



Anatomía microquirúrgica de la celda hipofisaria y su rol en el crecimiento de los adenomas hipofisarios



Microsurgical anatomy of the pituitary fossa and its role in the growth of pituitary adenomas



Ganador Premio "Gumersindo Sánchez Guisande" LIII Congreso Argentino de Anatomía

Martínez Hinojosa, Pablo Andrés; Forlizzi, Valeria; Avendaño, Maximiliano;
Gargurevich, Brian; Chuang, Joaquín; Baldoncini, Matías

Laboratorio de Neuroanatomía Microquirúrgica (La.Ne.Mic)
Segunda Cátedra de Anatomía. Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires
(UBA) Buenos Aires - Argentina

E-mail de autor: Pablo Andrés Martínez Hinojosa pablitolmarkinov@gmail.com

Resumen

Introducción: La glándula hipófisis, órgano maestro del sistema endócrino, se encuentra situada en un compartimiento osteo-dural denominado celda hipofisaria.

Una de las patologías más frecuentes de la glándula hipófisis son los adenomas hipofisarios, que pueden presentar un patrón de crecimiento limitado a la celda hipofisaria o sobrepasar los límites de ésta. Se clasifican según su tamaño en microadenomas (menores a 10 mm) y macroadenomas (mayores a 10 mm). Cuando estos últimos adquieren gran volumen pueden expandirse, ya sea al seno cavernoso, a la región supraselar o hacia ambas. El objetivo del siguiente trabajo es realizar un exhaustivo estudio de la anatomía microquirúrgica de la región, con especial énfasis en las paredes lateral y superior de la celda hipofisaria, en búsqueda de un patrón anatómico predisponente al crecimiento expansivo de estas lesiones hipofisarias hacia una región u otra.

Materiales y método: Nuestra investigación consistió en la disección microanatómica de treinta y dos (n=32) senos cavernosos en bloque de cadáveres humanos, fijados con solución acuosa de formaldehído diluida al 10%, y que finalmente fueron conservados con alcohol al 50%. Siete bloques (catorce senos cavernosos) fueron seccionados mediante un corte sagital.

Resultados: Diafragma selar: A partir de los resultados obtenidos proponemos la siguiente clasificación en base a la superficie real de la abertura del diafragma selar (SRAD).

Tipo A: 0mm² (18,75%) Tipo B: 0 – 30mm² (31,25%) Tipo C: mayor a 30mm² (50%)

Pared lateral de la celda hipofisaria: Del diafragma selar se desprende una membrana dural que desciende envolviendo la superficie lateral, anterior, posterior e inferior de la hipófisis. Queda conformada una verdadera bolsa dural.

La porción lateral de esta representa la pared lateral de la celda hipofisaria. Es una membrana delgada, traslúcida, sin soluciones de continuidad que separa el seno cavernoso de la hipófisis con su cápsula.

Cápsula hipofisaria: Se observaron fenestras en la cápsula hipofisaria aproximadamente en el 9% de los especímenes (3 de 32).

Conclusiones: La glándula hipófisis junto con su cápsula se encuentran rodeadas por una bolsa dural que emerge del diafragma selar. Las variaciones de la abertura del diafragma selar y las fenestras observadas en la cápsula hipofisaria podrían explicar los patrones del crecimiento expansivo de los adenomas hipofisarios.

Palabras clave: celda hipofisaria, adenoma hipofisario, seno cavernoso, diafragma selar, cápsula hipofisaria.

Abstract

Introduction: The pituitary gland, the master gland of the endocrine system, is located in a osteo-dural compartment called pituitary fossa.

One of the most frequent pathologies of the pituitary gland are pituitary adenomas. They may have a growth pattern limited to the pituitary fossa or exceed its limits. They are classified according to their size in microadenomas (less than 10 mm) and Macroadenomas (greater than 10 mm). When the latter acquire large volume can be expanded, either the cavernous sinus, the suprasellar region or to both. They are classified according to their

size in microadenomas (less than 10 mm) and macroadenomas (greater than 10 mm). When they gain a great volume can expand, either the cavernous sinus, the suprasellar region or to both. The purpose of this study is to perform an exhaustive study of microsurgical anatomy of the region, with special emphasis on the lateral and superior walls of the pituitary fossa, in search of a predisposing anatomic pattern to the expansive growth of these pituitary lesions to a region or other.

Materials and methods: Our investigation consisted in microanatomic dissection of thirty-two (n = 32) cavernous sinus block human cadavers fixed with dilute aqueous solution of 10% formaldehyde, and were finally preserved with 50% alcohol. Seven

blocks (fourteen cavernous sinus) were sectioned using a sagittal section

the program Surgimap® was used for taking the different measures proposed in the paper.

Results: *Diaphragma sellae:* From the results we propose the following classification based on the real surface of the opening of the diaphragma sellae (SROD).

Type A: 0mm² (18.75%) Type B: 0 - 30mm² (31.25%) Type C: greater than 30mm² (50%)

Lateral wall of the pituitary cell: From the diaphragma sellae descends a dural membrane enveloping the lateral, anterior, posterior and inferior surface of the pituitary. This is a real dural bag.

The lateral portion represents the lateral wall of pituitary fossa.

Is a thin, translucent, without continuity solutions membrane that separates the cavernous sinus and the pituitary gland with its capsule.

Pituitary capsule: fenestrae were observed in the pituitary capsule in approximately 9% of the samples (3 of 32).

Conclusions: The pituitary gland with its capsule are surrounded by a dural bag emerging from the diaphragma sellae. Variations of the diaphragm opening and fenestrae observed in pituitary capsule may explain the patterns of expansive growth of pituitary adenomas.

Keywords: pituitary cell, pituitary adenoma, cavernous sinus, diaphragm sellae, pituitary capsule.

Introducción

La glándula hipófisis, órgano maestro del sistema endocrino, se encuentra situada en un compartimiento osteo-dural denominado celda hipofisaria.

Esta celda presenta como límites anterior y posterior al tubérculo y al dorso selar respectivamente.

El límite superior corresponde a la duramadre que recubre la silla turca, el diafragma selar, que posee una abertura para el paso del tallo hipofisario. Entre sus relaciones superiores se encuentran la cisterna quiasmática y las estructuras del piso del tercer ventrículo.

El límite inferior es el piso de la silla turca que lo relaciona con el seno esfenoidal y a través de éste con las cavidades nasales.

Los límites laterales son dos, cada uno separa la celda hipofisaria del seno cavernoso homolateral, constituyendo también el límite medial de este. Son objeto de discusión, puesto que no hay acuerdo entre distintos estudios sobre si es un tejido fibroso o dural.

Los senos cavernosos son estructuras pares, compartimientos duros encargado del drenaje venoso parcial del encéfalo. Una de las razones de su trascendental importancia es el hecho de que contiene en su interior al segmento cavernoso de la arteria carótida interna con su plexo simpático y al nervio abducens; y en su pared lateral de superior a inferior a los nervios oculomotor, troclear y oftálmico.

Otras razones de la relevancia de esta estructura son sus conexiones venosas con el cerebro, cerebelo, tronco encefálico, cara, órbita, nasofaringe, oído medio y las siguientes relaciones anatómicas: hacia lateral con el lóbulo temporal,

superior con la cisterna quiasmática, y hacia medial con la celda hipofisaria.¹

Una de las patologías más frecuentes de la glándula hipófisis son los adenomas hipofisarios, que pueden presentar un patrón de crecimiento limitado a la celda hipofisaria o sobrepasar los límites de ésta. Se clasifican según su tamaño en microadenomas (menores a 10 mm) y macroadenomas (mayores a 10 mm). Cuando estos últimos adquieren gran volumen pueden expandirse, ya sea al seno cavernoso, a la región supraselar o hacia ambas.² (Figs. 1 y 2)

Por lo tanto, el objetivo del siguiente trabajo es realizar un exhaustivo estudio de la anatomía microquirúrgica de la región, con especial énfasis en las paredes lateral y superior de la celda hipofisaria, en búsqueda de un patrón anatómico predisponente al crecimiento expansivo de estas lesiones hipofisarias hacia una región u otra.

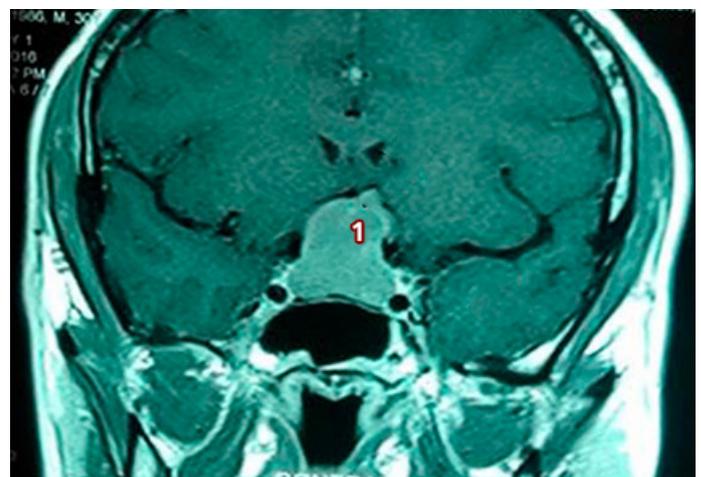


Fig. 1: Corte coronal de resonancia magnética de cabeza a nivel de la hipófisis. Se aprecia un crecimiento de adenoma hipofisario supraselar. 1) Adenoma hipofisario



Fig. 2: Corte axial de resonancia magnética de cabeza a nivel de la hipófisis. Se aprecia un crecimiento de adenoma hipofisario hacia el seno cavernoso. 2) Adenoma hipofisario

Materiales y Método

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Neuroanatomía Microquirúrgica perteneciente a la II Cátedra de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires.

Nuestra investigación consistió en la disección microanatómica de treinta y dos (n=32) senos cavernosos en bloque de cadáveres humanos, fijados con solución acuosa de formaldehído diluida al 10%, y que finalmente fueron conservados con alcohol al 50%. Se utilizaron dieciséis (n=16) especímenes adultos, siendo 4 (25% del total) masculinos y 12 (75% del total) femeninos. Siete bloques (catorce senos cavernosos) fueron seccionados mediante un corte sagital.

Se revisó previamente la literatura de las diversas formas que adopta la celda hipofisaria, y las estructuras vasculares y nerviosas que la rodean.

En todos los casos la disección de los senos cavernosos se realizó desde la pared lateral hasta la medial para poder observar las características y constitución de esta última. Se retiró la pared lateral, exponiendo de inferior hacia superior: el ganglio trigeminal (NC V) junto con sus divisiones, el nervio Troclear (NC IV) y el nervio Oculomotor (NC III) (**Figs. 3 y 4**)

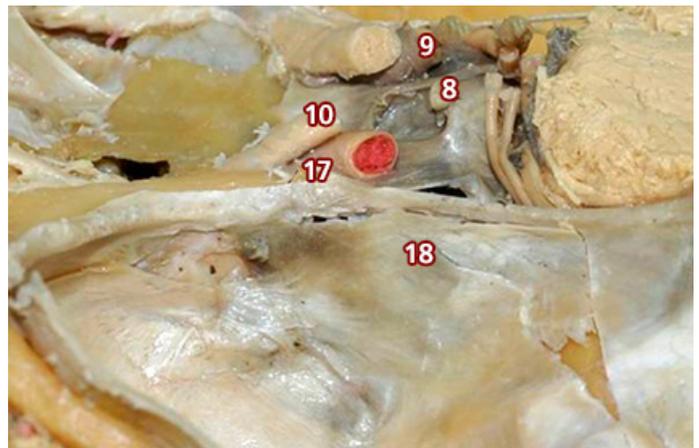


Fig. 3: Vista lateral de un seno cavernoso izquierdo. Las arterias carótidas internas están inyectadas con un colorante de color rojo; 8) Infundíbulo; 9) Arteria carótida interna derecha; 10) Nervio óptico izquierdo (II par craneal); 17) Apófisis clinoides anterior; 18) Pared dural lateral del seno cavernoso

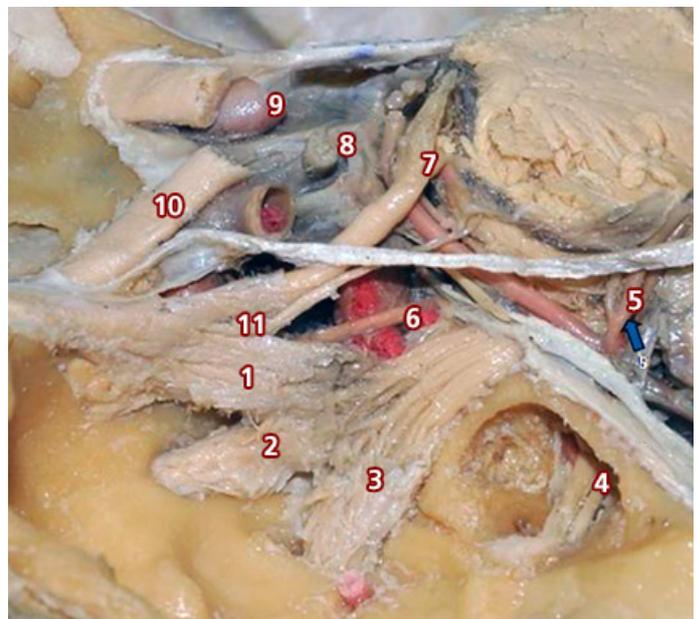


Fig. 4: Vista lateral de un seno cavernoso izquierdo en el cual se ha removido la pared lateral. 1) Nervio oftálmico (V1); 2) Nervio maxilar (V2); 3) Nervio mandibular (V3); 4) Nervios facial (VII nervio craneal) y vestibulococlear (VIII nervio craneal); 5) Arteria cerebelosa superior; 6) Nervio abducens (VI nervio craneal) rodeando a la arteria carótida interna; 7) Nervio oculomotor (III nervio craneal); 8) Infundíbulo; 9) Arteria carótida interna derecha; 10) Nervio óptico izquierdo (II nervio craneal); 11) Nervio troclear (nervio craneal IV)

Para visualizar la pared lateral de la celda hipofisaria se removieron los NC III, NC IV, NC VI, el segmento cavernoso de la arteria carótida interna, los pliegues petroclinoideos anterior y posterior, el borde libre del tentorio y parte del techo del seno cavernoso. (**Fig. 5**)

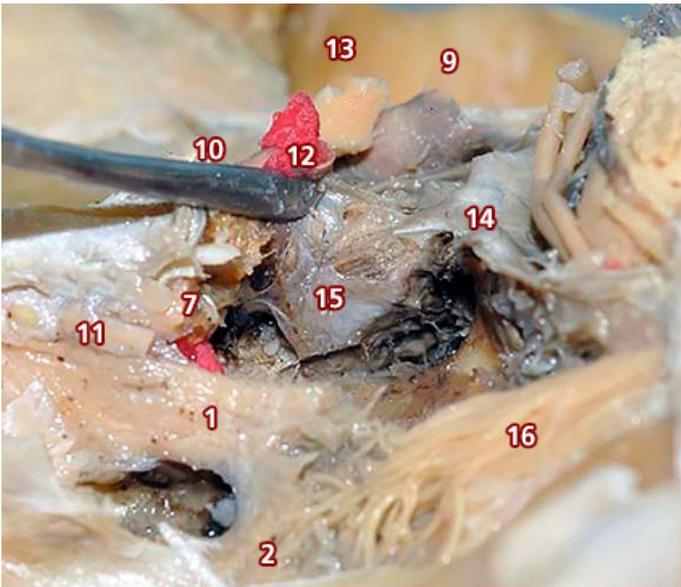


Fig. 5: Vista lateral de un seno cavernoso izquierdo en el cual fue removido la pared lateral del seno cavernoso izquierdo. Además se secciono parte de la porción cavernosa de la arteria carótida interna, el NV craneal VI y el tercio superior del ganglio trigeminal. Mediante un decolador se reclina la parte de la arteria carótida que da nacimiento a la arteria oftálmica. 1) Nervio oftálmico (V1); 2) Nervio maxilar (V2); 7) Nervio oculomotor (III nervio craneal); 9) Arteria carótida interna derecha; 10) Nervio óptico izquierdo (II nervio craneal); 11) Nervio troclear (IV nervio craneal); 12) Arteria carótida interna izquierda; 13. Nervio óptico derecho (II nervio craneal); 14. Apófisis clinoides posterior; 15) Pared medial del seno cavernoso; 16) Raíz posterior del nervio trigémino (V nervio craneal)

En los siete bloques seccionados la disección se realizó removiendo la hipófisis de medial a lateral.

Para realizar dichos procedimientos se utilizó instrumental romo y elementos de diéresis: tijeras de microcirugía curvas y rectas (16 cm x 10 cm x 15 cm), micro-pinzas rectas (8 mm 15 cm) y decolador o elevador de Penfield N°7. (**Fig. 6**)

Además las disecciones fueron efectuadas con dos microscopios NEWTON®, de cinco opciones de aumento. (**Fig. 7**)

Las fotografías adjuntadas en el presente trabajo fueron tomadas con una cámara Nikon D5000 con objetivo Micro Nikon 40 mm F2.8 y flash anular. Todas las fotografías se efectuaron con trípode.

Las mediciones fueron realizadas digitalmente ya que las fotografías de cada pieza se tomaron en dirección perpendicular junto a una guía milimetrada. Se utilizó el programa Surgimap® trabajando cada imagen individualmente, se calibró la escala del programa usando la guía de la fotografía.

Una vez calibrado se procedió a la toma de las diferentes medidas planteadas en el trabajo: diámetros antero-posterior y latero-lateral del borde libre del diafragma selar y la superficie de abertura del mismo.

Esta última medición se llevó a cabo midiendo la superfi-



Fig. 6: Elementos utilizados para la disección



Fig. 7: Microscopios utilizados para la disección

cie del borde libre del diafragma selar restándole la superficie de la sección axial del tallo hipofisario al ingresar a la región hipofisaria. A esta medida se la denominó arbitrariamente superficie real de la abertura del diafragma selar (SRAD).

Resultados

Diafragma selar:

De acuerdo a las mediciones realizadas de la abertura del diafragma selar confeccionamos la siguiente tabla. (**Tabla I**)

Diafragma Selar	Diámetro AP (mm)	Diámetro LL (mm)	Superficie Total (mm ²)	Superficie de infundíbulo (mm ²)	Superficie Real
DS1	6.95	5.75	38.82	4.2	34.62
DS2	8.32	7.94	56.81	9.04	47.81
DS3	9.50	10.47	76.68	9.94	66.74
DS4	7.02	6.32	35.4	3.61	31.79
DS5	5.56	7.85	42.16	4.74	37.42
DS6	4.05	3.39	10.11	2.37	7.74
DS7	6.60	4.50	25.42	2.13	23.29
DS8	6.52	4.45	27.50	4.23	23.27
DS9	9.29	10.35	85.6	9.23	76.37
DS10	5.66	4.72	19.96	19.96	0
DS11	4.89	4.89	18.21	3.25	14.96
DS12	2.85	2.90	6.7	2.74	3.96
DS13	7.02	6.22	37.9	4.96	37.9
DS14	1.58	1.63	2.15	2.15	0
DS15	5.41	4.54	18.14	18.14	0
DS16	9.83	7.89	67.7	7.89	59.81
Promedio	6.31625	5.861875	35.580625	6.785625	29.105
2DE	4.627747472	5.028071698	49.94078705	10.91807057	49.05817771

Tabla 1: Se muestran los resultados correspondiente a las mediciones realizadas de la abertura del diafragma selar.

AP) Antero-posterior; LL) Latero-lateral; (DE) Desvío estándar; DS) Diafragma selar

El promedio del diámetro antero-posterior fue 6.316 mm, con un rango de 1.58 a 9.83 mm. El diámetro latero-lateral fue en promedio 5.861 mm, con un rango de 1.63 a 10.47 mm.

Se encontraron aberturas de diafragma selar con forma redondeada, que poseen un eje latero-lateral y antero-posterior similares (**Fig. 8**) y con forma ovoidea con eje mayor antero-posterior. (**Fig. 9**) No se constataron aberturas ovoideas de eje mayor latero-lateral.

La SRAD fue en promedio 29.1 mm² con un rango de 0 a 66,74 mm²

A partir de los resultados obtenidos proponemos la siguiente clasificación en base a la SRAD:

- Tipo A: 0 mm² (**Fig. 10**)
- Tipo B: 0 – 30 mm² (**Fig. 11**)
- Tipo C: mayor a 30 mm² (**Fig. 12**)

En las disecciones realizadas el 18,7% (3 de 16 casos) correspondió al tipo A, el 31,25% (5 de 16 casos) al tipo B y el 50 % al tipo C (8 de 16 casos).

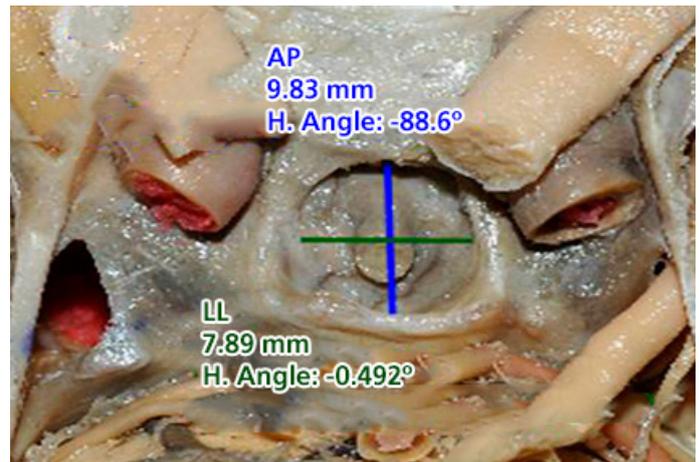


Fig. 8: Se observa un diafragma selar de Tipo A. La superficie real de abertura del diafragma se obtiene de la diferencia entre la superficie total y la superficie del infundíbulo. En este tipo las superficies totales y del infundíbulo coinciden.

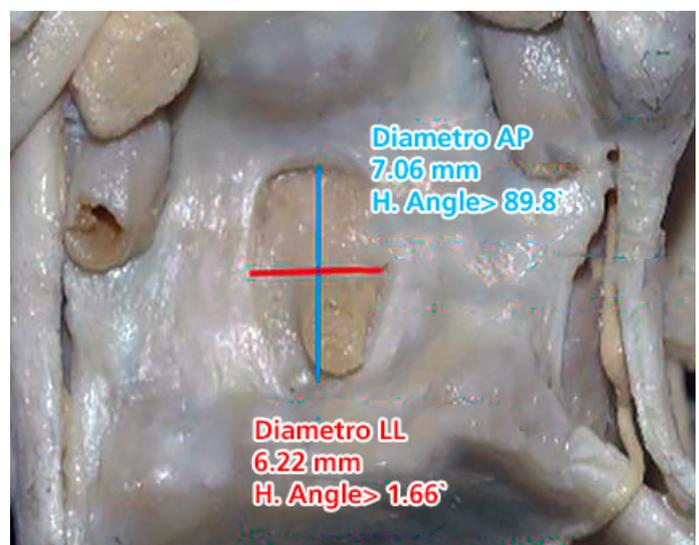


Fig. 9: Se observa un diafragma selar de Tipo B. La superficie real de abertura del diafragma se obtiene de la diferencia entre la superficie total y la superficie del infundíbulo.



Fig. 10: Se observa un diafragma selar de Tipo C. La superficie real de abertura del diafragma se obtiene de la diferencia entre la superficie total y la superficie del infundíbulo.

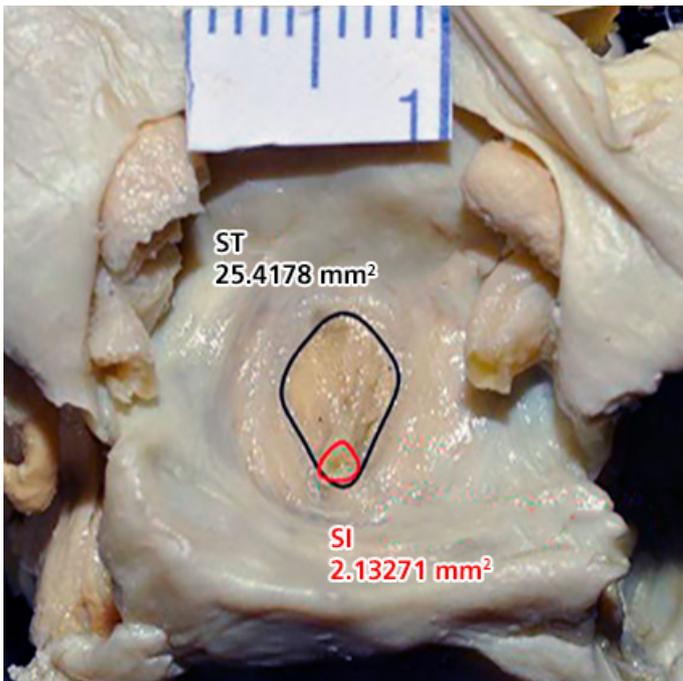


Fig. 11: Se observa un diafragma sellar de forma redondeada cuyo diámetro anteroposterior es similar al laterolateral.
 AP: Diámetro anteroposterior; LL: Diámetro laterolateral

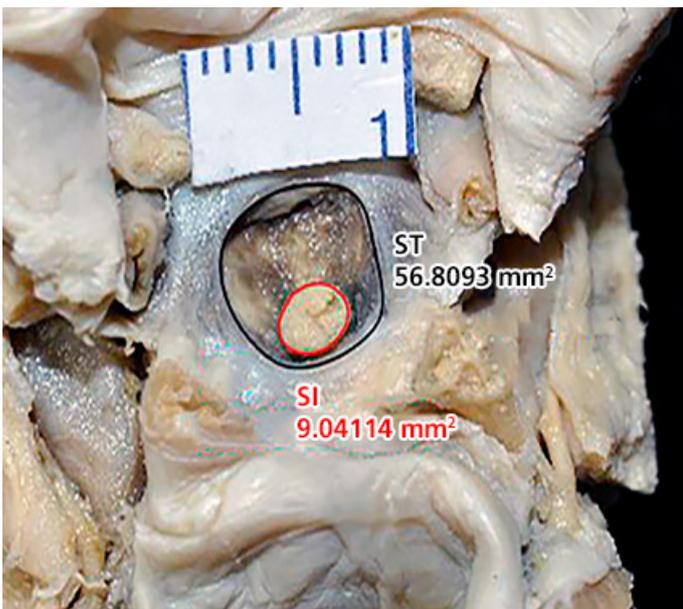


Fig. 12: Se observa un diafragma sellar ovoide de eje mayor anteroposterior.
 AP: Anteroposterior LL: Laterolateral

Pared lateral de la celda hipofisaria:

Del diafragma sellar se desprende una membrana dural que desciende envolviendo la superficie lateral, anterior, posterior e inferior de la hipófisis. De esta manera, queda conformada una verdadera bolsa dural.

Las porciones anterior, posterior e inferior contraen relaciones con las paredes óseas de la celda hipofisaria, estando adheridas a la duramadre perióstica del hueso y constituyen-

do espacios potenciales, que pueden hacerse reales cuando en ellos discurren plexos venosos. Estos últimos al estar alojados entre dos hojas durales son denominados senos intercavernosos y pueden estar situados en la parte anterior, posterior o inferior de la celda hipofisaria (**Figs. 13, 14 y 15**)

La porción lateral de la bolsa dural representa la pared lateral de la celda hipofisaria. Es una membrana delgada, translúcida, sin soluciones de continuidad que separa el seno cavernoso de la hipófisis con su cápsula.

Se apreciaron venas hipofisarias penetrando la pared de medial a lateral drenando en el seno cavernoso a distintas alturas. (**Fig. 16**)

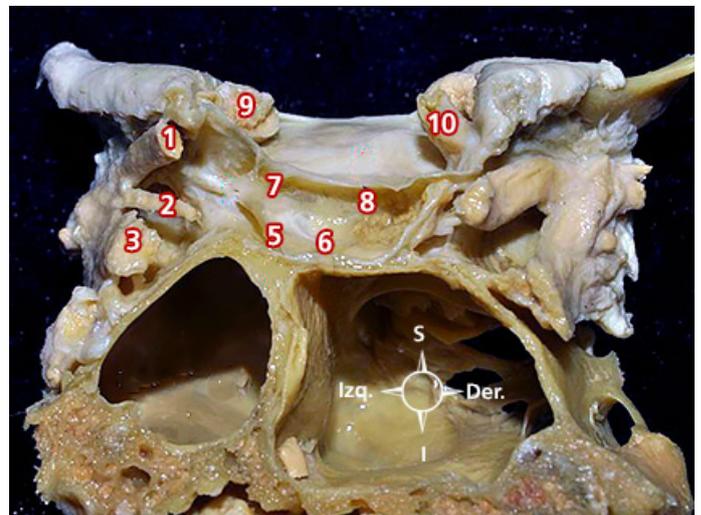


Fig. 13: Corte frontal a nivel de la silla turca.
 1) Nervio oculomotor; 2) Nervio troclear; 3) Nervio oftálmico; 5) Hoja perióstica; 6) Espacio potencial entre la hoja perióstica y la hoja meníngea; 7) Bolsa dural; 8) Diafragma sellar; 9) Nervio óptico; 10) Arteria carótida interna

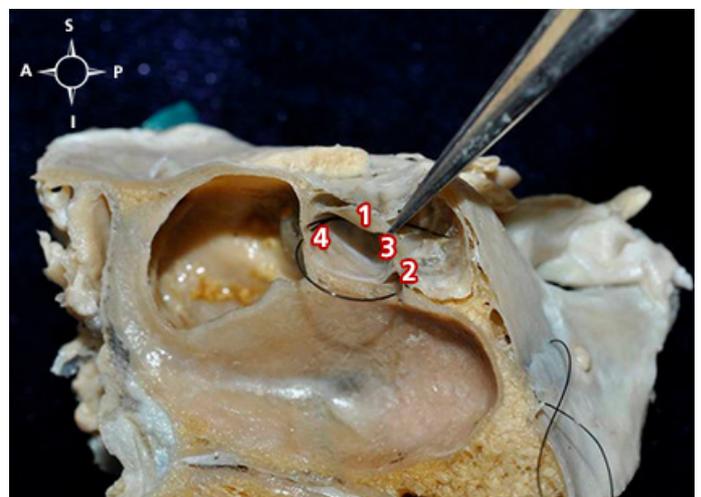


Fig. 14: Vista medial de corte sagital de bloque de seno cavernoso.
 1) Diafragma sellar; 2) Seno intercavernoso; 3) Cápsula hipofisaria rebatida; 4) Hilo introducido entre bolsa dural y capsula hipofisaria

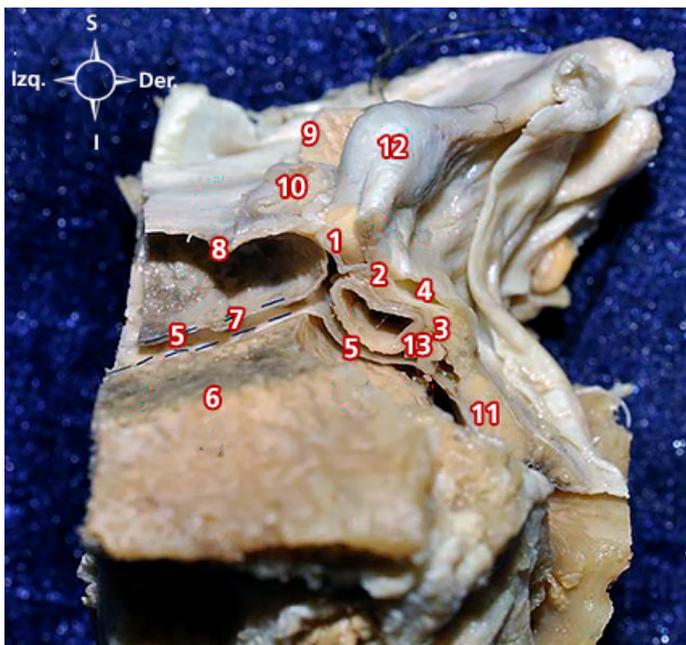


Fig. 15: Corte frontal a nivel de la silla turca.
 1) Nervio oculomotor; 2) Nervio troclear; 3) Nervio oftálmico; 5) Hoja periostica; 7) Bolsa dural; 8) Diafragma selar; 9) Nervio óptico; 10) Arteria carótida interna; 11) Nervio maxilar; 12) Apófisis clinoides anterior; 13) Nervio abducens

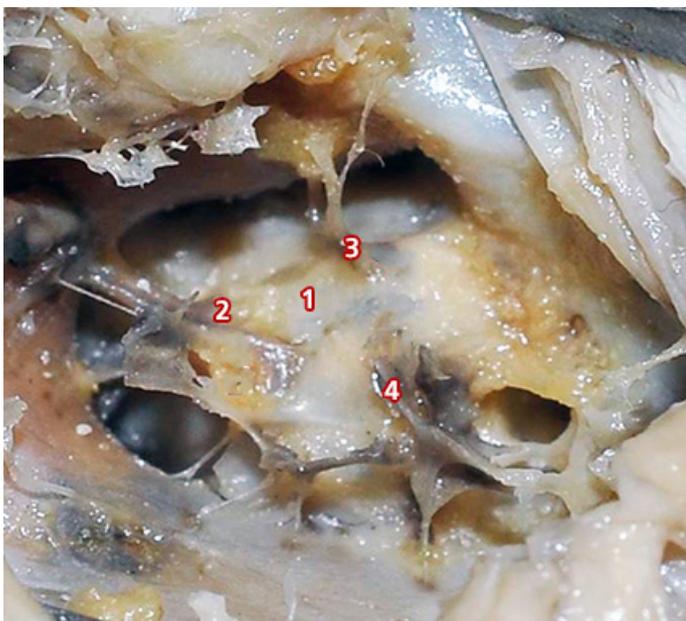


Fig. 16: Vista lateral de celda hipofisaria. Se aprecian las venas hipofisarias que penetran la bolsa dural de la celda hipofisaria.
 1) Bolsa dural; 2, 3 y 4) Venas hipofisarias

Cápsula hipofisaria:

Es un tejido fibroso que se adhiere al parénquima hipofisario y por su superficie exterior se encuentra en contacto con la bolsa dural. Se observaron fenestras en la cápsula hipofisaria aproximadamente en el 9% de los especímenes (3 de 32). En dos casos se visualizó una fenestra en el tercio medio y en el otro caso dos en el tercio inferior. (Figs. 17, 18, 19, 20)

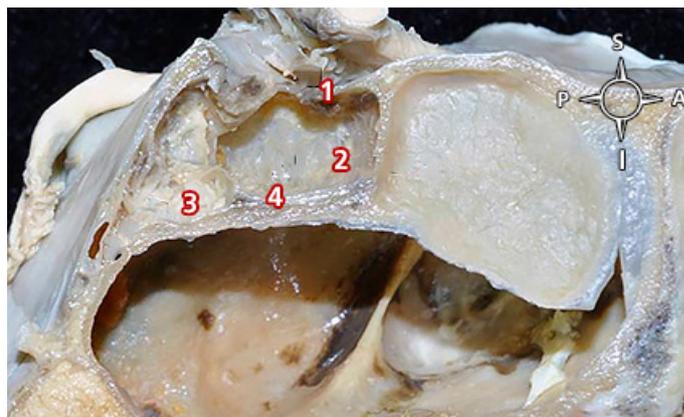


Fig. 17: Vista medial de corte sagital de bloque de seno cavernoso.
 1) Diafragma selar; 2) Cápsula de la hipófisis vista por su superficie medial; 3) Neurohipofisis; 4) Fenestras de la cápsula de la hipófisis



Fig. 18: Vista ampliada de la celda hipofisaria.
 1 y 2) Fenestras en la capsula hipofisaria

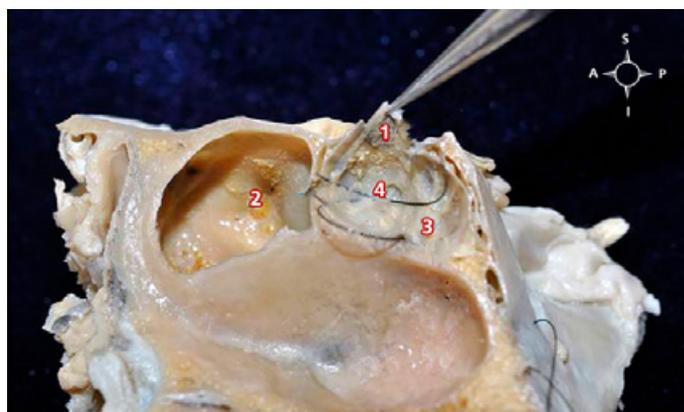


Fig. 19: Vista medial de corte sagital de bloque de seno cavernoso.
 1) Diafragma selar; 2) Cápsula de la hipófisis vista por su superficie medial; 3) Neurohipofisis; 4) Fenestra de la cápsula de la hipófisis

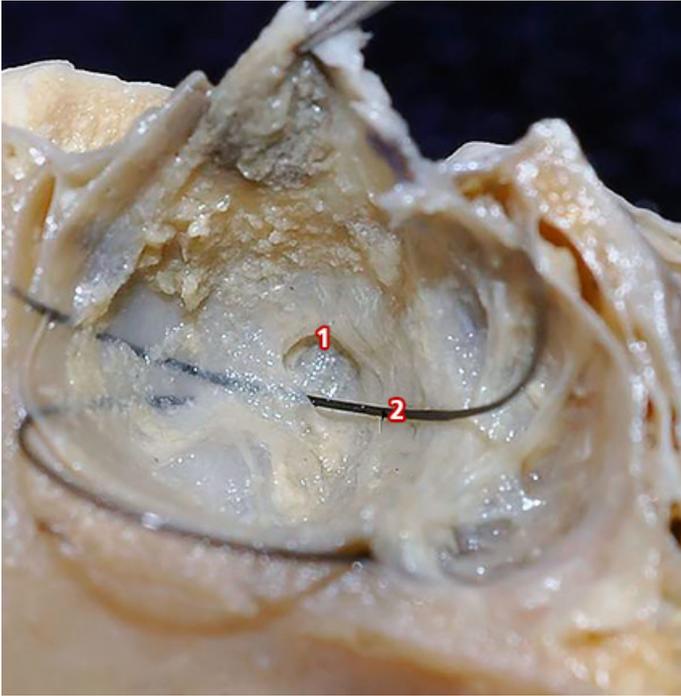


Fig. 20: Vista ampliada de la celda hipofisaria
1) Fenestra en la cápsula hipofisaria; 2) Hilo introducido en la fenestra para constatar la solución de continuidad que se manifiesta entre la capsula y la pared lateral de la celda hipofisaria

Discusión

Numerosos trabajos retrospectivos han intentado identificar los patrones de crecimiento de los adenomas hipofisarios. Ahmadi et al.,³ Campero et al.,⁴ Ogilvy et al.,⁵ Martins et al.⁶ y Jefferson⁷ estudiaron el comportamiento de los adenomas con crecimiento supraselar, al seno cavernoso y al seno esfenoidal. El correlato anatómico de estos patrones dista de ser claro y contundente.

El diafragma selar ha sido estudiado por diversos autores,^{8, 9, 10, 11, 12} Campero et al. propone una clasificación en base al diámetro de la abertura del diafragma. Sin embargo, no queda claro en qué diámetro (antero-posterior o latero-lateral) se basa el autor para realizar la clasificación.

En los especímenes usados en el presente trabajo se encontraron aberturas del diafragma selar de forma redondeada (diámetro anteroposterior y laterolateral aproximadamente iguales) y ovoideas en las cuales el eje mayor es el anteroposterior. Además, no se consideran las superficies del diafragma selar, cuya abertura puede variar de manera considerable. Es por ello que resulta necesario replantear una nueva clasificación considerando tanto la superficie de la abertura diafragmática como de la superficie del tallo hipofisario. La diferencia entre estas dos últimas es la que denominamos SRAD, que representa la superficie real que tiene un adenoma para su expansión supraselar.

La pared lateral de la celda hipofisaria ha sido estudiada por diversos autores en busca de clarificar su naturaleza o incluso su existencia. Kerhtli et al.,¹³ Yokoyama et al.,¹⁴ Dietemann et al.,¹⁵ y Songtao et al.¹⁶ aseguran que está conformada por tejido fibroso y no por duramadre.

En cambio, Campero et al.,¹¹ Yasuda et al.,¹⁸ Marinkovic et al.,¹⁹ Tobenas-Dujardin et al.,²⁰ Yilmazlar et al.,²¹ Domingues et al.²² y Kawase et al.²³ constatan la existencia de una pared lateral dural.

En el presente estudio se ha comprobado que la pared lateral existe, y forma parte de una estructura dural que rodea la hipófisis en toda su superficie. Entonces, proponemos el concepto de bolsa dural a dicha estructura que emerge del diafragma selar y desciende recubriendo todas las caras de la hipófisis.

Además hallamos que la pared lateral aunque muy delgada se encontró sin soluciones de continuidad en todos los casos y constatamos que la cápsula hipofisaria es un tejido fibroso distinto a la pared lateral dural de la celda hipofisaria.

Se observaron en aproximadamente 9 % de los casos (3 de 32 casos) fenestras. Por otro lado Yokoyama et al.¹⁴ ha constatado mediante estudios histológicos, la presencia de defectos en la cápsula hipofisaria.

Las venas hipofisarias que observamos penetrando la bolsa dural a distintas alturas fueron visualizadas también por Oldfield et al. quien las considero puntos débiles de la celda hipofisaria.²⁵

Las paredes lateral y superior de la celda hipofisaria son las únicas que están compuestas exclusivamente por duramadre. Este hecho sumado al hallazgo de fenestras en la cápsula podría explicar la expansión hacia el seno cavernoso de los adenomas hipofisarios. La abertura del diafragma selar varía considerablemente: una SRAD tipo A dificultaría el crecimiento supraselar de los adenomas, en cambio uno tipo B y especialmente tipo C SRAD dejaría vía libre para este.

Conclusiones

La glándula hipófisis junto con su cápsula se encuentran rodeadas por una bolsa dural que emerge del diafragma selar.

Las variaciones de la abertura del diafragma selar y las fenestras observadas en la cápsula hipofisaria podrían explicar los patrones del crecimiento expansivo de los adenomas hipofisarios.

Referencias

1. Rhoton AL. *The cavernous sinus, the cavernous venous plexus, and the carotid collar. Rhoton's Cranial Anatomy and Surgical Approaches*. 1th edition; Lippincott Williams & Wilkins. 51(1):375-410. 2007.
2. Winn H, Youmans JR. Vol. 2. *Brain's Tumors*. Youmans Neurological Surgery. 6th edition. Elsevier. Philadelphia, PA. pp. (1250-1260). 2011.
3. Campero A, Ajler P. *Patrón de crecimiento de los adenomas hipofisarios*. Rev. Argent. Neroc. 29(3):103-109. 2015.
4. Ahmadi J, North CM, Segal HD, Ze CS, Weiss MH. *Cavernous sinus invasion by pituitary adenomas*. AJR:146. 1986.
5. Ogilvy KM, Jakubowski J. *Intracranial dissemination of pituitary adenomas*. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry. 36(2):199-205; 1973.
6. Martins AN, Hayes GJY, Kempe LG. *Invasive Pituitary Adenomas*. J. Neurosurg. 22:268-276. 1965.
7. Jefferson G. *Extrasellar extensions of pituitary adenomas*. Proceedings of the Royal Society of Medicine. 33(7):433-458. 1940.
8. Nomura M, Tachibana O, Yamashita T, Yamashita J, Suzuki M. *MRI evaluation of the diaphragmal opening: using MRI parallel to the transsphenoidal surgical approach*. J Clin, Neurosci. 9(2):175-177. 2002.
9. Renn, WH. Rhoton AL Jr. *Microsurgical anatomy of the sellar region*. J. Neurosurg. 43(3):288-298. 1975.
10. Tachibana O, Yamashita T, Yamashita J, Suzuki M. *MRI evaluation of the diaphragmal opening: using MRI parallel to the transsphenoidal surgical approach*. J Clin, Neurosci. 9(2):175-177. 2002;
11. Ferreri AJ, Garrido SA, Markarian MG, Yañez A. *Relationship between the development of diaphragma sellae and the morphology of the sella turcica and its contain*. Teaching Isidoro Kaplant. UBA. Surg. Radiol. Anat. 14(3):233-239. 1992.
12. Campero A, Yasuda A, Rhoton, AL. *Microsurgical anatomy of the diaphragma sellae and its role in directing the pattern of growth of pituitary adenomas*. Rev. 62(3):717. 2008.
13. Campero, A.; Chorolque, AP.; Martins, C. y Rhoton, A. *Paredes durales del seno cavernoso*. Rev. Arg. Anat. Onl. 3(3):66-71. 2012.
14. Kehrlí P, Ali M, Reis M Jr, Maillot C, Dietemann JL, Dujovny M, Ausman JI. *Anatomy and embryology of the lateral sellar compartment (cavernous sinus) medial wall*. Neurol. Res. 20(7):585-592. 1998.
15. Yokoyama S, Hirano H, Moroki K, Goto M, Imamura S, Kuratsu J-ichi. *Are nonfunctioning pituitary adenomas extending into the cavernous sinus aggressive and/or Invasive?* Neurosurgery. 49(4):857-862. 2001.
16. Dietemann JL, Kehrlí P, Maillot C, Diniz R, Reis MJr, Neugroschl C, Vindclair L. *Is there a dural wall between the cavernous sinus and the pituitary fossa?* Anatomical and MRI findings. Neuroradiology. 40(10):627-630. 1998.
17. Songtao Q, Yuntao L, Jun P, Chuanping H, Xiaofeng S (2009) *Membranous layers of the pituitary gland: histological anatomic study and related clinical issues*. Neurosurgery 64(3 Suppl):1-9, discussion 9-10. 2001
18. Yuling D, Liang L, Chunjiang Y, Ming Z. *Is there an identifiable intact medial wall of the cavernous sinus? Macro and microscopic anatomical study using sheet plastination*. Neurosurgery.;73(1):106-110. 2013
19. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL Jr, Ribas GC. *The medial wall of the cavernous sinus: microsurgical anatomy*. Neurosurgery.;55(1):179-190. 2004
20. Marinkovic S, Gibo H, Vucevic R, Petrovic P. *Anatomy of the cavernous sinus region*. J Clin Neurosci 8(Suppl 1):78-81. 2001
21. Tobenas-Dujardin AC, Duparc F, Laquerriere A, Muller JM, Freger P. *Embryology of the walls of the lateral sellar compartment: apropos of a continuous series of 39 embryos and fetuses representing the first 6 months of intra-uterine life*. Surg Radiol Anat 25(3-4):252-258. 2003
22. Yilmazlar S, Kocaeli H, Aydinler F, Korfali E. *Medial portion of the cavernous sinus: Quantitative analysis of the medial wall*. Cli. Anat. 18(6):416-422. 2005
23. Domingues RJ, Muniz JA, Tamega OJ. *Morphology of the walls of the cavernous sinus of Cebus apella (tufted capuchin monkey)*. Arq Neuropsiquiatr 57(3B):735-739. 1999
24. Kawase T, van Loveren H, Keller JT, Tew JM. *Meningeal architecture of the cavernous sinus: clinical and surgical implications*. Neurosurgery 39(3):527-534, discussion 534-526. 1996
25. Oldfield EH. *Pituitary pseudocapsule* (editorial). J Neurosurg 2006;104:2-3 [response].