



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
PUEBLA
COMPLEJO REGIONAL SUR
FACULTAD DE MEDICINA

TESIS

“ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA BASE DE
CRÁNEO EN FOSA MEDIA Y SU UTILIDAD EN
LOS ABORDAJES NEUROQUIRÚRGICOS”

PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO CIRUJANO Y PARTERO

PRESENTA
VERA MARQUEZ CARLOS DANIEL

DIRECTORES DE TESIS
DR. EDGAR NATHAL VERA
DR. ROBERTO BAUTISTA FLORES

CIUDAD DE MEXICO, MEXICO

AGOSTO 2021

OFICIO DE APROBACIÓN DE TESIS



No. Of. TCRS- 097/2021

Asunto: Oficio de aceptación

CARLOS DANIEL VERA MARQUEZ
PRESENTE.

Por medio de la presente me permito informarle que con fecha: 09 de abril del 2021 , quedó REGISTRADO su tema de tesis "ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA BASE DE CRÁNEO EN FOSA MEDIA Y SU UTILIDAD EN LOS ABORDAJES NEUROQUIRÚRGICOS" con número de folio: MEDCRS-2021-1/MD92, de la Licenciatura en MEDICINA del Complejo Regional Sur de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 8 y 14 y demás relativos y aplicables al Reglamento general de titulación. Así mismo hago mención que los **asesores registrados** para su proyecto de investigación son los siguientes:

DR. EDGAR NATHAL VERA
DR. ROBERTO BAUTISTA FLORES

Asesor Experto
Asesor Metodológico

Le comento que el tiempo para la elaboración de su tesis será de 3 meses mínimo a máximo un año para la conclusión, de acuerdo con lo que marca el artículo 32. Sin otro asunto particular por el momento me despido de usted.

Atentamente
"Pensar bien para vivir mejor"
Tehuacán, Pue. a 15 de Abril del 2021.

MTRA. ERNESTINA TORRES GOMEZ
Coordinador de Titulación y Egreso
Complejo Regional Sur, BUAP.

etg
C.c.p. Archivo

CUD TrSGD3-B6ahyW-b9w|Wf-5#eBmM

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino profesional, le doy gracias a mis padres por permitirme estudiar una licenciatura, la cual ha sido una aventura llena de retos, de apoyo emocional y académico. A mis hermanos por ser parte importante de superación.

A mis profesores por el apoyo, la confianza y tiempo brindado durante la enseñanza de dichas materias, al igual de impulsarme a buscar nuevos retos, salir de mi zona de confort, buscar una mejor preparación académica.

A mis directores de tesis por guiarme y dedicar su tiempo para culminar este trabajo y llegar a la meta.

A mi maestro, el Dr. Edgar Nathal Vera, que me ha permitido poder realizar mi tesis con él y permanecer en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” (INNN), para seguir aprendiendo de esta fascinante área, que es el cerebro, con su dirección y conocimientos me ha guiado en diferentes aspectos de mi persona.

Carlos Daniel Vera Marquez

DEDICATORIAS

A mis padres que me ha acompañado en mi carrera académica y de vida, que me han impulsado, me han dado sus consejos, que hemos salido hacia adelante, a mi familia que ha creído en mí y me han apoyado, a mis amigos de carrera, de internado y durante la pasantía, que de igual manera hemos hecho equipo para conseguir retos, y en busca de nuevas aptitudes.

Y en especial al Dr. Nathal por haberme recibido en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” (INNN), a pesar de ser un año pandémico, y poder realizar mi proyecto de tesis, y seguir aprendiendo día con día en cirugías, clases, temas de publicación, días de consulta y sesiones en el instituto.

Carlos Daniel Vera Márquez

Índice

ANTECEDENTES GENERALES	7
Relaciones anatómicas	7
Relaciones de la duramadre y pliegues duros	10
Relaciones nerviosas	11
Relaciones arteriales	13
Relaciones venosas.....	17
Triángulos del seno cavernoso.....	17
Triángulos de la pared superior.	18
Triángulos de la pared lateral.	19
Triángulos de cara superior del peñasco.	19
Triángulos de la pared posterior.....	20
ANTECEDENTES ESPECIFICOS	21
Abordaje de la fosa media del cráneo	23
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	26
Formulación de la hipótesis	26
OBJETIVOS.	27
Objetivo general.	27
Objetivo específico.	27
MATERIALES Y MÉTODOS	28
Diseño y tipo de estudio.....	28
Ubicación espacio temporal.....	28
Universo de trabajo	28
Tiempo de ejecución.	28
Esquema de selección.....	28
Definición del grupo control.	28
Definición del grupo a intervenir	28
Criterios de inclusión	29
Criterios de exclusión	29
Criterios de eliminación.....	29
TIPO DE MUESTREO	29
Muestreo probabilístico	29
Muestreo no probabilístico.....	29
ESTRATEGIA DE TRABAJO	29
Variables	29

Análisis y métodos estadísticos	31
Consideraciones éticas	31
Consideraciones financieras	32
Cronograma de actividades	32
Aporte del desarrollo del trabajo a la comprensión, prevención, diagnóstico y tratamiento a las afecciones del sistema nervioso.	33
Etapas de la investigación	33
RESULTADOS	34
Resultados en reconstrucciones 3-d de tomografías (n=101)	34
Resultados de mediciones en cráneo (n=104)	35
Comparativa de datos 3-d vs modelos anatómicos	36
ANALISIS DE RESULTADOS	37
CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFIA	40

ANTECEDENTES GENERALES

Relaciones anatómicas

El hueso esfenoidal es una pieza ósea impar situada en la parte media de la base del cráneo que forma parte de la estructura interna profunda de la cara, de las fosas nasales y del propio cráneo, en su porción medial se encuentra la silla turca donde se aloja la glándula hipófisis, entre el frontal y el etmoides por delante y el occipital por detrás (1).

El cuerpo esfenoidal posee una forma aproximadamente cúbica. Contiene en su interior al seno esfenoidal, que varía de tamaño. Las alas menores se desprenden de la cara superior del cuerpo esfenoidal. Tienen forma de triángulo con el vértice externo. Su borde anterior se articula con el hueso frontal, su borde posterior contribuye a formar con el ala mayor esfenoidal la hendidura esfenoidal, su cara inferior forma la parte posterior del techo orbitario, y su cara superior se encuentra en relación con la base del lóbulo frontal, La base del ala menor está atravesada por el conducto óptico que termina en el vértice orbitario. Por fuera de los conductos ópticos se encuentran las apófisis clinoides anteriores que son la continuación posterior de las alas menores. Están unidas al cuerpo esfenoidal por una estructura ósea cilíndrica, denominada pilar óptico; este parte de la base de la apófisis clinoides anterior tomando una dirección inferior, medial y anterior para unirse con la parte anterior y lateral del cuerpo esfenoidal. Por su cara media y superior el pilar óptico forma el piso y pared lateral del canal óptico y separa a éste de la hendidura esfenoidal (1,2).

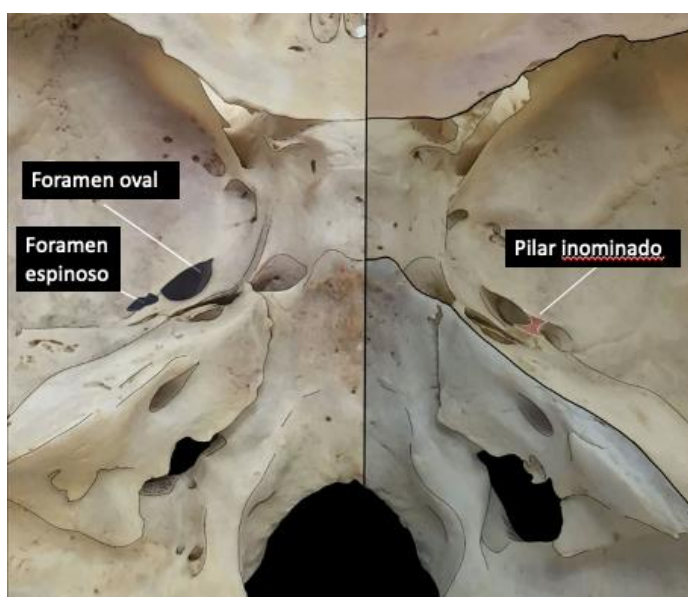


Figura 1. Pilar innominado. Divide en la fosa media al agujero espinoso (redondo menor) y el agujero oval. Las características de este pilar no están descritas en la literatura. (Imagen del tesista)

En la cara superior del cuerpo esfenoidal encontramos de adelante a atrás: un borde anterior que se articula con la lámina cribosa del etmoides, el *planum sphenoidale*, el surco quiasmático entre ambos conductos ópticos, y el tubérculo selar (figs. 1 y 2). Por detrás se encuentran dos pequeñas prominencias llamadas clinoides medias. Estas y el tubérculo selar limitan por delante una gran depresión, la silla turca que aloja a la glándula hipofisis, Por detrás se encuentra una lámina cuadrilátera, el dorso selar, cuyos ángulos superiores corresponden a las apófisis clinoides posteriores y que continúa por debajo articulándose con la apófisis basilar del occipital para formar en conjunto el clivus, La parte posterior de la cara lateral del cuerpo esfenoidal se articula con el vértice de las pirámides petrosas. De sus caras laterales se desprenden las alas mayores. En la unión del ala mayor al cuerpo esfenoidal encontramos el agujero redondo mayor, por detrás en la base del ala mayor el agujero oval y el agujero redondo menor. Por detrás de estos dos últimos encontramos el agujero rasgado anterior formado por la unión del ápice petroso y el cuerpo esfenoidal. En la cara lateral del cuerpo esfenoidal existe una impresión bien marcada, el surco carotídeo, que comienza en el agujero rasgado anterior y termina por delante medial a la clinoides anterior. En algunos casos puede encontrarse un puente óseo entre la clinoides anterior y la clinoides media formando un verdadero foramen por el que pasa la arteria carótida, denominado foramen carótido-clinoideo. En forma menos frecuente puede haber una unión entre la clinoides anterior y la posterior (1).

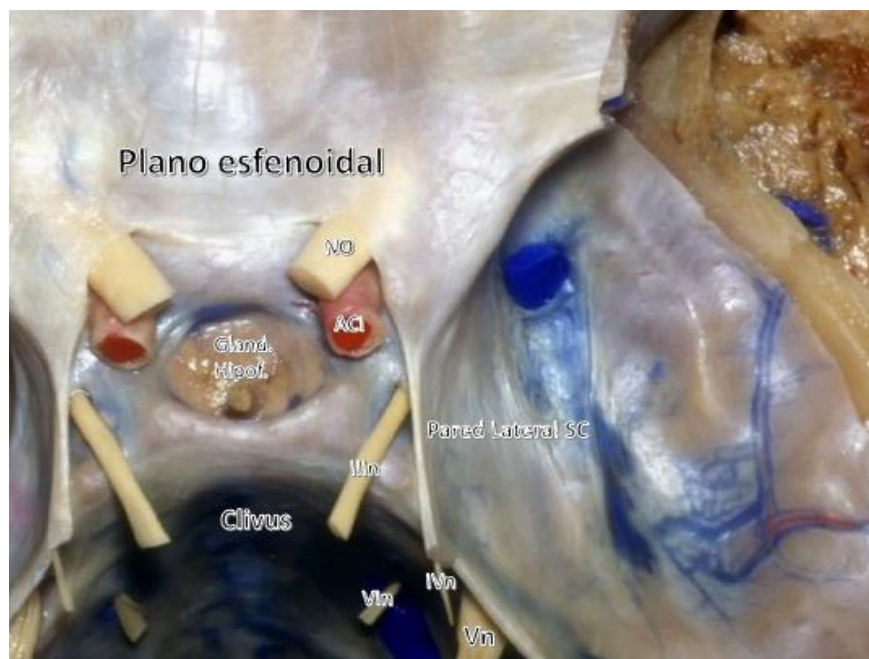


Figura 2. Vista superior del plano esfenoidal, región hipofisiaria, clivus y fosa media. Los pliegues dures forman el triángulo oculomotor en cuyo centro penetra el III nervio. En el borde caudal del triángulo oculomotor penetra el nervio patético, y en la porción clival lateral penetra en nervio

abducens en el canal de Dorello. La pared lateral dural del seno cavernoso cubre el ganglio de Gasser y los ramos V1, V2 y V3 del nervio trigémino (imagen tomada del departamento de Microcirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” de piezas anatómicas disecadas).

El ápice petroso forma parte de la región posterior del seno cavernoso. Medialmente se articula con el ángulo formado por el cuerpo y el ala mayor esfenoidal formando el agujero rasgado anterior. En el borde posterior del peñasco se encuentra un surco por donde transcurre el seno petroso superior, interrumpido medialmente cerca del ápice por una pequeña depresión, la impresión trigeminal, En su cara superior, lateral a esta impresión, se observa una prominencia formada por el conducto semicircular superior, la eminencia arcuata. Anteriormente a la eminencia arcuata se localiza el techo de la cavidad timpánica o tegmen tympani, Medialmente al tegmen tympani existen dos orificios, el hiatus de Falopio y el hiatus tympanicus, por los que pasan los nervios petrosos superficial mayor y menor respectivamente. En el eje mayor del peñasco transcurre la porción horizontal del canal carotídeo (figura 3) (1).

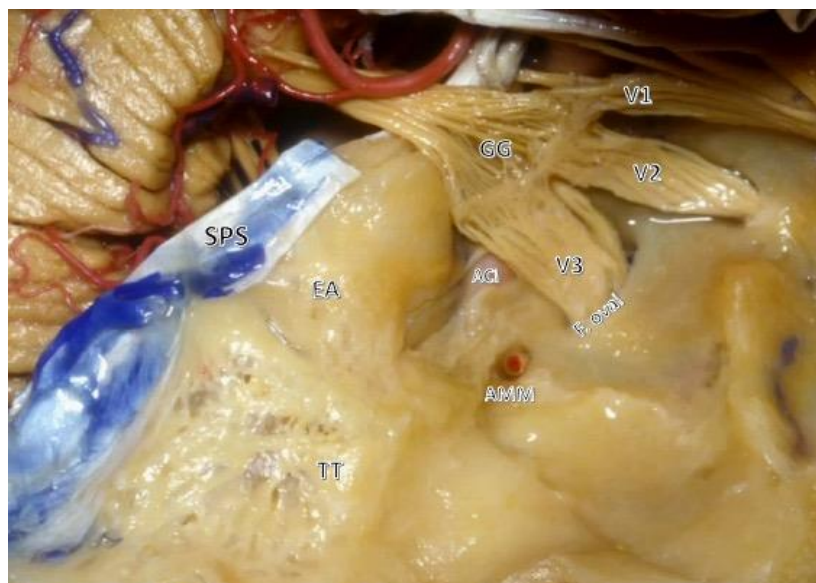


Figura 3. Estructuras anatómicas de la fosa media. SPS (seno petroso superior), TT (tegmen tympani), AMM (arteria meníngea media), EA (eminencia arcuata), ACI (arteria carótida interna intrapetrosa), GG (ganglio de Gasser), V1 (rama oftálmica del trigémino), V2 (rama maxilar del trigémino), V3 (rama maxilar del trigémino) (imagen tomada del departamento de Microcirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” de piezas anatómicas disecadas)

Relaciones de la duramadre y pliegues derales

Podemos considerar al seno cavernoso como un espacio extradural con forma de pirámide de vértice anterior, base posterior, caras superior, inferior, medial y lateral. Se sitúa a los lados de la silla turca y está formado por el desdoblamiento de la duramadre de fosa media en dos hojas que vuelven a unirse al nivel de la silla turca, ala menor esfenoidal y dorso selar. De esta forma la pared inferior está formada por la capa dural que recubre al hueso o endóstica; y las paredes lateral, medial, superior y posterior son formadas por la capa dural que se separa de esta o dura propia. Esta dura propia en la pared lateral presenta a su vez dos capas: una interna, delgada, incompleta en general entre el IV par y V1, que es formada por el epineuro que los pares craneanos adquieren al atravesar la duramadre; y una externa, gruesa y continua de dura propia que puede ser separada con facilidad de la anterior, La dura endóstica se continúa al nivel de la hendidura esfenoidal con la periórbita. En el techo del seno cavernoso podemos identificar tres pliegues dúrales que delimitan el triángulo oculomotor: el petroclinoideo anterior, el petroclinoideo posterior y el interclinoideo, El ligamento petroclinoideo se extiende desde el vértice del peñasco hasta el dorso selar. Debajo del mismo transcurre el IV par en su entrada al seno cavernoso en el denominado canal de Dorello (3).

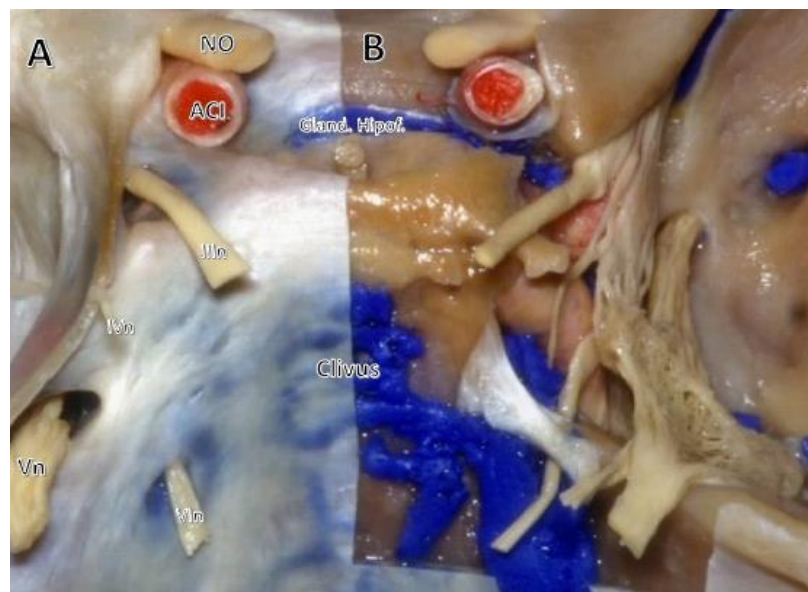


Figura 4. Vista superior de la región selar y clivus con cubierta dural (A) y sin cubierta dural (B). Se observa el inicio intracraneal del nervio óptico (NO) y la arteria carótida interna (ACI), así como la entrada del nervio oculomotor (III n), troclear (IV n) y abducens (VI n) al seno cavernoso. El nervio trigémino penetra la dura hacia la fosa media en el poro trigeminal (V n). En B, después de retirar la cubierta dural se aprecia el ganglio de Gasser y las tres divisiones del trigémino. (imagen tomada en modelos cadavéricos) (imagen tomada del departamento de Microcirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” de piezas anatómicas disecadas)

Relaciones nerviosas

El III nervio se origina a nivel de los pedúnculos cerebrales en la fosa interpeduncular. Transcurre en la cisterna interpeduncular y penetra al seno cavernoso lateral a la apófisis clinóidea anterior a través de la porción posterior de su techo llamada triángulo oculomotor, Este se halla formado por los pliegues de duramadre definidos como ligamentos petroclinoideo anterior, petroclinoideo posterior e interclinoideo (4).

Penetra en la hoja interna de la pared lateral transcurriendo en su porción superior. Toma una relación estrecha con la cara inferior de la clinóides anterior y la arteria carótida antes de atravesar la hendidura esfenoidal (4).

El IV nervio nace debajo de los colículos inferiores en la cisterna cuadrigeminal, rodea al tronco cerebral atravesando la cisterna ambiens para penetrar en el seno cavernoso posterolateral al III nervio en el triángulo oculomotor, en el ángulo entre el ligamento petroclinoideo posterior y el anterior, por debajo de este último. Transcurre luego por la pared lateral en una dirección anterior e inferior en busca del nervio oftálmico. Atraviesa la hendidura esfenoidal cruzando por arriba al III nervio (4).

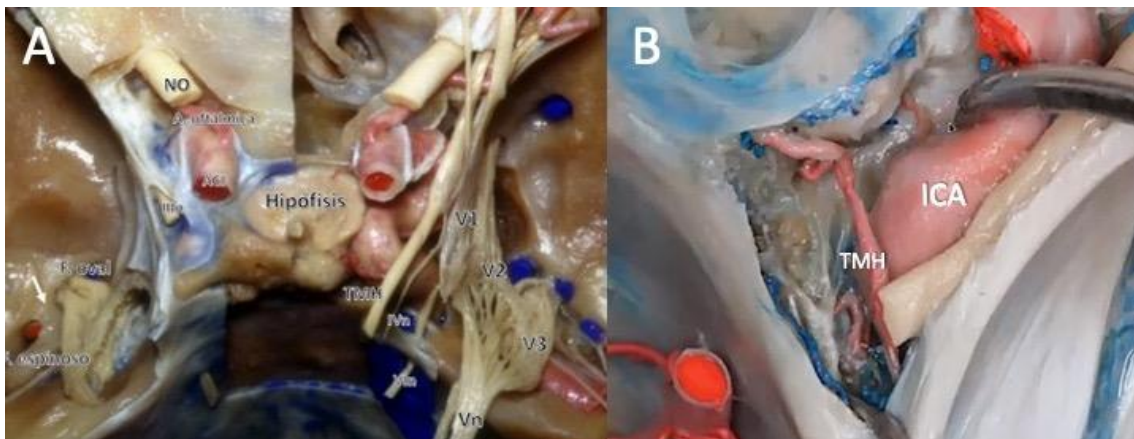


Figura 5 A y B. Vista superior del seno cavernoso con presencia de pliegues derales (mitad izquierda) y después de retirar la cubierta dural (mitad derecha). Se observa el curso del nervio oculomotor (III_n), troclear (IV_n), abducens (VI_n) y trigémino (V_n). Se aprecia la porción intrapetrosa horizontal de la arteria carótida interna pasando por debajo de V3 y el tronco meningo-hipofisiario (TMH) originándose de la rodilla posterior de la carótida intracavernosa (B). La glándula hipofísis se encuentra en el centro de la fotografía. (imagen tomada del departamento de Microcirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” de piezas anatómicas disecadas)

El V nervio nace de la parte superior de la cara lateral de la protuberancia en la cisterna del ángulo pontocerebeloso. Pasa por encima del vértice del peñasco en la impresión trigeminal por debajo del seno petroso superior. Penetra en el receso dural (cavum de Meckel) que contiene al plexo triangular y al ganglio de Gasser, El cavum cubre la última porción de la carótida intrapetrosa de la cual está separado solo por duramadre y periostio. Aquí el V nervio se divide en tres ramas, El nervio oftálmico se introduce en el ángulo posteroinferior de la pared lateral tomando una dirección anterosuperior hacia la hendidura esfenoidal, El nervio maxilar superior transcurre en el ángulo posteroinferior de la pared lateral con dirección anteroinferior en busca del agujero redondo mayor. El nervio maxilar inferior no forma parte de la pared del seno, sale del cráneo por el agujero oval (figura 6) (4,6).

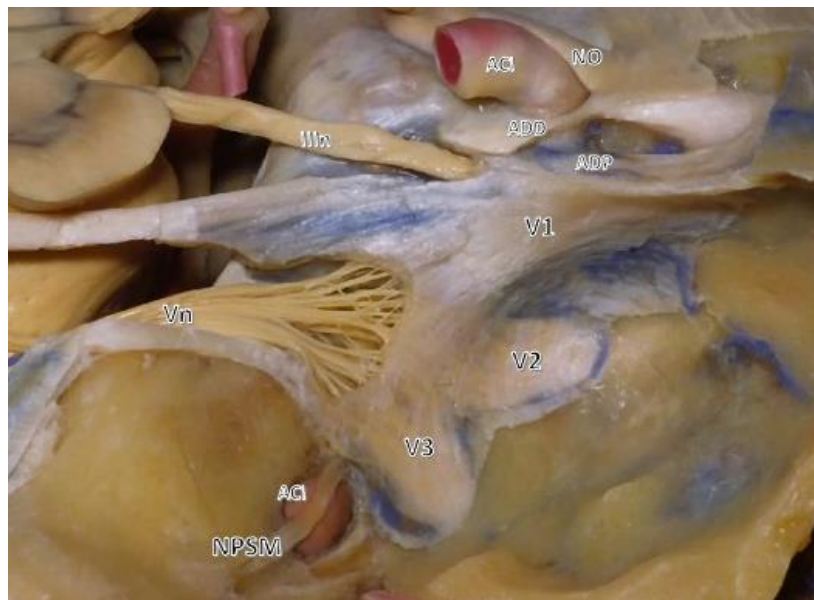


Figura 6. Vista lateral de la fosa media después de retirar la cubierta dural de la pared lateral del seno cavernoso. Se observa en dirección dorso-ventral al nervio óptico, la arteria carótida interna, el anillo dural distal o anillo carotídeo, el anillo dural proximal o anillo membranoso, el nervio oculomotor penetrando el centro del trígono oculomotor (III n), el nervio trigémino pasando de la fosa posterior a la fosa media a través de la depresión trigeminal ósea (Vn), y sus tres ramas (V1, V2 y V3). Se observa el nervio petroso superficial mayor emergiendo del hiato de Falopio y por debajo de él se expuso la arteria carótida intrapetrosa. (imagen tomada del departamento de Microcirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” de piezas anatómicas disecadas)

El VI nervio nace en el surco bulbo-pontino, en la parte medial de la cisterna del ángulo pontocerebeloso, penetra luego la capa de dura propia que recubre al clivus y asciende rodeado del plexo basilar, Penetra al interior del seno cavernoso a través del canal de Dorello, entre el ligamento petroclinoideo y el vértice del peñasco. Rodea la porción vertical posterior de la arteria carótida y corre luego entre la porción horizontal de ésta y el nervio oftálmico hasta alcanzar la hendidura esfenoidal ligeramente inferior a este último (4).

El simpático que acompaña a la arteria carótida entra con ésta en el canal carotídeo proveniente del ganglio cervical superior. A nivel de este canal pueden identificarse dos haces principales de fibras: anterosuperior y posteroinferior que se anastomosan entre sí. A nivel de la porción intracavernosa vertical y codo posterior de la carótida estos nervios simpáticos emiten fibras que se suman al VI nervio y lo acompañan por un corto trayecto, para unirse finalmente a la rama oftálmica del V nervio con la que entran en la órbita, También finas ramas simpáticas pueden atravesar la hendidura esfenoidal en forma independiente desde el plexo pericarotídeo al ganglio ciliar. Una parte del plexo pericarotídeo asciende con la arteria carótida para distribuirse con los vasos cerebrales (4,6).

Relaciones arteriales

La arteria carótida interna penetra al hueso petroso por su cara postero-inferior, luego de un corto trayecto vertical dentro del hueso toma una dirección medial y anterior para salir del canal carotídeo por el agujero rasgado anterior, En el piso de la fosa media lateral al cavum de Meckel la porción intrapetrosa horizontal de la arteria se halla en ocasiones descubierta de hueso en un tramo variable (figs. 6 y 7) (2,5).

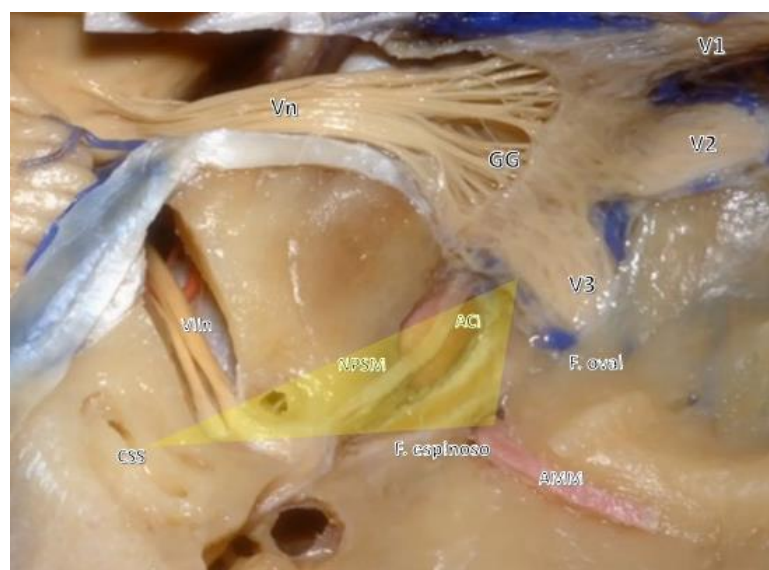


Figura 7. Estructuras anatómicas relacionadas con la fosa media. V nervio: trigémino, Ganglio de Gasser, V1: rama oftálmica, V2: rama maxilar, V3: rama mandibular. Canal semicircular superior, Foramen oval, Arteria meníngea media, Foramen espinoso. Triángulo de Glasscock, marcado en amarillo. (imagen tomada del departamento de Microcirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” de piezas anatómicas disecadas)

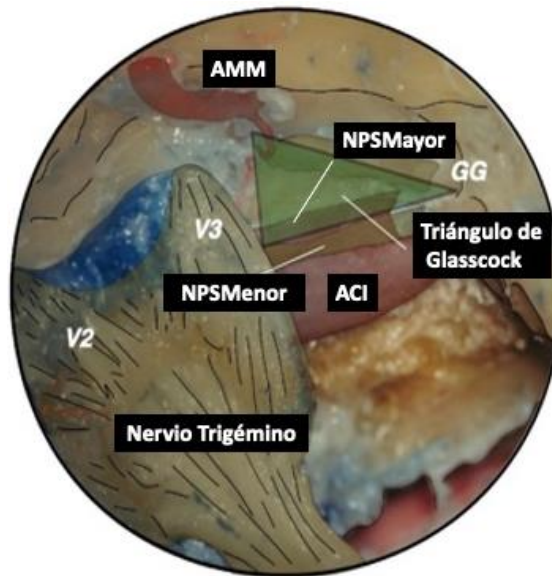


Figura 8. Dibujo ilustrativo del triángulo de Glasscock y las estructuras que lo rodean en el abordaje de fosa media; Arteria meníngea media; Nervio petroso superficial mayor; Nervio petroso superficial menor; Arteria carótida interna (Imagen del tesista)

La arteria carótida interna penetra al seno cavernoso en su porción posterior e inferior al salir del foramen rasgado anterior, a este nivel se halla fija a las estructuras óseas debido al anillo fibroso que la rodea, formado por la continuación del periostio del canal carotídeo. Se sitúa en la parte medial del seno, recostada en el cuerpo del esfenoides transcurriendo en el surco carotídeo. En su paso por el seno cavernoso toma la forma de una S recostada, poco pronunciada en los niños, aumentando su curvatura con la edad. Puede ser dividida entonces en una porción vertical posterior, un codo posterior, una porción horizontal, un codo anterior (rodilla) y una porción vertical anterior. Sale del seno cavernoso atravesando la duramadre de su techo, medial a la clinoides anterior (5,6).

La carótida clinoidea es una porción de aproximadamente 5 mm de la arteria que se expone al resear la apófisis clinoidea anterior. Está limitada arriba por la duramadre que se

extiende de la cara superior del proceso clinóideo anterior a la tienda de la hipófisis y que forma un anillo fibroso alrededor de la arteria, el anillo superior y abajo por el anillo que forma la membrana que proveniente de la vaina dural del III par va a unirse con la arteria en la cara inferior del proceso clinóideo anterior, el anillo inferior. Esta membrana se denomina carótido-oculomotora y asciende recubriendo la cara lateral de la porción clinóidea de la arteria desde el anillo inferior hasta el superior. La porción clinóidea de la arteria carótida está anatómicamente incluida dentro del compartimento del seno cavernoso pudiendo existir por lo tanto plexo venoso entre la arteria y la membrana oculomotora (fig. 6) (5).

La arteria carótida interna da 2 ramas principales intracavernosas: el tronco meningo-hipofisario y el tronco cavernoso inferior. El tronco meningo-hipofisario se halla presente en el 100% de los casos (fig. 5). Nace de la convexidad de la curva posterior. Luego de un trayecto de 1 a 2 mm éste tronco se divide en sus ramas terminales: arteria hipofisaria inferior, arteria tentorial o de Bernasconi-Cassinari y dorsal meníngea. Estas ramas pueden nacer en algunos casos directamente de la carótida (5,6).

La arteria hipofisaria inferior es el tronco principal, Se dirige medialmente hacia la silla turca e irriga la cápsula y el lóbulo posterior de la hipófisis, Termina anastomosándose con su homónima contralateral y con la hipofisaria superior, rama de la carótida supraclinóidea, a nivel del tallo de la hipófisis (5).

La arteria tentorial se dirige en dirección postero-lateral hasta alcanzar la duramadre de la pared externa del seno cavernoso. Desde aquí se dirige hacia atrás por el borde libre del tentorio entre sus dos hojas, Esta arteria se anastomosa o es reemplazada, cuando no existe, por la rama superior del tronco cavernoso inferior, también llamada arteria meníngea central o marginal tentorial. Otras arterias que pueden anastomosarse con ellas son las recurrentes meníngeas, ramas de la arteria oftálmica, y las arterias meníngeas media y accesoria. Se trata de un verdadero arco arterial que irriga la parte posterior del III y IV par y el tercio anterosuperior del tentorio (5).

La arteria dorsal meníngea o clival se dirige en dirección postero-medial dividiéndose en dos ramas: clival medial, que irriga la parte superior del dorsum sellar, y clival lateral que atraviesa el canal de Dorello e irriga al VI nervio hasta su entrada dural, Estas arterias se anastomosan con las del lado opuesto y con la meníngea posterior, rama de la faringe ascendente (5).

El tronco inferior del seno cavernoso se halla aproximadamente en un 80% de los casos. Nace de la cara lateral del tercio medio del segmento horizontal, Poco después de su nacimiento

da origen a dos ramas proximales: la superior que cursa posterior y superior junto con el IV par y es la que se anastomosa o reemplaza a la arteria tentorial cuando ésta se halla ausente y la arteria de la hendidura esfenoidal que se dirige hacia adelante y se anastomosa con la arteria oftálmica profunda recurrente, rama de la arteria oftálmica (5,6).

Luego de dar estas colaterales, el tronco inferior pasa por encima del VI par y debajo del nervio oftálmico en forma casi constante y termina dividiéndose en dos ramas: una que atraviesa el agujero redondo menor junto con V2 y otra que atraviesa el agujero oval junto con V3. Se anastomosan con colaterales de la arteria maxilar interna (6).

El tronco inferior del seno cavernoso irriga a todos los pares craneanos. Cuando se halla ausente es reemplazado por el tronco meningohipofisario o por la arteria meníngea accesoria, rama de la maxilar interna que penetra al cráneo por el agujero oval (5,6).

Las arterias capsulares de McConnell son dos pequeñas arterias que se encuentran aproximadamente en el 50% de los casos, La inferior nace de la cara inferomedial del segmento horizontal e irriga parte de la duramadre de la base del lóbulo anterior de la hipófisis, La superior nace de la cara medial de la carótida inmediatamente antes de que ésta perfora el techo del seno cavernoso y se distribuye por el margen anterior del techo de la silla turca (7).

En un 8% de los casos la arteria oftálmica tiene su nacimiento intracavernoso. La mayoría de las veces nace a nivel de la carótida clinoidea y penetra a la órbita por el conducto óptico (fig. 5), con menor frecuencia puede nacer del tronco inferior del seno cavernoso y penetrar a la órbita por la hendidura esfenoidal (5,8).

Un esquema de la irrigación de los pares craneanos en el seno cavernoso es la siguiente: todos los pares están irrigados por el tronco inferior del seno cavernoso excepto la parte proximal del VI. Esta y la parte interna del ganglio de Gasser están irrigados por el tronco meningo-hipofisario, La parte externa del ganglio de Gasser está irrigada por la meníngea media. Existen amplias anastomosis entre las ramas cavernosas de la carótida interna con sus homólogas contralaterales, hipofisarias inferiores y dorsal meníngea; también con el sistema de la carótida externa a través de las meníngeas media, posterior y accesoria; faríngea ascendente y facial (8).

Relaciones venosas

El seno cavernoso no es un seno venoso típico, por el contrario, es un espacio extradural que contiene un plexo venoso de finas paredes, continuación de los plexos venosos basilar y pterigoideo (5).

Se han descrito cuatro espacios venosos en el seno cavernoso, nombrándolos según su relación con la arteria carótida: medial, lateral, anteroinferior y postero-superior. El espacio medial se halla entre la glándula pituitaria y el cuerpo del esfenoides y la carótida, El espacio lateral se encuentra entre la arteria carótida y la pared lateral. El espacio antero-inferior entre la rodilla de la carótida y la hendidura esfenoidal. El espacio postero-superior entre el codo posterior de la carótida y el techo del seno cavernoso. El tamaño de estos espacios varía con los individuos (5).

El seno cavernoso tiene amplias comunicaciones con senos venosos intracraneanos y plexos venosos extracraneanos. En el espacio venoso anterior desembocan el seno esfenoparietal, el seno intercavernoso anterior, las venas oftálmicas superior e inferior y la vena silviana superficial. Lateralmente el seno cavernoso se conecta con los senos meníngeos que acompañan a la arteria meningea media; hacia atrás se continúa con el plexo basilar que se extiende sobre el dorsum sellae y a través de él con el seno petroso superior e inferior y el seno cavernoso contralateral. Medialmente se haya conectado por los senos intercavernosos anterior posterior e inferior que transcurren en la base de la silla turca y se denominan según su relación con la glándula hipofisaria (fig. 4), Inferiormente se conecta con el plexo pterigoideo a través de venas emisarias que atraviesan el foramen oval, redondo menor, de Vesalio y el plexo venoso pericarotídeo (6).

Triángulos del seno cavernoso

Se han descrito diferentes espacios (triángulos) en el seno cavernoso para sistematizar su estudio anatómico y el abordaje quirúrgico al mismo, Están limitados por estructuras anatómicas identificables en las paredes del seno o en su alrededor. El crecimiento de los tumores dentro del seno hace que algunos triángulos se expandan a expensas de la disminución de otros (9).

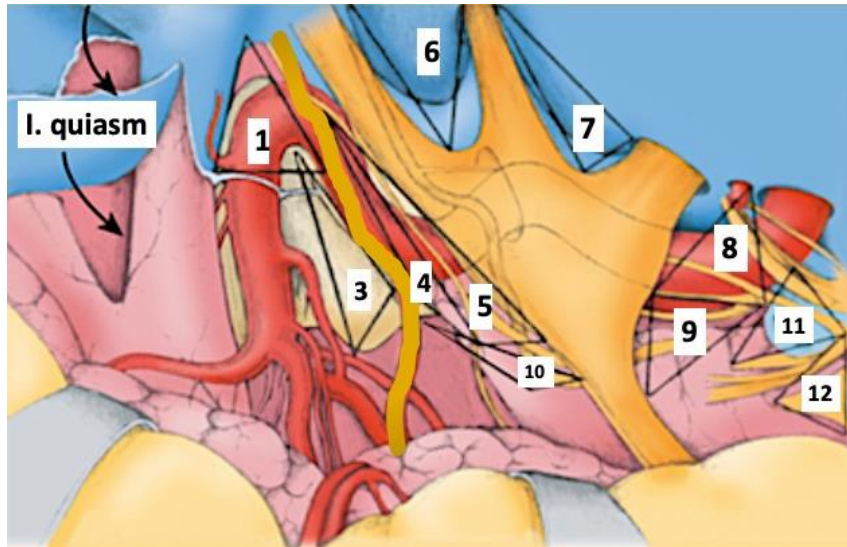


Figura 9. Triángulos del seno cavernoso. Los triángulos se señalan con números arábigos. La descripción de los mismos se encuentra en el texto.

Triángulos de la pared superior.

1. Triángulo anteromedial: limitado medialmente por el nervio óptico, lateralmente por el III nervio, y posteriormente por el ligamento petroclinoideo anterior. Es necesario remover la clinoides anterior para acceder a este espacio. A través de él se exponen la arteria oftálmica, el segmento clinoides y la rodilla de la carótida interna y el espacio venoso anteroinferior.

2. Triángulo carotídeo: el límite lateral es el ligamento interclinoideo, el anterior la dura endóstica del canal carotídeo y el medial la duramadre del diafragma selar. Su porción anterior contiene el comienzo de la arteria carótida intradural. Medialmente entre ésta y la duramadre se encuentra un espacio en forma de media luna denominado cavum carotídeo.

3. Triángulo oculomotor: el límite medial es el pliegue interclinoideo, el lateral el pliegue petroclinoideo anterior y el posterior el pliegue petroclinoideo posterior. Se expone el espacio venoso posterosuperior, el codo posterior de la carótida interna, el tronco meningohipofisario y la clinoides posterior.

Triángulos de la pared lateral.

4. Triángulo paramediano: el límite medial es el nervio oculomotor, el lateral el nervio troclear y el posterior el pliegue petroclinoideo anterior. Puede accederse al segmento horizontal de la carótida interna, el VI par, el tronco meningohipofisario y la arteria inferior del seno cavernoso.

5. Triángulo de Parkinson: el límite medial es el IV nervio, el lateral el nervio oftálmico y el posterior el pliegue petroclinoideo anterior. Se expone el espacio venoso anterosuperior y lateral, el segmento horizontal y codo posterior de la carótida interna, el tronco meningohipofisario, la arteria cavernosa inferior, el VI nervio y el simpático carotídeo.

6. Triángulo anterolateral o de Mullen: el límite medial es el nervio oftálmico (V1), el lateral el nervio maxilar superior (V2) y el anterior una línea entre la hendidura esfenoidal y el agujero redondo mayor. Con la retracción del nervio oftálmico queda expuesta la porción horizontal de la carótida interna, la arteria cavernosa inferior y el VI nervio.

7. Triángulo lateral: el límite anteromedial es el nervio maxilar, el posterior el nervio mandibular y el lateral una línea entre el agujero redondo mayor y el agujero oval. Con la retracción de V2 y V3 se accede a la entrada de la carótida interna al seno cavernoso,

Triángulos de cara superior del peñasco.

8. Triángulo posterolateral o de Glasscock: el límite anterior es el nervio maxilar inferior, el medial el nervio petroso superficial mayor y el lateral una línea que va del agujero redondo menor a la eminencia arcuata. Resecando el hueso quedan expuestos el músculo tensor del tímpano, la trompa de Eustaquio y el segmento horizontal de la carótida intrapetrosa (figs. 7 y 8) (10).

9. Triángulo posteromedial o de Kawase: el límite medial es el V par y el ganglio de Gasser, el lateral el nervio petroso superficial mayor y el posterior el seno petroso superior, Luego de reseca el hueso del peñasco se expone la duramadre de la fosa posterior accediendo a la región petroclival (10).

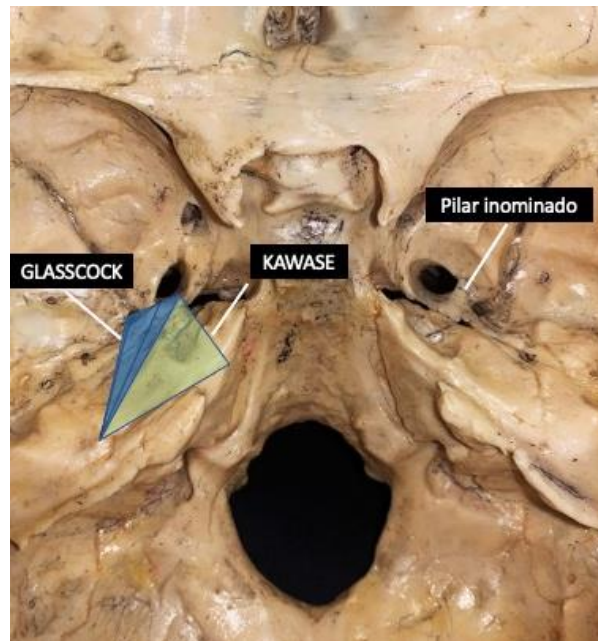


Figura 10. Triángulo de **Glasscock**, formado por; foramen oval, eminencia arcuata, y foramen espinoso y la distancia interforámica. Triángulo de **Kawase** formado por; agujero oval, eminencia arcuata, borde petroso. Juntos forman lo que se define como área romboidea. (imagen tomada de las piezas anatómicas del laboratorio de anatomía de la facultad de medicina UNAM)

Triángulos de la pared posterior.

10. Triángulo posteroinferior: formado por el poro trigeminal, la clinoides posterior y la entrada del canal de Dorello. Una incisión en esta área expone el ligamento petroesfenoidal (ligamento de Gruber) que forma el techo del canal de Dorello. El VI nervio cranial puede ser observado en este espacio haciendo la primera de sus dos curvas. La segunda la hace al cruzar la carótida intracavernosa.

11. Triángulo premeatal: Este triángulo se usa para ayudar a definir la localización de la coclea desde el ángulo de visión de la fosa media. Los límites son el borde medial del conducto auditivo

interno, la rodilla de la carótida intrapetrosa y el ganglio geniculado. La cóclea está localizada en la porción basal de este triángulo. Este triángulo es importante en los cuales el ápex petroso es removido a través de un abordaje extradural a la fosa media.

12. Triángulo postmeatal: Este triángulo delimita el volumen de hueso localizado entre el conducto auditivo interno y el canal semicircular superior y es usado para maximizar la remoción de hueso del ápex petroso a través de un abordaje extradural de fosa media. Los límites son el ganglio geniculado, el labio lateral del conducto auditivo interno y el borde posterior de la eminencia arcuata.

ANTECEDENTES ESPECIFICOS

Entre 1930 a 1970 destacan los avances en neurocirugía con el desarrollo del microscopio, la neuro anestesia, instrumentos de coagulación, inicios de neuro-radiología con la ventriculografía y arteriografía, antibioterapia y potenciación de la esterotaxia. Gazi Yasargil, de origen turco, pero trabajando en suiza es el responsable y padre de la microneurocirugía. Desarrolló el microscopio contraves, un microscopio de fácil acoplamiento y con un gran ángulo de movimiento para enfocar. El microscopio permite visualizar estructuras profundas a través de pequeñas aperturas craneales, obteniendo una visión aumentada y mucho más clara. Fue además un pionero en los cursos de formación para neurocirujanos. Aclamado por toda la comunidad neuroquirúrgica como el neurocirujano más importante de la segunda mitad siglo XX, siendo Harvey Cushing el de la primera mitad del siglo XX, por sus contribuciones al desarrollo de técnicas microquirúrgicas, cursos de formación, descripción de abordajes quirúrgicos, instrumental microquirúrgico y separadores cerebrales (16).

La base del cráneo, debido a su compleja anatomía, tiene una gran repercusión en los abordajes quirúrgicos y es por ende necesario un conocimiento metódico y analítico del área. Debido a su ubicación y sus formidables estructuras anatómicas, la base del cráneo es una región técnicamente difícil para los neurocirujanos, y muchos abordajes quirúrgicos en esta área aún no se han perfeccionado. Los abordajes quirúrgicos de la base del cráneo han evolucionado a lo largo de los años con el desarrollo de equipos, técnicas, y entrenamiento de los neurocirujanos mediante disecciones guiadas en centros de concentraciones neuroquirúrgica (17). (figuras 11 y 12). El interés en estas áreas anatómicas requiere un conocimiento perfecto de los diversos caracteres anatómicos y más aún de los puntos de referencia del área en cuestión. Comprender

la anatomía de la fosa media del cráneo, así como de los triángulos que han sido descritos como referencias anatómicas regionales, para abordar lesiones quirúrgicas alrededor del seno cavernoso, la rama maxilar y mandibular del trigémino, la arteria meníngea media, la parte petrosa y cavernosa de la arteria carótida interna, el meato acústico interno y el laberinto (11).

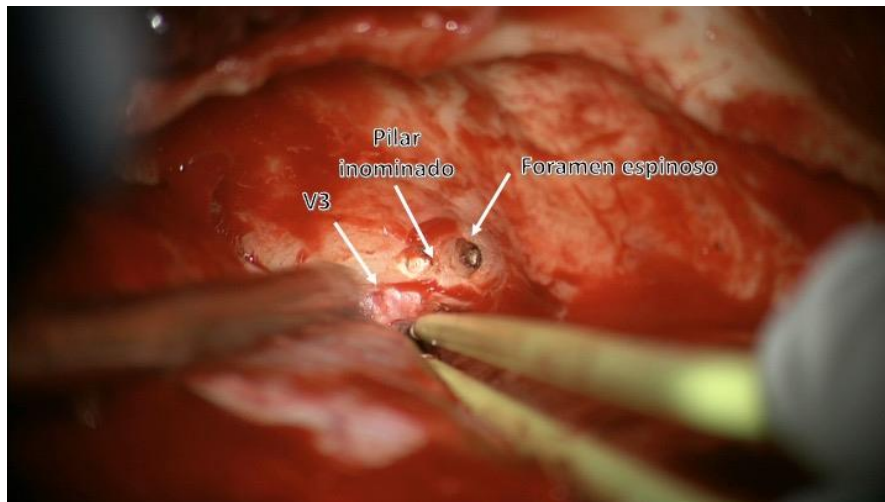


Figura 11. Microfotografía quirúrgica después de la exposición del foramen espinoso, el foramen oval y la rama V3 saliendo a través de él. Se aprecia la posición del pilar innominado. (imagen tomada del departamento de Microcirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez”, transoperatoria)

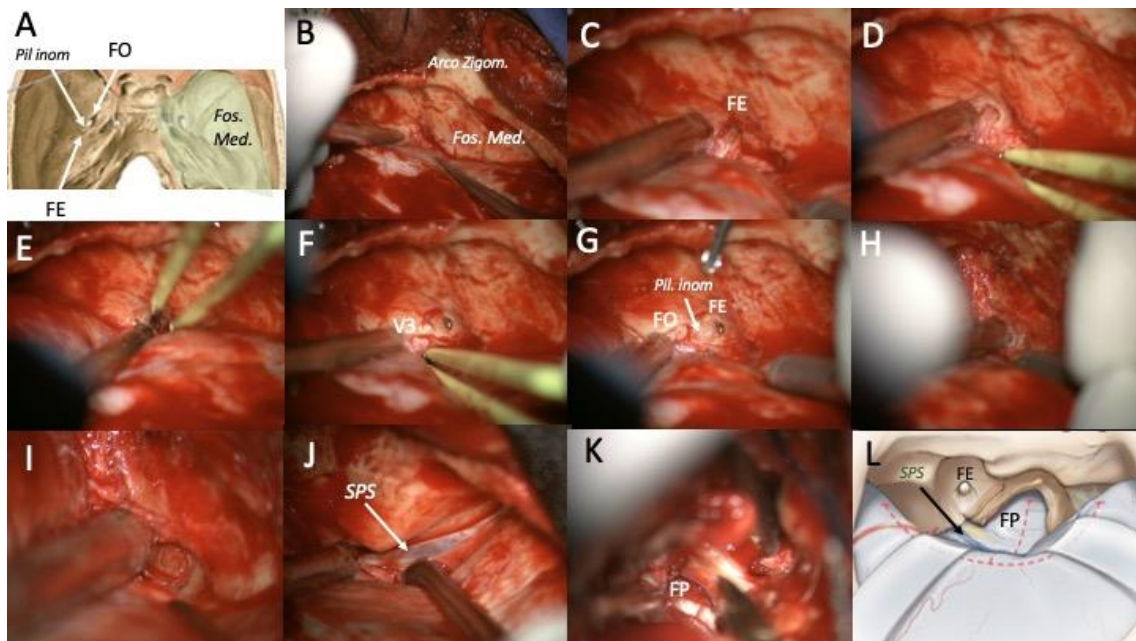


Figura 12 (A-L). Microfotografía quirúrgica de abordaje de fosa media para una petrosectomía anterior. A, esquema de la fosa media con el foramen oval (FO), espinoso (FE) y el

pilar innominado (pil inom). B-F, secuencias quirúrgicas de identificación, ampliación, coagulación de la arteria meníngea media y sección de la arteria. G, después de la exposición del foramen espinoso, el foramen oval y la rama V3 saliendo a través de él. FO, FE y pilar innominado expuestos. H-I, localización de la proyección y exposición de la arteria carótida intrapetrosa en el triángulo de Glasscock. J, exposición del seno petroso superior (SPS) localizado al borde de la cresta petrosa. K, apertura dural y exposición del tallo cerebral en la fosa posterior. L, esquema que muestra el abordaje petroso anterior. (imagen tomada del departamento de Microcirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez”, transoperatoria)

Varios autores han descrito diferentes puntos de referencia y triángulos en relación con esta área. Parkinson en 1965, Dolenc en 1985, Glasscock en 1979 y Kawase en 1985 han descrito diferentes triángulos anatómicos. Watanabe clasificó los triángulos en tres subregiones: el grupo paraselar (antero medial, para medial, oculomotor y supero lateral), el grupo de la fosa craneal media (anterolateral, posterolateral y posteromedial) y el grupo paraclival (inferomedial e inferolateral) (12,13,14).

La cirugía del seno cavernoso representa un desafío considerable debido a la complejidad anatómica y el alto valor funcional de las estructuras contenidas en el espacio paraselar. Es la piedra angular del tratamiento de las neoplasias del seno cavernoso porque permite el diagnóstico histopatológico, la citorreducción del tumor y, en algunos casos, la oportunidad de curar al paciente. Para los tumores malignos y / o irresecables, la cirugía del seno cavernoso puede ser un paso en una estrategia multidisciplinaria que incluye terapia farmacológica y / o radioterapia. No existe una única técnica quirúrgica estándar de oro, ya que el abordaje debe adaptarse a la ubicación exacta y las características del tumor y a la preferencia del cirujano (17).

Abordaje de la fosa media del cráneo

La historia de la cirugía moderna de la base del cráneo es debido a uno de los principales cirujanos de la base del cráneo de nuestro tiempo, Ugo Fisch. Con su experiencia en cirugía oncológica de cabeza y cuello, extendió los límites de la cirugía otológica al área del Lalgam Sekhar infratemporal cuando estaban juntos en la Universidad de Pittsburgh. Fueron los principales impulsores del primer centro de cirugía de la base del cráneo organizado, con base académica en los Estados Unidos. Sus refinamientos de la técnica de Fisch permitieron una exposición más amplia y una resección más definitiva de meningiomas invasivos de las fosas

craneales anterior y media con extensión extracraneal y carcinomas que surgen en el tracto aerodigestivo superior que invaden la cavidad intracraneal. Las incursiones en la fosa media para reseccionar neoplasias invasivas llevaron inevitablemente a cirujanos aventureros a perseguir tales tumores en el seno cavernoso. Tales resecciones eran inauditas hasta el valiente e innovador trabajo de Dwight Parkinson. En 1860, Holmes (21) fue el primero en describir una lesión en este sitio, un aneurisma gigante; Bartholow (22) fue el primero en presentar un relato de los signos y síntomas de tales lesiones que afectan al seno. Peet (23) le da crédito a Krogus por la primera operación en una masa, presumiblemente un neuroma, en este sitio, operado en 1896. El artículo pionero de Parkinson en 1965 (24) abrió el camino para una mayor elaboración de la anatomía y el desarrollo de enfoques por parte de expertos actuales como Dolenc, Kawase, Rhoton, Sekhar, Al-Mefty, Samii y otros.

Perry, en 1904, describió el abordaje de la fosa craneal media para sección del nervio vestibular. La falta de equipo microquirúrgico hizo que el enfoque fuera más peligroso que otros enfoques disponibles en ese momento. William House, en 1961, redefinió y describió con el propósito de presentar una técnica quirúrgica de la fosa craneal media que permite visualizar la longitud total del conducto auditivo interno y los nervios craneales VII y VIII desde el oído interno hasta la protuberancia. Esta técnica permitió realizar diagnósticos y tratamientos de las lesiones del nervio VII, del VIII y del oído interno. (18) Aunque la técnica fue abandonada para este propósito, se utilizó para la extirpación de pequeños schwannomas vestibulares localizados en el CAI. Esta técnica permite preservar la función del nervio facial y auditivo. El advenimiento de la resonancia magnética (RM) con gadolinio ha revolucionado el diagnóstico de los tumores intracanaliculares pequeños, definidos como tumores que no se extienden más de 1 cm desde el poro acústico. La mayor identificación de estos tumores asociados con una pérdida auditiva mínima ha rejuvenecido el interés en el abordaje de la fosa craneal media. También condujo al desarrollo de otros enfoques relacionados, como el enfoque de la fosa media extendida y los enfoques petrosos anteriores (19,20).

El denominado abordaje de fosa media que forma una parte medular de las cirugías de la base del cráneo incluye la exposición de la arteria carótida intrapetrosa, la resección ósea del triángulo de Kawase y la localización y exposición del conducto auditivo interno (CAI), en un procedimiento que representa un gran desafío para el neurocirujano debido al área restringida y la gran cantidad de estructuras que se tienen que reconocer durante el abordaje. El Triángulo de Glasscock está delimitado lateralmente por una línea desde el foramen espinoso hasta la eminencia arcuata del hueso petroso, medialmente por una línea entre donde el nervio petroso mayor cruza debajo de la división mandibular del nervio trigémino (figura 8). Sin embargo, la

correcta identificación de este triángulo permite la localización de la arteria carótida interna intrapetrosa (14).

La tecnología ha tendido a la mínima invasión, con abordajes más pequeños y preservando al máximo las estructuras normales del cerebro (16).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El conocimiento anatómico tridimensional detallado de la fosa media permite realizar diversos procedimientos quirúrgicos, con respecto a la relación anatómica en esta fosa encontramos la fisura orbitaria superior que la comunica con la órbita y permite el paso de los nervios motores del ojo (oculomotor, troclear y abductor), el nervio oftálmico y la vena oftálmica superior. Le siguen hacia posterior el agujero redondo que comunica con la fosa pterigopalatina y permite el paso del nervio maxilar; el agujero oval que comunica con la región infratemporal y da paso al nervio mandibular; el agujero petroso (inconstante) por el cual transcurre el nervio petroso menor y el petroso profundo; el agujero espinoso que da paso desde la región infratemporal a la arteria meníngea media que al ingresar al endocráneo se dirige hacia anterolateral en el ala mayor del esfenoides.

El triángulo posterolateral (triángulo de Glasscock), es un área comúnmente explorada para exponer el segmento intrapetroso horizontal de la arteria carótida interna (ICA), para proporcionar control proximal vascular que se utiliza para clipaje de aneurismas, exéresis de tumores, injerto de derivación y / o anastomosis (15).

En este trabajo nos enfocamos en la relación del foramen oval y el foramen espinoso (que forma parte del triángulo de Glasscock) y el pilar óseo (hasta ahora innominado, figura 1) que separa ambos forámenes a considerar durante los abordajes de la fosa media para así tener puntos de referencias anatómicos que faciliten los procedimientos neuroquirúrgicos.

Formulación de la hipótesis.

1. La morfometría de la región de la fosa media en la población mexicana, es similar a la reportada en la literatura en relación a las estructuras que conforman la fosa media.
2. Las mediciones realizadas en especímenes anatómicos, no muestra diferencias significativas en relación a las obtenidas por reconstrucción tridimensional a partir de estudios de tomografía de cortes finos.
3. El pilar innominado que separa al agujero espinoso del agujero oval, puede servir de referencia para localizar la rama mandibular del nervio trigémino de forma rápida y eficiente.

OBJETIVOS.

Objetivo general.

Determinar las diferencias morfométricas hechas en especímenes anatómicos y por reconstrucción 3-D angiotomográfica como referencias durante los abordajes neuroquirúrgicos.

Objetivo específico.

1. Determinar las diferencias en las mediciones hechas en especímenes anatómicos y por reconstrucción 3-D.
2. Demostrar la utilidad de la reconstrucción por computadora como una herramienta de planeación fidedigna en procedimientos quirúrgicos de la fosa media.
3. Mejorar el abordaje quirúrgico y los resultados obtenidos en procedimientos de la base del cráneo en la fosa media.
4. Conocer las medidas morfométricas más comunes de la base de cráneo.
5. Conocer las diversas variables anatómicas que se puedan encontrar durante el abordaje.
6. Analizar la morfometría de la fosa media, en particular el foramen espinoso, oval, y el pilar innominado que se encuentra entre ellos, como ayuda durante la planeación de abordajes quirúrgicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y tipo de estudio

Se diseñó un estudio observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo, correlacional, cuantitativo y cualitativo en población adulta mayor de 18 años.

Ubicación espacio temporal

El estudio se realizó en 101 reconstrucciones 3D de angiotomografías obtenidas de los estudios de imagen realizados a pacientes de la institución, en formato DICOM y analizadas en el software RadiAnt (MedixAnt Co.) Para obtener las imágenes y análisis ulterior. El set de imágenes DICOM se obtuvo utilizando una estación de trabajo (BrainLab Co.) del departamento de Neurocirugía del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez” - Ciudad de México, y cráneos secos de la colección del departamento de microcirugía experimental y del departamento de Anatomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Universo de trabajo

Se colectaron 101 reconstrucciones 3D obtenidas de pacientes con angiotomografías de cráneo de forma aleatorizada del instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suarez y 104 cráneos secos del departamento de microcirugía experimental del INNN y del departamento de Anatomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Tiempo de ejecución.

Los resultados presentados en este trabajo corresponden al periodo de enero del 2021 al mes de junio 2021

Esquema de selección

Definición del grupo control.

El estudio no requiere de grupo control.

Definición del grupo a intervenir

Los pacientes que se operaron en los dos últimos años en el instituto nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez y que cuenten con angiotomografías de cráneo diagnosticas

Criterios de inclusión

- Pacientes operados en los dos últimos años en el instituto de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez, que tengan expediente completo de imagen y de las variables requeridas en el estudio.
- Piezas anatómicas de cráneo en buenas condiciones que permitan evaluar las estructuras de la fosa media para su medición

Criterios de exclusión

- Pacientes que no tuvieron estudios angiotomográficos de cortes finos para realizar reconstrucciones 3-D de la base del cráneo.
- Piezas anatómicas de cráneo en malas condiciones para análisis y medición.

Criterios de eliminación

- Piezas anatómicas en malas condiciones e incompletos para las mediciones
- Estudios tomográficos que no cuenten con cortes finos y permitan la correcta visualización de las estructuras anatómicas.

TIPO DE MUESTREO

Muestreo probabilístico

No procede.

Muestreo no probabilístico

La muestra se tomó por muestreo no probabilístico (Muestreo por conveniencia).

ESTRATEGIA DE TRABAJO

Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Categoría	Escala	Unidad de Medición
Diámetro del foramen oval	Orificio ovalado situado en la base del cráneo, en la porción anterior del hueso esfenoides	Pasa el nervio trigémino acompañado por la arteria menígea accesoria y la vena del foramen oval	Cuantitativa	Discreta	Milímetros (mm)

Diámetro del foramen espinoso	Orificio situado en la base del cráneo, en el ala mayor del hueso esfenoides, donde se dispone posterior y lateralmente al agujero oval	Pasa el nervio mandibular, la arteria meníngea media.	Cuantitativa	Discreta	Milímetros (mm)
Foramen oval a foramen espinoso	Distancia entre sus puntos más distales de los forámenes	Distancia entre ambos forámenes	Cuantitativa	Discreta	Milímetros (mm)
Pilar entre forámenes	Pilar no descrito que se encuentra entre ambos forámenes	Distancia que separa entre ambos forámenes	Cuantitativa	Discreta	Milímetros (mm)
Foramen espinoso – eminencia arcuata	Espacio que hay entre el foramen espinoso en su porción más cercana a la eminencia arcuata	Distancia que hay entre ambas estructuras	Cuantitativa	Discreta	Milímetros (mm)
Foramen oval – eminencia arcuata	Espacio que hay entre el foramen oval en su porción más cercana a la eminencia arcuata	Distancia que hay entre ambas estructuras	Cuantitativa	Discreta	Milímetros (mm)
Angulo	Angulo de se forma de trazar dos líneas; una que pasa entre ambos forámenes, la segunda que atraviesa el cráneo en dos	Angulo que se forma por la línea que atraviesa ambos forámenes	Cuantitativa	Discreta	Milímetros (mm)
Superficie del triángulo de Glasscock	Triángulo que se forma con los lados del foramen oval y foramen espinoso hacia la eminencia arcuata y el otro por la distancia interforámica	Superficie segura de fresado	Cuantitativa	Discreta	Milímetros cuadrados (mm ²)

Obtención de datos de reconstrucciones 3-D de la base del cráneo.

Se obtuvo el listado de pacientes sometidos a cirugía en los últimos 2 años en los cuales se realizó un estudio de angio-tomografía en la Subdirección de Neurocirugía, del INNMMVS y mediante la estación de trabajo BrainLab se obtuvieron los sets de imágenes en formato DICOM. A partir de estas y empleando el software RadiAnt (MedixAnt Co.) se realizaron las reconstrucciones 3-D. A partir del cubo de imagen obtenido, se colocó en un plano fijo axial constante para todas las imágenes, para evitar inclinaciones que pudieran alterar la medición de las estructuras seleccionadas. Este proceso se repitió en los 101 estudios seleccionados. Se seleccionaron herramientas de medición lineal para medir el diámetro de los forámenes. El ángulo de inclinación de los forámenes oval y espinoso en relación a la línea media se midió utilizando la herramienta de medición de ángulos. El área contenida en el triángulo de Glasscock se realizó mediante el empleo de medición de superficies en mm^2 .

Obtención de datos de piezas anatómicas.

Para la medición de los diámetros foraminales y la distancia interforaminal se empleó un Vernier digital y un compás de dos puntas. El ángulo de inclinación foraminal en relación a la línea media se midió empleando un transportador. La medición de la superficie del triángulo de Glasscock se realizó mediante la fórmula de Herón, expresado en mm^2

Análisis y métodos estadísticos

Se analizó la información con el programa de análisis de datos Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 26.0, se realizó una estadística descriptiva; las variables continuas se dan como mediana (rango, media, desviación estándar, según corresponda) y las variables categóricas como frecuencias absolutas y relativas.

Consideraciones éticas

El presente estudio fue considerado como riesgo mínimo para el sujeto de estudio de acuerdo con la Ley General de Salud publicada en el Diario Oficial de la Federación en abril de 2010 así como a los lineamientos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre Principios Éticos para las investigaciones en seres Humanos.

La información obtenida fue de la revisión de los expedientes clínicos y fue anónima, se manejaron claves internas para manejar la información de los pacientes con lo que se garantiza la confidencialidad y el anonimato de cada paciente.

Consideraciones financieras

Aporte Financiero: Autofinanciado.

Recursos con los que se cuenta.

Se cuenta con la disponibilidad de cráneos secos para los estudios de medición anatómica. La medición se los diámetros de los forámenes, distancias interforaminales y ángulos se realizó cintas métricas, compas de dos puntas, Vernier y compás. Para la reconstrucción tridimensional de la base del cráneo se utilizaron las imágenes en formato DICOM obtenidas en la estación de trabajo de BrainLab y luego transferidas a una computadora empleando el software libre RadiAnt, que permite reconstruir y hacer mediciones computarizadas.

Recursos a solicitar.

No aplica

Análisis del costo por paciente.

No aplica.

Cronograma de actividades

	FEB 2021	MAR- MAY 2021	JUN-JUL 2021	AGO 2021
Selección de pacientes	X			
Revisión Expedientes		X		
Análisis de Resultado			X	
Publicación Resultados				X

Aporte del desarrollo del trabajo a la comprensión, prevención, diagnóstico y tratamiento a las afecciones del sistema nervioso.

Con este trabajo se proporcionaron medidas promedio y contexto, para emplear durante los abordajes con mayor seguridad al neurocirujano, áreas de manipulación y fresado.

Etapas de la investigación

1a.	_____ Selección de pacientes _____	__10__%
2a.	_____ Revisión de Expedientes _____	__50__%
3a.	_____ Análisis de Resultado _____	__35__%
4a.	_____ Publicación de Resultados _____	__5__%
		100 %

RESULTADOS

En este estudio se analizaron las variaciones milimétricas de las estructuras de la fosa craneal media, a saber: diámetros del foramen oval y del foramen espinoso, distancia entre ambos forámenes, ángulo formado por una línea imaginaria que pasa a través de ambos forámenes comparado con la línea media rostro-caudal de la base del cráneo, área del triángulo de Glasscock en mm². Estas mediciones se realizaron de forma bilateral. Usando los criterios de inclusión, se evaluaron 114 cráneos secos provenientes del laboratorio de cirugía experimental del INNN y de la Fac. de Medicina de la UNAM. De estos, se excluyeron 10 especímenes que no reunían los criterios para el estudio y las mediciones se hicieron en 104. Con este método se evaluaron 104 cráneos para un total de 208 mediciones de la base del cráneo a nivel de la fosa media.

Para la reconstrucción 3-D de la base del cráneo en base a tomografías axiales de cortes finos, se usó el programa RadiAnt (medixAnt Co.), realizando las mismas mediciones de diámetros foraminales, distancia interforaminal, ángulos en relación a línea media y lateralidad. Con este método se evaluaron 101 reconstrucciones para un total de 205 mediciones de la base del cráneo a nivel de la fosa media.

Utilizando el programa XLSTAT 2020.4.1.1017 realizamos un t-test comparando dos variables independientes, el pilar medido a cada lado de ambas modalidades, reconstrucción angio-TC 3D vs cráneo anatómico.

Consideramos una diferencia significativa, $p < 0.05$. Los resultados aquí muestran las medias para las reconstrucciones y modelos anatómicos las cuales fueron las siguientes:

Resultados en reconstrucciones 3-d de tomografías (n=101)

(202 Mediciones; valores expresados en mm)

Estructura	Derecho	Izquierdo	p
OVAL	5.34±0.10	5.15±0.10	0.1808
ESPINOSO	2.01±0.07	1.99±0.07	0.8474
Dist. Oval-espinoso	10.89±0.15	10.63±0.19	0.2854

PILAR INOMINADO	3.43±0.10	3.37±0.10	0.6682
Espinoso-eminencia arcuata	20.32±0.40	20.34±0.38	0.9774
Oval-eminencia arcuata	30.36±0.34	30.07±0.34	0.5551
Angulo foraminal (grados)	49.20±0.89	49.34±0.94	0.9146
Sup Triangulo (mm2)	104.58±3.93	100.97±4.58	0.5489

Cuadro 1. Tabla de resultados por reconstrucción angiotomográfica.

Resultados de mediciones en cráneo (n=104)

(208 Mediciones; valores expresados en mm)

Estructura	Derecho	Izquierdo	p
OVAL	6.25±0.10	6.46±0.10	0.1682
ESPINOSO	2.26±0.06	2.25±0.06	0.8615
Oval-espinosa	11.05±0.14	11.25±0.15	0.3521
PILAR	2.12±0.09	2.10±0.10	0.8809
Espinoso- eminencia arcuata	22.77±0.29	23.71±0.30	0.0265
Oval-eminencia arcuata	30.40±0.28	32.16±0.24	0.0005
Angulo	50.12±0.74	51.16±0.68	0.2985
Area -Triangulo de Glasscock	86.04±3.61	103.28±4.4	0.002

Cuadro 2. Tabla de resultados en modelos anatómicos de cráneo

Comparativa de datos 3-d vs modelos anatómicos

Lado derecho (n=205)				Lado izquierdo (n=205)			
Estructura	3-D	Cráneo	p	Estructura	3-D	Cráneo	p
OVAL	5.34±0.10	6.25±0.10	0.001	OVAL	5.15±0.10	6.46±0.10	0.001
ESPINOSO	2.01±0.07	2.26±0.06	0.009	ESPINOSO	1.99±0.07	2.25±0.06	0.011
Oval-espinoso	10.89±0.15	11.05±0.14	0.441	Oval-espinoso	10.63±0.19	11.25±0.15	0.012
PILAR	3.43±0.10	2.12±0.09	0.001	PILAR	3.37±0.10	2.10±0.10	0.001
Espinoso-eminencia arcuata	20.32±0.40	22.77±0.29	0.002	Espinoso-eminencia arcuata	20.34±0.38	23.71±0.30	0.001
Oval-eminencia arcuata	30.36±0.34	30.40±0.28	0.923	Oval-eminencia arcuata	30.07±0.34	32.16±0.24	0.001
Angulo	49.20±0.89	50.12±0.74	0.428	Angulo	49.34±0.94	51.16±0.68	0.113
Sup Triangulo	104.58±3.93	86.04±3.61	0.006	Sup Triangulo	100.97±4.58	103.28±4.4	0.716

Cuadro 3. Tabla comparativa de ambos sistemas (Reconstrucciones 3-D vs Modelos anatómicos, ambos lados).

Estructura	Derecho (n=205)	Izquierdo (n=205)	p
OVAL	5.81±0.07	5.82±0.08	0.906
ESPINOSO	2.14±0.04	2.12±0.05	0.797
Oval-espinosa	10.97±0.10	10.95±0.12	0.877
PILAR	2.76±0.08	2.71±0.08	0.726
Espinoso-eminencia arcuata	21.57±0.26	22.05±0.27	0.201
Oval-eminencia arcuata	30.38±0.21	31.05±0.22	0.032
Angulo	49.6±0.57	49.83±0.59	0.848
Sup Triangulo	95.50±2.75	100.93±3.15	0.194

Cuadro 4. Comparación de datos acumulados, ambos métodos.

ANALISIS DE RESULTADOS

En el cuadro 1, se muestran las mediciones realizadas por reconstrucción computarizada 3-D y las cuales no demuestran una diferencia significativa en los valores para el lado derecho e izquierdo para cada una de las mediciones realizadas. El cuadro 2 muestra los promedios obtenidos para las mediciones craneométricas realizadas manualmente. Existieron 3 valores con diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo, a saber, la distancia lineal entre el agujero oval y la eminencia arcuata, la distancia lineal entre el agujero espinoso y la eminencia arcuata y el área del triángulo de Glasscock. Todas estas mediciones presentaron promedios mayores en el lado izquierdo, con valores estadísticamente significativos. En el cuadro 3 se muestran los promedios comparativos entre el método de reconstrucción 3-D y la medición craneométrica manual. En este caso, se muestran diferencias significativas en las mediciones entre los métodos en diferentes medidas, por ejemplo, en el lado derecho para el diámetro de los forámenes oval y espinoso, en el grosor del pilar innominado, la distancia lineal del agujero espinoso a la eminencia arcuata y en la superficie del triángulo de Glasscock, mientras que para el lado izquierdo, se encontraron diferencias significativas para ambos métodos en el diámetro de los forámenes oval y espinoso, el pilar innominado y la distancia lineal entre la eminencia arcuata y el agujero oval y la distancia lineal entre el agujero espinoso y la eminencia arcuata. Sin embargo, es notorio que cuando se combinaron los promedios obtenidos por ambos métodos, solamente se observó una diferencia significativa entre el lado derecho e izquierdo con respecto a la distancia lineal del agujero oval a la eminencia arcuata, siendo mayor la del lado izquierdo.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran en primer lugar, la factibilidad de medición de los principales elementos anatómicos que componen la fosa media a través de dos métodos distintos, con el fin de conocer las medidas anatómicas correspondientes de las estructuras que permitan hacer una mejor planeación en abordajes de fosa media. En este trabajo se pudo demostrar que las reconstrucciones 3-D de la base del cráneo mediante el empleo de imágenes obtenidas de tomografías de cortes finos, muestran un grado de definición que permiten substituir a las mediciones sobre cráneos secos con fines de planeación quirúrgica. Debe considerarse que si bien la lateralidad no tuvo influencia en la diferencia de resultados para las reconstrucciones 3-D, en la medición craneométrica si se detectaron diferencias derecha-izquierda para la medición del triángulo de Glasscock, siendo las medidas de mayor magnitud

en el lado izquierdo. Esto podría deberse a variaciones anatómicas por lateralidad, sin embargo, es de llamar la atención que tal diferencia no se encontró en las mediciones 3-D, las cuales arrojaron valores muy simétricos, lo cual puede deberse también a las variaciones del método de medición directa.

Cuando se compararon los valores promedio para las mismas estructuras con ambos métodos (cuadro 3), en general no se encontraron diferencias significativas en los valores entre ambos lados (excepto para la distancia FO-EA). No existe una tendencia uniforme a magnificar o minimizar los resultados por alguno de los métodos, sin embargo, debe mencionarse que la medición de estructuras óseas muy delgadas (v.gr. el pilar innominado), tienden a magnificarse discretamente en las reconstrucciones 3-D por efecto del grosor del corte tomográfico. Se esperaría que conforme aumente el número de cortes en tomógrafos de alta resolución (256 o 512 cortes), estas mediciones tenderán a ser mucho más exactas eliminando cualquier artefacto creado por el método. Sin embargo, debe mencionarse que en la visualización de las estructuras se obtuvo una excelente resolución en las reconstrucciones 3-D, y cuando se combinaron los resultados promedios de mediciones con ambas técnicas, estas diferencias desaparecieron, lo cual hace al método de reconstrucción 3-D una herramienta muy valiosa en la planeación de procedimientos quirúrgicos.

Desde el punto de vista quirúrgico, los datos obtenidos en el presente estudio pueden ser útiles para conocer las diferentes variaciones de los forámenes y otras estructuras de la fosa media que se emplean para la planeación de abordajes quirúrgicos. La estructura más identificable en el inicio de una cirugía es el foramen espinoso (figura 10), este se relaciona externamente con la base del arco zigomático y a partir de su localización se pueden establecer las relaciones anatómicas con otras estructuras mencionadas, a saber, el foramen oval, la eminencia arcuata, el tegmen tympani y los nervios petrosos. A partir de la identificación de estos elementos, se puede realizar la proyección del triángulo de Glasscock y de esta manera conocer también la posición de la arteria carótida interna en caso de que se requiera un control vascular proximal o para evitar lesionarla en caso de abordajes más extensos como la petrosectomía anterior que requiere la remoción del triángulo de Kawase.

El pilar óseo que separa el foramen oval del agujero espinoso merece una mención especial, ya que, una vez identificado el agujero espinoso y por ende la arteria meníngea media, la posición del foramen oval se puede anticipar a 2-3 mm medial y rostral al agujero espinoso, ya que la presencia de la rama mandibular del trigémino no permite identificar "in vivo" fácilmente la posición del agujero oval (figura 10). La identificación del pilar (hasta ahora

innominado), es una referencia que provee de una certeza anatómica en cuanto a la posición del foramen oval.

Esta información obtenida en el estudio demuestra la utilidad de la reconstrucción por angiotomografía como una herramienta de planeación fidedigna en procedimientos quirúrgicos de la fosa media la cual puede auxiliar en la identificación y preservación de las estructuras neurovasculares, así como en la ampliación del conocimiento para los neuroanatomistas. La disponibilidad actual de los estudios de imagen y la reconstrucción 3-D de las estructuras de la base del cráneo, pueden integrarse (como lo demuestra este estudio) y permitir en el día a día la corroboración de estructuras anatómicas de la fosa media y la planeación de eventos quirúrgicos de la base del cráneo. En este caso se demostró la utilidad de uno de estos softwares (RadiAnt, MedixAnt Co.), sin embargo, se puede obtener utilidad similar con otros softwares disponibles como el Osirix® o el Horos®.

El estudio comparativo entre mediciones anatómicas en cráneo seco vs. reconstrucciones 3-D, es un aporte original hasta ahora no reportado en la literatura al igual que la descripción del pilar innominado.

BIBLIOGRAFIA

1. Jaworek-Troć J, Zarzecki M, Bonczar A, Kaythampillai LN, Rutowicz B, Mazur M, et al. Sphenoid bone and its sinus - anatomo-clinical review of the literature including application to FESS. *Folia Med Cracov.* 2019;59(2):45-59.
2. Asal N, Bayar Muluk N, Inal M, Şahan MH, Doğan A, Arıkan OK. Carotid canal and optic canal at sphenoid sinus. *Neurosurg Rev.* junio de 2019;42(2):519-29.
3. Lipphaus A, Witzel U. Three-dimensional finite element analysis of the dural folds and the human skull under head acceleration. *Anat Rec Hoboken NJ* 2007. febrero de 2021;304(2):384-92.
4. Porras-Gallo MI, Peña-Melián A, Viejo F, Hernández T, Puelles E, Echevarria D, et al. Overview of the History of the Cranial Nerves: From Galen to the 21st Century. *Anat Rec Hoboken NJ* 2007. marzo de 2019;302(3):381-93.
5. Harris FS, Rhoton AL. Anatomy of the cavernous sinus. A microsurgical study. *J Neurosurg.* agosto de 1976;45(2):169-80.
6. Miyazaki Y, Yamamoto I, Shinozuka S, Sato O. Microsurgical anatomy of the cavernous sinus. *Neurol Med Chir (Tokyo).* marzo de 1994;34(3):150-63.
7. McConnell EM. The arterial blood supply of the human hypophysis cerebri. *Anat Rec.* febrero de 1953;115(2):175-203.
8. Krisht A, Barnett DW, Barrow DL, Bonner G. The blood supply of the intracavernous cranial nerves: an anatomic study. *Neurosurgery.* febrero de 1994;34(2):275-279;discussion 279.
9. Umansky F, Valarezo A, Elidan J. The superior wall of the cavernous sinus: a microanatomical study. *J Neurosurg.* diciembre de 1994;81(6):914-20.
10. Kawase T, Shiobara R, Toya S. Anterior transpetrosal-transtentorial approach for sphenopetroclival meningiomas: surgical method and results in 10 patients. *Neurosurgery.* junio de 1991;28(6):869-75; discussion 875-876.
11. The history of neurosurgery and its relation to the development and refinement of the frontotemporal craniotomy - PubMed [Internet]. [citado 26 de agosto de 2021]. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24684325/>

- 12.** Isolan GR, Kraysenbühl N, de Oliveira E, Al-Mefty O. Microsurgical Anatomy of the Cavernous Sinus: Measurements of the Triangles in and around It. *Skull Base*. noviembre de 2007;17(6):357-67.
- 13.** Dolenc V. Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *J Neurosurg*. junio de 1983;58(6):824-31.
- 14.** Chung BS, Ahn YH, Park JS. Ten Triangles around Cavernous Sinus for Surgical Approach, Described by Schematic Diagram and Three Dimensional Models with the Sectioned Images. *J Korean Med Sci*. septiembre de 2016;31(9):1455-63.
- 15.** Zhao Y, Zhang Q, Zhang D, Wang S, Zhang Y, Zhao Y. Comparison of Dolenc and pterional approach in the microsurgery for blood blister-like aneurysms (BBAs) of internal carotid artery. *J Clin Neurosci*. 1 de marzo de 2019;61:142-6.
- 16.** Yaşargil M. G. (1999). A legacy of microneurosurgery: memoirs, lessons, and axioms. *Neurosurgery*, 45(5), 1025–1092. <https://doi.org/10.1097/00006123-199911000-00014>
- 17.** Lafuente J. De la neurocirugía mística de la antigüedad, a los retos que afrontan en el siglo XXI. Los cambios de paradigma según la evolución de la Neurocirugía en el tiempo. *Real Academia Europea de Doctores*, octubre 2018.
- 18.** Shah MV. Middle cranial fossa approach. *Oper Tech Neurosurg*. 1999;2(2):69-73.
- 19.** HOUSE W. F. (1961). Surgical exposure of the internal auditory canal and its contents through the middle, cranial fossa. *The Laryngoscope*, 71, 1363–1385. <https://doi.org/10.1288/00005537-196111000-00004>
- 20.** Diaz Day J. (2012). The middle fossa approach and extended middle fossa approach: technique and operative nuances. *Neurosurgery*, 70(2 Suppl Operative), 192–201. <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e31823583a1>
- 21.** Holmes T. Aneurysms of the internal carotid artery in the cavernous sinus. *Transactions of the Pathology Society, London* 1860-61 ;12:61.
- 22.** Bartholow R. Aneurysms of the arteries at the base of the brain: their symptomatology, diagnosis and treatment. *Am J Med Sci* 1872;64:374-386.

- 23.** Peet MM. Tumors of the gasserian ganglion: with the report of two cases of extracranial carcinoma infiltrating the ganglion by direct ex-tension through the maxillary division. *Surg Gynecol Obstet* 1927;44:202-207.
- 24.** Parkinson D. A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery: anatomical studies and case reports. *J Neurosurg* 1965;23:474^183.