

Segmento clinoido (C5) y espacio clinoido. Revisión anatómica y su relevancia en cirugía neurovascular y de base de cráneo

Clinoidal segment (C5) and clinoidal space. Anatomical review and its importance in neurovascular and skull base surgery

Manuel S. Gadea Nieto¹

¹Asistente Especialista, Servicio de Neurocirugía. Hospital México, CCSS.

Correspondencia: mgadean@hotmail.com

Resumen

En el presente artículo se describe en detalle la anatomía microquirúrgica del segmento clinoido (C5) y del espacio clinoido, así como las estructuras circundantes y se explican las complejas relaciones anatómicas, con énfasis en su utilidad clínica.

La clinoidectomía anterior expone el segmento clinoido recubierto por la delgada capa dural interna de la pared del seno cavernoso. La apertura de esta membrana permite acceder a un espacio estrecho que comunica con el seno cavernoso a través del anillo dural inferior. El anillo dural inferior es una estructura incompetente.

El segmento clinoido ha sido considerado por la mayoría de los autores como extracavernoso, sin embargo este debe de ser considerado como la porción más rostral de la carótida cavernosa. El anillo inferior, más que un anillo verdadero, es una referencia anatomo-quirúrgica.

Palabras clave: segmento clinoido, espacio clinoido, anatomía microquirúrgica

Abstract

In this article it is described in detail the microsurgical anatomy of the clinoidal segment (C5), the clinoidal space and the surrounding structures clarifying the complex anatomic relationships and its clinical relevance.

The anterior clinoidectomy exposes the clinoidal segment, which is encircled by the thin dural layer of the cavernous sinus wall. Opening this membrane enables the entrance to a narrow space within the cavernous sinus through the inferior dural ring. The inferior dural ring is incompetent.

The clinoidal segment has been considered by the majority of authors to be extracavernous, but it should be considered the most rostral portion of the cavernous segment, while the inferior dural ring rather than a dural ring is an anatomosurgical landmark.

Key words: clinoidal segment, clinoidal space, microsurgical anatomy

Introducción

La anatomía microquirúrgica del segmento clinoido (C5) y del espacio clinoido es muy compleja, y el éxito de la cirugía dependerá del total conocimiento y dominio de las estructuras involucradas en el área. El segmento C5 corresponde a la “rodilla de la arteria carótida interna” y originalmente fue descrita en estudios angiográficos

por Fisher⁹ en 1938. Sin embargo, fue hasta 1984 que Lasjaunias y Santoyo-Vázquez²³ denominan a este segmento el clinoido, basando su nomenclatura en el desarrollo embriológico. En 1996 Bouthillier y colaboradores² reclasifican los segmentos de la arteria carótida interna (ACI) y definen el segmento C5 como aquel de 5 mm^{5,15} de longitud, que se extiende desde el anillo inferior hasta el superior. Con el desarrollo de las téc-

nicas en cirugía de base de cráneo, este segmento ha recibido diversos nombres.^{7, 9, 10, 17, 19, 29, 34, 36, 37}

La única forma de visualizar el segmento y el espacio clinoideo es posterior a la realización de la clinoidectomía anterior, sea esta extra o intradural. A partir de la introducción de la clinoidectomía extradural por Dolenc,⁷ esta se ha convertido en un paso esencial para el abordaje y acceso al seno cavernoso anterior en el manejo de patología vascular y neoplásica^{3, 6, 7, 11, 12, 18, 24, 27, 31, 37}. Desde 1997, la clinoidectomía anterior ha sido parte del armamentario en cirugía de base de cráneo para el abordaje de aneurismas de la bifurcación basilar, lo que amplía el estrecho campo quirúrgico obtenido con abordajes tradicionales^{4, 25}.

A pesar de que muchos autores han descrito la anatomía de esta región^{2, 5, 8, 15, 17, 20, 21, 26, 30, 36}, solo el entendimiento detallado de la anatomía microquirúrgica de las relaciones de la ACI y sus anillos duros, entre la ACI y el seno cavernoso anterior e incluso, aspectos como la eterna discusión de si el segmento C5 es extra o intracavernoso^{2, 5, 8, 22, 30, 36} permitirá al cirujano navegar por esta área tan limitada y a la vez tan crítica.

El propósito de esta revisión es describir y detallar las particularidades del segmento C5 y del espacio clinoideo, así como de las estructuras circundantes con relevancia clínica.

Anatomía microquirúrgica

El techo del seno cavernoso está compuesto por dos capas de duramadre, una externa (dura propia) y una interna (capa membranosa interna); estas dos capas se separan para envolver la apófisis clinoides anterior (ACA); la capa dural externa cubre la superficie superior, mientras que la interna, la superficie inferior (Figura 1).

En el espécimen cadavérico se aprecia la relación del nervio óptico (flecha roja), con la arteria carótida interna (flecha blanca), los anillos superior e inferior, ligamento falciforme y el techo del seno cavernoso (porciones medial y lateral)

La clinoidectomía anterior expone entre estas dos capas un pequeño espacio interdural conocido como espacio clinoideo³⁴. La capa dural externa del techo del seno cavernoso, que recubre la superficie superior de la ACA, se extiende medialmente y se fusiona con la adventicia de la ACI para formar el anillo superior.

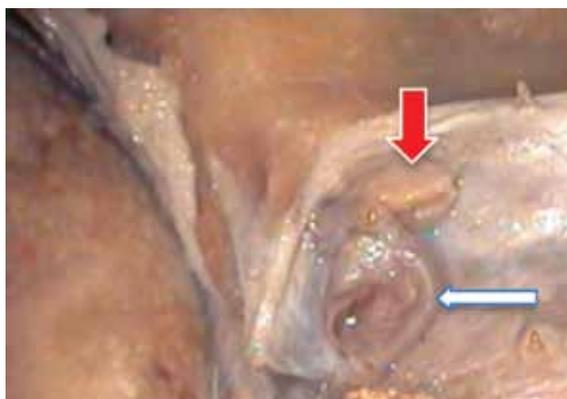


Figura 1. Relación anatómica del nervio óptico y la arteria carótida interna en el segmento clinoideo

Excepción hecha de la cara medial, el anillo superior se adhiere firmemente a la ACI, por lo que la disección roma del anillo superior de la ACI provoca la laceración de la adventicia. Lateral a la ACI, el ligamento petroclinoideo anterior emerge con el anillo superior y lo refuerza. La incompetencia del anillo dural superior en su superficie medial forma un pequeño receso llamado el cavum carotídeo¹⁸. En estudios de laboratorio se ha encontrado que la existencia del cavum carotídeo oscila entre un 68 % y un 77 %¹³. Además, la capa dural externa cubre el plano esfenoidal, el tubérculo selar y forma el ligamento falciforme, la envoltura dural del nervio óptico y el diafragma selar (Figura 2).

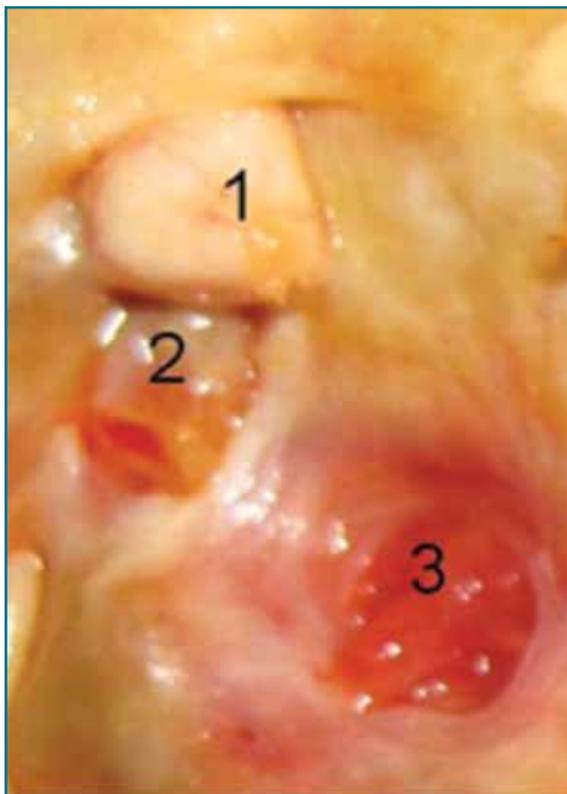


Figura 2. Estructuras principales en el segmento clinoideo

Relación anatómica entre el nervio óptico (1), la arteria carótida interna (2), los anillos duros superior e inferior, el espacio clinoideo, el cavum carotídeo y la arteria carótida cavernosa (3).

La movilización de la capa dural externa expone la interna, la cual es delgada y ocasionalmente puede ser fenestrada^{8, 36}. El ligamento interclinoideo conecta la ACA con la clinoides posterior (ACP), emerge con la capa dural interna en toda su longitud, y divide la capa dural interna del techo del seno cavernoso en dos áreas triangulares: una posterolateral, el triángulo óculo-motor, y otro anteromedial, el triángulo carotídeo.³⁶

Dentro del triángulo oculomotor, la capa interna contribuye a la formación de la envoltura dural del nervio oculomotor, y se continúa como la capa interna de la pared lateral del seno cavernoso. Anteriormente la capa dural interna cubre la superficie inferior de la ACA, rodea la ACI para formar el anillo inferior, se continúa a lo largo del segmento C5, y se une al anillo superior. Contrario al anillo superior, el inferior no se une a la adventicia de la ACI y es, como consecuencia, relativamente complaciente (Figuras 3a, 3b y 4).

Figura 3a. Relaciones anatómicas en el segmento clinoideo
Esquematación de las relaciones anatómicas óseas (1. clinoides anterior), duros (2. anillos superior e inferior), vasculares (3. arteria carótida interna, 4. seno cavernoso); esta esquematización evidencia la presencia del cavum carotídeo.

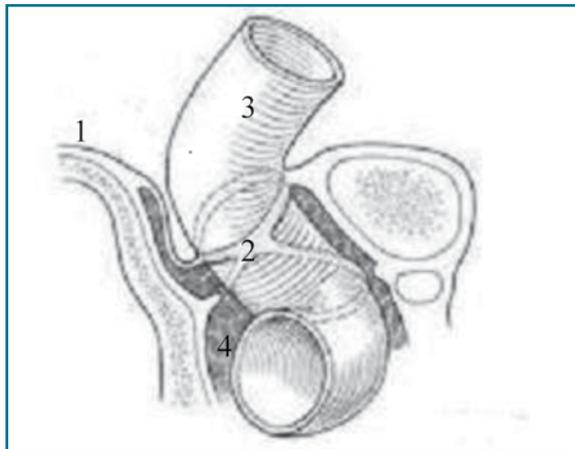


Figura 3b. Esquematación de las relaciones entre la apófisis clinoidea posterior, arteria carótida interna y el nervio óptico.
ACP: Apófisis clinoides posterior, ON: nervio óptico, ICA: Arteria Carótida Interna

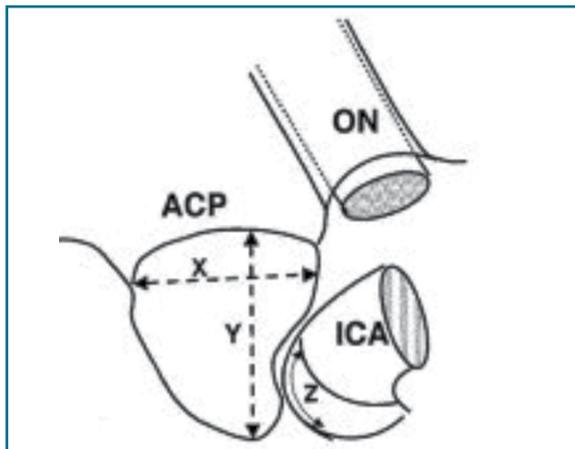
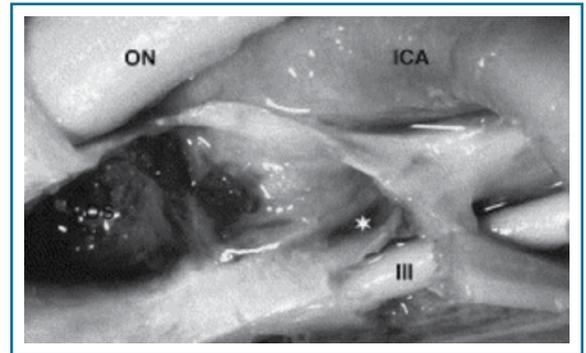


Figura 4. Aspecto anatómico en espécimen cadavérico de las relaciones neurovasculares



ON: nervio óptico, ICA: arteria carótida interna, III: nervio oculomotor. Además se aprecian los anillos duros, la complacencia del anillo inferior y la adherencia del anillo superior a la adventicia de la ICA; nótese también el triángulo oculomotor.

En relación con el espacio clinoideo, el piso lo forma la capa dural externa, mientras que el techo de este espacio está formado por la capa dural interna; la capa dural interna al rodear la ACI crea un segundo espacio, el cual es la continuación rostral del espacio cavernoso anterior, por lo que las venas del seno cavernoso se extienden a través del anillo inferior, incompetente, hacia la región del anillo superior.

Para una mejor comprensión, el espacio clinoideo se puede subdividir en tres regiones, las cuales se designan según su relación con C5. El espacio clinoideo antero-lateral es aquel creado posterior a la clinoidectomía anterior; el espacio clinoideo posterior es aquel creado por la extensión de la punta de la ACA hacia la superficie postero-medial de la ACI. Este espacio tiene una forma piramidal^{15, 36}, con una base triangular, limitado anteromedialmente por la capa dural interna que rodea la ACI, infero-medialmente por la porción medial de la capa dural interna del techo del seno cavernoso y supero-medialmente por la capa dural externa del techo del seno cavernoso; los dos anillos duros y las dos capas se unen en el ápice del espacio clinoideo posterior. Finalmente, el espacio clinoideo anteromedial es aquel medial a la clinoidectomía, siempre y cuando exista una verdadera apófisis clinoidea medial; cuando existe un agujero carótido-clinoideo verdadero, el espacio posterior y el anteromedial se unen posterior a la ACI.

Discusión

El conocimiento detallado de las complejas relaciones nerviosas, vasculares, durales y óseas que rodean al segmento C5 es un requisito fundamental para abordarlo adecuadamente desde el punto de vista quirúrgico (Figura 5).

La clinoidectomía anterior forma un espacio denominado espacio clinoideo, el cual ha generado durante décadas la discusión de si es intra o extradural, intra o extra-cavernoso. Los estudios de laboratorio de microcirugía han demostrado que este espacio es interdural y extracavernoso³⁴. A su vez, este espacio se ha subdividido en tres: uno anterolateral, uno posterior (ocupado por la proyección posteromedial de la punta de la clinoides) y el tercero, el espacio anteromedial, el cual existe únicamente en la presencia de la apófisis clinoides media.

Cuando existe un verdadero agujero carótido-clinoideo, el espacio clinoideo posterior se comunica con el espacio antero-medial.⁵ El espacio clinoideo se separa del seno cavernoso por una delgada capa dural, la que rodea el segmento C5.¹⁵ Esta capa dural es la continuación de la capa interna del techo del seno cavernoso, lo que implicaría que este segmento carotídeo fuera intracavernoso.

El segmento C5 ha sido considerado intracavernoso por muchos,^{6, 7, 15, 17, 31, 32, 37} sin embargo, en 1988, Nutik³⁰ describe un pequeño segmento de la arteria carótida interna, visible al realizar la clinoidectomía, proximal al anillo superior y extracavernoso, por lo que a partir de esta descripción, la mayoría de los autores lo han considerado extracavernoso (Figura 4).^{2, 5, 9, 22, 30, 36} Otros autores continúan en la creencia que este segmento (C5) es intracavernoso, pues la existencia de la membrana carótido-óculo-motora, que separa el seno cavernoso del espacio clinoideo, hace pensar que este segmento es intracavernoso y más aún que, cuando se aborda esta región, hay sangrado venoso proveniente de venas del seno cavernoso, lo que confirmaría que C5 es intracavernoso^{15, 35} (Figura 3a y b).

El espacio del seno cavernoso previo a la clinoidectomía anterior está comprimido entre la ACI, la ACA, el soporte óptico y el surco carotídeo del esfenoideas (Figuras 3a y b, 4, 5). Frecuentemente este espacio está obliterado por tejido conectivo laxo, y es una extensión del seno cavernoso (Figura 4). Debido a la incompetencia

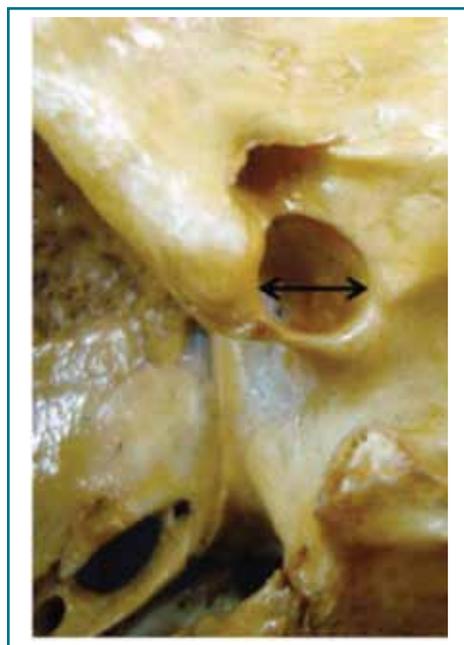


Figura 5. Aspecto de las relaciones óseas de la apófisis clinoides anterior, el canal óptico y el canal carotídeo. Obsérvese la relación anatómica del soporte óptico (flecha doble).

del anillo inferior, no existe una separación real entre este espacio y el seno cavernoso y, como consecuencia, el plexo venoso cavernoso se puede extender hacia el anillo superior, lo que explica el por qué del ocasional sangrado profuso al momento de realizarse la clinoidectomía anterior.

A pesar de la opinión de otros autores³³, la opinión personal del autor es que la totalidad del segmento C5 debe de ser considerado técnicamente intracavernoso. Yonekawa ha notado que el sangrado venoso podría provenir de venas puente entre la ACA y el seno cavernoso anterior³⁸.

El anillo superior se forma de la capa externa del techo del seno cavernoso, y emerge con la adventicia de la ACI en forma circunferencial; asimismo, el ligamento petroclinoideo anterior y la capa dural interna del techo del seno cavernoso contribuyen en la formación del anillo superior. Con la excepción de la presencia del cavum carotídeo, en donde la cara medial del anillo superior es incompetente, el resto de este anillo está firmemente adherido a la adventicia del ACI y, por consiguiente, durante la cirugía no se puede pretender disecar la dura a este nivel, pues se lesionaría la arteria.

Los aneurismas localizados por debajo del anillo superior no producen hemorragia subaracnoidea¹⁴ y, por lo tanto, es muy importante en el preoperatorio poder determinar la localización exacta de la lesión, con el fin de poder planear la estrategia quirúrgica en forma adecuada (Figuras 6 a y b).



Figura 6. Aspecto microquirúrgico en caso de aneurisma
A. segmento oftálmico.
B. segmento clinóideo.

El anillo inferior es estructuralmente muy diferente al superior, y a pesar de que se le denomine anillo, en realidad es una prolongación de la capa dural interna, que rodea laxamente a la ACI, por lo que siempre es incompetente. Usualmente y de acuerdo con la experiencia del cirujano, el ligamento interclinóideo puede ser confundido con el anillo dural inferior al cursar junto con la capa dural interna, principalmente en la cara lateral de la ACI.

El anillo dural inferior es una referencia quirúrgica importante como punto de entrada hacia el seno cavernoso anterior (Figura 6b).

Conclusión

El conocimiento detallado y puntual de la anatomía microquirúrgica del espacio clinóideo y sus subdivisiones, los anillos duros y el seno cavernoso anterior, así como sus complejas interrelaciones, es un requisito indispensable para el manejo de las diversas patologías localizadas en esa área. También es muy importante entender que debe ejercitarse este abordaje tantas veces como sea necesario en el laboratorio de microcirugía, y el cirujano joven deberá de hacerse acompañar siempre de algún colega experto y entrenado en cirugía compleja de esta región y con vasta experiencia. El entendimiento de prepararse y ser entrenado formalmente redundará en mejores resultados quirúrgicos.

Contribuciones

El autor declara la total elaboración del artículo.

Conflictos de interés

Ninguno declarado.

Referencias bibliográficas

1. Al Mefty O. Clinoidal meningiomas. *J Neurosurg* 1990; 73: 840-849.
2. Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT: Segments of the internal carotid artery: A new classification. *Neurosurgery* 199, 638: 425-433.
3. Day AL. Aneurysms of the ophthalmic segment: A clinical and anatomical analysis. *J Neurosurg* 1990; 72: 677-691.
4. Day JD, Fukushima T, Giannotta SL. Cranial base approaches to posterior circulation aneurysms. *J Neurosurg* 1997; 87: 544-554.
5. De Jeúss O. The clinoidal space: Anatomical review and surgical implications. *Acta Neurochir Wien*; 1997 139:361-365.
6. Dolence VV. Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *J Neurosurg* 1983; 58: 824-831,
7. Dolence VV. A combined epi-and subdural direct approach to carotid-ophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg* 1985; 62:667-672.
8. Dolence VV. Anatomy of the cavernous sinus.

- in Dolence VV:ed. *Anatomy and Surgery of the Cavernous Sinus*. New York: Springer-Verlag; 1989.
9. Fischer E. Die Lageabweichungen der vorderen Hirnarterie im Gefäß. *Zentralbl Neurochir* 1938; 3: 300-313.
 10. Gibo H, Lenkey C, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the supraclinoid portion of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 1981; 55: 560-574.
 11. Guidetti B, La Torre E. Management of carotid-ophthalmic aneurysms. *J Neurosurg* 1975; 42: 438-442.
 12. Heros RC, Nelson PB, Ojemann RG, et al. Large and giant paraclinoid aneurysms: Surgical techniques, complications, and results. *Neurosurgery* 1983; 12: 153-163.
 13. Hitotsumatsu T, Natori Y, Matsushima T, et al. Microanatomical study of the carotid cave. *Acta Neurochir, Wien* 1997; 139: 869-874.
 14. Horowitz M, Fichtel F, Samson D, et al. Intracavernous carotid artery aneurysms: The possible importance of angiographic dural waisting: A case report. *Surg Neurol* 1996; 46: 549-552.
 15. Inoue T, Rhoton AL Jr, Theele D, et al. Surgical approaches to the cavernous sinus: A microsurgical study. *Neurosurgery* 1990 26: 903-932.
 16. Kawase T, van Loveren HR, Keller JT, et al. Meningeal architecture of the cavernous sinus: Clinical and surgical implications. *Neurosurgery* 1996; 39: 527-536.
 17. Knosp E, Müller G, Perneczky A. The paraclinoid carotid artery: Anatomical aspects of a micro-neurosurgical approach. *Neurosurgery* 1988; 22: 896-901.
 18. Kobayashi S, Kyoshima K, Gibo H, et al. Carotid cave aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 1989; 70: 216-221.
 19. Korosue K, Heros RC. Subclinoid carotid aneurysm with erosion of the anterior clinoid process and fatal intraoperative rupture. *Neurosurgery* 1992; 31: 356-360.
 20. Lang J. *Clinical anatomy of the head: Neurocranium, Orbit, Craniocervical Regions*. Berlin: Springer-Verlag; 1983.
 21. Lang J. *Anatomy of the cavernous sinus*. in Samii M, Draf W, eds; *Surgery of the skull base*. Berlin: Springer-verlag; 1989.
 22. Lang J, Kageyama I. Clinical anatomy of the blood spaces and blood vessels surrounding the siphon of the internal carotid artery. *Acta Anat* 1992; 139: 320-325x.
 23. Lasjaunias P, Santoyo-Vazquez A. Segmental agenesis of the internal carotid artery: Angiographic aspects with embryological discussion. *Anat Clin* 1984; 6: 133-141.
 24. Matsuoka Y, Hakuba A, Kishi H, et al. Direct surgical treatment of intracavernous internal carotid artery aneurysms: Report of four cases. *Surg Neurol* 1986; 26: 360-364.
 25. Matsuyama T, Shimomura T, Okumura Y, et al. Mobilization of the internal carotid artery for basilar artery aneurysm surgery: Technical note. *J Neurosurg* 1997; 86: 294-296.
 26. Natori Y, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the superior orbital fissure. *Neurosurgery* 1995; 36: 762-775.
 27. Nishio S, Matsushima T, Fukui M, et al. Microsurgical anatomy around the origin of the ophthalmic artery with reference to contralateral pterional surgical approach to the carotid-ophthalmic aneurysm. *Acta Neurochir (Wien)* 1985; 76: 82-89.
 28. Nutik SL. Carotid paraclinoid aneurysms with intradural origin and intracavernous location. *J Neurosurg* 1978; 48: 526-533.
 29. Nutik SL. Ventral paraclinoid carotid aneurysms. *J Neurosurg* 1988; 69: 340-344.
 30. Nutik SL. Removal of the anterior clinoid process for exposure of the proximal intracranial carotid artery. *J Neurosurg* 1988; 69: 529-534.
 31. Perneczky A, Knosp E, Volkapic P, et al. Direct surgical approach to infraclinoid aneurysms. *Acta Neurochir Wien* 1985; 76: 36-44.
 32. Renn WH, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of sellar region. *J Neurosurg* 1975; 43: 288-298.
 33. Sadasivan B, Ma SH, Dujovny M, et al. The anterior cavernous sinus space. *Acta Neurochir Wien* 1991; 108: 154-158.
 34. Sekhar LN, Burgess J, Akin O. Anatomical study of the cavernous sinus emphasizing operative approaches and related vascular and neural reconstruction. *Neurosurgery* 1987; 21: 806-816.
 35. Sekhar LN, Sen CN. Surgical approaches to the cavernous sinus: A microsurgical study. *Neurosurgery* 1990; 26: 932.
 36. Umansky F, Valarezo A, Elidan J. The superior wall of the cavernous sinus: A microanatomical study. *J Neurosurg* 1994; 81: 914-920.
 37. Yasargil MG, Gasser JC, Hodosh RM, et al. Carotid-ophthalmic aneurysms: Direct microsurgical approach. *Surg Neurol* 1977; 8: 155-165.
 38. Yonekawa Y, Ogata N, Imhof HG, et al. Selective extradural anterior clinoidectomy for supra- and parasellar processes. *J Neurosurg* 1977; 87: 636-642.