

ANATOMÍA QUIRÚRGICA DEL PROCESO CLINOIDEO ANTERIOR Y DEL ESPACIO CLINOIDEO.

Surgical Anatomy of the Anterior Clinoid Process and Clinoid Space.

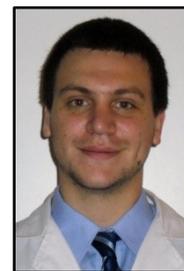
VISCUSO, MATÍAS N.

Cátedra "A" de Anatomía Humana Prof. Titular Dr. Cerezo, M.H. Facultad de Ciencias Médicas.
Universidad Nacional de La Plata. La Plata. Provincia de Buenos Aires. Argentina.

E-Mail de Contacto: anatomía-a@hotmail.com

Recibido: 15 – 08 – 2013

Aceptado: 16 – 09 – 2013



Matías N. Viscuso

Revista Argentina de Anatomía Online 2013, Vol. 4, Nº 4, pp. 139 – 147.

Resumen

El proceso clinoideo anterior es una apófisis ósea con forma de pirámide triangular que delimita la región selar. Su remoción (clinoidectomía anterior) es un procedimiento microquirúrgico utilizado en la resección de tumores y en el tratamiento de aneurismas de base de cráneo. Este procedimiento, facilita el acceso a la lesión y disminuye la retracción cerebral al generar un nuevo espacio (espacio clinoideo). Sin embargo, sus ventajas se contraponen a su dificultad técnica y posibles complicaciones dada la proximidad del proceso clinoideo anterior (PCA) con la arteria carótida interna (ACI), el nervio óptico (NO), el seno cavernoso y los pares craneales motores del ojo. Este trabajo es un estudio de corte transversal y descriptivo de las variaciones morfológicas del PCA y sus relaciones. Además, analiza las implicancias quirúrgicas de las estructuras involucradas.

Se realizó un muestreo no probabilístico de 180 especímenes adultos sin distinción de sexo: 140 de cráneos secos, 16 de bases de cráneo conservadas en formaldehído al 10% y 24 de cadáveres no fijados. Se disecaron los preparados (cráneos secos no incluidos) en el período 2011-2012 con instrumental convencional, minitaladro Dremel® 7700 y magnificación con lupa. La disección imitó las instancias reales del procedimiento quirúrgico. Se efectuó una observación estructurada y los datos fueron procesados en una hoja de cálculo digital.

El 15,5% de los PCA presentaron puentes óseos aberrantes, 5,4% osificaciones parciales y el 5% neumatización. El agujero carótido-clinoideo se formó en el 13,3% de la muestra. Por otro lado, se describieron con detalle las relaciones durales, vasculares y nerviosas de la apófisis. No se registraron variaciones en la emergencia de la arteria oftálmica. El *cavum carotídeo* (repliegue de duramadre próximo a la apófisis) se halló en el 12,5%.

La presencia de puentes clinoideos y osificaciones parciales ocasiona dificultades en la clinoidectomía pudiendo provocar complicaciones. El fresado de un PCA neumatizado puede asociarse a fistula de líquido cefalorraquídeo. Además, la ACI, el NO y los pares craneales del seno cavernoso pueden dañarse.

El espacio clinoideo, continente y contenido (PCA), presenta numerosas estructuras con disposiciones variables susceptibles de ser dañadas en la clinoidectomía anterior. Se destaca por su localización en el endocráneo, sus relaciones y su singularidad (espacio extracavernoso y presubaracnoideo en donde se observa un segmento transicional de la carótida interna no descrito en la anatomía clásica). El entendimiento de la anatomía permitirá evitar complicaciones.

Palabras claves: clinoidectomía anterior, espacio clinoideo, proceso clinoideo anterior, variaciones anatómicas..

Abstract

The anterior clinoid process is a bony process with a triangular pyramid shape that delineates the sellar region. Its removal (anterior clinoidectomy) is a microsurgical procedure used in the resection of tumors and in the treatment of skull base aneurysms. This procedure facilitates the access to the injury and reduces the brain retraction generating a new space (clinoid space). However, its advantages are opposed to its technical difficulty and to its possible complications due to the proximity of the anterior clinoid process (ACP) with the internal carotid artery (ICA), the optic nerve (ON), the cavernous sinus, and the motor cranial nerves of the eye.

This paper is a cross-sectional, descriptive study of the morphological variations of the ACP and its relations. Furthermore, it analyzes the surgical implications of the examined structures.

A non-probabilistic sample of 180 adult specimens without distinction as to gender was carried out: 140 of dry skulls, 16 of basilar regions preserved in 10% formaldehyde and 24 of cadavers without fixation. The specimens were dissected (dry skulls not included) during the period 2011-2012 with conventional equipment, Dremel® 7700 mini drill, and magnification with a magnifying glass. The dissection imitated the real instances of the surgical procedure. A structured observation was made and the information was processed in a digital worksheet.

The 15.5% of the ACP presented aberrant bony bridges, the 5.4% presented partial ossifications, and the 5% presented pneumatization. The carotid-clinoid hole was formed in the 13.3% of the sample. The dural, vascular and nerve relations of the process were described in detail. No variations in the emergence of the ophthalmic artery were registered. The carotid *cavum* was found in the 12.5% of the ACP.

The presence of clinoid bridges and partial ossifications gives rise to clinoidectomy difficulties that can cause complications. Pneumatization of the ACP and its drilling can be associated with a fistula of the cerebrospinal fluid. The ICA, ON and the cranial nerves of the cavernous sinus can be damaged.

The clinoid space, container and content (ACP), presents several structures with variable provisions which can be damaged in the anterior clinoidectomy. It stands out because of its location in the endocranium, its relations and its uniqueness (extracavernous and presubaracnoid space where a transitional section of the internal carotid artery not described in the classic anatomy is observed). The understanding of the anatomy shall make it possible to avoid complications.

Key words: Anterior clinoidectomy, clinoid space, anterior clinoid process, anatomical variations..

INTRODUCCIÓN.

El proceso clinoideo anterior (PCA) [apófisis clinoideas anterior] es una apófisis ósea con forma de pirámide de base triangular y anterior que, en ocasiones, puede contener una prolongación del seno esfenoidal (neumatización). Se encuentra entre las fosas craneales anterior y media delimitando la región selar. Su cara medial se encuentra en estrecha relación con la arteria carótida interna (ACI), su rama oftálmica y el nervio óptico (NO). Su cara inferior contacta con el techo del seno cavernoso (membrana carótido-oculomotora) y el nervio oculomotor [nervio motor

ocular común]. Su cara superior se encuentra recubierta por la duramadre esfenoidal y su base continúa el ala menor. El vértice presta inserción al extremo del borde libre de la tienda del cerebelo, al ligamento interclinoideo y al ligamento carótido-clinoideo. Los dos últimos, pueden encontrarse osificados completamente formando puentes clinoideos o parcialmente formando espículas (Ver Figs. 1 y 2) (1, 2, 3, 4).

La remoción del PCA (clinoidectomía anterior) es un procedimiento microquirúrgico que se realiza en la resección de tumores (5, 6, 7) y para el clipado de aneurismas de base de cráneo (8, 9, 10). Permite ampliar el

espacio quirúrgico facilitando el acceso a lesiones selares, paraselares, supraselares y cavernosas. Disminuye el riesgo de compromiso neurovascular y la retracción cerebral (11, 12). Puede realizarse de forma intradural o extradural: la forma intradural utiliza un abordaje pterional y posibilita la visualización directa de estructuras neurovasculares con riesgo de lesión (ACI, NO, seno cavernoso). La forma extradural, descrita por Dolenc en 1985, se realiza actualmente a través de una craneotomía orbitocigomática y no tiene contacto directo con elementos nobles al estar interpuesta la duramadre.

El espacio clinoideo es una región artificial que resulta de la exéresis del PCA por lo que guarda la misma forma y relaciones que esta apófisis. Es un espacio extracavernoso y presubaracnoideo (13) que oculta un segmento transicional de la ACI, denominado clinoideo por Inoue (3) y C5 por Bouthillier (14).

Los objetivos de este trabajo son:

1. Realizar un estudio de corte transversal y descriptivo de las variaciones morfológicas del PCA (puentes clinoideos, agujero carótido-clinoideo, osificaciones parciales, neumatización).
2. Explorar las relaciones dures y vasculonerviosas que guarda esta apófisis luego de su remoción (espacio clinoideo), máxime la arteria carótida interna en su segmento clinoideo (C5).
3. Analizar las implicancias quirúrgicas de las estructuras anatómicas involucradas al efectuar una clinoidectomía anterior.

MATERIALES Y MÉTODO.

La investigación fue realizada en 5 fases:

Fase 1: Objetivos, Fundamento y Planificación.

Los objetivos fueron formulados en base a interrogantes anatómicos relevantes en la clinoidectomía anterior. El fundamento residió en un posible aporte para el perfeccionamiento de la técnica y el entendimiento de un espacio no considerado por la anatomía clásica. En la planificación se optó por realizar un estudio de corte transversal y descriptivo con un primer análisis del PCA en cráneos secos (marco óseo) y un ulterior análisis de sus relaciones en preparados formolizados (marco dural y vasculonervioso).

Fase 2: Selección de la muestra.

Se realizó un muestreo no probabilístico. Se utilizaron 180 especímenes adultos sin distinción de sexo: 140 de cráneos secos, 16 de bases de cráneo conservadas en formaldehído al 10% y 24 de cadáveres no fijados.

Fase 3: Disección.

Se diseccionaron los preparados (cráneos secos no incluidos) en el período 2011-2012 con instrumental convencional, minitaladro Dremel® 7700 y magnificación con lupa. La disección imitó las instancias reales del procedimiento quirúrgico (15, 16):

I. Primera incisión dural: se realizó una incisión arciforme con bisturí desde el extremo posterior del PCA hacia antero-lateral, sobre el ala menor del esfenoides.

II. Segunda incisión dural: se efectuó sobre la sección anterior y se extendió hacia medial, alcanzando el techo del conducto óptico (TO) [raíz superior del ala menor del esfenoides] (ver Fig. 3).

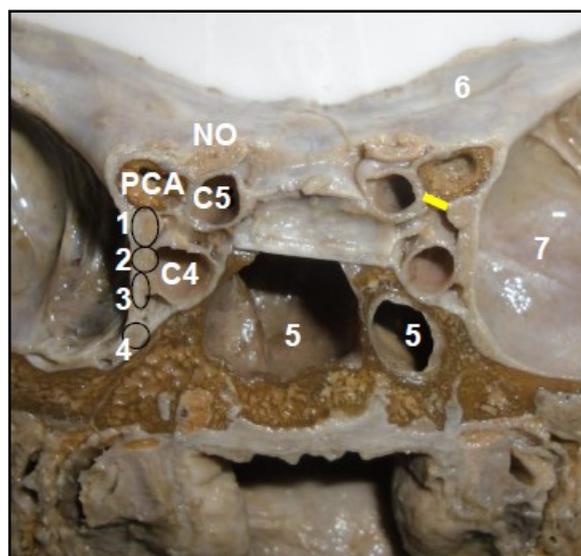


Fig. 1. Relaciones del PCA, corte coronal, vista posterior. PCA- proceso clinoideo anterior [apófisis clinoides anterior], NO- nervio óptico, C4- arteria carótida interna en su segmento cavernoso, C5- arteria carótida interna en su segmento clinoideo, 1- nervio oculomotor [nervio motor ocular común], 2- nervio troclear [nervio patético], 3- nervio oftálmico (rama del trigémino) 4- nervio maxilar [nervio maxilar superior] (rama del trigémino), 5- seno esfenoidal, 6- ala menor del esfenoides, 7- ala mayor del esfenoides. Entre la arteria y el tercer par craneal se encuentra la membrana carótido-oculomotora (línea amarilla).

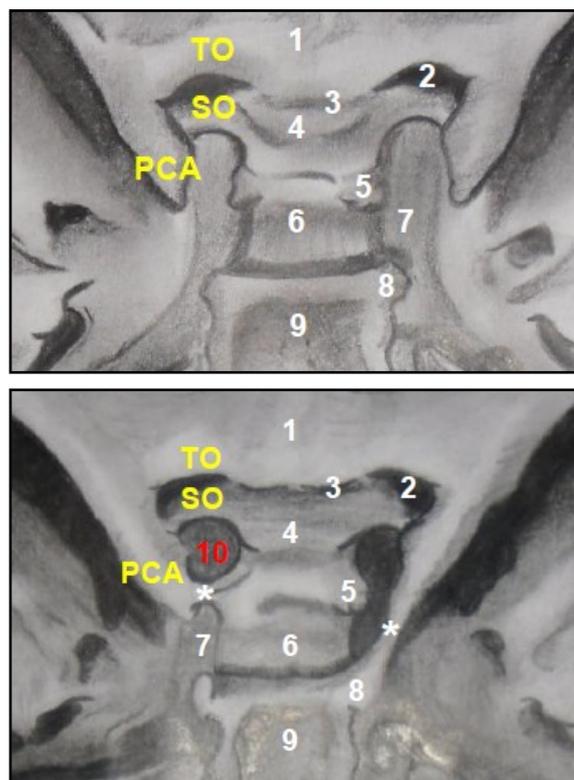


Fig. 2. A y B. Cuerpo del esfenoides, vista desde endocráneo (dibujos en lápiz realizados por el autor). PCA- proceso clinoideo anterior [apófisis clinoides anterior], TO- techo del conducto óptico [raíz superior del ala menor], SO- soporte óptico [raíz inferior del ala menor], 1- yugo esfenoidal, 2- agujero óptico, 3- surco óptico, 4- tubérculo selar, 5- proceso clinoideo medio, 6- silla turca, 7- surco carotídeo, 8- proceso clinoideo posterior, 9- dorso de la silla [lámina cuadrilátera], 10- agujero carotido-clinoideo (se forma en presencia de un puente entre el proceso clinoideo anterior y el medio), *- puentes clinoideos.

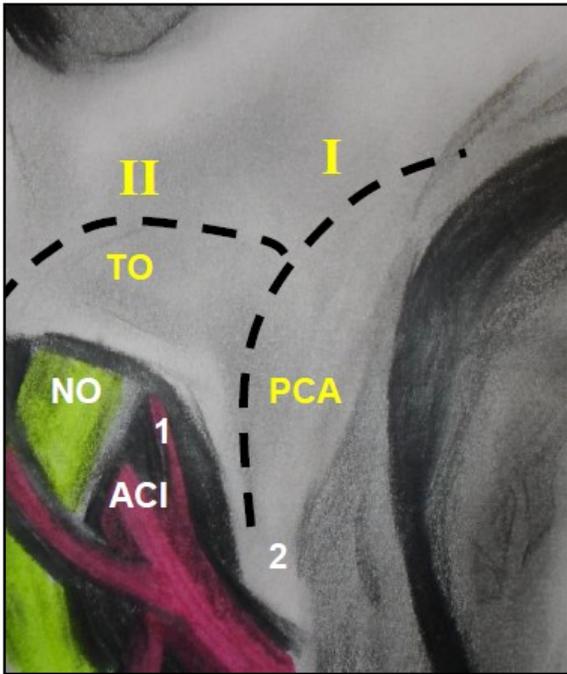


Fig. 3. Incisiones durales, vista desde endocráneo (dibujo en lápiz). I- primera incisión dural, II- segunda incisión dural, PCA- proceso clinoideo anterior [apófisis clinoides anterior], TO- techo óptico [raíz superior del ala menor], NO- nervio óptico, ACI- arteria carótida interna, 1- arteria oftálmica, 2- inserción del extremo del borde libre de la tienda del cerebelo en el PCA.

III. Plegado de las hojas durales: las incisiones perpendiculares previas formaron una "T" que permitió, luego de su divulsión con tijera Iris, plegar la duramadre y mostrar el PCA (ver Fig. 4). El pliegue posterior se utilizó para proteger el NO y la ACI en su segmento supraclinoideo (C6).

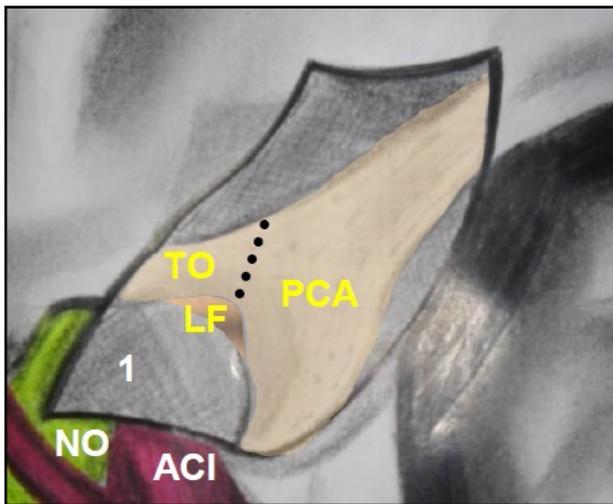


Fig. 4. Plegado de la duramadre, vista desde endocráneo (dibujo en lápiz). PCA- proceso clinoideo anterior [apófisis clinoides anterior], TO- techo óptico [raíz superior del ala menor], NO- nervio óptico, ACI- arteria carótida interna, LF- ligamento falciforme, 1- pliegue posterior.

IV. Drilado (fresado) del TO: Remover el techo del conducto óptico (ver Fig. 5) permitió la descompresión del nervio y aumentó su tolerancia a la manipulación. La sección del ligamento falciforme (ver Fig. 6 y 7), que cubre el NO, se realizó con tijera roma (Metzembbaum) para no lesionarlo.

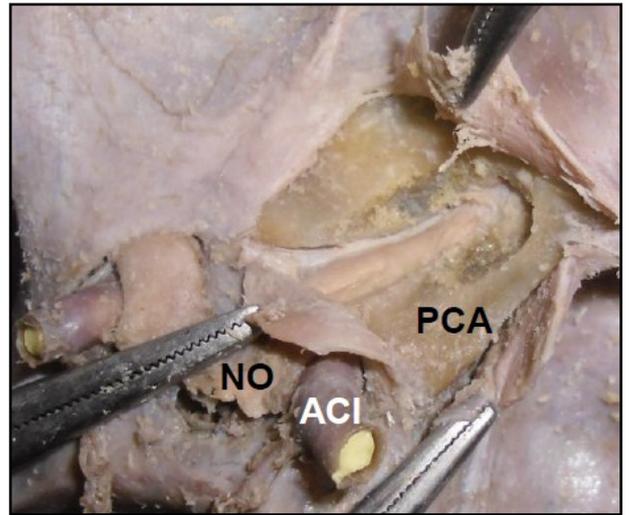


Fig. 5. Techo óptico drilado. PCA- proceso clinoideo anterior, ACI- arteria carótida interna, NO- nervio óptico.

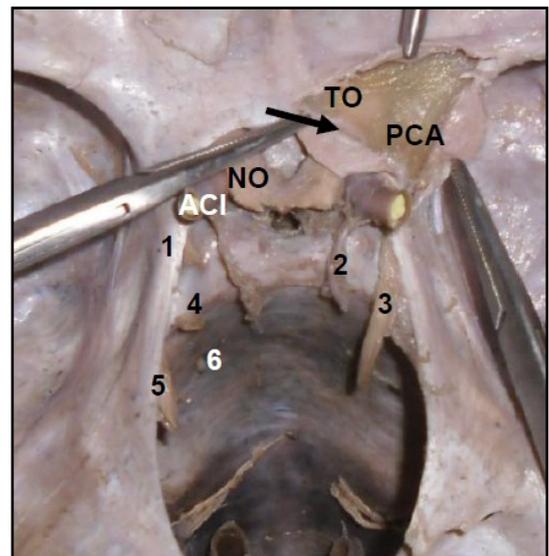
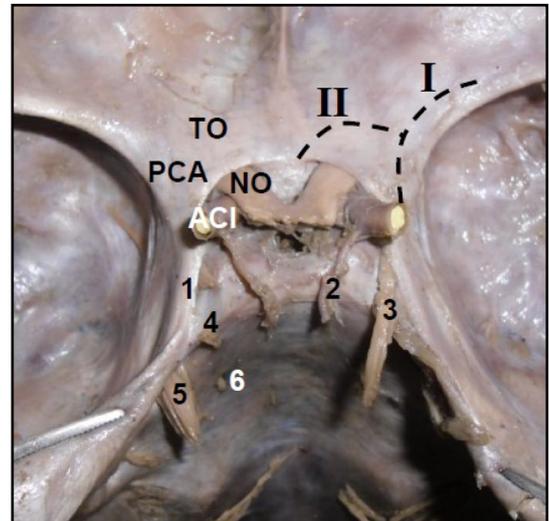


Fig. 6. A y B. Incisiones durales, base de cráneo. I- primera incisión dural, II- segunda incisión dural, PCA- proceso clinoideo anterior [apófisis clinoides anterior], TO- techo óptico, NO- nervio óptico, ACI- arteria carótida interna, 1- extremo del borde libre de la tienda del cerebelo, 2- arteria comunicante posterior, 3- nervio oculomotor [nervio motor/ocular común], 4- nervio troclear [nervio patético], 5- nervio trigémino, 6- nervio abducens [nervio motor ocular externo]. La flecha señala el ligamento falciforme.

V. Drilado del PCA: fue posible desprenderlo en bloque (ver Fig. 8) o cavitando. La técnica de cavitación consistió en fresar parte de la pared lateral de la apófisis (hueso cortical) para introducir el taladro y remover la esponjosa. Luego, se drilaron progresivamente las paredes restantes. Esto permitió identificar la membrana mucosa del seno esfenoidal sin lesionarla en caso de PCA neumatizado. El desprendimiento en bloque requirió fresar las uniones óseas que anclan la apófisis al resto del esfenoides. Debe recordarse que se encuentra unida por:

- a. **TO:** el techo del conducto óptico que fue removido inicialmente. Debí drilarse el techo remanente.
- b. **SO:** el soporte óptico [raíz inferior del ala menor del esfenoides].
- c. Ala menor del esfenoides.

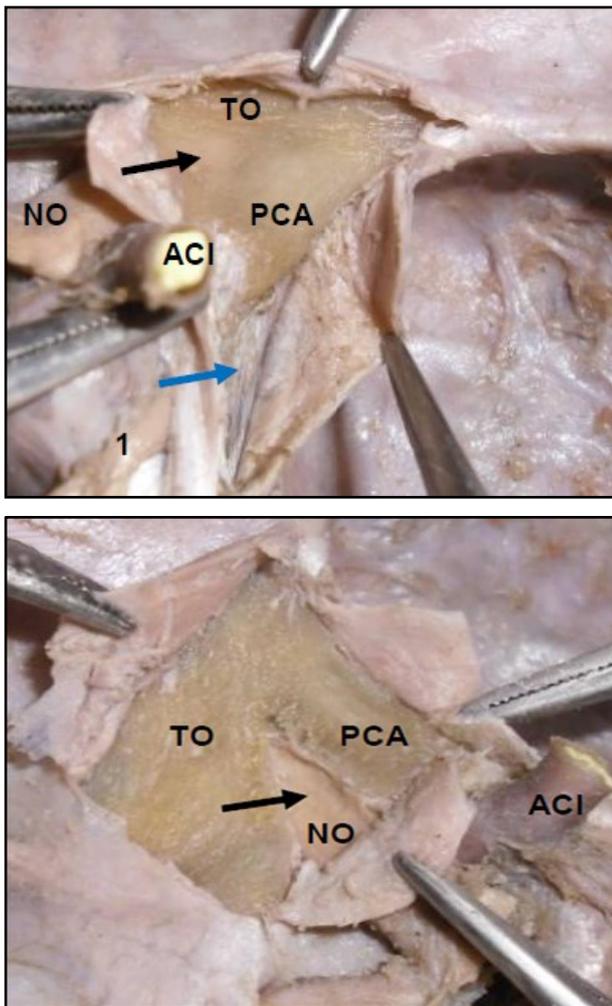


Fig. 7. A y B. Ligamento falciforme y pared lateral del seno cavernoso. PCA- proceso clinoideo anterior [apófisis clinoideas anterior], TO- techo óptico, NO- nervio óptico, ACI- arteria carótida interna, 1- nervio oculomotor [nervio motor ocular común]. Las flechas negras señalan el ligamento falciforme antes y después de su remoción. La flecha azul señala la hoja interna del seno cavernoso (dura perióstica) que se observa al plegar la externa (dura meníngea).

VI. Desprendimiento dural: la duramadre, junto a otros tejidos de recubrimiento, forma un manguito alrededor de la apófisis. Se efectuó un desprendimiento circunferencial divulsionando con tijera Metzembbaum:

- a. *Dura esfenoidal (lateral).*
- b. *Membrana carótido-oculomotora (inferior).*

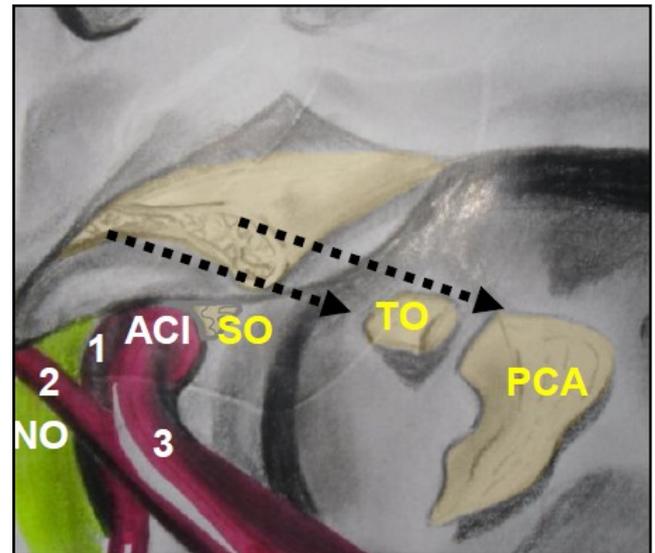


Fig. 8. Desprendimiento del techo óptico y del proceso clinoideo anterior, vista desde endocráneo (dibujo en lápiz). PCA- proceso clinoideo anterior [apófisis clinoideas anterior], TO- techo óptico [raíz superior del ala menor], SO- soporte óptico [raíz inferior del ala menor], NO- nervio óptico, ACI- arteria carótida interna, 1- arteria oftálmica, 2- arteria cerebral anterior, 3- arteria cerebral media. El SO puede removerse luego para ganar acceso a la carótida interna.

c. *Dura tentorial (posterior):* el PCA es el sitio de inserción de los extremos del borde libre de la tienda del cerebelo. Además, existe un ligamento interclinoideo (entre el PCA y el proceso clinoideo posterior) y un ligamento carótido-clinoideo (entre el PCA y el proceso clinoideo medio) que debieron seccionarse.

d. *Vaina óptica (medial).*

Con la clinoidectomía se descubrió el espacio clinoideo (ver Fig. 9) donde fue posible distinguir la carótida interna en su segmento C5 delimitado por un anillo superior o distal, dependiente de la duramadre esfenoidal, y un anillo inferior o proximal dependiente de la membrana carótido-oculomotora. La sección de los tejidos de recubrimiento, de los cuales dependen los anillos carotídeos, permitió una mejor observación de la región y el ingreso al seno cavernoso. Debí recordarse que el nervio oculomotor [nervio motor ocular común] discurre inmediatamente por debajo del PCA por lo que resultó pertinente referirlo durante la disección. Los nervios troclear [patético], oftálmico y abducens [motor ocular externo] también se encontraron en riesgo dada su proximidad.

Fase 3: Recolección de datos.

Se efectuó una observación estructurada. Los datos fueron completados en planillas que contenían las variables a investigar. En algunos cráneos secos, se utilizó un fibroscopio donado por la fundación Dr. Pedro Belou que permitió encontrar variaciones sin remover la calota.

Fase 4: Procesamiento de datos.

Los datos fueron procesados en una hoja de cálculo digital (Microsoft Excel®).

Fase 5: Resultados, Discusión y Conclusiones.

Los resultados fueron contrastados con la bibliografía, indexada en PubMed o perteneciente a la Asociación Argentina de Anatomía, obteniendo la discusión y las conclusiones.

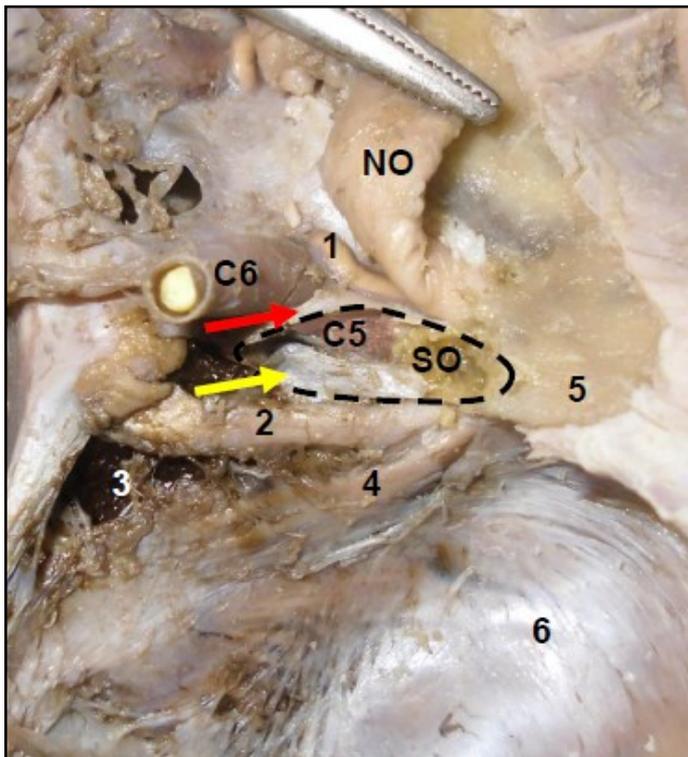


Fig. 9. Espacio clinoideo, vista lateral. Es un espacio anatómico residual creado tras extirpar el PCA (línea guionada). Permite observar la CI en su segmento clinoideo (C5). La arteria se encuentra delimitada hacia superior por un anillo distal o superior que es dependencia de la duramadre que recubre la apófisis (flecha roja). Existe un anillo que rodea la carótida interna hacia inferior que pertenece a la membrana carótido-oculomotora (techo del seno cavernoso) (flecha amarilla). SO- raíz del soporte óptico sin evidencia de neumatización, C6- carótida interna en su segmento supraclinoideo. NO- nervio óptico desplazado para mostrar la arteria oftálmica (1), 2- nervio oculomotor [nervio motor ocular común], 3- seno cavernoso, 4- nervio oftálmico (rama del trigémino), 5- ala menor del esfenoides, 6- fosa craneal media.

RESULTADOS.

Marco óseo.

Como ya fue considerado, la apófisis se encuentra unida al esfenoides por distintas estructuras óseas: el ala menor, el TO y el SO (disposición I de la Fig. 10 y 11). Esta morfología fue hallada en el 84,5% de los 180 especímenes (ver Tabla I y Fig. 12). En el 8,3% el ligamento carótido-clinoideo, que une el PCA con el proceso clinoideo medio, se encontró osificado formando un puente óseo (disposición II). Con menor frecuencia, en el 2,2% el ligamento osificado fue el interclinoideo uniendo la apófisis anterior con la posterior (disposición III). La formación simultánea de ambos puentes fue considerada individualmente y se registró en el 5% (disposición IV).

Al osificarse el ligamento carótido-clinoideo se forma el agujero carótido-clinoideo (Ver Fig. 10 y 11) por el que discurre la ACI. Puede hallarse en las disposiciones II y IV (13,3%). La formación simultánea de ambos puentes delimita un orificio venoso que comunica el seno cavernoso con el coronario. Únicamente puede encontrarse en la disposición IV (5%). En 6 ocasiones (5,4%), se registraron espículas emergiendo del vértice del PCA resultado de osificaciones parciales (ver Fig. 13). Se las consideró variantes de la disposición I.

Variable	Número de Casos	Porcentaje (%)
Disposición I	152	84,5
Disposición II	15	8,3
Disposición III	4	2,2
Disposición IV	9	5
ACC	24	13,3
Osificaciones parciales	6	5,4

Tabla I. Variaciones anatómicas del PCA en 180 especímenes (óseos, formolizados y no fijados): número de casos y porcentaje (%). ACC- agujero carótido clinoideo.

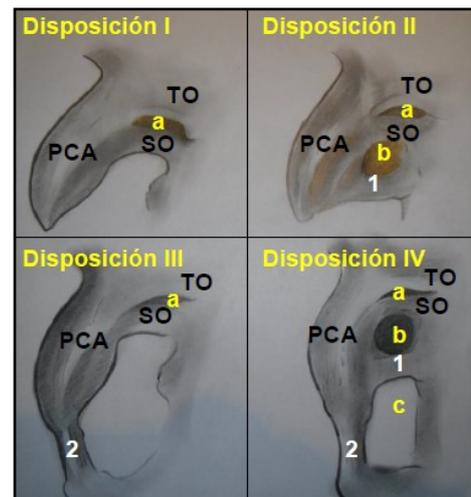


Fig. 10. Disposiciones anatómicas del PCA (dibujos en lápiz). PCA- proceso clinoideo anterior [apófisis clinoideas anterior], TO- techo óptico [raíz superior del ala menor], SO- soporte óptico, 1- puente carótido-clinoideo, 2- puente interclinoideo, a- conducto óptico, b- agujero carótido-clinoideo, c- agujero venoso.

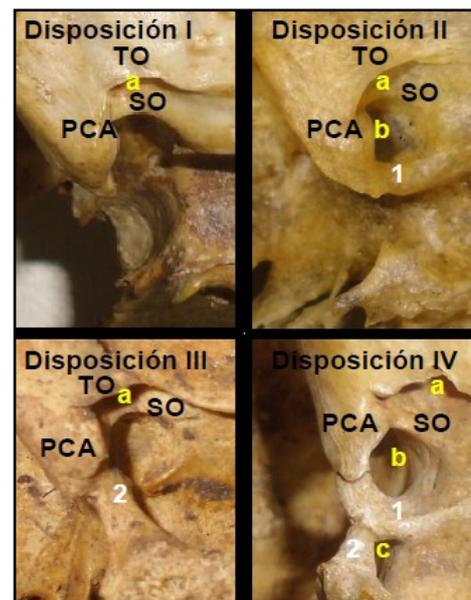


Fig. 11. Disposiciones anatómicas del PCA en los preparatos. PCA- proceso clinoideo anterior [apófisis clinoideas anterior], TO- techo óptico [raíz superior del ala menor], SO- soporte óptico, 1- puente carótido-clinoideo, 2- puente interclinoideo, a- conducto óptico, b- agujero carótido-clinoideo, c- agujero venoso.

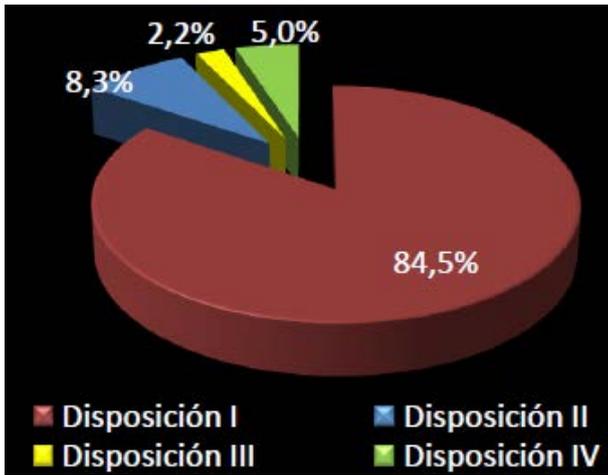


Fig. 12. Disposiciones anatómicas del PCA. El porcentaje del agujero carótido-clinoideo resulta de la sumatoria de las disposiciones II y IV. Las osificaciones parciales se incluyeron en la disposición I.

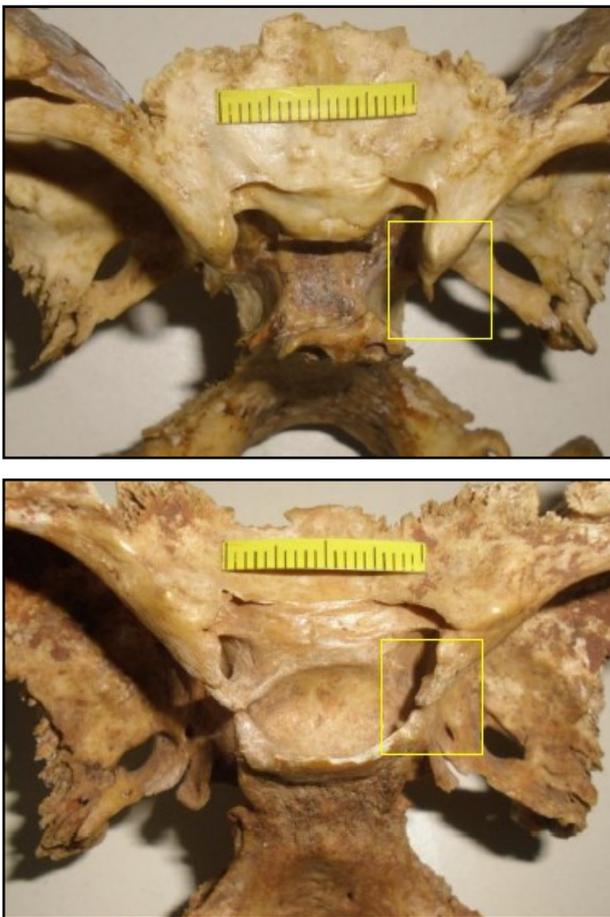


Fig. 13 A y B. Osificaciones parciales del ligamento interclinoideo. Los recuadros amarillos señalan las osificaciones incompletas.

Marco dural y vasculonervioso.

El espacio clinoideo se mostró, en la totalidad de los preparados formolizados y no fijados, como una región extracavernosa y presubaracnoidea. Presenta hacia medial, de anterior a posterior, la raíz del SO, el segmento clinoideo de la ACI y pequeños elementos vasculares venosos. Estos últimos, se denominan en conjunto como plexo venoso clinoideo (2).

En 2 ocasiones (5%), al drilar el PCA en los preparados formolizados, se encontró una cavidad neumática resultado de una prolongación del seno esfenoidal que se extendía por el SO (ver Fig. 14).

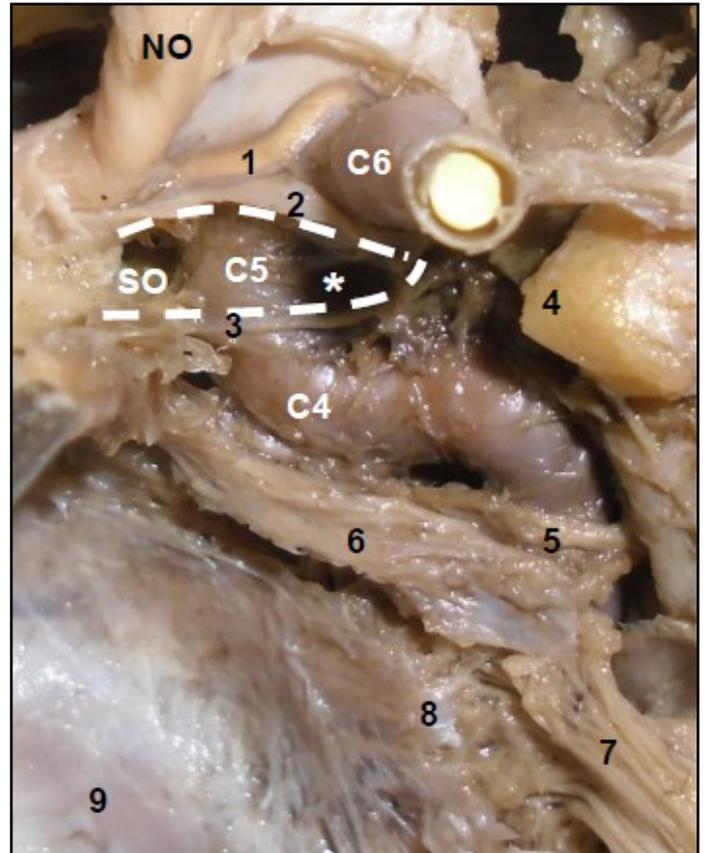


Fig. 14. Cara medial del espacio clinoideo (entre líneas), vista lateral. PCA- proceso clinoideo anterior, SO- raíz del soporte óptico en este caso comunicado con el seno esfenoidal (SO neumatizado), C5- segmento clinoideo, *- plexo venoso clinoideo. C4- segmento cavernoso, C6- segmento supraclinoideo, NO- nervio óptico desplazado para mostrar la arteria oftálmica (1), 2- duramadre que recubre el PCA y forma el anillo distal, 3- anillo proximal, 4- proceso clinoideo posterior, 5- nervio abducens 6- nervio oftálmico, 7- nervio trigémino, 8- ganglio del trigémino [ganglio de Gasser], 9- fosa craneal media.

El **segmento clinoideo** de la ACI se mostró delimitado hacia superior e inferior por dos anillos. El distal o superior obedece a la duramadre que recubre el PCA. Se lo halló firmemente adherido a la ACI habiendo resultado imposible desprenderlo sin lesionar la pared del vaso. En 5 ocasiones (12,5%) la duramadre de la porción medial del anillo se constató plegada hacia inferior formando un fondo de saco. Kobayashi denominó a este espacio virtual como *cavum carotídeo* (ver Figs. 14-16, Tabla II). (17)

A diferencia del anterior, el anillo proximal o inferior, dependencia de la membrana carótido-oculomotora descrita por Inoue (3), no se mostró firmemente adherido a la pared de la ACI.

La **membrana carótido-oculomotora** constituye la cara inferior del espacio clinoideo y forma parte del techo del seno cavernoso. Resulta de la conjunción del periostio que recubre el PCA y la pared del seno. Se extendió entre la ACI, creando el límite entre el segmento cavernoso y clinoideo, el tercer par craneal y el proceso clinoideo posterior. No se registraron variaciones en el estudio de este tejido de recubrimiento.

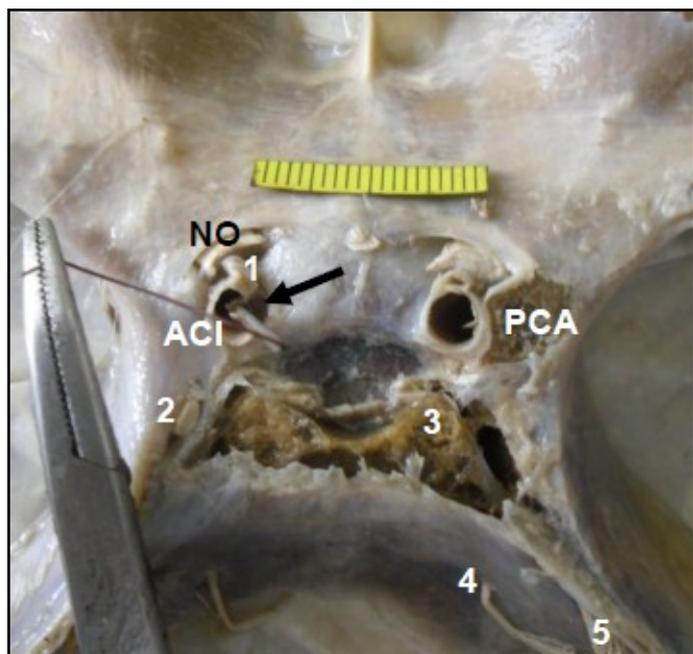


Fig. 15. Cavum carotídeo. La aguja desplaza la carótida interna y la flecha señala la cueva carotídea descrita por Kobayashi. PCA- proceso clinoideo anterior [apófisis clinoides anterior], NO- nervio óptico, ACI- arteria carótida interna, 1- arteria oftálmica emergiendo del segmento supraclinoideo (C6), 2- nervio oculomotor [nervio motor ocular común], 3- proceso clinoideo posterior, 4- nervio abducens [nervio motor ocular externo], 5- nervio trigémino,

Variable	Número de Casos	Porcentaje (%)
PCA neumatizado	2	5
Cavum carotídeo	5	12,5

Tabla II. Variaciones anatómicas en 40 especímenes formolizados y no fijados: número de casos y porcentaje (%).

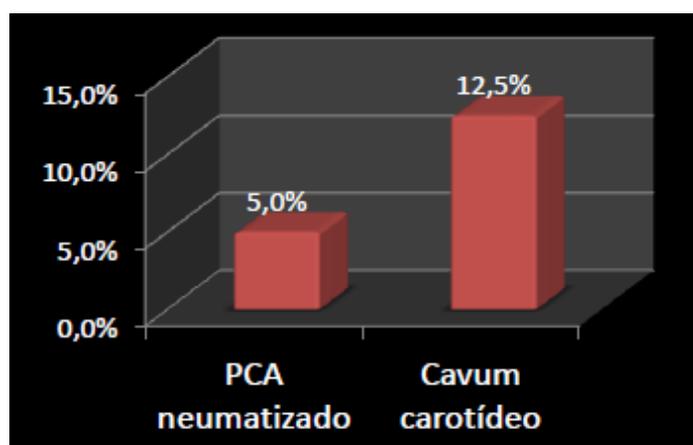


Fig. 16. Variaciones anatómicas encontradas en los preparados formolizados: porcentaje (%).

En esta serie la arteria oftálmica se originó en todos los casos del segmento supraclinoideo (C6) de la ACI, próximo al anillo distal, ubicándose inferolateral al NO. Se han descrito casos en los que emergió del segmento clinoideo (C5) y del cavernoso (C4) no hallados en este trabajo (18).

DISCUSIÓN.

La remoción de accidentes óseos constituye una estrategia útil para disminuir la retracción cerebral en un procedimiento neuroquirúrgico. La clinoidectomía anterior constituye un ejemplo de ello. Son numerosas sus aplicaciones entre las que se destaca el tratamiento microquirúrgico de aneurismas carotídeos de los segmentos C5 y C6 (8, 9), si bien se utiliza en otras localizaciones (10). También se implementa en la resección de meningiomas (región selar y clinoidea) facilitando la extirpación del tumor y la descompresión del NO (5, 6, 7). Menos frecuente es su aplicación en el tratamiento de adenomas hipofisarios (19), craneofaringiomas (20) y otros tumores.

Sus beneficios se contraponen a su complejidad y complicaciones. Los puentes óseos descritos en las disposiciones II, III y IV, que en total corresponden al 15,5% de la muestra, han sido señalados por Inoue (3), Rhoton (3, 13) y Ozdogmus (21), entre otros autores, como obstáculos que aumentan considerablemente la dificultad técnica. Significan nuevos punto de anclaje durante el drilado e implican un mayor riesgo de lesionar el NO y la ACI (máxime en presencia de un aneurisma). Los extremos aguzados de las osificaciones parciales (2% de los especímenes) pueden producir daños vasculares y nerviosos durante el fresado.

La frecuencia del agujero carótido-clinoideo (disposiciones II y III) fue más baja (13,3% en esta serie) que la encontrada en otros estudios: Erturk 35,67% (22), Gupta 20% (23), Ozdogmus 18% (21). La presentación del puente interclinoideo (disposición IV) fue similar (5% en este trabajo) a la hallada por otros autores: Inoue 4% (3), Ozdogmus 6% (21).

Es notable destacar que los puentes clinoideos no son el resultado de una osificación fisiológica normal dependiente de la edad como sufren numerosas estructuras anatómicas. Hochstetter (21) y Kier (24) probaron que son anomalías del desarrollo demostrando esbozos en fetos y su presencia en infantes. Por otro lado, no existe una correlación con el sexo. (21, 24)

La neumatización del PCA y su drilado puede complicarse con una fistula de líquido cefaloraquídeo al comunicarse el seno esfenoidal con el espacio subaracnoideo (rinorrea y posible meningitis bacteriana) (25, 26). El neumoencéfalo también se ha descrito como una complicación (26). Lu ha encontrado prolongaciones clinoideas del seno en el 5% de su serie coincidiendo con este trabajo (27).

Resulta pertinente señalar que las variaciones óseas descritas pueden demostrarse previa cirugía con una tomografía computarizada craneoencefálica. (25, 26, 27).

Con respecto a las relaciones vasculares, nerviosas y dures puede hacerse las siguientes consideraciones al analizar conjuntamente los resultados y la bibliografía:

I. Relaciones vasculares: la división clásica de la ACI en cervical, intrapetrosa, intracavernosa y supraclinoidea se vuelve insatisfactoria e incompleta al considerar el segmento clinoideo (extracavernoso y presubaracnoideo). La apertura del anillo superior no es posible por su fuerte adosamiento a la CI. En cambio, el anillo inferior puede abrirse intencionalmente (para el clipado de un cuello aneurismático por ejemplo) o por accidente ocasionando una hemorragia proveniente del seno cavernoso (15, 16). Debe recordarse que sobre el anillo superior se encuentra la emergencia de la arteria oftálmica.

II. Relaciones nerviosas: el par craneal más frecuentemente afectado es

el oculomotor [motor ocular común] (28). Es prudente recordar que se encuentra inmediatamente por debajo del PCA separado de la ACI por la membrana carótido-oculomotor. La lesión del NO también es factible (28). Los nervios troclear [patético], oftálmico y abducens [motor ocular externo] se encuentran en riesgo dada su proximidad (ver Fig. 16, 17 y 18).

III. Relaciones durales: el cavum carotídeo (encontrado en el 12,5%) es un espacio virtual que se vuelve real al alojar un aneurisma. El fondo del cavum es más débil por lo que, en ocasiones, el aneurisma vence la duramadre e ingresa al espacio clinoideo (17).

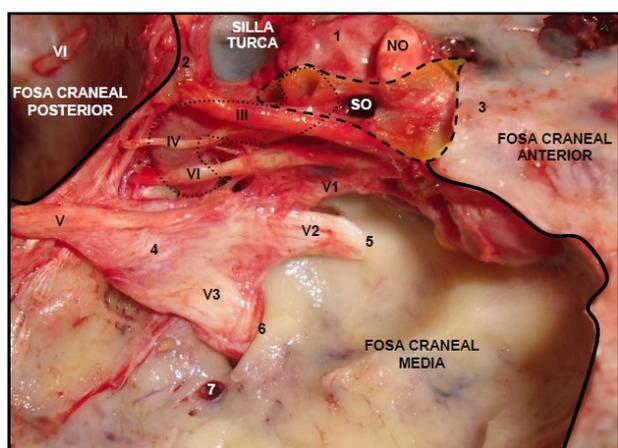


Fig.16. Base de cráneo sin duramadre, vista lateral desde endocráneo. La línea guionada muestra donde deberían encontrarse el PCA y el TO que fueron drilados previamente. La línea punteada señala el recorrido de la arteria carótida interna. NO- nervio óptico, SO- raíz del soporte óptico en este caso comunicado con el seno esfenoidal (SO neumatizado), III- nervio oculomotor [motor ocular común], IV- nervio troclear [nervio patético], V- nervio trigémino, VI- nervio abducens [nervio motor ocular externo], V1- nervio oftálmico, V2- nervio maxilar [nervio maxilar superior], V3- nervio mandibular [nervio maxilar inferior], 1- tubérculo selar, 2- proceso clinoideo posterior, 3- ala menor del esfenoides, 4- ganglio del trigémino [ganglio de Gasser], 5- agujero redondo [agujero redondo mayor], 6- agujero oval, 7- agujero espinoso [agujero redondo menor].

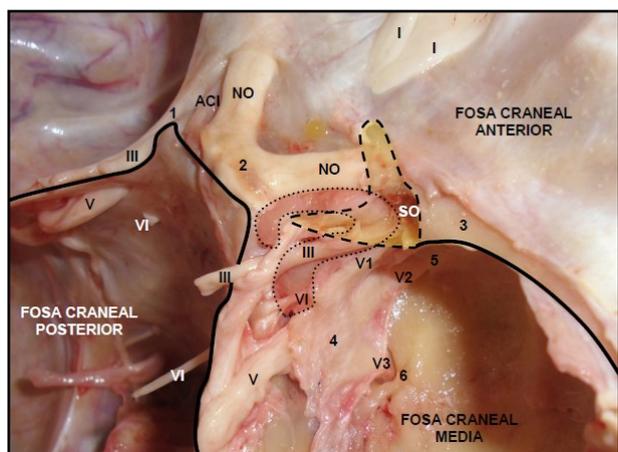


Fig. 17. Base de cráneo, vista lateral. La línea guionada muestra donde deberían encontrarse el PCA y el TO que fueron drilados previamente. La línea punteada señala el recorrido de la carótida interna y parte de la arteria cerebral media. NO- nervio óptico, SO- raíz del soporte óptico, ACI- arteria carótida interna, III- nervio oculomotor [motor ocular común], V- nervio trigémino, VI- nervio abducens [nervio motor ocular externo], V1- nervio oftálmico, V2- nervio maxilar [nervio maxilar superior], V3- nervio mandibular [nervio maxilar inferior], 1- inserción del extremo del borde libre de la tienda del cerebelo, 2- quiasma óptico seccionado, 3- ala

menor del esfenoides, 4- ganglio del trigémino [ganglio de Gasser] cubierto por dura perióstica, 5- agujero redondo [agujero redondo mayor], 6- agujero oval.

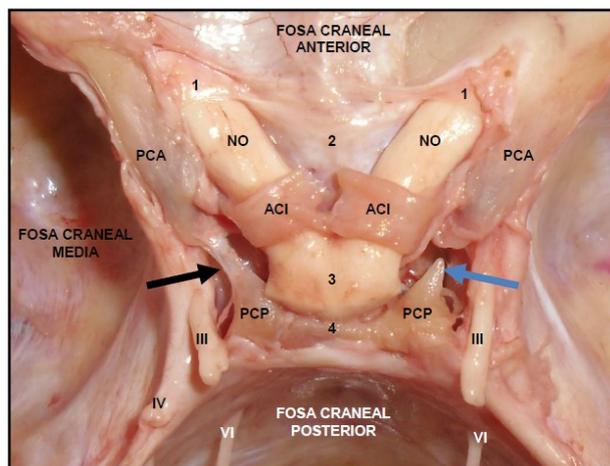


Fig. 18. Base de cráneo, vista superior. La flecha negra señala un puente osteoligamentario interclinoideo y la flecha azul señala una prolongación del proceso clinoideo posterior. PCA- proceso clinoideo anterior, PCP- proceso clinoideo posterior, NO- nervio óptico, ACI- arteria carótida interna desplazada, III- nervio oculomotor [motor ocular común], IV- nervio troclear [nervio patético], VI- nervio abducens [nervio motor ocular externo], 1- ligamento falciforme, 2- tubérculo selar, 3- quiasma óptico seccionado, 4- borde superior del dorso de la silla [borde superior de la lámina cuadrilátera].

CONCLUSIONES.

El espacio clinoideo, continente y contenido (PCA), presenta numerosas estructuras con disposiciones variables susceptibles de ser dañadas en la clinoidectomía anterior. Se destaca por su localización en el endocráneo, sus relaciones y su singularidad (espacio extracavernoso y presubaracnoideo en donde se observa un segmento transicional de la carótida interna no descrito en la anatomía clásica).

El conocimiento de las variaciones (puentes clinoideos, agujero carótido-clinoideo, osificaciones parciales, neumatización, cavum carotídeo, origen de la arteria oftálmica) constituyen un recurso para el neurocirujano. El entendimiento de la anatomía que involucra la región permite comprender la patología, prever dificultades, advertir como sortearlas y, por consiguiente, disminuir complicaciones.

AGRADECIMIENTOS.

Se agradece al Prof. Dr. Marcelo Héctor Cerezo, Profesor Titular de la Cátedra "A" de Anatomía y Jefe del Departamento de Ciencias Morfológicas de la Facultad de Ciencias Médicas de La Plata, el capital intelectual y los recursos materiales brindados para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS.

1. Kim, J. M.; Romano, A.; Sanan, A.; Van Loveren, H. R.; Keller, J. T. *Microsurgical Anatomic Features and Nomenclature of the Paraclinoid Region*. Neurosurgery 2000; 46(3):670-680.
2. Seoane, E.; Rhoton A. L. Jr.; De Oliveira, E. *Microsurgical Anatomy of the Dural Collar (Carotid Collar) and Rings Around the Clinoid Segment of the Internal Carotid Artery*. Neurosurgery 1998; 42(4):869-884.

3. Inoue, T.; Rhoton A. L. Jr.; Theele, D.; Barry, M. E. Surgical Approaches to the Cavernous Sinus: a microsurgical study. *Neurosurgery* 1990; 26(6):903-932.
4. Campero, A.; Chorolque, A. P.; Martins, C.; Rhoton, A. L. Jr. *Paredes Durales del Seno Cavernoso*. Revista Argentina de Anatomía Online 2012; 3(3):66-71.
5. Mariniello, G.; De Divitiis, O.; Seneca, V.; Maiuri, F. *Classical Pterional Compared to the Extended Skull Base Approach for the Removal of Clinoideal Meningiomas*. *Journal of Clinical Neuroscience* 2012; 19(12):1646-1650.
6. Attia, M.; Umansky, F.; Paldor, I.; Dotan, S.; Shoshan, Y.; Spektor, S. *Giant Anterior Clinoideal Meningiomas: Surgical Technique and outcomes*. *Journal of Neurosurgery* 2012; 117(4):654-665.
7. Romani, R.; Laasko, A.; Kangasniemi, M.; Lehecka, M.; Hernesniemi, J. *Lateral Supraorbital Approach Applied to Anterior Clinoideal Meningiomas: Experience With 73 Consecutive Patients*. *Neurosurgery* 2011; 68(6):1632-1647.
8. Seifert, V.; Güresir, E.; Vatter, H. *Exclusively Intradural Exposure and Clip Reconstruction in Complex Paraclinoideal Aneurysms*. *Acta Neurochirurgica* 2011; 153(11):2103-2109.
9. Barnett, S. L.; Whittemore, B.; Thomas, J.; Samson, D. *Intradural clinoidectomy and postoperative headache in patients undergoing aneurysm surgery*. *Neurosurgery* 2010; 67(4):906-909.
10. Park, S.K.; Shin, Y.S.; Lim, Y.C.; Chung, J. *Preoperative predictive value of the necessity for anterior clinoidectomy in posterior communicating artery aneurysm clipping*. *Neurosurgery* 2009; 65(2):281-285.
11. Dolenc, V.V. *A combined epi- and subdural direct approach to carotid-ophthalmic artery aneurysms*. *Journal of Neurosurgery* 1985; 62(5):667-672.
12. Dolenc, V.V. *A combined transorbital-transclinoideal and transsylvian approach to carotid-ophthalmic aneurysms without retraction of the brain*. *Acta neurochirurgica* 1999; 72:89-97.
13. Alencastro, L.C. *The anterior loop of the carotid siphon*. *Skull Base Surgery* 1991; 1(2):73-77.
14. Bouthillier, A.; Van Loveren, H. R.; Keller, J. T. *Segments of the internal carotid artery: a new classification*. *Neurosurgery* 1996; 38(3):425-432.
15. Cappabianca, P.; Califano, L.; Iaconetta, G. *Cranial, Craniofacial and Skull base surgery*, 1ª edición, Springer, Verlag, Italia, 2010, pp. 52-54.
16. Lawton, M.T. *Seven Aneurysms: Tenets and Techniques for clipping*, 1ª edición, Thieme, New York, USA, 2011.
17. Kobayashi, S.; Kyoshima, K.; Gibo, H.; Hegde, S. A.; Takemae, T.; Sugita, K. *Carotid Cave Aneurysms of the internal carotid artery*. *Journal of Neurosurgery* 1989; 70(2):216-221.
18. Huynh-le, P.; Natori, Y.; Sasaki, T. *Surgical Anatomy of the ophthalmic artery: its origin and proximal course*. *Neurosurgery* 2005; 57(4):236-241.
19. Spallone, A.; Vidal, R. V.; Gonzales J. G. *Transcranial Approach to Pituitary Adenomas Invading the Cavernous Sinus: A Modification of the Classical Technique to be Used in a Low-Technology Environment*. *Surgical Neurology International* 2010; 1(25):25.
20. Yonekawa, Y.; Ogata, N.; Imhof, H. G.; Olivecrona, M.; Strommer, K.; Kwak, T. E.; Roth, P.; Groscurth, P. *Selective Extradural Anterior Clinoidectomy for Supra- and Parasellar Processes: Technical Note*. *Journal of Neurosurgery* 1997; 87(4):636-642.
21. Ozdogmus, O.; Saka, E.; Tulay, C.; Gurdal, E.; Uzun, I.; Cavdar, S. *The Anatomy of the Carotico-Clinoideal Foramen and its Relation With the Internal Carotid Artery*. *Surgical and Radiologic Anatomy* 2003; 25(4):241-246.
22. Erturk, M.; Kayalioglu, G.; Gosva, F. *Anatomy of the Clinoideal Region With Special Emphasis on the Carotico-clinoideal Foramen and Interclinoideal Osseous Bridge in a Recent Turkish Population*. *Neurosurgical Review* 2004; 27(1):22-26.
23. Gupta, N.; Ray, B.; Gosh, S. *A Study on Anterior Clinoideal Process and Optic Strut with Emphasis on Variations of Carotico-clinoideal Foramen*. *Nepal Medical College Journal* 2005; 7(2):141-144.
24. Kier, E.L. *Embryology of the Normal Optic Canal and its Anomalies. An Anatomic and Roentgenographic Study*. *Investigative Radiology* 1996; 1(5):346-362.
25. Mikami, T.; Minamida, Y.; Koyanagi, I.; Baba, T.; Houkin, K. *Anatomical Variations in Pneumatization of the Anterior Clinoideal Process*. *Journal of Neurosurgery* 2007; 106(1):170-174.
26. Avci, E.; Bademci, G.; Ozturk, A. *Microsurgical Landmarks for Safe Removal of Anterior Clinoideal Process*. *Minimally Invasive Neurosurgery* 2005; 48(5):268-272.
27. Lu, Y.; Pan, J.; Qi, S.; Zhang, X.; Wu, K. *Pneumatization of the Sphenoid Sinus in Chinese: the Differences from Caucasian and its Application in the Extended Transsphenoidal Approach*. *Journal of Anatomy* 2011; 219(2):132-142.
28. Kulwin, C.; Tubbs, R.S.; Cohen-Gadol, A.A. *Anterior Clinoidectomy: Description of an Alternative Hybrid Method and a Review of the Current Techniques with an Emphasis on Complication Avoidance*. *Surgical Neurology International* 2011; 140(2):132-142.

**Comentario sobre el artículo de Neuroanatomía:
Anatomía Quirúrgica del Proceso Clinoideo Anterior
y del Espacio Clinoideo.**



DR. GONZALO BONILLA

- Neurocirujano. Médico de Planta en Hospital Militar Central y Hospital de Clínicas "División Nervios Periféricos" – División Nervios Periféricos Hospital Eva Peron, Merlo. Buenos Aires. Argentina.
- Jefe de Servicio de Cirugía Experimental en Hospital Militar Central.
- Docente Adscripto 3º Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Jefe Laboratorio de Neuroanatomía 3º Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Revista Argentina de Anatomía Online 2013, Vol. 4, Nº 4, pp. 147.

El proceso clinoideo anterior (PCA) es una estructura ósea par que se proyecta con dirección posterior desde el ala menor del esfenoides de quien depende, recubriendo el nervio óptico y la arteria carótida interna en su porción clinoidea. Su base posee tres sitios de continuidad con el adyacente hueso esfenoidal, 1) anteriormente con el borde medial del desfiladero esfenoidal conformado por su ala menor, 2) medialmente con la raíz anterior y 3) la raíz posterior del ala menor del esfenoides. Esta raíz anterior se extiende medialmente desde la base del PCA al cuerpo del esfenoides conformando el techo del canal óptico. Por otro lado, la raíz posterior del ala menor se extiende medialmente debajo del nervio óptico, también llamado puente o arbotante óptico, poseyendo importantes relaciones con el segmento clinoideo de la arteria carótida interna, siendo importante remarcar que la base del PCA forma el margen lateral del canal óptico.

El PCA también es sitio de anclaje de la porción anteromedial del tentorio y de las hojas petroclinoideas anterior y posterior durales. Otra dependencia dural, el ligamento falciforme, se extiende de la base clinoidea a través del techo del canal óptico hasta el planum sphenoidale. El PCA posee una densa superficie de hueso cortical y débil diploe que puede ocasionalmente poseer venas diploicas provenientes del techo orbitario.

El manejo de este proceso óseo es vital en la cirugía de aneurismas gigantes o complejos de la porción distal de la arteria carótida interna o de la arteria basilar así como también de tumores del seno cavernoso a fin de exponer estructuras anatómicas vasculonerviosas con mínima retracción y por consiguiente, con disminución de las comorbilidades regionales como se muestra en este interesante artículo.

La resección subperióstica del PCA crea un espacio anatómico, el espacio clinoideo que se encuentra limitado superior y lateralmente por la duramadre que cubre los aspectos superolateral del proceso clinoideo anterior, medialmente por la vaina del nervio óptico e inferiormente el ala menor del esfenoides.

Su remoción, como cita el autor, es ampliamente recomendada para el manejo quirúrgico de aneurismas de la arteria carótida interna entre otros ya que incrementa la exposición quirúrgica del triángulo oculomotor permitiendo observar una ventana anatómica ampliada. Por ello la clinoidectomía anterior es una técnica que requiere un entrenamiento quirúrgico avezado, y allí es donde la anatomía clinoidea y paraclinoideas juega un papel crucial en el éxito, siendo este artículo de valiosa utilidad con tal fin.

Dr. Gonzalo Bonilla