios ópticos. En el plano más superior, se encontraría el limbo esfenoidal, una prominencia ósea del hueso que marca el cambio de plano, siendo a su vez el borde dorsal del yugo esfenoidal (que ya se articularía con el etmoides a través del proceso etmoidal) (23).

El área, además, se relaciona fundamentalmente con todas aquellas lesiones que ocupan la cisterna supraselar, con el tubérculo como punto de partida para los diferentes abordajes.

El abordaje transtuberular/transplanar se basa en la extensión supero-anterior del abordaje tranesfenoidal endoscópico clásico (37). La distinción entre ambas nomenclaturas se refiere a la extensión del segundo a través del *planum* o yugo esfenoidal, estructura ósea ya mencionada por donde se extienden buena parte de las neoplasias de esta área, y que dificulta el trabajo quirúrgico.

Como en la mayoría de cirugía endoscópica endonasal, es de vital importancia generar un colgajo nasoseptal, así como reseca el tercio pósterosuperior, para a la hora de trabajar a cuatro manos se obtenga una mayor visión y se gane en mejor movilidad.

Durante la resección de la cara anterior del esfenoides, se ha de incidir en generar una amplitud importante, vislumbrando la totalidad del techo del seno esfenoidal. A continuación, una vez dentro del seno se fresan los septos intraesfenoidales.

En este punto es importante poseer buenas secuencias prequirúrgicas con resonancia magnética, lo cual facilita enormemente la visión anatómica en una región tan delicada. Los meningiomas del tubérculo selar suelen comprometer el yugo esfenoidal y los canales de los nervios ópticos, lo cual suele conllevar un importante riesgo expansivo a través de la base del cráneo. Este grado de extensión dependerá de la dirección de la extensión tumoral, siendo así especialmente eficaz para aquella patología con expansión más frontal o supraselar. La propagación lateral quedará limitada por las arterias carótida interna y el seno cavernoso, principalmente. Una resección demasiado amplia del yugo esfenoidal, dificulta el cierre y

añade riesgo importante de fistula cefaloraquídea, por lo que el grado de fresado del tubérculo ha de ser calculado con la máxima precisión (38).

Terminada la resección ósea la apertura dural suele comenzar en la línea media, aunque a veces se utilizan colgajos en forma de U. Comenzar con una buena descompresión intratumoral o *debulking* es primordial. Es importante así mismo su consistencia: mientras que unos pueden ser descomprimidos mediante un aspirador simple, para otros pueden ser necesarios el empleo de ultrasonidos. Una vez realizada, es de vital importancia inspeccionar la cavidad en su totalidad. La cápsula tumoral se puede disecar mediante disección extracapsular anterior (el tumor se va disecando en primer lugar de la base frontal, luego de la arteria comunicante anterior, el quiasma óptico y las arterias supraclinoides) o posterior (se separa primero del diafragma selar, y a continuación las arterias supraclinoides, el infundíbulo y el quiasma óptico) (39).

Hay que asegurarse, en primer lugar, de que la exposición del yugo esfenoide (en caso de extensión a este) ha sido suficiente, para formar a su vez crea un plano de disección para el reconocimiento precoz del quiasma u otras arterias afectadas. La hipófisis así mismo suele estar comprimida en la mayoría de las lesiones meningiomatosas, no así en los craneofaringiomas, donde suele estar más respetadas. El tallo hipofisario puede estar elongado y desplazado cranealmente, por lo que no se visualiza hasta llegar a planos más superiores. Esta invasión o compresión del tallo, dictamina así mismo el daño hipofisario que se haya podido generar.

A pesar de las dificultades en el plano óseo y pituitario, la principal morbilidad derivada del abordaje transtubérculo y sus extensiones (transplanum) viene, sin embargo, derivada del daño vascular. Tal y como se ha comentado en la introducción de este trabajo las importantes relaciones con la arteria carótida interna, la arteria oftálmica, la comunicante posterior, el segmento A1 de la arteria cerebral anterior o las arterias hipofisarias superiores suponen un importante reto neuroquirúrgico, y un conocimiento y pericia de gran nivel. El daño de estas puede aumentar significativamente la morbimortalidad.

4.2.1.2. Abordaje transcribiforme

El abordaje transcribiforme endonasal endoscópico se utiliza en el tratamiento de neoplasias nasosinusales y de base de cráneo anterior. A pesar de su expansión, aún son pocos los trabajos que se tienen sobre esta zona específica, pues es muy poca la patología que allí asienta, y mucha se puede abordar por otras vías de acceso.

Esta técnica se centra en la lámina cribosa, estructura del hueso etmoides que incluye al surco olfatorio, parte de la base del cráneo anterior y el suelo de los bulbos olfatorios. Dentro de este abordaje, las estructuras más críticas son las órbitas lateralmente y la porción A2 de la arteria cerebral anterior, así como algunas ramas fronto-orbitales de la misma.

Los límites los marcan anteriormente el receso frontoetmoidal y posteriormente el yugo esfenoidal. El límite lateral se encuentra ocupado por el techo del seno etmoidal, mientras que el medial es para la pared medial de la órbita.

Aunque usualmente todos los abordajes extendidos comienzan por acceder al seno esfenoidal, la infiltración neoplásica puede complicar dicha tarea. Así, se comienza con una etmoidectomía anterior y posterior, sumado a una esfenoidectomía amplia que permite un acceso cómodo a la base del cráneo y a la exposición del yugo esfenoidal. Aquí, es necesario reconocer las referencias vasculares propias de esta región, como son las arterias etmoidales anteriores y posteriores. Es necesario cauterizarlas o ligarlas para un mejor control del sangrado. Lateralmente se deben tener en el campo ambas láminas papiráceas del etmoides, yendo el plano desde la pared posterior del seno frontal hasta el anteriormente mencionado yugo esfenoidal (35).

A continuación se realiza una apertura de la lámina cribosa, y se fresa el receso frontal. Al llegar a la *crista galli* se ha de tener especial cuidado con el seno venoso sagital, y se continúa con el fresado en dirección posterior. Luego se realiza una incisión de la duramadre, previamente coagulada, para abrir a ambos lados la hoz (41).

Una vez expuesto la tumoración, se desbrida el resto de vasos necesarios y se comienza con un *debulking* en función de su morfología. En caso de que el tumor alcance la órbita, es necesario liberar primero la duramadre para facilitar la reconstrucción.

4.2.2. Fosa craneal media

4.2.2.1. Abordaje etmoido-pterigo-esfenoidal

Tal y como se detalla en la introducción de este trabajo la intrincada anatomía de la región del seno cavernoso habla por sí sola de la complejidad técnica para llevar a cabo una cirugía endoscópica a este nivel.

Según la ya mencionada clasificación de Knosp modificada, son accesibles por abordaje expandido aquellos tumores con grados 3a, 3b y 4; que se corresponden a aquellos que comprometen el compartimento antero-inferior del seno y el compartimento lateral. Así los grados 0,1 y 2, comentados anteriormente, se tratarían a través por una vía endoscópica transesfenoidal clásica, y que no es el propósito de este trabajo, al no considerarse un abordaje expandido propiamente dicho. Es especialmente relevante que no filtren a las estructuras vasculares, pues los hacen inoperables por esta vía. Esto se da principalmente en cordomas y adenomas. Además, esta vía esta especialmente indicada en aquellos tumores que afecten a las porciones medial o pósterio-superior (35).

En primer lugar es necesario llevar a cabo una etmoidectomía anteroposterior, que se basa en la resección de tres de las barreras óseas etmoidales: la apófisis unciforme, el cornete medio y la bulla del etmoides. La meatotomía media ha de ser amplia, para conseguir exponer la pared posterior del seno maxilar en su totalidad. Para obtener una visión más amplia de la región selar y paraselar, se puede realizar, en ocasiones, una turbinectomía media o superior amplia.

Posteriormente, la extirpación de la pared anterior permite el acceso a la cavidad esfenoidal, donde es clave así mismo la resección del septo interesfenoidal, lo que confiere una mejor visión. Una vez practicada la hemostasia de la arteria esfenopalatina, se pasa a fresar la porción medial del proceso pterigoideo del esfenoides.

Para la exposición del seno cavernoso, es importante la eliminación de la pared lateral del seno esfenoidal, exponiendo el periostio que recubre el seno cavernoso. Como ya se expuso en la sección dedicada a la anatomía del seno cavernoso, es especialmente crucial conocer la posición de la arteria carótida interna (con sus tres porciones: paraclival, infraselar y paraselar), los nervios óculo-motores y las ramas trigeminales.

La vía etmoido-pterigo-esfenoidal permite exponer la porción medial del seno cavernoso. Según la localización del tumor, la arteria carótida se posicionará en dirección más medial o lateral, lo cual se debe de tener en especial consideración para una resección adecuada. El sangrado de la región no suele ser especialmente relevante, ya que el tumor suele funcionar como un tapón, por lo que puede ser la propia descompresión la desencadenante de la aparición de hemorragias (40).

4.2.2.2. Abordaje del *cavum* de Meckel

El *cavum* de Meckel (también denominado *cavum* trigeminal) es un espacio definido por un desdoblamiento dural de la fosa media. En él se aloja el ganglio de Gasser, donde se agrupan las fibras de las tres ramas trigeminales que después formarán el V par craneal. Los límites del espacio de Meckel están formados supero-lateralmente por la capa dural meníngea que cubre la fosa media e ínfero-lateralmente por la capa dural periostial que contacta con la fosa temporal.

Anatómicamente cabe destacar dos estructuras fundamentales implicadas en la anatomía del *cavum* de Meckel desde un punto de vista endoscópico endonasal: la arteria carótida interna y el espacio cuadrangular, que se relacionan con una amplia cantidad de estructuras neurovasculares de gran importancia. Este último se corresponde con la pared anterior del *cavum* de Meckel, que limita medialmente con el segmento paraclival de la carótida interna, inferiormente su segmento petroso, superolateralmente por la segunda rama del trigémino, y superiormente por el VI par craneal (23).

Históricamente el abordaje al *cavum* de Meckel se ha clasificado en tres grandes grupos transcraneales: el abordaje pterional, lateral (o transpetroso) y postero-lateral (o retrosigmoideo). Sin embargo, al no ser normalmente suficientes para la adecuada exposición del *cavum*, especialmente aquellos que afectan a la porción anteromedial, se ha postulado la alternativa mediante una técnica endonasal endoscópica expandida. Esta se escogerá principalmente cuando está afectado el ganglio trigeminal, la rama V2 del trigémino (fosa pterigopalatina) y la rama V3 (fosa infratemporal), los cuales cuentan también con sus abordajes propios (41).

El procedimiento endoscópico se realiza, como en otros abordajes, mediante un endoscopio rígido de 0º, y a través de una vía binarinal (a cuatro manos). A continuación, se reseca el cornete medio ipsilateral a la lesión, y se aplica hemostasia en su unión con el cornete medio, donde se ubica la arteria esfenopalatina. El cornete medio contralateral también se extrae, extrayendo el colgajo nasoseptal para la ulterior reconstrucción del defecto presente. Para rematar el corredor nasal, se realizan amplias etmoidectomías posteriores y esfenoidectomías.

A continuación, se penetra en el seno esfenoidal a través de su suelo, o porción anterior, y se amplía lateralmente mediante un abordaje transpterigoideo ipsilateral al *cavum* de Meckel implicado. Se completa una unciectomía para exponer el seno maxilar, ampliando su *ostium* natural ínfero, súpero y posteriormente. A este nivel se han de identificar las ramas terminales de la maxilar interna (la arteria esfenopalatina y la nasal posterior) y proceder a su disección.

A continuación se utiliza la pared posterior del seno maxilar, y se fresa el hueso hasta el punto donde se ubica el nervio y fisura infraorbitaria. Así, se accede a la base de las placas pterigoideas, pues la dicha fisura supone el límite entre las fosas infratemporal y pterigopalatina (que se volverán a comentar posteriormente). En este paso es necesario identificar el canal vidiano, y el foramen redondo mayor.

Una vez completado, utilizamos el canal vidiano y su paquete neurovascular para identificar la rama petrosa de la carótida interna y la V2 del trigémino, llegando así al *cavum*. Se extrae hueso alrededor del nervio hasta llegar a la duramadre de la fosa craneal media (límite del espacio de Meckel). También se puede fresar el hueso sobre la carótida paraclival, consiguiendo así mejor control anatómico. Esta duramadre se abre dentro del espacio cuadrangular, que está delimitado por la ACI medialmente y la ACI petrosa posteriormente. En el límite superior se halla el nervio *abducens* o sexto par craneal, que se direcciona hacia la fisura orbitaria superior.

Una vez se alcanza el *cavum* de Meckel es necesario valorar la cantidad de ganglio de Gasser afectado. En aquellas neoplasias que lo infiltran, suele ser necesario sacrificar el nervio trigémino, mientras que en neoplasias benignas, este se suele conservar con un desplazamiento superolateral (17).

4.2.3. Fosa craneal posterior

4.2.3.1. Abordaje transclival

El abordaje transclival es aquel utilizado para la resección de la patología tumoral del clivus, pues puede dar un amplio rango de acceso a los tumores con extensión al dorso selar. Además, se puede utilizar para el tratamiento de las lesiones ubicadas en el tronco encefálico de importante tamaño. Entre ellos, al igual que en el caso clínico sobre el que se apoya este trabajo, los cordomas de clivus son la principal patología tratada.

Los límites anatómicos de la clivectomía han de ser tratados con gran destreza, y han de conocerse sus referencias más importantes. El límite anterior, lo marcan el suelo de la fosa pituitaria y el dorso selar algo más superior, ambas estructuras del hueso esfenoides. En la unión esfenooccipital, el clivus desciende hacia el foramen magno (zona crítica por donde penetra el tronco del encéfalo), que es el límite posterior de la clivectomía. Los límites laterales los suelen cerrar las carótidas internas.

Al igual que en el resto de cirugías endoscópicas con abordaje expandido, se empieza llevando a cabo la resección de uno o ambos cornetes medios, asociándolo o no a una antrostomía para lograr el colgajo nasoseptal.

El siguiente paso consiste en la penetración a través del suelo esfenoidal, retirando el suelo del seno esfenoidal hasta el receso clival utilizando una fresa de diamante. Se prepara, a continuación, un colgajo con forma de “U” de la mucosa rinofaríngea para exponer el clivus inferior y el foramen magnum. A continuación, se perfora el clivus inferior y se abre otro colgajo, esta ocasión con forma de “C”, para exponer la duramadre subyacente, donde normalmente se suelen ya apreciar los tumores (los cordomas, no suelen infiltrar mucho en el hueso).

Es de gran importancia resecar el tumor teniendo en cuenta las estructuras adyacentes, en este caso con cuidado de no lesionar el sistema vértebro-basilar y los pares inferiores del tronco del encéfalo, el cual asciende a través del foramen magno. Tras la extracción, para terminar, se colocan los colgajos mencionados y se mantiene un drenaje lumbar según el caso (42).

4.2.3.2. Abordaje de la unión cráneo-cervical

El abordaje endoscópico expandido a la unión cráneo-cervical aún está poco estudiado, pues su breve historia ocupa tan solo el Siglo XXI. A partir de los primeros años de los dos mil, han aparecido aún poca evidencia para el abordaje endoscópico de la unión cráneo cervical, debido principalmente a la complejidad de la técnica quirúrgica. Sin embargo, los claros beneficios encontrados (precoz movilización posquirúrgica, mínima disfunción deglutoria y la excelente exposición anatómica) abogan porque es una técnica con un tremendo potencial futuro.

En la actualidad, las dos rutas endoscópicas utilizadas son la transoral y la endonasal, que divergen en el diferente ángulo de ataque. Teóricamente, la ventaja de la ruta transnasal es la

evitación de la división esfenopalatina, lo que conllevaría una menor morbilidad general en comparación con el primer abordaje mencionado. Debido a este ángulo comentado, en aquellas enfermedades que comprimiran la invaginación basilar, incluidos el clivus inferior y la punta de la apófisis odontoide, se podrían extraer sin retirar el arco anterior de C1, manteniendo así mayor estabilidad.

Entre los escasos trabajos publicados, algunos ya han arrojado algo de luz en la apuesta por esta técnica. En el año 2002, *Alfieri et al.* (43) describen por primera vez, en un estudio cadavérico, el abordaje endonasal a la unión craneovertebral. Es en el año 2005, cuando *Kassam et. Al* (44) publican por primera vez la primera resección endoscópica transnasal a la apófisis odontoides de un paciente con artritis reumatoide. Más recientemente, en el año 2015, el último trabajo de *La Corte et al.* (45), habla de una pequeña serie de casos, donde se introduce otro límite más preciso para el abordaje al unión cráneo-vertebral: la línea rinopalatina, como aquella trazada en el plano medio sagital por un punto inicial que, corresponde a los dos tercios de la distancia de la espina nasal anterior del hueso maxilar y la espina nasal posterior del hueso palatino, hasta la espina cervical.

En conclusión, el abordaje transnasal parece menos invasivo y seguro que el abordaje microquirúrgico transoral clásico, dada la no necesidad de seccionar el paladar blando e impidiendo diferentes trastornos de la deglución y el habla que generan una importante morbilidad (46).

4.2.4. Área cráneo-facial

4.2.4.1. Abordaje transpterigoideo

La fosa pterigopalatina es una cavidad en forma de pirámide invertida, delimitada principalmente por el hueso esfenoidal, el maxilar y el palatino. Para una mejor comprensión de la técnica quirúrgica, es importante conocer en mayor profundidad las seis caras que se pueden conformar virtualmente a partir de dicha pirámide (35).

En la porción anterior, encontramos la pared posterior del seno maxilar. Medialmente, la lámina vertical del hueso palatino, en cuya porción superior se encuentra el agujero esfenopalatino por donde discurren los nervios y vasos homónimos hacia la cavidad nasal. En la pared lateral, se encuentra la comunicación con la fosa infratemporal, a través de la hendidura pterigomaxilar, que permite el paso de la arteria maxilar. En la pared posterior, se encuentran el ala mayor del esfenoides, e inferiormente la lámina pterigoidea externa. La cara superior está en comunicación con la órbita (apófisis orbitaria del palatino), con estructuras de gran relevancia discurriendo a través del canal infraorbitario, como la rama terminal del nervio maxilar y adyacentemente ramas ascendentes del ganglio pterigopalatino y cigomático. Por último, está limitado inferiormente por el hueso palatino, que comunicaría ya con la cavidad oral (47).

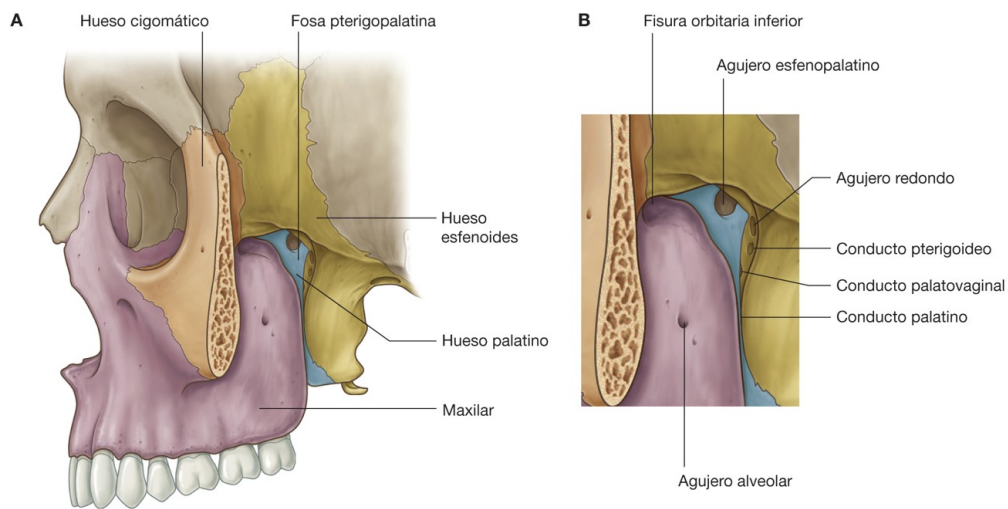


Figura 10: anatomía de la fosa pterigopalatina (63)

A pesar de que la cirugía endonasal endoscópica ha sido uno de los grandes avances en los últimos veinte años en el tratamiento neuroquirúrgico de múltiples estructuras de senos paranasales y base del cráneo, el tratamiento de la patología de la fosa pterigopalatina encierra una enorme complejidad. De hecho, a diferencia de otras áreas mencionadas anteriormente, muchos centros de referencia a nivel internacional siguen priorizando el abordaje extracraneal clásico (48).

La preparación del área quirúrgica incluye normalmente una uncinectomía que conlleva el fresado amplio del cornete inferior de forma lateral, la resección del cornete medio ipsilateral; así como una antrostomía maxilar amplia, para exponer la cara anterior de la fosa pterigopalatina, que es la pared posterior del seno esfenoidal. Cuando se usa el abordaje endoscópico, se aboga por las cuatro manos, para garantizar el mejor control del sangrado (49).

A continuación, para terminar de exponer todas las referencias anatómicas, se lleva a cabo una etmoidectomía antero-posterior y una esfenoidotomía amplia, fresando el suelo del esfenoides hasta llegar a su pared lateral (20). La exposición de la fosa pterigopalatina se inicia localizando el foramen esfenopalatino, por la que transcurre su arteria homónima.

Es importante así mismo, tratar de reconocer el nervio infraorbitario (rama terminal de V2), que se halla en prominencia dentro de la pared posterior del seno maxilar. Inferior y medial este, se encuentra el vidiano (junto a su arteria). El nervio vidiano está formado por fibras parasimpáticas del nervio facial (concretamente el petroso mayor) y fibras simpáticas (del nervio petroso profundo) que se unen y recorren desde la fosa craneal media hacia el ganglio esfenopalatino (50).

Dicho nervio se extiende entre la pared lateral del piso esfenoidal y el ala medial del pterigoides, y su seguimiento permite abordajes más seguros hasta la arteria carótida interna. De esta forma se puede acceder a la fosa craneal media o al *cavum* de Meckel, y facilitar el acceso a la región infratemporal medial cuando se requiere una exposición más extensa. En general, el abordaje transpterigoideo es efectivo en patología medial e inferior de la porción petrosa de la arteria carótida interna. Una vez identificadas y retraídas todas estas estructuras, se trabajará el hueso para ganar acceso al seno cavernoso (36).

Es importante considerar que un abordaje a la fosa craneal media o del seno cavernoso no requiere disección de fosa pterigopalatina o del periostio que la envuelve. Su contenido se puede lateralizar, y transponer, liberando el nervio vidiano.

Algunas series hablan además del uso de la vía transpterigoidea en la neuralgia del trigémino fármaco resistente, aunque de momento sólo se han hallado evidencias sólidas en el estudio cadavérico (51).

4.2.4.2. Abordaje intratemporal

Dado el gran número de estructuras y su intrincada ubicación en la base del cráneo, la fosa infratemporal o cigomática supone un importante reto dentro de la técnica neuroquirúrgica. En ocasiones, será necesario el trabajo multidisciplinar que integra a especialistas tales como otorrinolaringólogos y cirujanos maxilofaciales.

Anatómicamente, es un espacio irregular ubicado en la lateralidad del cráneo. Entre sus límites encontramos la cara posterior del hueso maxilar, como su pared anterior. La pared posterior está formada por los procesos mastoideos y estiloideos y la placa timpánica del hueso temporal. La pared medial, la forma la lámina lateral del proceso pterigoideo del hueso esfenoidal, parte de la faringe y el músculo tensor del velo del paladar. La pared lateral, el hueso mandibular. Por último, el techo está formado por el ala mayor del hueso esfenoides, y la cara infratemporal del hueso temporal, mientras que el suelo no tiene soporte óseo ya que comunica con la región del cuello (52).

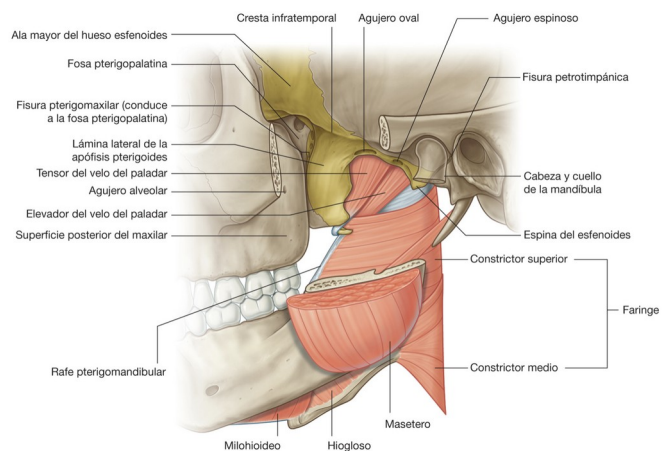


Figura 11: anatomía de la fosa infratemporal (63).

Entre su contenido vascular, es relevante destacar la arteria maxilar. En cuanto al contenido nervioso, destacan el nervio mandibular, la cuerda del tímpano y el nervio petroso menor, entre otros. También es relevante identificar los músculos pterigoideos, lateral y medial y el ganglio ótico (53).

Tradicionalmente, en el acceso a la fosa infratemporal se han empleado sobre todo técnicas abiertas. Sin embargo, en los últimos años, el abordaje endoscópico endonasal expandido ha logrado un importante auge, pues a pesar de tener un menor control de la exposición anatómica, ha conseguido minimizar las secuelas estéticas y neurológicas. Sin embargo, no siempre se puede acceder a través de dicho abordaje. Para emplearlo, es necesario valorar la posición de la carótida interna y la rama V3 trigeminal. Cuando estos son desplazados por el tumor medialmente, los abordajes laterales clásicos son preferibles. No así al contrario, cuando las estructuras son desplazadas por el tumor de manera lateral, se consigue un mejor control hemorrágico con endoscopia (23).

En cuanto a la técnica quirúrgica propiamente dicha, es similar a las demás, salvo la última parte. Se comienzan fracturando y lateralizando los cornetes inferiores, tal y como se mencionaba en el apartado anterior, al igual que los cornetes medio y superior contralaterales. A continuación, se lleva a cabo una turbinectomía media parcial seguido de etmoidectomías anterior y posterior según la afectación, permitiendo aumentar la extensión nasal hasta permitir un acceso transpterigoideo (52).

Tras completar este procedimiento inicial se procede a elaborar una maxilectomía parcial media, que implica una resección mucosa y ósea de importante relevancia. El objetivo es penetrar en el seno maxilar a través de su pared posterolateral. Está se trabajará con extensión cráneo-caudal, desde el suelo orbitario hasta el suelo de la fosa nasal y, en el plano antero-posterior, desde el conducto lagrimal hasta la pared posterior del seno maxilar (54).

La siguiente etapa consiste en el acceso a la fosa pterigopalatina a través de la pared posterior del seno maxilar y la exposición (y coagulación o ligadura) de la arteria esfenopalatina, que se ubicará a nivel del agujero esfenopalatino. Tras la eliminación de esta pared posterolateral del seno maxilar, se obtiene la entrada a la fosa pterigopalatina (más medial) y a la infratemporal (más lateral). A continuación destacarán las diferentes ramas de la arteria maxilar interna. Es necesario localizar la arteria palato-vaginal, el canal del nervio vidiano y el nervio maxilar (que serán seccionados dependiendo de la disposición de la patología). Así mismo, se identificarán los músculos laterales y mediales pterigoideos, ya mencionados, así como el músculo temporal, que se suelen desinsertar.

Dicha área, que aúna también a la anteriormente mencionada fosa pterigopalatina, puede ser dividida conceptualmente en 5 regiones (48), que se trabajarán en función de la patología presente:

- Retromaxilar: entre la pared posterolateral del seno maxilar y los músculos pterigoideos lateral y medial. Contiene la arteria maxilar y sus ramas.
- Interpterigoidea superior: es la parte superior de la fosa infratemporal y la pterigopalatina. Contiene los nervios mandibular y maxilar, así como los ganglios pterigopalatino y ótico.

- Interpterigoidea inferior: se encuentra comprendido entre el músculo pterigoideo lateral, el músculo pterigoideo medial y el músculo temporal. Contiene ramas de la arteria maxilar, y alguna del nervio mandibular (el lingual y el alveolar inferior).
- Temporal-masetérica: entre el músculo temporal y el arco cigomático.
- Faríngeo: se corresponde con la parte superior del espacio parafaríngeo.

A partir de la identificación tumoral, se realiza la descompresión y posterior extracción, normalmente de forma bimanual. Es especialmente relevante la obtención de unos márgenes libres en las tumoraciones malignas, muchas veces, sacrificando alguna de las múltiples estructuras comentadas anteriormente.

4.3. COMPLICACIONES DE LA CIRUGÍA ENDONASAL EXPANDIDA

A pesar de que el abordaje endonasal endoscópico expandido se ha postulado como el principal en mucha de la patología intracraneal anteriormente comentada, es importante mencionar algunas de sus limitaciones y sus retos futuros.

Las complicaciones postquirúrgicas principales difieren enormemente según la serie y el abordaje utilizados. A pesar de que la hemorragia o la fuga de líquido cefaloraquídeo se destacan como aquellas comunes a todos los abordajes, en cada uno de ellos existen sus limitaciones particulares. La ubicación de los diferentes vasos y nervios intracraneales particularización la afectación de ellos mismos, siendo de gran importancia su precoz identificación, así como su total control.

En una de las mayores revisiones sistemáticas sobre este tema, llevada a cabo por *Graffeo et al.* (55) en el año 2014, se analizan las complicaciones de cuatro de los principales tipos de tumores de base de cráneo: meningiomas del surco olfatorio, meningiomas del tubérculo selar, craneofaringiomas y cordomas de clivus. Se compararon los datos de 162 artículos que contenían 5701 pacientes.

Dicha serie, acepta que ofrece a los pacientes una mejor función visual postoperatorio y un menor riesgo de diabetes insípida y obesidad postoperatoria. En términos de mortalidad y resección quirúrgica total la prevalencia es similar tanto en los abordajes endoscópicos como en los abiertos. El estudio acaba concluyendo que la endoscopia endonasal es una alternativa segura a la craneotomía y puede ser preferible para ciertos tipos de tumores. El estudio concluye así mismo que el principal riesgo de la cirugía endoscópica es la fuga de líquido cefaloraquídeo.

Otros estudios importantes hablan de tasas de supervivencia del 91,4% a los 5 años para pacientes con neoplasias nasosinusales malignas adyacentes a la base del cráneo (56), por lo que la supervivencia es más que aceptable en la mayoría de tipos histológicos.

La fístula de LCR presenta una incidencia menor del 5% en aquellos centros con una experiencia significativa en abordajes endoscópicos (57). Estas fístulas, se pueden dividir en bajo y alto flujo, según la frecuencia y cantidad de líquido cefaloraquídeo que caiga por la

nariz. Estas últimas, son las que se suelen producir tras un abordaje transesfenoidal ampliado, pues hay mayor riesgo de apertura directa con los ventrículos. Para paliar estos efectos, se han estudiado varias técnicas de reconstrucción con diversos materiales autólogos (grasos, cartilagosos o óseos), alogénicos y artificiales. Las de bajo gasto, se suelen reparar utilizando selladores de fibrina u otro tipo de pegamentos biológicos (37).

En algunos centros, así mismo, se utiliza la derivación del líquido cefaloraquídeo como medida reparadora de sus fugas sistemáticamente. Algunos estudios, como un meta-análisis llevado a cabo por *Ahmed et al.* en el año 2016 concluye que es innecesario realizarlo sistemáticamente, pues no hay evidencia suficiente para concluir que este drenaje afecta a el éxito de la reparación de las fístulas. (58). El resto de complicaciones generales incluyen la cefalea, la meningitis, el neumocelocéfalo y las complicaciones hemorrágicas. Con respecto a los abordajes abiertos clásicos se reducen algunas de gran relevancia clínica y morbimortalidad, como la neumonía o el embolismo pulmonar.

En cuanto a las complicaciones derivadas de ubicaciones particulares, se han recogido en diversos estudios que particularizan dichas áreas. Entre aquellas que afectan a la región selar encontramos la pérdida visual por afectación del nervio óptico (en forma de hemianopsia o cuadrantanopsia) y los problemas endocrino-metabólicos como la diabetes insípida o el SIADH. Tal y como se comentaba en el apartado pertinente es destacadamente crítica la región del seno cavernoso, por la afectación de los pares craneales que allí discurren y su correlación clínica en forma de hipoestésias, problemas masticatorios o parálisis oculares de diversa índole (59). En los tumores que afectan a la lámina cribosa o adyacentes, es relevante destacar la anosmia e hiposmia progresivas (por afectación del nervio olfatorio), así como el dolor facial (35).

4.4. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LA CIRUGÍA ENDONASAL EXPANDIDA

Las ventajas de la cirugía endoscópica endonasal expandida se suelen equiparar a las del abordaje endonasal clásico, pues el endoscopio normalmente suele ser similar. Como es de suponer la reducción del traumatismo por la ausencia de incisión externa y la menor agresividad con los tejidos blandos reducen enormemente la morbimortalidad y disminuyen los tiempos postoperatorios. Esto provoca por lo general una mayor reducción de los costes por la hospitalización. Además, en muchas de las regiones profundas del cráneo, comentadas anteriormente, la vía endoscópica supone el único y posible abordaje que no cause complicaciones importantes, tanto estéticas como funcionales (60).

Las limitaciones las marcan por lo general la morfología y extensión de la neoplasia a tratar. Los tumores grandes y muy invasivos que pueden llegar a afectar a tejidos superficiales, como aquellos de extensión anterior a la convexidad craneal, los que afectan a los techos orbitarios o requieren una maxilectomía total requieren por lo general abordajes abiertos o clásicos, aunque pueden ser complementados con un abordaje endoscópico. Una extensión tumoral intraquirúrgica inesperada puede requerir la transformación de un abordaje endoscópico o uno abierto, por lo que los neurocirujanos deben de estar entrenados para ambos tipos de procedimientos (22).

También es especialmente relevante la anatomía quirúrgica, pues en muchas ocasiones las relaciones neurovasculares son de enorme dificultad, especialmente aquellas relacionadas con la arteria carótida interna y sus variaciones interpersonales.

Otras desventajas incluyen la larga curva de aprendizaje, las características comórbidas intrínsecas al paciente y las limitaciones tecnológicas de diferentes centros, siendo fundamental la experiencia del equipo neuroquirúrgico en esta clase de procedimientos.

5. Conclusiones

- La cirugía endonasal endoscópica con abordaje expandido supone a día de hoy no solo una alternativa para los abordajes clásicos extracraneales, si no el *gold standard* para muchos de los tumores alojados en la base del cráneo y otras regiones adyacentes.
- A pesar de sus aún pendientes limitaciones, es cada vez más una de las herramientas fundamentales y de los grandes retos de la neurocirugía moderna, especialmente para la patología tumoral craneal.
- Es relevante destacar en cuanto a esta técnica la reducción de la morbimortalidad del paciente y la penetración en áreas anteriormente inaccesibles. Por la contra, el control total de las fístulas de LCR es una tarea pendiente para los neurocirujanos del futuro.
- Como en el resto de la medicina, en particular en la oncológica y quirúrgica, la individualización del tratamiento, la correcta planificación pre y post quirúrgica y la experiencia del neurocirujano son factores claves para el éxito y el desarrollo de esta amplia y compleja técnica.

6. Bibliografía

1. Pérez-López C, Abenza-Abildúa MJ. Historia de la cirugía de la hipófisis.
2. Guggiana MF, Olmos CV, García MC, Peynado EMN, López ABV. Hipófisis. Anatomía y principal patología tumoral. [Internet]. SERAM 2014 EPOS. European Congress of Radiology - SERAM 2014; 2014 [citado 10 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://epos.myesr.org/poster/esr/seram2014/S-1009>
3. Rodríguez Á, Domínguez S, Cantín M, Rojas M. Nervous System Embriology. Int J Med Surg Sci. 26 de octubre de 2018;2(1):385-400.

4. Zhang S, Cui Y, Ma X, Yong J, Yan L, Yang M, et al. Single-cell transcriptomics identifies divergent developmental lineage trajectories during human pituitary development. *Nat Commun.* 19 de octubre de 2020;11(1):5275.
5. Duane E. Haines. *Principios de Neurociencia*. 4ª Edición. Elsevier España; 492 p.
6. García-Pastor C, Moreno-Jiménez S, Gómez-Llata Andrade S. Microanatomía de la región selar y paraclinoidea en especímenes mexicanos. *Arch Neurocienc México DF.* octubre de 2005;10(4):212-20.
7. Graillon T, Regis J, Barlier A, Brue T, Dufour H, Buchfelder M. Parasellar Meningiomas. *Neuroendocrinology.* 2020;110(9-10):780-96.
8. Ortiz VG, Aragón FJ, Vega CG, Menéndez CL, Gacía MC, Román MTGS. REVISIÓN DE LA ANATOMÍA Y PATOLOGÍA DEL SENO CAVERNOSO MEDIANTE ESTUDIOS MORFOLÓGICOS DE TC y RM. *Seram [Internet]*. 22 de noviembre de 2018 [citado 3 de marzo de 2023]; Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/1945>
9. Chui M, Tucker W, Hudson A, Bayer N. High resolution CT of Meckel's cave. *Neuroradiology.* septiembre de 1985;27(5):403-9.
10. Ostrom QT, Cioffi G, Gittleman H, Patil N, Waite K, Kruchko C, et al. CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Other Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2012–2016. *Neuro-Oncol.* noviembre de 2019;21(Suppl 5):v1-100.
11. Famini P, Maya MM, Melmed S. Pituitary Magnetic Resonance Imaging for Sellar and Parasellar Masses: Ten-Year Experience in 2598 Patients. *J Clin Endocrinol Metab.* junio de 2011;96(6):1633-41.
12. Arbolay OL. Meningiomas del tubérculo selar. Consideraciones del abordaje endonasal endoscópico. 2021;11(2).
13. Gilsanz A, Moreno B, Obiols G, Zugasti A, Català M, Lucas T, et al. Guía clínica del diagnóstico y tratamiento de los tumores hipofisarios no funcionantes y gonadotropinomas. *Endocrinol Nutr.* enero de 2006;53(1):13-8.
14. Enseñat J, Ortega A, Topcewski T, Vilalta J, Obiols G, Mesa J, et al. Valor predictivo de la clasificación de Knosp en el grado de resección quirúrgica de los macroadenomas invasivos: Estudio prospectivo de una serie de 23 casos. *Neurocirugía.* diciembre de 2006;17(6):519-26.
15. Schwannoma trigeminal intracraneal con extensión a la fosa infratemporal, espacio parafaríngeo, órbita, seno maxilar y fosa nasal: A propósito de un caso [Internet]. [citado 25 de abril de 2023]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-14732005000100011
16. 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. Oper Neurosurg. marzo de 2009;64(3):ons71-83.

17. Williams. Tratado de endocrinología. (Edición 14th). [Spain]: Elsevier Limited (UK); 2021.
18. Imirizaldu JJZ. Neurología. (Edición 6th). [Spain]: Elsevier Limited (UK); 2018.
19. Duval MC, Alejandro SRA, Manuel OBJ, Nicasio M. Meningiomas de la unión craneovertebral: papel del abordaje posterolateral. 2017;
20. Kasemsiri P, Prevedello DMS, Otto BA, Old M, Ditzel Filho L, Kassam AB, et al. Endoscopic endonasal technique: treatment of paranasal and anterior skull base malignancies. Braz J Otorhinolaryngol. 2013;79(6):760-79.
21. García LA, Suárez Nieto C, Fernández de León R, Ruiz Moya B. Abordajes infratemporales de la fosa infratemporal y de la rinofaringe. Neurocirugía. 1999;10(4):265-76.
22. 1. Rae.es. [citado el 27 de abril de 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/pituita>. En.
23. Vidal Jiménez Eligio, Estorino Escaig Nereida. Cushing, Padre de la Neurocirugía Moderna. Apuntes biográficos de su vida y obra. Rev. Med. Electrón. [Internet]. 2011 [citado 2023 Abr 27]; 33(Suppl 7): 893-900. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242011000700009&lng=es.
24. Siddhartha Mukherjee. El emperador de todos los males. 5ª edición. España: Penguin Random House Group; 2010.
25. Jho HD. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery: experience with 50 patients. J Neurosurg. 1997;87.
26. Yagüe RC. HISTORIA DE LA NEUROCIRUGÍA EN ESPAÑA.
27. Barcia-Mariño C, Rodríguez-Mena R. Historia de la neurocirugía española. La escuela de Valencia: J.J. Barcia Goyanes. Neurocirugía. noviembre de 2013;24(6):262-71.
28. LibroNeurocirugía-FINAL.pdf [Internet]. [citado 27 de abril de 2023]. Disponible en: <https://senec.es/wp-content/uploads/2018/02/LibroNeurocirug%C3%ADa-FINAL.pdf>
29. Gelabert González M, Lema Bouzas M, Noya García M. Pasado y presente de la Neurocirugía : “in memoriam” Francisco Reyes Oliveros / edición a cargo de Miguel Gelabert González, Manuela Lema Bouzas ; [prólogo, Manuel Noya García]. Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela, Servizo de Publicacións e Intercambio Científico; 2009.

30. Silveira-Bertazzo G, Manjila S, Carrau RL, Prevedello DM. Expanded endoscopic endonasal approach for extending suprasellar and third ventricular lesions. *Acta Neurochir (Wien)*. 1 de octubre de 2020;162(10):2403-8.
31. Griffith HB, Veerapen R. A direct transnasal approach to the sphenoid sinus: Technical note. *J Neurosurg*. enero de 1987;66(1):140-2.
32. Sandoval-Sánchez JH, Flores-Cárdenas F, Vargas-Frutos MC. Complicaciones del abordaje endonasal directo transesfenoidal en el manejo de adenomas de hipófisis.
33. Ajler P, Hem S, Goldschmidt E, Landriel F, Campero A, Yampolsky C, et al. Cirugía transnasal endoscópica para tumores de hipófisis. *Surg Neurol Int*. 8 de diciembre de 2012;3(Suppl 6):S389-94.
34. Abarca-Olivas J, Monjas-Cánovas I, López-Álvarez B, Lloret-García J, Sanchez-del Campo J, Gras-Albert JR, et al. Estudio endoscópico endonasal 3D de la anatomía de la base de cráneo. *Neurocirugía*. enero de 2014;25(1):1-7.
35. PONENCIA-2019-SEORL.pdf [Internet]. [citado 18 de abril de 2023]. Disponible en: <https://seorl.net/wp-content/uploads/2019/10/PONENCIA-2019-SEORL.pdf>
36. Byun YH, Kang H, Kim YH. Advances in Pituitary Surgery. *Endocrinol Metab*. 31 de agosto de 2022;37(4):608-16.
37. López-Arbolay O, González-González J, Rojas-Manresa JL. Abordaje endonasal endoscópico extendido a la base del cráneo. *Neurocirugía*. noviembre de 2012;23(6):219-25.
38. Caklili M, Emengen A, Yilmaz E, Genc H, Cabuk B, Anik I, et al. Endoscopic Endonasal Approach Limitations and Evolutions for Tuberculum Sellae Meningiomas: Data from Single-Center Experience of Sixty Patients.
39. Batra PS, Kanowitz SJ, Luong A. Anatomical and technical correlates in endoscopic anterior skull base surgery: A cadaveric analysis. *Otolaryngol Neck Surg*. junio de 2010;142(6):827-31.
40. Pasquini E, Frank G, Mazzatenta D, Fernández MA, Sciarretta V, Macrì G, et al. Abordaje endoscópico etmoidopterigoesfenoidal al seno cavernoso. *Acta Otorrinolaringológica Esp*. 2007;58:50-8.
41. Tapia C M, Fredes C F, Pinto V J, Sepúlveda A I, Schmidt P T. Abordaje endoscópico al cavum de Meckel: Resección endoscópica endonasal de Schwannoma del nervio trigémino. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello*. septiembre de 2018;78(3):281-6.
42. Simal Julian JA, Sanromán Álvarez P, Miranda Lloret P, Plaza Ramirez E, Pérez Borreda P, Botella Asunción C. Full endoscopic endonasal transclival approach: Meningioma attached to the ventral surface of the brainstem. *Neurocirugía*. mayo de 2014;25(3):140-4.

43. Alfieri A. Endoscopic Endonasal Approach to the Ventral Cranio-Cervical Junction: Anatomical Study.
44. 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. *Oper Neurosurg*. 1 de julio de 2005;57(suppl_1):E213-E213.
45. La Corte E, Aldana PR, Ferroli P, Greenfield JP, Härtl R, Anand VK, Schwartz TH. The rhinopalatine line as a reliable predictor of the inferior extent of endonasal odontoidectomies. *Neurosurg Focus*. 2015 Apr;38(4):E16. doi: 10.3171/2015.1.FOCUS14777. PMID: 25828492.
46. Visocchi M, Iacopino DG, Signorelli F, Olivi A, Maugeri R. Walk the Line. The Surgical Highways to the Craniovertebral Junction in Endoscopic Approaches: A Historical Perspective. *World Neurosurg*. febrero de 2018;110:544-57.
47. Drake RL, A. Wayne Vogl, Adam W. M. Mitchel. *Gray's Anatomy for students*, third edition. 3ª Edición. Elsevier Churchill Livingstone; 1161 p.
48. Zoli M, Sollini G, Zaccagna F, Fabbri VP, Cirignotta L, Rustici A, et al. Infra-Temporal and Pterygo-Palatine Fossae Tumors: A Frontier in Endoscopic Endonasal Surgery—Description of the Surgical Anatomy of the Approach and Report of Illustrative Cases. *Int J Environ Res Public Health*. 25 de mayo de 2022;19(11):6413.
49. Youssef A, Carrau RL, Tantawy A, Ibrahim AA, Prevedello DM, Otto BA, et al. Clinical Correlates of the Anatomical Relationships of the Foramen Ovale: A Radioanatomical Study. *J Neurol Surg Part B Skull Base*. diciembre de 2014;75(6):427-34.
50. Kaen A, Ruiz-Valdepeñas EC, Rocha S, Tirado J. C0129 - «ÁREA VELPPHA»: LIMITE POSTERIOR DEL ABORDAJE ENDONASAL ENDOSCÓPICO TRANSPTERIGOIDEO.
51. Ozbek MA, Basak AT, Cakici N, Sakul BU, Akalan N. The endoscopic trans-sinusoidal trans-ptyergopalatine route to the foramen rotundum approach in trigeminal neuralgia treatment. *Turk Neurosurg* [Internet]. 2021 [citado 18 de abril de 2023]; Disponible en: http://www.turkishneurosurgery.org.tr/summary_en_doi.php3?doi=10.5137/1019-5149.JTN.30283-20.3
52. Karkas A, Zimmer LA, Theodosopoulos PV, Keller JT, Prades JM. Endonasal endoscopic approach to the pterygopalatine and infratemporal fossae. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. octubre de 2021;138(5):391-5.
53. Isolan G, Rowe R, Al-Mefty O. Microanatomy and Surgical Approaches to the Infratemporal Fossa: An Anaglyphic Three-Dimensional Stereoscopic Printing Study. *Skull Base*. septiembre de 2007;17(5):285-302.

54. 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. *The Laryngoscope*. enero de 2011;121(1):31-41.
55. Graffeo CS, Dietrich AR, Grobelny B, Zhang M, Goldberg JD, Golfinos JG, et al. A panoramic view of the skull base: systematic review of open and endoscopic endonasal approaches to four tumors. *Pituitary*. agosto de 2014;17(4):349-56.
56. Nicolai P, Battaglia P, Bignami M, Bolzoni Villaret A, Delù G, Khrais T, Lombardi D, Castelnuovo P. Endoscopic surgery for malignant tumors of the sinonasal tract and adjacent skull base: a 10-year experience. *Am J Rhinol*. 2008 May-Jun;22(3):308-16. doi: 10.2500/ajr.2008.22.3170. PMID: 18588765.
57. Roxbury CR, Ishii M, Richmon JD, Blitz AM, Reh DD, Gallia GL. Endonasal Endoscopic Surgery in the Management of Sinonasal and Anterior Skull Base Malignancies. *Head Neck Pathol*. marzo de 2016;10(1):13-22.
58. Ahmed OH, Marcus S, Tauber JR, Wang B, Fang Y, Lebowitz RA. Efficacy of Perioperative Lumbar Drainage following Endonasal Endoscopic Cerebrospinal Fluid Leak Repair: A Meta-analysis. *Otolaryngol Neck Surg*. enero de 2017;156(1):52-60.
59. Komotar RJ, Starke RM, Raper DMS, Anand VK, Schwartz TH. Endoscopic Endonasal versus Open Transcranial Resection of Anterior Midline Skull Base Meningiomas. *World Neurosurg*. mayo de 2012;77(5-6):713-24.
60. 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):152-60.
61. region_selar [Neurocirugía Contemporánea] [Internet]. [citado 10 de abril de 2023]. Disponible en: http://neurocirugiacontemporanea.com/doku.php?id=region_selar
62. seno_cavernoso [Neurocirugía Contemporánea] [Internet]. [citado 22 de mayo de 2023]. Disponible en: http://neurocirugiacontemporanea.com/doku.php?id=seno_cavernoso
63. Drake, Richard L. Gray. Anatomía para estudiantes [INTERNET]. Elsevier España; 2020.