

---

# MICROANATOMÍA QUIRÚRGICA DEL SENO CAVERNOSO: PRIMERA PARTE: TRIÁNGULOS

## *SURGICAL MICROANATOMY OF CAVERNOUS SINUS FIRST PART: TRIANGLES*

---

Juan Armando Mejía, MD\*  
Maximiliano Páez-Nova, MD\*\*

### RESUMEN

El seno cavernoso es una estructura compuesta por plexos venosos epidurales a lado y lado de la silla turca. Contiene la arteria carótida y pares craneanos debajo y dentro de su pared. Tiene once triángulos entre los pares craneanos en la región paraselar, en la fosa media y paraclival, es decir, tanto al lado de la silla como hacia el piso de la fosa media y hacia la parte posterior del seno cavernoso.

**Palabras clave:** seno cavernoso, silla turca, fosa media, triángulos de Fukushima.

### ABSTRACT

The cavernous sinus is a paired epidural venous plexus in the parasellar region. On the medial wall of each sinus is the internal carotid artery and cranial nerves beneath and within its wall. It has eleven triangles between the cranial nerves in the parasellar region, medial fossa and paraclival region. That is,

next to sella and to medial fossa floor as well, and toward the posterior part of cavernous sinus.

**Key words:** cavernous sinus, sella turcica, medial fossa, Fukushima triangles

Según Fukushima y Dolenc (1, 2, 3) el seno cavernoso es un espacio en forma de un cono truncado que se encuentra a cada lado de la silla turca en la convergencia de la fosa anterior, fosa media, borde esfenoidal y el borde petroclival. Su contenido se encuentra dentro de una estructura membranosa que en su aspecto inferior y medial se compone de periostio contiguo a la capa perióstica de la dura que cubre la fosa media y la silla turca. La porción superior y lateral de esta "membrana cavernosa externa" se continúa con las vainas de tejido conectivo de los pares craneales III, IV y V1. Esta membrana cavernosa externa forma el límite externo del seno cavernoso y los pares III, IV y V1 se localizan dentro de ésta. Dentro de la cavidad se encuentra un denso plexo venoso que conecta las venas oftálmicas, el plexo pterigoideo, los senos

---

\*Neurocirujano, Fundación Santa Fe de Bogotá. E-mail: [juanarmandomejia@gmail.com](mailto:juanarmandomejia@gmail.com)

\*\*Neurocirujano, Clínica Corbis, Envigado, Antioquia.

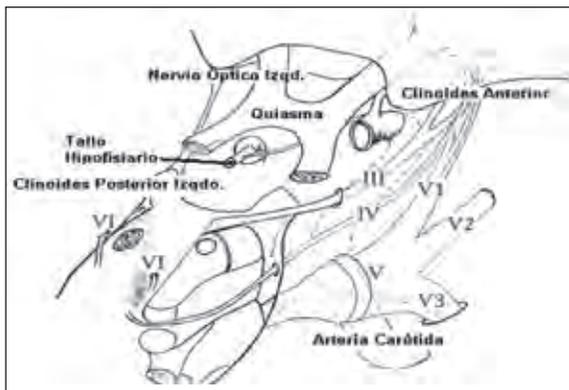
petrosos superior e inferior, el plexo venoso basilar y las venas cerebrales medias e inferiores.

La arteria carótida interna, sus ramas y su plexo nervioso simpático atraviesan el seno cavernoso, al igual que el VI par en su camino hacia la fisura orbitaria superior, inferior a la división oftálmica del V par. Estas estructuras se encuentran contenidas dentro de cubiertas de tejido conectivo el cual las envuelve, y a su vez se conectan con la membrana cavernosa externa principalmente en su aspecto inferior.

El seno cavernoso se puede dividir en tres espacios venosos:

- Compartimento medial: Es el espacio entre la arteria carótida interna y la silla turca.
- Compartimento antero inferior: Es el espacio anterior a la carótida interna, dentro del espacio creado por la rodilla posterior de la arteria.
- Compartimento postero superior: Delimitado por la carótida interna y la porción posterior del techo del seno cavernoso. El VI par atraviesa el piso de este espacio para cruzar la arteria carótida interna (4).

Es crucial para el neurocirujano el entendimiento de las múltiples vías de entrada a la región, las cuales fueron reunidas en una única construc-



Seno cavernoso y la posición de los pares craneales.

ción geométrica por Fukushima en 1988 (5); el cual retomó junto con Dolenc los trabajos originales de Parkinson y Ramsay de 1963, describiendo 9 triángulos de la fosa media limitados por estructuras óseas, repliegues derales, estructuras vasculares, nervios craneanos y líneas imaginarias (6).

A través de estos triángulos se puede lograr un abordaje seguro al seno cavernoso. Uno de estos triángulos ha sido adicionalmente subdividido en sus porciones óseas y tentoriales. Estos once triángulos, entonces, han sido agrupados en tres subregiones:

- Paraselar
- Fosa craneal media
- Paraclival

Conceptualmente los triángulos bidimensionales pueden expandirse en figuras espaciales tridimensionales, para formar una serie de once tetraedros, cada uno conteniendo estructuras específicas; sin embargo, buscando la mayor simplicidad, el término “triángulo” será retenido a lo largo de ésta revisión para incluir la extensión tridimensional de cada triángulo.

## 1. SUBREGIÓN PARASELAR

### 1.1 Triángulo antero medial:

Ésta área, descrita por Dolenc en 1985 (1), es definida por el borde lateral del nervio óptico intracanalicular, el borde medial de la dura de la fisura orbitaria superior y el anillo membranoso externo ó terciario, que está formado por dos pliegues derales: un pliegue dural lateral correspondiente a la impresión que hace el tercer par hasta la hendidura orbitaria superior, y un pliegue dural medial formado por la expansión entre el III y la entrada del II par en el conducto óptico. Estas dos aristas son cerradas

en su ángulo constituyendo el último anillo carotídeo. Éste es un espacio epidural que contiene el segmento subclinoideo de la carótida interna. Para la disección de este triángulo es necesaria la clinoidectomía anterior desde su arbotante de inserción con el *planum esfenoideale*. Las estructuras que se encuentran dentro del triángulo antero medial son: **a.** el segmento horizontal distal de la arteria carótida intracavernosa, el asa anterior de la arteria carótida interna; **b.** los canales trabeculares venosos de la porción antero inferior del seno cavernoso; y **c.** Una capa delgada de tejido conectivo fibroso continuo con el mismo periyacente al asa anterior de la arteria carótida interna formando el anillo dural proximal de esta arteria.

El triángulo antero medial incluye por ende el espacio extradural ocupado por el proceso clinideo anterior así como por la porción medial del seno cavernoso. Estas dos regiones adyacentes están separadas por el tejido conectivo del anillo dural proximal, extendiéndose hacia el proceso clinideo posterior paralelamente al aspecto lateral de la silla turca.



### 1.2 Triángulo medial o trigono oculomotor:

Fukushima en 1988 lo delinea por el ángulo del segmento subclinoideo de la carótida interna, la apófisis clinoides posterior y el *porus oculomotorius*

(entrada del III par al seno cavernoso). Como el triángulo limitado por los pliegues de la dura extendiéndose entre los procesos clinoides anterior y posterior (el lado medial constituido por el ligamento interclinoideo y el lado lateral, por el límite medial de la circunferencia menor de la tienda del cerebelo). Sobre el límite lateral de dicho triángulo se sitúan los puntos de entrada de los pares craneales III y IV a la pared lateral del seno cavernoso. Éste triángulo está situado posterior a las bases de los triángulos paramediano y paramedial y en el aspecto antero lateral del trigono ínfero medial. A través de él se puede llegar a la punta de la rodilla anterior de la arteria carótida interna y a la región medial de su segmento horizontal.



### 1.3 Triángulo superior o paramediano:

Entre los troncos del III y IV pares craneales en su trayecto por la pared lateral del seno cavernoso, siendo su margen posterior el borde tentorial entre el *porus oculomotorius* y el *porus troclearis*, descrito por Fukushima. Cabe anotar que inmediatamente posterior a la fisura orbitaria superior, el nervio troclear cursa sobre los aspectos lateral y superior del nervio oculomotor antes de que ambos entren a la fisura, por tanto, el ángulo anterior del triángulo superior está formado por el punto en el cual el IV par cruza en sentido externo al III par. En dicho triángulo se encuentran las si-

güentes estructuras: **a.** el segmento horizontal de la carótida interna intracavernosa; **b.** los brazos del tronco ínfero lateral; **c.** los canales trabeculares venosos del compartimiento postero superior del seno cavernoso; **d.** las fibras simpáticas; **e.** el techo dural del seno cavernoso; **f.** el tronco meningohipofisiario; **g.** el segmento intracavernoso proximal del VI par; y, en algunos casos, **h.** la rodilla anterior de la carótida interna (asa medial) (2).



#### 1.4 Triángulo lateral o de parkinson:

Comprendido entre el IV par, la división oftálmica del V y la dura entre estos dos nervios. Descrito por Parkinson en 1965 (3). Este triángulo permite un buen área de entrada para hallar el segmento horizontal C3 de la carótida interna intracavernosa y por tanto el tronco ínfero lateral, así como la rodilla anterior, el tronco meningohipofisiario, el compartimiento antero inferior del seno cavernoso, los segmentos proximal y cavernoso medio del VI par, las fibras simpáticas, y la dura formando la porción superior de la pared lateral del seno cavernoso. Debe anotarse que la región de la incompleta y frecuentemente ausente, capa reticular interna entre los nervios III y V1, corresponde a la región de la dura del seno cavernoso sobre los triángulos paramediano y de Parkinson. Los diferentes elementos neurales (III, IV y V1) contenidos dentro de la pared lateral del seno cavernoso no constituyen una muralla nerviosa infranqueable. La

pared lateral de la celda cavernosa está constituida por dos capas: una, libre, formada por la duramadre, y la otra profunda, fibroconectiva que envuelve a los nervios descritos. Las dos capas son más o menos dissociables por un plano de clivaje. La capa profunda es menos definida que la superficial, y está formada por las envolturas meníngeas acompañando a los nervios; éstos están separados por una membrana reticular conjuntiva conformando una capa completa en el 60% de los casos, e incompleta ó dehiscente en el 40% restante (o como se había dicho antes, ausente entre los nervios III y V1). Según algunos autores, esta fenestración se sitúa entre los nervios IV y V1 y no entre los antes descritos. Parkinson describió un espacio triangular de vértice antero superior y base posterior, a través del cual es posible el acceso a la mitad superior del segmento C5 y al origen del segmento C4, así como al segmento C3 de la arteria carótida interna intracavernosa. El triángulo de Parkinson mide en promedio 15mm en su borde inferior, 16mm en su borde superior y 6mm en el borde posterior que coincide con el borde anterior y lateral del dorso selar y *clivus* (que es sinónimo a la longitud del ligamento petroclinoideo posterior de Gruber). Es destacado que el ganglio de Gasser frecuentemente está localizado sobre el borde superior del nervio oftálmico. Asumiendo que una aproximación segura a la arteria carótida interna, a través de éste triángulo, requeriría un mínimo de 4mm de amplitud entre el nervio oftálmico y el troclear (para evitar la lesión de estructuras adyacentes), sólo de un 24% (lado izquierdo) a un 35% (lado derecho) de los especímenes cumplen éstos requerimientos. Sin embargo, debe considerarse que el VI par transcurre lateral a la carótida interna y es la primera estructura encontrada antes de la vascular; el VI par puede incluso pasar sobre el polo superior del ganglio trigeminal y, por ende, a través de la ruta de abordaje quirúrgico a la arteria carótida interna, esto sucede en el 16% de los casos en lado derecho y en el 23% de los casos en el lado izquierdo. En el 13.5% de los

especímenes pueden hallarse a los nervios IV, V1 y VI transcurrir tan cercanos uno del otro que parece imposible alcanzar la carótida interna (debe anotarse que la posición de los nervios craneales puede ser alterada en presencia de un cortocircuito AV ó por un aneurisma en el seno cavernoso. La arteria carótida interna intracavernosa en su porción c3 emite dos a seis pequeñas arterias, además de las anteriormente mencionadas, que pueden lacerarse en el trauma craneoencefálico; una de éstas se identifica como el tronco meningo-hipofisiario, que se origina de la rodilla posterior y origina ramas en dirección hipofisiaria; dicho tronco puede visualizarse a través del triángulo de parkinson (3,6).



## 2. SUBREGIÓN FOSA CRANEAL MEDIA

### 2.1 Triángulo antero lateral:

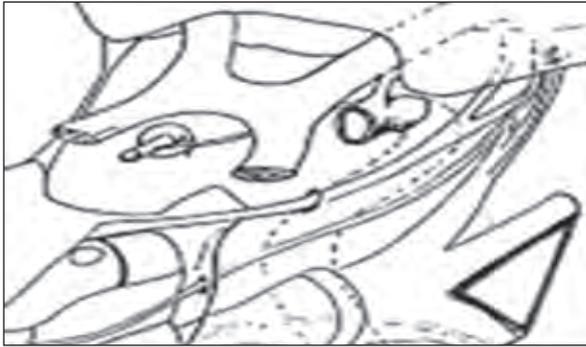
Se encuentra entre las divisiones oftálmica y maxilar del v par, extendiéndose hacia anterior hasta una línea dibujada desde la fisura orbitaria superior al foramen redondo. A través de dicho triángulo son observables las siguientes estructuras: el aspecto ínfero lateral de la porción horizontal distal de la arteria carótida interna intracavernosa, la dura y el piso óseo anterior de la fosa craneana media, los canales trabeculares venosos del compartimiento antero inferior del seno cavernoso, y la dura formando la porción inferior de la pared lateral del seno cavernoso. Dentro de éste triángulo la porción

intracavernosa distal del vi par es ínfero lateral al v1, a medida que el abducente cursa en dirección antero inferior hacia la fisura orbitaria superior (7).



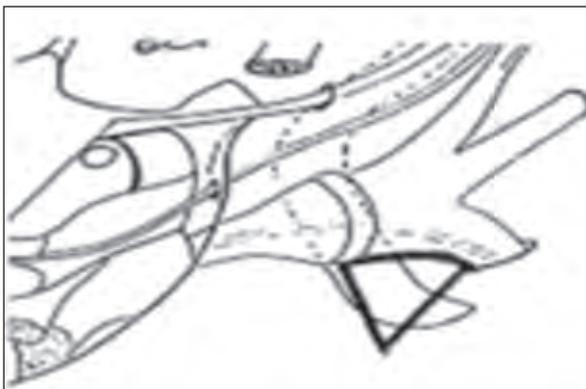
### 2.2 Triángulo lateral extremo:

Comprendido entre las divisiones maxilar y mandibular del V par; siendo su límite antero medial el borde lateral del V2, el límite posterior el borde anterior del V3 y su pared lateral es el repliegue dural entre el agujero oval y el redondo mayor. En algunos casos, este espacio contiene una gran vena emisaria que comunica al seno cavernoso con el plexo venoso pterigoideo (vena emisaria de Vesalio ó vena emisaria de la fosa media) (7). A través de éste triángulo se puede llegar a las siguientes estructuras: Al aspecto anterior y lateral de la rodilla posterior de la carótida interna intracavernosa y fibras simpáticas pericarotídeas. Debido al corto curso del V3 y la proximidad el ganglio de Gasser, una leve retracción de V3 y V2 son posibles sin perjuicio de la función de éstas dos ramas. El triángulo lateral es mucho más pequeño que el antero lateral, y está completamente lleno de sangre venosa a la inspección; después de remover ésta sangre venosa, retraer la dura en dirección del ganglio de Gasser y extender lateralmente la craneotomía, se puede alcanzar fácilmente la rodilla posterior de la carótida interna intra cavernosa en una forma segura.



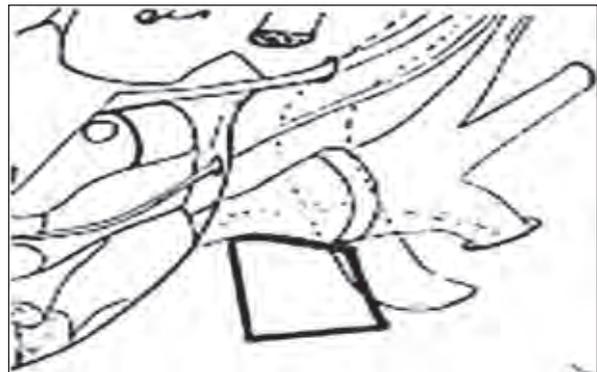
### 2.3 Triángulo postero lateral o de Glasscock:

Descrito por Glasscock en 1969 (8) y definido por el borde posterior del foramen oval, el foramen espinoso, el borde posterior de la división mandibular del V par y el ápex coclear (helicotrema), cuya representación en la fosa media es la eminencia arcuata. Remoción del hueso en este triángulo expondrá la porción horizontal de la arteria carótida interna intra petrosa. También en éste trígono es accesible la rodilla posterior de la carótida interna en su porción proximal, el brazo laberíntico de arteria meníngea media cursando paralelo al nervio petroso mayor superficial, los nervios petrosos menores y el músculo tensor de la membrana del tímpano y por tanto, de la trompa de Eustaquio (la trompa de Eustaquio está separada de la carótida interna intra petrosa por una lámina ósea de 1 a 2mm de espesor).



### 2.4 Triángulo postero medial o de Kawase:

Descrito por Kawase et al 1985 (9) y limitado por el *porus trigeminus*, la cóclea, y el borde posterior de la división mandibular del V par hasta el ápex posterior del triángulo postero lateral. También puede describirse como el triángulo cuyo límite anterior es el borde posterior del ganglio de Gasser, la fisura eseno petrosa con el nervio petroso mayor superficial su límite lateral y una línea conectando el hiato de Falopio con el aspecto posterior del V3 como el límite posterior. Éste trígono incluye la duramadre y el hueso del ápex petroso y una porción del seno petroso superior. Detrás del ganglio de Gasser se puede llegar a la fosa posterior (petrosectomía anterior) y alcanzarse el *clivus*, así como puede visualizarse el aspecto medial de la rodilla posterior de la carótida interna intra cavernosa.



## 3. SUBREGIÓN PARACLIVAL

### 3.1 Triángulo postero inferior:

Delimitado por la entrada del VI par en el foramen de Dorello, la clinoides posterior, y el porus trigeminal.

Se puede dividir en dos grandes subtriángulos:

- **Triángulo ínfero medial:** Formado por la punta del apófisis clinoides posterior (punta medial),



el punto de entrada dural del IV par craneano (punta latero superior) y el punto de entrada dural del VI par en canal de Dorello (punta latero inferior); en éste triángulo se puede encontrar el plexo venoso lateral, la dura formando la pared posterior del seno cavernoso, el ligamento petroclinoideo posterior de Gruber, el segmento del VI par dentro del canal de Dorello y pasando debajo del ligamento petroclinoideo posterior de Gruber y el brazo meníngeo dorsal del tronco meningohipofisiario (9).

- **Triángulo ínfero lateral (trigeminal):** Es el constituido por el punto de entrada dural del IV par en el tentorio (punta supero anterior), el punto de entrada dural del VI par en el canal de Dorello (punta inferomedial) y el punto de entrada de la vena petrosa (vena cerebelosa superior) en el seno petroso superior (punta lateral). Éste triángulo puede subdividirse en dos triángulos más: a. La porción ósea formada por el punto de entrada dural del VI par al canal de Dorello (punta ínfero medial), el borde anterior del nervio trigémino en su entrada al cavum de Meckel (punta anterosuperior), y la entrada dural de la vena petrosa (punta postero superior); en éste triángulo la dura supra yace al aspecto posterior al ápex petroso y es la extensión hacia la fosa posterior del triángulo postero

medial de Kawase (proyectándose a través del ápex petroso medial). b. La porción tentorial, definida por la entrada dural del IV par en el tentorio (punta supero medial), el borde anterior del trigémino en el punto en que entra en el cavum de Meckel (punta inferomedial) y el punto de entrada dural de la vena petrosa (punta postero superior). Contiene una porción del seno petroso superior y el brazo tentorial del tronco meningohipofisiario, y la porción del tentorio que es postero superior al cavum de Meckel (10, 11).

## REFERENCIAS

1. Dolenc V. Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *J Neurosurg.* 1983; 58: 824 – 831.
2. Fukushima T. Direct operative approach to the vascular lesions in the cavernous sinus: Summary of 27 cases, Mt Fusi workshop cerebrovas Dis. 1988; 6 : 169- 189.
3. Parkinson D. A surgical approach to the cavernous portions of the carotid artery. *Anatomical studies and case report.* *J Neurosurg.* 1965; 23: 474- 483.
4. Hirsch WL Jr, Hryshko FG, Sekhar LN, Brunberg. Comparison of MR imaging, CT, and angiography in the evaluation of the enlarged cavernous sinus: a microsurgical study. *Neurosurg* 1990; 26: 903- 932.
5. Day JD, Fukushima T, Giannotta SL: microanatomical study of the extradural middle fossa approach to the petroclival and posterior cavernous sinus region: description of the rhomboid construct *Neurosurg* 1994; 34: 1009 - 1016.

6. Parkinson D. Carotid cavernous fistula: direct repair with preservation of the carotid artery. Technical note. *J Neurosurg* 1973; 38: 99 - 106.
7. Ammiratim, B A: Analytical evaluation of complex anterior approaches to the cranial base: An anatomic study. *Neurosurg* 1998; 43: 1398-1408.
8. Glasscock ME. Exposure of the intra- petrous portion of the carotid artery. In Hamberger CA, Wersall J(eds): Disorders of the skull base region. Proceedings of the 10th Nobel Symposium, Stockholm. Almqvist and Wicksell, 1969; pp 135-143, 1969.
9. Kawase T, Toya S, Shiobara R et al: Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. *Neurosurg* 1985; 63: 857 - 861.
10. Rhoton AL The cavernous sinus the cavernous venous plexus and the carotid collar *Neurosurg*.2002;5(Suppl):375-c10.
11. Muto J, Kawase T, Yoshida K. Meckel's Cave Tumors: Relation to the Meninges and Minimally Invasive Approaches for Surgery: Anatomic and Clinical Studies. *Neurosurg* 2010 Aug 2. [Epub ahead of print].