



Universidad de Valladolid



**PROGRAMA DE DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN EN  
CIENCIAS DE LA SALUD**

**TESIS DOCTORAL:**

**DISTANCIAS Y ÁNGULOS ENTRE ESTRUCTURAS ÓSEAS  
DE LA BASE DEL CRÁNEO Y SU APLICACIÓN EN  
ABORDAJES ENDOSCÓPICOS ENDONASALES  
EXPANDIDOS.**

Presentada por Jaime Santos Pérez para optar  
al grado de  
Doctor/a por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:  
Prof. Dr. D. Juan Francisco Pastor Vázquez

VALLADOLID 2017







Universidad de Valladolid

Impreso 1T

### AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR/A DE TESIS

(Art. 7.2 de la Normativa para la presentación y defensa de la Tesis Doctoral en la Uva)

D./D<sup>a</sup> Juan Francisco Pastor Vázquez , con D.N.I./Pasaporte 09252537M  
Profesor/a del departamento de Anatomía y Radiología  
Centro Facultad de Medicina  
Dirección a efecto de notificaciones Ramón y cajal 7 47005 Valladolid  
e-mail juanpas@med.uva.es  
como Director(a) de la Tesis Doctoral titulada : Distancias y ángulos entre estructuras óseas de la base del cráneo y su aplicación en abordajes endoscópicos endonasales expandidos  
realizada por D./D<sup>a</sup> Jaime Santos Pérez  
alumno/a del Programa de Doctorado Investigación en Ciencias de la Salud  
**autoriza su presentación, considerando que**  
La citada tesis doctoral cumple con todos los requisitos establecidos para su defensa, siendo un trabajo original y relevante.

Valladolid, 18-Sep-2017

El/La Director/a de la Tesis,

Fdo.: J.F. Pastor Vázquez

SR/SRA. PRESIDENTE/A DE LA COMISIÓN DE DOCTORADO



Secretaría Administrativa. Escuela de Doctorado. Casa del Estudiante. C/ Real de Burgos s/n. 47011-Valladolid. ESPAÑA  
Tfno.: + 34 983 184343; + 34 983 423908; + 34 983 186471 - Fax 983 186397 - E-mail: negociado.escola.doctorado@uva.es



# DEDICATORIA

*A mis Padres*



# AGRADECIMIENTOS

Es difícil, por lo largo, expresar todo el agradecimiento a todas las personas que han hecho posible esta tesis tardía.

Estoy seguro de que todos los periodos de una vida van influyendo en los episodios posteriores y así ha sido sin duda con esta tesis.

Así desde mi infancia en León en el Colegio de Las Discípulas o el Instituto Padre Isla, la juventud estudiando Medicina en Oviedo y viviendo en el, por lo grande, mal llamado Colegio Menor, la excelente formación recibida durante mis tiempos de MIR en el Servicio de Otorrinolaringología del Hospital Clínico de Valladolid, la estancia en el Hospital de la Universidad de Miami con el Profesor Roy Casiano que me inculcó su pasión por la Cirugía Endoscópica Nasosinusal, mis años en el Hospital del Bierzo donde me hice otorrino y mi vuelta al Hospital Clínico donde el Dr. Dario Morais, mi jefe, me instó a desarrollar la técnica endoscópica, hasta los complicados inicios en la cirugía de base de cráneo, junto a Juanjo Ailagás hace ya quince años, son momentos vividos junto a quienes han contribuido a que haya podido desarrollar este estudio. Gracias.

Pero estoy completamente seguro que esta tesis no hubiera nunca visto la luz si no es por tres personas; Mi director, el Profesor Juan Francisco Pastor, por permitirme la utilización de todos los medios disponibles para su realización, por sus consejos y su empuje constante y ponderado a la vez. A Eduardo Tamayo por sus acertadas recomendaciones, fruto de su ingente actividad investigadora y a Agustín Mayo cuya ayuda impagable, no sólo ha servido para presentar un estudio estadístico que considero excepcional, sino que ha compartido conmigo los avatares de esta tesis. Mi agradecimiento sincero a los tres.

Por último, gracias a Marta por tantas cosas.



# INDICE

<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>11</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>15</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>17</b>
<b>I.INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>23</b>
1.CIRUGÍA ENDOSCÓPICA NASOSINUSAL.....	23
1.1 <i>Antecedentes Históricos.....</i>	23
1.2 <i>Medios Técnicos. Técnica Quirúrgica.....</i>	35
2.ANATOMIA NASOSINUSAL Y DE BASE DE CRÁNEO. ANATOMÍA ENDOSCÓPICA.....	43
2.1 <i>Introducción .....</i>	43
2.2 <i>Anatomía de la Cavidad Nasal .....</i>	45
2.3 <i>Anatomía de los Senos Paranasales .....</i>	48
2.3.1 Etmoides.....	48
2.3.2 Frontal.....	51
2.3.3 Maxilar .....	54
2.3.4 Esfenoides .....	55
2.4 <i>Anatomía de la Base del Cráneo .....</i>	62
2.4.1 <i>Introducción.....</i>	62
2.4.2 <i>Base de Cráneo Anterior .....</i>	63
2.4.3 <i>Base de Cráneo Media .....</i>	65
2.4.4 <i>Base de Cráneo Posterior .....</i>	76
2.4.5 <i>Arteria Carótida Interna (ACI).....</i>	78
3. DE LA CIRUGÍA ENDOSCÓPICA NASOSINUSAL A LA CIRUGÍA ENDOSCÓPICA DE BASE DE CRÁNEO. LA EVOLUCIÓN DE LA CENS.....	82
3.1 <i>Introducción .....</i>	82
3.2 <i>Corredores Endoscópicos de Base de Cráneo.....</i>	83
3.3 <i>Abordajes Transpterigoideos .....</i>	85
3.3.1 <i>Introducción.....</i>	85
3.3.2 <i>Indicaciones Quirúrgicas .....</i>	86
3.3.3. <i>Técnica Quirúrgica.....</i>	87
4. LA ORIENTACIÓN EN CIRUGÍA ENDOSCÓPICA NASOSINUSAL Y DE BASE DE CRÁNEO .....	94
4.1 <i>Referencias Anatómicas en Cirugía Endoscópica Nasosinusal y de Base de Cráneo .....</i>	94
4.2 <i>Medios Técnicos para la Orientación en Cirugía Endoscópica Nasosinusal y de Base de Cráneo .....</i>	103
<b>II. JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>107</b>
<b>III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....</b>	<b>111</b>

1. HIPÓTESIS .....	111
2. OBJETIVOS .....	111
<b>IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>113</b>
1. POBLACIÓN .....	113
2. DISEÑO DEL ESTUDIO .....	113
3. MÉTODO DE MEDIDA DE DISTANCIAS ENTRE REFERENCIAS ÓSEAS .....	114
4. MÉTODO DE MEDIDA DE ÁNGULOS ENTRE REFERENCIAS ÓSEAS .....	122
5. MÉTODO ESTADÍSTICO .....	128
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>131</b>
1. RESULTADOS GLOBALES DE LAS DISTANCIAS MEDIDAS ENTRE ESTRUCTURAS ÓSEAS DE LA BASE DEL CRÁNEO .....	132
2. RESULTADOS GLOBALES DE LOS ÁNGULOS MEDIDOS ENTRE ESTRUCTURAS ÓSEAS DE LA BASE DEL CRÁNEO .....	142
3. FUSIÓN DE DISTANCIAS Y ÁNGULOS ENTRE ESTRUCTURAS ÓSEAS DE LA BASE DEL CRÁNEO .....	152
4. RESULTADOS SEGÚN SEXO.....	155
4.1 <i>Diferencias en las Distancias entre Estructuras Estudiadas en Relación al Sexo</i> .....	155
4.2 <i>Diferencias en los Ángulos entre Estructuras Estudiadas en Relación al Sexo</i> .....	159
5. RESULTADOS SEGÚN LATERALIDAD .....	160
<b>VI. DISCUSIÓN.....</b>	<b>167</b>
1. MEDIOS TÉCNICOS Y LIMITACIONES .....	167
2. ANÁLISIS DE MEDIDAS .....	173
3. ANÁLISIS DE REFERENCIAS .....	182
<b>VII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>189</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>191</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>205</b>

# LISTA DE ABREVIATURAS

AAOAE	Ángulo de agujero oval a agujero espinoso
AAOCC	Ángulo de agujero oval a conducto carotídeo
AAOCT	Ángulo de agujero oval a conducto tubárico.
AARCC	Ángulo de agujero rasgado a agujero carotídeo.
ACCAY	Ángulo de conducto carotídeo al agujero yugular.
ACI	Arteria carótida interna
ACIp	Arteria carótida interna petrosa
ACIpc	Arteria carótida interna paraclival
ACIpp	Arteria carótida interna parafaríngea
ACTCC	Ángulo de conducto tubárico a conducto carotídeo.
AE	Agujero espinoso
AEEE	Abordaje endoscópico expandido de base de cráneo
AMI	Arteria maxilar interna
AO	Agujero oval
APEAE	Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a agujero espinoso
APEAO	Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a agujero oval
APEAR	Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a agujero rasgado
APEAY	Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a agujero yugular
APECC	Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a conducto carotídeo
APECH	Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a conducto del nervio hipogloso
APECT	Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a conducto tubárico
APEST	Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a apófisis estiloides
APIAE	Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a agujero espinoso
APIAO	Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a agujero oval
APIAR	Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a agujero rasgado
APIAY	Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a agujero yugular
APICC	Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a conducto carotídeo
APICH	Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a conducto del nervio hipogloso
APICT	Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a conducto tubárico
APIST	Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a apófisis estiloides
AR	Agujero rasgado
AVOAE	Ángulo de vómer a agujero espinoso
AVOAO	Ángulo de vómer a agujero oval
AVOAR	Ángulo de vómer a agujero rasgado

AVOAY	Ángulo de vómer a agujero yugular
AVOCC	Ángulo de vómer a conducto carotídeo
AVOCH	Ángulo de vómer a conducto del nervio hipogloso
AVOCT	Ángulo de vómer a conducto tubárico
AVOST	Ángulo de vómer a apófisis estiloides
AY	Agujero yugular
CC	Apertura externa del conducto carotídeo
CCCA	Distancia de conducto carotídeo a agujero yugular
CEBC	Cirugía endoscópica de base de cráneo
CENS	Cirugía endoscópica nasosinusal
CH	Apertura externa del conducto del nervio hipogloso
CPV	Canal palatovaginal
CT	Apertura interna del conducto tubárico (Istmo de la trompa de Eustaquio)
CV	Conducto vidiano
DAOAE	Distancia de agujero oval a agujero espinoso.
DAOAY	Distancia de agujero oval a agujero yugular
DAOCC	Distancia de agujero oval a conducto carotídeo
DAOCT	Distancia de agujero oval a conducto tubárico
DARAO	Distancia de agujero rasgado a agujero oval
DARAY	Distancia de agujero rasgado a agujero yugular
DARCC	Distancia de agujero rasgado a conducto carotídeo
DCTCC	Distancia de conducto tubárico a conducto carotídeo
DPEAE	Distancia de ala externa de apófisis pterigoides a agujero espinoso
DPEAO	Distancia de ala externa de apófisis pterigoides a agujero oval
DPEAY	Distancia de ala externa de apófisis pterigoides a agujero yugular
DPECC	Distancia de ala externa de apófisis pterigoides a conducto carotídeo
DPECT	Distancia de ala externa de apófisis pterigoides a conducto tubárico
DPEST	Distancia de ala externa de apófisis pterigoides a apófisis estiloides
DPIAE	Distancia de ala interna de apófisis pterigoides a agujero espinoso
DPIAO	Distancia de ala interna de apófisis pterigoides a agujero oval
DPIAR	Distancia de ala interna de apófisis pterigoides a agujero rasgado
DPIAY	Distancia de ala interna de apófisis pterigoides a agujero yugular
DPICC	Distancia de ala interna de apófisis pterigoides a conducto carotídeo
DPICH	Distancia de ala interna de apófisis pterigoides a conducto del nervio hipogloso
DPICT	Distancia de ala interna de apófisis pterigoides a conducto tubárico
DPIPE	Distancia entre ala interna y externa de la apófisis pterigoides
DPIST	Distancia de ala interna de apófisis pterigoides a apófisis estiloides
DVOAE	Distancia de vómer a agujero espinoso

DVOAM	Distancia de vómer a agujero magno
DVOAO	Distancia de vómer a agujero oval
DVOAR	Distancia de vómer a agujero rasgado
DVOAY	Distancia de vómer a borde anterior de agujero yugular
DVOCC	Distancia de vómer a conducto carotídeo
DVOCH	Distancia de vómer a conducto del nervio hipogloso
DVOCT	Distancia de vómer a conducto tubárico
DVOST	Distancia de vómer a apófisis estiloides
FESS	"Functional Endoscopic Sinus Surgery"
FPP	Fosa pterigopalatina
FR	Agujero redondo
IT	Fosa infratemporal
NO	Nervio óptico
NV	Nervio vidiano
PE	Borde posterior del ala externa de la apófisis pterigoides (base del cráneo)
PI	Borde posterior del ala interna de la apófisis pterigoides (base del cráneo)
RMN	Resonancia magnética nuclear
ST	Apófisis estiloides
TAC	Tomografía axial computerizada
V <sub>2</sub>	2ª Rama terminal del nervio trigémino. Nervio maxilar superior
V <sub>3</sub>	3ª Rama terminal del nervio trigémino. Nervio mandibular
VO	Borde posterior de vómer (base del cráneo)
VYI	Vena yugular interna



# INDICE DE TABLAS

TABLA 1: CLASIFICACIÓN DE ARTERIA CARÓTIDA (BOUTHILLIER 1996) .....	80
TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE LOS ABORDAJES TRANSPTERIGOIDEOS. (PINHEIRO-NETO 2015) .....	88
TABLA 3. HOJA DE MEDIDAS DE DISTANCIAS.....	115
<i>TABLA 4. HOJA DE MEDIDAS DE ÁNGULOS.....</i>	<i>123</i>
TABLA 5. TABLA DE RESULTADOS GLOBALES DE DISTANCIAS. ....	134
TABLA 6. TABLA DE RESULTADOS GLOBALES DE ÁNGULOS.....	144
TABLA 7. PORCENTAJES DE ÁNGULOS NEGATIVOS Y 0º .....	145
TABLA 8. DISTANCIAS Y ÁNGULOS ENTRE LAS ESTRUCTURAS ÓSEAS ESTUDIADAS .....	153
TABLA 9. DIFERENCIAS EN DISTANCIAS EN RELACIÓN AL SEXO.....	156
TABLA 10. DIFERENCIAS EN LOS ÁNGULOS EN RELACIÓN AL SEXO.....	159
TABLA 11. DIFERENCIAS EN DISTANCIAS EN RELACIÓN A LATERALIDAD .....	161
TABLA 12. DIFERENCIAS EN ÁNGULOS EN RELACIÓN A LATERALIDAD .....	162
TABLA 13. DISTANCIAS AL CONDUCTO CAROTÍDEO.....	176



# INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. HIPÓCRATES DE COS.....	23
FIGURA 2. PHILIPP BOZZINI Y SU "LICHTLEITER" .....	24
FIGURA 3. CISTOSCOPIO DE NITZE .....	25
FIGURA 4. PROF. HAROLD HOPKINS.....	25
FIGURA 5. ÓPTICAS CONVENCIONALES FRENTE A ÓPTICAS HOPKINS.....	26
FIGURA 6. KARL STORZ .....	26
FIGURA 7. INSTRUMENTO DISEÑADO POR HIPÓCRATES PARA LA EXTIRPACIÓN DE PÓLIPOS NASALES.....	27
FIGURA 8. ANDRÉS VESALIO. FUNDADOR DE LA MODERNA ANATOMÍA HUMANA.....	28
FIGURA 9. DR. G. CALDWELL .....	29
FIGURA 10. INSTRUMENTAL QUIRÚRGICO DISEÑADO POR HAJEK Y GRUNDWALD.....	30
FIGURA 11. HOWARD A. LOTHROP .....	32
FIGURA 12. PROF. WALTER MESSERKLINGER .....	34
FIGURA 13. PROF. HEINZ STAMMBERGER .....	35
FIGURA 14. TORRE DE ENDOSCOPIA NASOSINUSAL: DOBLE PANTALLA, CÁMARA DE ALTA DEFINICIÓN, FUENTE DE LUZ DE XENÓN Y SISTEMA DE GRABACIÓN. ENDOSCOPIOS DE DIFERENTES ANGULACIONES. ENDOSCOPIO ENGARZADO A CABEZAL DE CÁMARA. ....	36
FIGURA 15. MOTOR M5 DE MEDTRONIC. PIEZA DE MANO ADAPTABLE A DESBRIDADORES [1] Y SISTEMAS DE FRESADO [2]. ....	39
FIGURA 16. DISPOSICIÓN DEL QUIRÓFANO. QUIRÓFANO ORL (DERECHA). QUIRÓFANO EN COLABORACIÓN CON SERVICIO DE NEUROCIRUGÍA (NCR). N: NAVEGADOR .....	41
FIGURA 17. A-B: INTRODUCCIÓN DE ENDOSCOPIOS E INSTRUMENTAL POR NARINA. C: TÉCNICA DE "4 MANOS" EN CIRUGÍA ENDOSCÓPICA DE BASE DE CRÁNEO. ....	42
FIGURA 18. ABORDAJES ENDOSCÓPICOS DESDE LA FOSA NASAL .....	43
FIGURA 19 PARED LATERAL DE LA FOSA NASAL .....	44
FIGURA 20 AGUJERO ESFENOPALATINO Y ARTERIA ESFENOPALATINA (*). VISIÓN ENDOSCÓPICA EN FOSA NASAL IZQUIERDA. ....	45
FIGURA 21. PARED MEDIAL DE LA FOSA NASAL .....	46
FIGURA 22 COANAS. A: OSTEOLOGÍA. VISIÓN POSTERIOR. B. ENDOSCOPIA. VISIÓN ANTERIOR TRAS SEPECTOMÍA POSTERIOR.....	47
FIGURA 23 ETMOIDES. A: SEMICELDAS ETMOIDALES. B: VISIÓN LATERAL. C: VISIÓN SUPERIOR. APÓFISIS CRISTA GALLI Y LÁMINA CRIBIFORME. D: VISIÓN INFERIOR. ....	49
FIGURA 24. CELDA ESFENOETMOIDAL (ONODI) IZQUIERDA. NO: NERVIO ÓPTICO. AEP ARTERIA ETMOIDAL ANTERIOR. SE: TECHO DE SENO ESFENOIDAL .....	50
FIGURA 25. REPRESENTACIÓN AXIAL A NIVEL DE MEATO MEDIO .....	51
FIGURA 26. HUESO FRONTAL. A: VISIÓN ANTERIOR. B: VISIÓN INFERIOR. TECHO ORBITARIO Y SEMICELDAS FRONTALES.....	52
FIGURA 27. GRADOS DE KEROS .....	53
FIGURA 28. A: CELDAS DEL RECESO FRONTAL (BENT Y KUHN). B: RECESO FRONTAL (FLECHA BLANCA), AN: AGGER NASI. BE: BULLA ETMOIDAL. ....	54
FIGURA 29. HUESOS MAXILARES ARTICULADOS. A: VISIÓN ANTERIOR. B: VISIÓN SUPERIOR .....	54
FIGURA 30. IMÁGENES ENDOSCÓPICAS. <b>A</b> FOSA NASAL IZQUIERDA. S: TABIQUE NASAL. CM: CORNETE MEDIO. AU: APÓFISIS UNCIFORME. CI: CORNETE INFERIOR. LM: LÍNEA MAXILAR. <b>B</b> MEATO MEDIO IZQUIERDO.	

CM: CORNETE MEDIO. BE: BULLA ETMOIDAL. AU: APÓFISIS UNCIFORME. LB: LAMELA NASAL DEL CORNETE MEDIO. C MEATO MEDIO IZQUIERDO. FONTANELA POSTERIOR (CÍRCULO VERDE). OSTIUM MAXILAR TAPADO POR APÓFISIS UNCIFORME (CÍRCULO AZUL). D OSTIUM MAXILAR ABIERTO TRAS RESECCIÓN DE APÓFISIS UNCIFORME (CÍRCULO ROJO). FONTANELA POSTERIOR (CÍRCULO VERDE).....	56
FIGURA 31 IMAGEN ENDOSCÓPICA: SM: SENO MAXILAR IZQUIERDO TRAS AMPLIA MEATOTOMÍA MEDIA. * NERVIUM INFRAORBITARIO. SE: SENO ESFENOIDAL. CO: CELDA ESFENOETMOIDAL (ONODI) .....	57
FIGURA 32. HUESO ESFENOIDES .....	57
FIGURA 33. A ESFENOIDES TIPO CONCHAL, SIN RELIEVES EVIDENTES. B ESFENOIDES SELLAR. ACI: ARTERIA CARÓTIDA INTERNA. NO: NERVIUM ÓPTICO. V2: SEGUNDA RAMA DEL NERVIUM TRIGÉMINO. RL: RECESO LATERAL DEL ESFENOIDES. NV: NERVIUM VIDIANO.....	59
FIGURA 34. OSTIUM ESFENOIDAL (*).....	60
FIGURA 35 SENO ESFENOIDAL DERECHO TRAS ABORDAJE ENDOSCÓPICO. NO: NERVIUM ÓPTICO. ACIPs: ARTERIA CARÓTIDA INTERNA PARASELLAR. ACIPC: ARTERIA CARÓTIDA INTERNA PARACLIVAL. NV: NERVIUM VIDIANO. CL: CLIVUS. ROC: RECESO ÓPTICO-CAROTÍDEO .....	61
FIGURA 36. DIVISIÓN DE LA SUPERFICIE EXOCRANEAL DE LA BASE DEL CRÁNEO.....	63
FIGURA 37. BASE DE CRÁNEO ANTERIOR TRAS RESECCIÓN DE CELDAS ETMOIDALES. SE: SENO ESFENOIDAL. O: ÓRBITA. TF: TECHO FRONTAL. LC: LÁMINA CRIBOSA. SF: SENO FRONTAL. AEA: ARTERIA ETMOIDAL ANTERIOR. AEP: ARTERIA ETMOIDAL POSTERIOR.....	65
FIGURA 38. OSTEOLOGÍA: VERTIENTE ENDOCRANEAL DE LA BASE DE CRÁNEO ANTERIOR. ....	65
FIGURA 39. SUPERFICIE ENDOCRANEAL DE BASE DEL CRÁNEO.....	66
FIGURA 40. SUPERFICIE EXOCRANEAL DE BASE DEL CRÁNEO.....	68
FIGURA 41. A: SENO CAVERNOSO Y CAVUM DE MECKEL. VISIÓN LATERAL. B: SENO CAVERNOSO. VISIÓN POSTERIOR. TOMADO DE "THE RHOTON COLLECTION". WWW.RHOTON.INEURODB.ORG.....	70
FIGURA 42. CARA ANTERIOR DEL ESFENOIDES. ....	71
FIGURA 43. IMAGEN ENDOSCÓPICA EN CADÁVER. CPV: CANAL PALATOVAGINAL. CV: CONDUCTO VIDIANO. V2: AGUJERO REDONDO .....	74
FIGURA 44. FOSA INFRATEMPORAL. A: ARTERIA MAXILAR INTERNA, ARTERIA MENÍNGEA MEDIA Y V <sub>3</sub> (AMARILLO). B: RAMAS DE ARTERIA MAXILAR INTERNA. ....	75
FIGURA 45. FOSA YUGULAR. ACI: ARTERIA CARÓTIDA INTERNA. VYI: VENA YUGULAR INTERNA. SPI: SENO PETROSO INFERIOR. CH: CONDUCTO DEL NERVIUM HIPOGLOSO. TOMADO DE "THE RHOTON COLLECTION". WWW.RHOTON.INEURODB.ORG .....	77
FIGURA 46. ESQUEMA DE LOS SEGMENTOS DE LA ACI. C1: CERVICAL, C2A: PETROSO, C2B: LACERUM, C3: CAVERNOSO. C4: CLINOIDEO. C5: CISTERNAL. TOMADO CON PERMISO DE HERZALLAH IR, CASIANO RR. ENDOSCOPIC ENDONASAL STUDY OF THE INTERNAL CAROTID ARTERY COURSE AND VARIATIONS. AM J RHINOL. 2007;21(3):262-70.....	81
FIGURA 47. A: ABORDAJE TRANSSELLAR. B: ABORDAJE TRANSCRIBIFORME PARA HEMIRRESECCIÓN CRANEOFACIAL ENDOSCÓPICA POR ESTESIONEUROBLASTOMA. C: ABORDAJE TRANSCIVIL PARA EXÉRESIS DE CORDOMA DE CLIVUS. D: ABORDAJE TRANSETMOIDAL/TRANSCRIBIFORME PARA CIRUGÍA DE MENINGIOMA OLFATORIO .....	85
FIGURA 48. TUMORES BENIGNOS: A: ANGIOFIBROMA NASOFARÍNGEO JUVENIL. B: HEMANGIOMA. C: ADENOMA DE HIPÓFISIS .....	87
FIGURA 49. TUMORES MALIGNOS: A: CORDOMA DE CLIVUS. B: METÁSTASIS DE CARCINOMA TIROIDEO. C: ADENOCARCINOMA DE ESPACIO PARAFARÍNGEO SUPERIOR. D: CARCINOMA INDIFERENCIADO DE NASOFARINGE. E: HEMANGIOPERICITOMA.....	87

FIGURA 50. ABORDAJE TRANSPTERIGOIDEO PARA RESECCIÓN DE ANGIOFIBROMA NASOFARÍNGEO. A: MAXILECTOMÍA MEDIAL, DENKER ENDOSCÓPICO Y GRAN VENTANA NASOANTRAL. B: APERTURA DE PERIOSTIO DE FTP. C: CLIPADO DE ARTERIA MAXILAR INTERNA. D: RESECCIÓN TUMORAL PARCIAL. EXPOSICIÓN DE FTP E IT. E: LOCALIZACIÓN DE CONDUCTO VIDIANO. CONTROL DE ACI. F: RESECCIÓN TUMORAL COMPLETA. ....	89
FIGURA 51. A-B: ABORDAJE ENDOSCÓPICO TRANSPERIGOIDEO. FOSA DERECHA. LOCALIZACIÓN DE NERVIIO VIDIANO (FLECHA BLANCA) Y CAUTERIZACIÓN DE ARTERIA VIDIANA (CÍRCULO VERDE). LOCALIZACIÓN DE V2. C: V2 Y NERVIIO VIDIANO (ESTRELLA VERDE). AP: APÓFISIS PTERIGOIDES. SEMICÍRCULO: ÁREA DE FRESADO SEGURO.....	91
FIGURA 52. AGUJERO OVAL Y V <sub>3</sub> . A: DISECCIÓN EN CADÁVER. B: ABORDAJE ENDOSCÓPICO.....	91
FIGURA 53 FRESADO DE APÓFISIS PTERIGOIDES (AP). SE: SENO ESFENOIDAL. NP: NASOFARINGE.....	92
FIGURA 54. TUMORACIÓN EN PARED LATERAL IZQUIERDA DE NASOFARINGE. B: RESECCIÓN DE APÓFISIS PTERIGOIDES. C: SECCIÓN DE TE. D: RESECCIÓN TUMORAL.....	93
FIGURA 55. PROF. ROY R. CASIANO .....	96
FIGURA 56. DISTANCIAS DESDE LA COLUMELA A ESTRUCTURAS NASOSINUSALES (REPRODUCIDO CON PERMISO DE R. CASIANO. ENDOSCOPIC SINONASAL DISECTION GUIDE ) (136).....	96
FIGURA 57 GRAN MEATOTOMÍA MAXILAR MEDIA DERECHA. EXPOSICIÓN DEL SUELO ORBITARIO MEDIAL (LÍNEA VERDE). ....	97
FIGURA 58. REFERENCIAS ANATÓMICAS PARA LA LOCALIZACIÓN DEL SENO ESFENOIDAL (DCHA.) LOCALIZACIÓN DE SENO ESFENOIDAL Y APERTURA (IZDA). ....	98
FIGURA 59. LOCALIZACIÓN DEL SENO FRONTAL Y REFERENCIAS. AN: AGGER NASI. SB: CELDA SUPRABULLAR. SF: SENO FRONTAL .....	99
FIGURA 60. DISECCIÓN DE TECHO ETMOIDAL. SE: SENO ESFENOIDAL. AEP: ARTERIA ETMOIDAL POSTERIOR. AEA: ARTERIA ETMOIDAL ANTERIOR. O: ÓRBITA. F: SENO FRONTAL. CM: CORNETE MEDIO.....	99
FIGURA 61. A: LOCALIZACIÓN DE PRIMER FILETE OLFATORIO (*). B: REALIZACIÓN DE DRAF III FRONTAL DURANTE ABORDAJE TRANSCRIBIFORME/TRANSETMOIDAL.....	101
FIGURA 62. EQUIPO DE CIRUGÍA GUIADA POR LA IMAGEN.....	105
FIGURA 63. MEDIDA DE DISTANCIAS CON CALIBRE DIGITAL AEROSPACE DIGIMATIC VERNIER™ .....	114
FIGURA 64. ESTRUCTURAS ÓSEAS DE LA CARA EXOCRANEAL DE LA BASE DEL CRÁNEO SOBRE LAS QUE SE HAN REALIZADO LAS MEDIDAS.....	116
FIGURA 65. DISTANCIAS MEDIDAS DESDE ALA INTERNA DE APÓFISIS PTERIGOIDES (VERDE) A CONDUCTO DEL NERVIIO HIPOGLOSO [1], AGUJERO YUGULAR [2], AGUJERO RASGADO [3], CONDUCTO CAROTÍDEO [4]), CONDUCTO TUBÁRICO [5], AGUJERO OVAL [6], AGUJERO ESPINOSO [7] Y APÓFISIS ESTILOIDES [8]..	118
FIGURA 66 DISTANCIAS MEDIDAS DESDE ALA EXTERNA DE APÓFISIS PTERIGOIDES(VERDE) A AGUJERO YUGULAR [2], CONDUCTO CAROTÍDEO [4], CONDUCTO TUBÁRICO [5], AGUJERO OVAL [6], AGUJERO ESPINOSO [7] Y APÓFISIS ESTILOIDES [8].....	119
FIGURA 67. DISTANCIAS MEDIDAS DESDE EL VÓMER (VERDE) A CONDUCTO DEL NERVIIO HIPOGLOSO [1], AGUJERO YUGULAR [2], AGUJERO RASGADO [3], CONDUCTO CAROTÍDEO [4], CONDUCTO TUBÁRICO [5], AGUJERO OVAL [6], AGUJERO ESPINOSO [7], APÓFISIS ESTILOIDES [8] Y AGUJERO MAGNO [9]. .....	120
FIGURA 68. OTRAS MEDIDAS ENTRE DIFERENTES ESTRUCTURAS ÓSEAS DE LA BASE DEL CRÁNEO. AGUJERO YUGULAR [2], AGUJERO RASGADO [3], CONDUCTO CAROTÍDEO [4], CONDUCTO TUBÁRICO [5], AGUJERO OVAL [6] Y AGUJERO ESPINOSO [7]. ....	121
FIGURA 69. MÉTODO DE MEDIDA DE ÁNGULOS MEDIANTE EL PROGRAMA PIXELSTICK 1.1.2.....	122
FIGURA 70. ÁNGULOS MEDIDOS DESDE ALA INTERNA DE APÓFISIS PTERIGOIDES (VERDE) A CONDUCTO DEL	

NERVIO HIPOGLOSO [1], AGUJERO YUGULAR [2], AGUJERO RASGADO [3], CONDUCTO CAROTÍDEO [4], CONDUCTO TUBÁRICO [5], AGUJERO OVAL [6], AGUJERO ESPINOSO [7] Y APÓFISIS ESTILOIDES [8]. .	124
FIGURA 71. ÁNGULOS MEDIDOS DESDE ALA EXTERNA DE APÓFISIS PTERIGOIDES (VERDE) A AGUJERO YUGULAR [2], CONDUCTO CAROTÍDEO [4], CONDUCTO TUBÁRICO [5], AGUJERO OVAL [6], AGUJERO ESPINOSO [7] Y APÓFISIS ESTILOIDES [8].	125
FIGURA 72. ÁNGULOS MEDIDOS DESDE EL VÓMER (VERDE) A CONDUCTO DEL NERVIO HIPOGLOSO [1], AGUJERO YUGULAR [2], AGUJERO RASGADO [3], CONDUCTO CAROTÍDEO [4], CONDUCTO TUBÁRICO [5], AGUJERO OVAL [6], AGUJERO ESPINOSO [7] Y APÓFISIS ESTILOIDES [8].	126
FIGURA 73. ÁNGULOS MEDIDOS ENTRE DIFERENTES ESTRUCTURAS ÓSEAS DE LA BASE DEL CRÁNEO. AGUJERO YUGULAR [2], AGUJERO RASGADO [3], CONDUCTO CAROTÍDEO [4], CONDUCTO TUBÁRICO [5], AGUJERO OVAL [6] Y AGUJERO ESPINOSO [7].	127
FIGURA 74. DISTANCIA DE ALA INTERNA A EXTERNA DE APÓFISIS PTERIGOIDES.	135
FIGURA 75. DISTANCIAS DESDE VÓMER A DIFERENTES ESTRUCTURAS	136
FIGURA 76. DISTANCIAS DESDE ALA INTERNA SE APÓFISIS PTERIGOIDES A DIFERENTES.	136
FIGURA 77. DISTANCIAS DESDE ALA EXTERNA DE PTERIGOIDES EXTERNA A DIFERENTES	137
FIGURA 78. DISTANCIAS AGUJERO MAGNO A VÓMER.	137
FIGURA 79. DISTANCIA DESDE APÓFISIS ESTILOIDES A DIFERENTES ESTRUCTURAS.	138
FIGURA 80. DISTANCIAS DESDE AGUJERO RASGADO A DIFERENTES ESTRUCTURAS	138
FIGURA 81. DISTANCIAS DESDE CONDUCTO DEL NERVIO HIPOGLOSO A DIFERENTES	139
FIGURA 82. DISTANCIAS DESDE EL AGUJERO YUGULAR A DIFERENTES ESTRUCTURAS.	139
FIGURA 83. DISTANCIAS DESDE CONDUCTO CAROTÍDEO A DIFERENTES ESTRUCTURAS.	140
FIGURA 84. DISTANCIAS DESDE EL CONDUCTO TUBÁRICO A DIFERENTES ESTRUCTURAS	140
FIGURA 85. DISTANCIAS DESDE AGUJERO OVAL A DIFERENTES ESTRUCTURAS	141
FIGURA 86. DISTANCIAS DESDE AGUJERO ESPINOSO A DIFERENTES ESTRUCTURAS	141
FIGURA 87. ÁNGULOS DESDE AGUJERO RASGADO A DIFERENTES ESTRUCTURAS	145
FIGURA 88. ÁNGULOS DESDE VÓMER A DIFERENTES ESTRUCTURAS	146
FIGURA 89. ÁNGULOS DESDE ALA INTERNA SE APÓFISIS PTERIGOIDES A DIFERENTES	146
FIGURA 90. ÁNGULOS DESDE ALA EXTERNA DE APÓFISIS PTERIGOIDES A DIFERENTES	147
FIGURA 91. ÁNGULOS DESDE CONDUCTO DEL NERVIO HIPOGLOSO A DIFERENTES.	147
FIGURA 92. ÁNGULOS DESDE AGUJERO YUGULAR A DIFERENTES ESTRUCTURAS.	148
FIGURA 93. ÁNGULOS DESDE CONDUCTO CAROTÍDEO A DIFERENTES ESTRUCTURAS	148
FIGURA 94. ÁNGULOS DESDE CONDUCTO TUBÁRICO A DIFERENTES ESTRUCTURAS	149
FIGURA 95. ÁNGULOS DESDE AGUJERO OVAL A DIFERENTES ESTRUCTURAS.	149
FIGURA 96. ÁNGULOS DESDE AGUJERO ESPINOSO A DIFERENTES ESTRUCTURAS.	150
FIGURA 97. ÁNGULOS DESDE APÓFISIS ESTILOIDES A DIFERENTES ESTRUCTURAS	150
FIGURA 98. RECONSTRUCCIÓN BIDIMENSIONAL.	154
FIGURA 99 RECREACIÓN DE ABORDAJE ENDOSCÓPICO ENDONASAL EN CRÁNEO SECO. PI: ALA INTERNA DE LA APÓFISIS PTERIGOIDES A: VENA YUGULAR INTERNA (VYI). B: ARTERIA CARÓTIDA INTERNA (ACI). C: NERVIO HIPOGLOSO (XII PAR). D: NERVIO MANDIBULAR (V <sub>3</sub> .)	155
FIGURA 100. DIAGRAMAS DE CAJAS SEGÚN DIFERENCIAS POR SEXO (P>0,05)	158
FIGURA 101. DIAGRAMAS DE CAJA DE MEDIDAS EN RELACIÓN A LATERALIDAD	165
FIGURA 102. AGUJERO RASGADO (*) Y AGUJERO YUGULAR (CIRCULO AZUL). ESPINA YUGULAR (FLECHA AMARILLA).	169
FIGURA 103. SELECCIÓN UTILIZADA DE PUNTOS DE REFERENCIA PARA LAS MEDIDAS REALIZADAS SIGUIENDO UN	

HIPOTÉTICO ABORDAJE ENDOSCÓPICO ENDONASAL (DCHA). SELECCIÓN DE PUNTO INCORRECTA (IZDA). .....	171
FIGURA 104. A: LÁMINA PTERIGOALAR. B: AUSENCIA DE AGUJERO ESPINOSO EN LADO DERECHO. ....	172
FIGURA 105. IMAGEN DE RELACIÓN CERCANA ENTRE AGUJERO OVAL (AMARILLO) Y ALA EXTERNA DE APÓFISIS PTERIGOIDES (VERDE).....	178
FIGURA 106. SITUACIÓN DE ACI RESPECTO A AY. A: ANTEROMEDIAL. B: ANTEROLATERAL. C: ANTERIOR	180
FIGURA 107. POSICIÓN DE CT (BLANCO) FRENTE A CC (ROJO). A: ANTEROLATERAL. B: ANTERIOR. C: ANTEROLATERAL. D: RECREACIÓN DE BASE DE CRÁNEO DERECHA. SECCIÓN MEDIAL DE TE CARTILAGINOSA CON RIESGO DE LESIÓN DE ACI (FLECHA ROJA). SECCIÓN LATERAL SEGURA (FLECHA VERDE). ....	184
FIGURA 108. A: CORREDOR DESDE ALA EXTERNA DE APÓFISIS PTERIGOIDES A AGUJERO OVAL, CONDUCTO TUBÁRICO, CONDUCTO CAROTÍDEO Y AGUJERO YUGULAR. B: CORRELACIÓN ENTRE DISTANCIAS ENTRE VÓMER A AGUJERO MAGNO Y CONDUCTO CAROTÍDEO. ÁNGULO VÓMER AGUJERO OVAL. ....	187



# I.INTRODUCCIÓN

---

## 1.Cirugía Endoscópica Nasosinusal

La cirugía endoscópica nasosinusal (CENS) es una técnica quirúrgica que pretende el tratamiento de diferentes patologías a través de una vía endonasal. Se basa en el uso de endoscopios rígidos de diferentes angulaciones, acoplados a cámaras de alta definición. Diseñada inicialmente para el tratamiento de la patología inflamatoria de la nariz y los senos paranasales, ha sufrido un desarrollo impresionante en las últimas dos décadas.

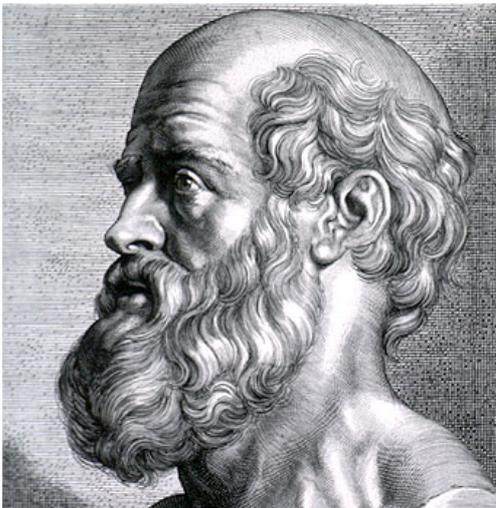


Figura 1. Hipócrates de Cos

### 1.1 Antecedentes Históricos

El uso de endoscopios, en un intento de visualizar las cavidades internas, a través de orificios naturales del cuerpo, fue una constante durante el desarrollo de la medicina. Las primeras descripciones sobre el uso de endoscopia, se remontan a Hipócrates (460-375 AC) por su uso de un espéculo rectal (**Fig.1**).

La medicina Romana describió también instrumentos similares, encontrándose, por ejemplo, espéculos vaginales en las ruinas de Pompeya (1).

Philipp Bozzini es considerado el padre de la endoscopia, al desarrollar en 1806 el denominado “*Lichtleiter*” (*Guía de luz*), una especie de tubo con espejos e iluminado con una vela, diseñado para realizar exploraciones endoscópicas

genitourinarias (2)(3) **(Fig.2)**. No ha quedado demostrado si Bozzini llegó a realizar dichas exploraciones en humanos y en general su invento fue denostado por la comunidad científica de la época, por su pobre iluminación, lo supuestamente doloroso de su aplicación y el riesgo de quemaduras. Sin embargo, como tantas veces en el desarrollo científico, sentó las bases de avances posteriores (1).

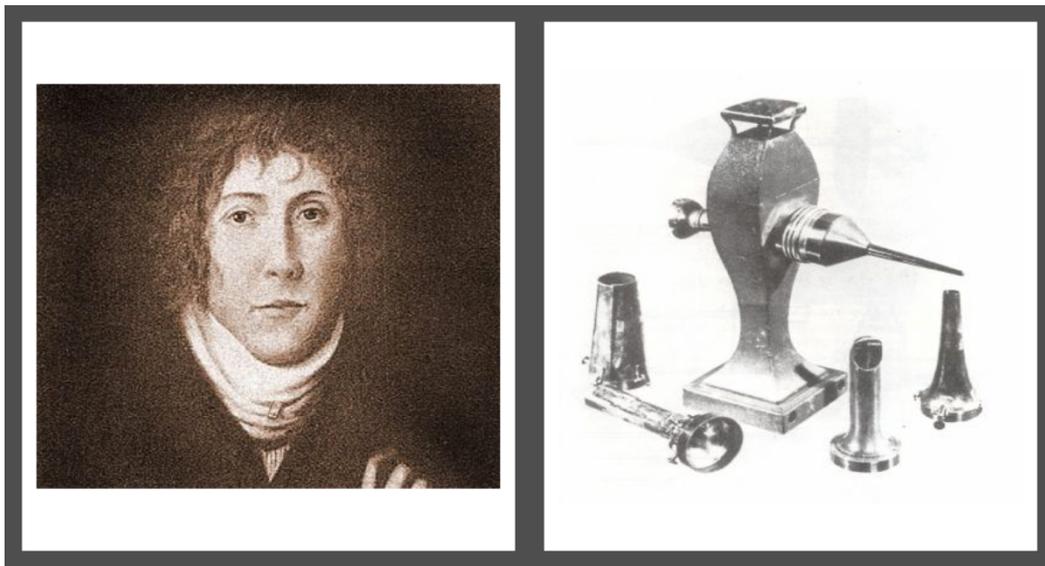


Figura 2. Philipp Bozzini y su “Lichtleiter”

La “denominación “endoscopia” se atribuye a Antonin Jean Desormeaux, el cual describe en 1853, un tubo abierto con lentes, en un intento de conseguir mayor intensidad lumínica. Este tubo, fue utilizado posteriormente por Kirstein en 1895 y Killian en 1896 para la realización de laringo-tráqueo-broncoscopias (2).

En 1877 Max Nitze diseña lo que sería el primer cistoscopio, iluminado con una bombilla de filamentos de mínimo tamaño. Otro avance importante, de aspecto realmente similar a los modernos endoscopios, pero que todavía adolecía de calidad de imagen e iluminación (2) **(Fig.3)**.

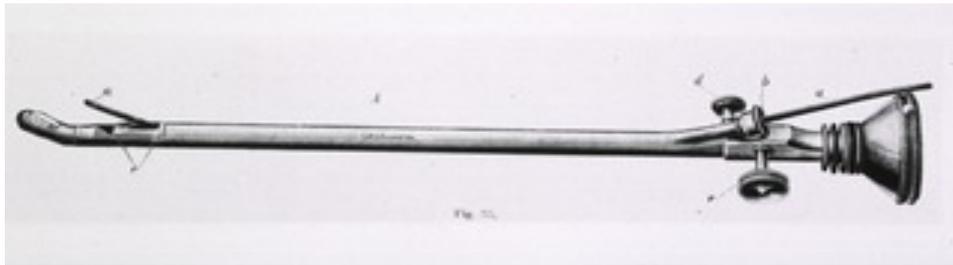


Figura 3. Cistoscopio de Nitze

La dificultad de una adecuada visualización, por la falta de iluminación, hizo que el desarrollo de los sistemas endoscópicos sufriera un importante retraso. Hasta este momento las ópticas se construían mediante un tubo con lentes colocadas entre largos espacios de aire.

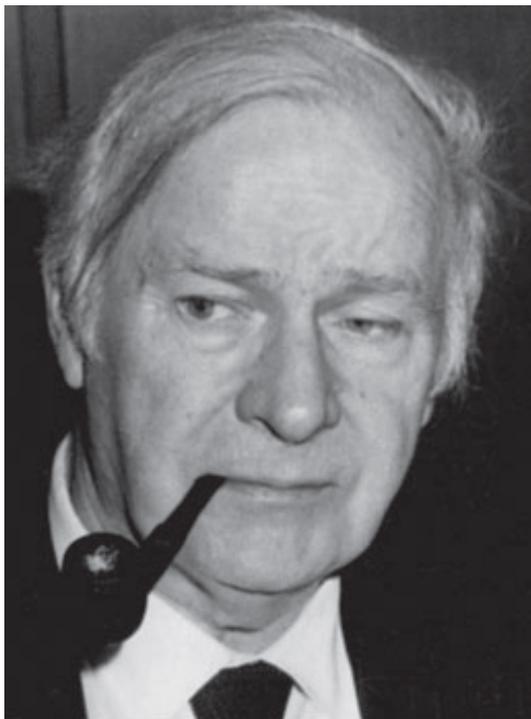


Figura 4. Prof. Harold Hopkins

Sin embargo, en 1957, el físico británico Harold Hopkins (1918-1994) **(Fig.4)**, desarrolla un nuevo sistema de ópticas, denominado “*rod-lens system*” las cuales se caracterizan por estar diseñadas mediante un tubo ocupado por lentes de cristal y a diferencia de las anteriores, mínimos espacios de aire **(Fig.5)**. La mejor capacidad de conducción de la luz del vidrio frente al aire y los mínimos interfaces aire-vidrio, hicieron que la *calidad de la*

imagen, iluminación y ángulo de visión, mejoraran de forma extraordinaria (4)

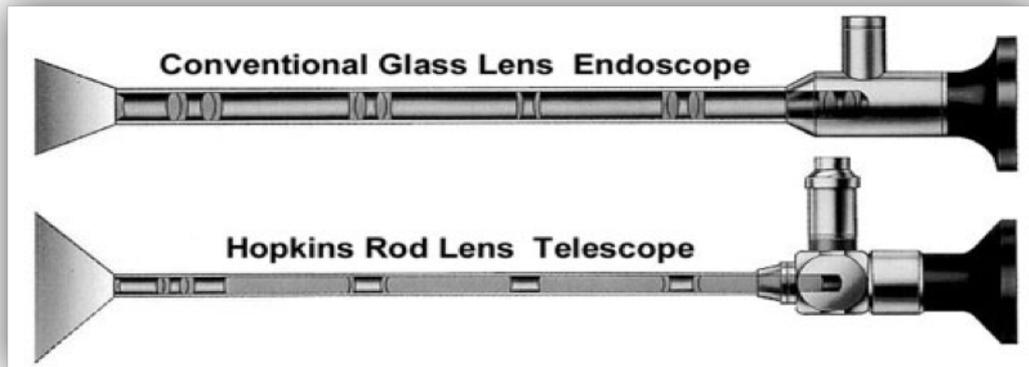


Figura 5. Ópticas convencionales frente a ópticas Hopkins

En los años 60, en aquel momento, una pequeña compañía alemana de instrumental médico, dirigida por Karl Storz (**Fig.6**), había desarrollado un sistema de transmisión de luz fría mediante fibra óptica.

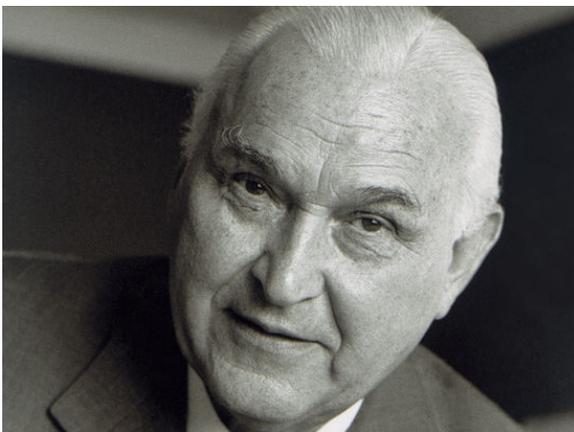


Figura 6. Karl Storz

En 1965 Hopkins y Storz, acuerdan una colaboración para unir el sistema de ópticas Hopkins y los cables de luz fría Storz.(4)(5). La unión de estos dos avanzados sistemas, producirá un cambio revolucionario en el diagnóstico y tratamiento de multitud de patologías, en numerosas

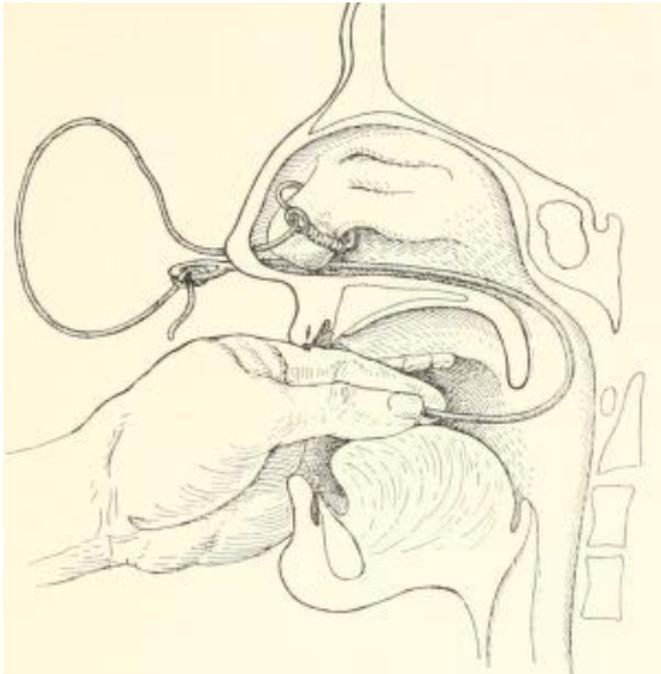
especialidades, abriendo la puerta a la cirugía endoscópica moderna.

Paralelamente al desarrollo de la endoscopia, la cirugía nasal fue evolucionado a través de los siglos. Así los antiguos egipcios ya eran capaces, durante los procesos de momificación, de extraer el cerebro de los cadáveres a través de las

fosas nasales. Con las debidas diferencias, una vía de abordaje ciertamente similar a las utilizadas actualmente en cirugía de base de cráneo.

Los primeras descripciones de cirugía nasal, proceden de escritos indios, como el “Susruta”, donde se describe un instrumento de madera diseñado para la

extirpación de pólipos nasales (6).



El ya mencionado Hipócrates, describe numerosas técnicas de cirugía nasal y diseña instrumentos, tanto para el tratamiento de fracturas nasales como para la extirpación de pólipos nasales (6) (7) **(Fig.7)**.

Figura 7. Instrumento diseñado por Hipócrates para la extirpación de pólipos nasales.

Galeno describe en el siglo II d.C. diversas estructuras

nasales, como la lámina papirácea o el conducto nasolacrimal. Leonardo da Vinci dibuja en 1479 los cornetes y los senos paranasales, tras estudiar piezas anatómicas (8).

En 1543, Andrés Vesalio **(Fig.8)**, considerado el fundador de la anatomía moderna, escribe la primera descripción de la neumatización de los diferentes senos paranasales, frontal, esfenoides y maxilar (9). Giovanni Filippo Ingrassia delimita el etmoides anterior (2). Casserius en 1610, describe perfectamente los cornetes, número, forma y estructura ósea, comparándolos con la “concha



Figura 8. Andrés Vesalio. Fundador de la moderna anatomía humana.

venera” y adoptando el actual nombre de turbinas “*turbinata osa*” (6). En 1651 Nathaniel Highmore describe con detalle el seno maxilar, denominado desde entonces “*Antro de Highmore*” (10). Describe también casos de supuraciones en seno maxilar, sugiriendo el mal estado de los dientes superiores como causa de ello (6).

En los siglos siguientes, se observa un intento por encontrar la verdadera función de los senos paranasales. Aparecen

teorías que achacan a los senos paranasales la función de reservorio de aceite para facilitar el movimiento de los ojos, o lugar de almacén de los malos espíritus del cerebro. En 1660, Schneider afirma que el moco no se produce en el cerebro, sino en los senos paranasales (2)(6)(10). A esta aportación se debe la denominación de la mucosa nasosinusal como membrana Schneideriana (9).

También el siglo XVII comienzan a describirse intervenciones quirúrgicas en los senos paranasales, fundamentalmente en el seno maxilar. Molinetti en 1675, realiza el drenaje del seno maxilar a través de una incisión externa en la mejilla, mientras que Zwingler, Cowper y Drake lo realizan a través de los alveolos dentarios y Lamonier, nacido en 1717, aboga por una apertura posterior entre la tuberosidad malar y el tercer molar. Jourdain en 1765 comienza a realizar lavados del seno maxilar a través de su apertura natural (2)(6).

En 1893, George Caldwell (**Fig.9**) en EEUU y en 1897 Henri Luc en Francia, describen una intervención en el seno maxilar consistente en una apertura radical a través de la fosa canina y la comunicación posterior con la nariz mediante una meatotomía inferior. La operación de Caldwell-Luc se convierte en referencia de la cirugía del seno maxilar, hasta el advenimiento de la endoscopia en los años 80 del siglo pasado (2)(6).

Hubo también intentos de utilizar los precarios medios endoscópicos disponibles para la exploración y tratamiento de la patología del seno maxilar. Así Hirschmann en 1903 usa un cistoscopio modificado, introducido a través de los alveolos dentarios (11) y Tovolgyi diseña en 1911 un trocar para punción anterior del seno maxilar, que permitía la introducción de un endoscopio (6).

El desarrollo de la anatomía sinusal es también paralelo al de la moderna cirugía,

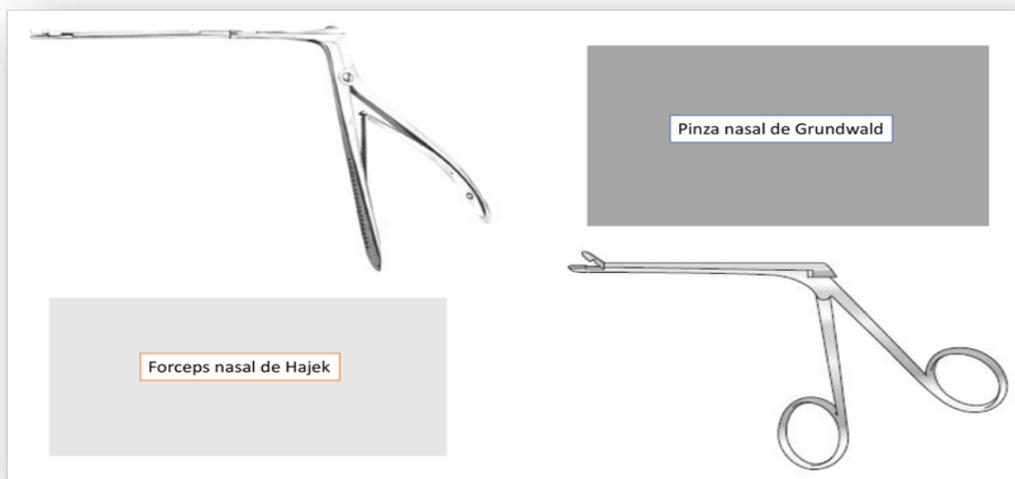


*Figura 9. Dr. G. Caldwell*

así en 1882, Zuckerkandl publica su tratado *“Anatomy of the nose and of its pneumatic attachments”*, que se convierte en referencia en el campo de la rinología (11). En 1900 Onodi presenta sus trabajos sobre las celdas del etmoides posterior, el esfenoides y su relación con el nervio óptico (6). Las celdas esfenoetmoidales serán por esto denominadas *“celdas de Onodi”*.

El conocimiento preciso de la anatomía nasosinusal facilita también el desarrollo de la cirugía etmoidal. Se atribuye a Riberi (1838) la realización de la primera

etmoidectomía intranasal (2). Bosworth en 1984 describe la etmoidectomía intranasal para la cirugía de la poliposis y reconoce la inserción de los pólipos en el hueso etmoidal, realizando cirugías radicales, con resección del cornete medio y ocasionalmente el inferior. Relaciona también la poliposis con el asma y la fiebre del heno. Su contribución provocó un gran desarrollo de la cirugía etmoidal y el diseño de instrumental específico por parte de Grundwald (1893) y Hajek (1899) (**Fig.10**), firmes defensores del abordaje intranasal del etmoides, mientras que Rouge (1873), Killian (1900) o Uffenorde (1907) desarrollan técnicas de abordaje extranasal del etmoides (6).



*Figura 10. Instrumental quirúrgico diseñado por Hajek y Grundwald*

Los inicios de la cirugía frontal, fueron paralelos a los de la cirugía etmoidal, también con el desarrollo de procedimientos intranasales o abiertos. Las primeras técnicas, basadas en la realización de trépanos, fueron rápidamente rechazadas, así Ambrosio Paré (1510-1590) aconsejaba no realizarla, ya que se evacua un líquido blanquecino y aire, que es el “*cerebro licuado*”. Fabricio Hildanus (1560-1634), el padre de la cirugía alemana, reconocía que “*las heridas frontales no se curan, hacen fístulas y úlceras, se comunican con los ojos, sale*

*pus, se inflama la conjuntiva y el globo ocular se desplaza*”, intuyendo la relación de la patología frontal con la órbita (6).

Muchos siglos después, *Wells* publica en 1870 en la revista *Lancet*, la primera cirugía frontal mediante un trépano y la colocación de un tubo de drenaje y *Ogston* (1884) y *Luc* (1896) colocan a través del orificio de un trépano, un tubo de drenaje desde el seno frontal al etmoides. El procedimiento denominado de *Ogston-Luc*, se asoció a excesivos fallos por la obliteración de la nueva comunicación frontonasal (9).

Es *J. Parsons Schaeffer* en 1890 quien por primera vez preconiza la vía intranasal. Utiliza una técnica de punción a través del conducto nasofrontal para alcanzar el seno frontal. *Ingals*, *Halle*, *Good* y *Wells* también recomiendan las técnicas intranasales entre 1900 and 1910, encontrando fuerte oposición de los defensores de las técnicas extranasales, con menos complicaciones y posiblemente en ese momento más efectivas (12).

Los abordajes externos, comenzaron basándose en ablaciones de diversas paredes del seno frontal. En 1750, *Roungé* realiza la primera ablación de la pared anterior del seno frontal. *Riedel* en 1898 llega incluso a reseca la tabla anterior y el suelo del seno. Aunque los resultados funcionales de estas cirugías eran mucho mejores que los procedimientos intranasales, las importantes deformidades estéticas hicieron que *Killian* en 1903, recomendase preservar el marco suparorbitario y *Hajek* describiera, también en 1903 la osteoplastia frontal, mediante un colgajo de base inferior de hueso y periostio, reponiéndose tras la

cirugía, técnica que ha llegado hasta nuestros días (12).

Podemos señalar otros hitos en la cirugía del seno frontal, por la trascendencia posterior que han tenido. Así Howard A. Lothrop (**Fig.11**), describe en 1898 una técnica intranasal, que consiste en la resección del etmoides anterior, el suelo de ambos frontales, el tabique interfrontal y la parte superior del tabique nasal



Figura 11. Howard A. Lothrop

(13). Aunque se trató de un procedimiento muy complicado para los medios de la época, tras el advenimiento de la moderna cirugía endoscópica, la *técnica de Lothrop* sería retomada por Draf en 1990, convirtiéndose hoy en día en el procedimiento de elección en patología frontal compleja (14).

En 1921 Lynch describe su técnica de frontoetmoidectomía externa (15) y aunque había habido intentos anteriores, W.

Montgomery sistematiza la cirugía frontal con obliteración del seno (16). Ambos procedimientos también han llegado hasta nuestros días.

La cirugía nasosinusal, continuó moviéndose durante algunos años entre la cirugía externa y los procedimientos intranasales, hasta que Mosher, que había introducido en 1912 las técnicas intranasales en Estados Unidos, desanimado por los malos resultados de éstas, declara que *“la etmoidectomía intranasal se ha probado como una de las formas más fáciles de matar a un hombre”* (2). La cirugía intranasal sufrirá un retroceso importante hasta el desarrollo de las modernas técnicas endoscópicas, dominando en estos años la cirugía externa,

abordaje de Caldwell-Luc, la técnica del brasileño Ermiro de Lima (10), de etmoidectomía con cureta a través de una abordaje de maxilar, la frontoetmoidectomía externa y la osteoplastia frontal.

Como hemos visto, aunque la cirugía nasosinusal había alcanzado un nivel muy elevado, los procedimientos intranasales no habían podido desarrollarse debido a la falta de medios técnicos, visualización e iluminación.

Por otro lado, en 1965, Hopkins y Storz habían desarrollado el sistema de ópticas y luz fría. Para el desarrollo de la cirugía intranasal era necesaria la unión de estos avances quirúrgicos y técnicos. Esta unión va a suceder en el Departamento de Otorrinolaringología de la Universidad de Graz, donde el profesor Walter Messenklinger (**Fig.12**), comienza a utilizar los sistemas ópticos antes descritos, solicitando a Karl Storz endoscopios específicos de 4mm de diámetro y 18 mm de longitud, con diferentes angulaciones para el diagnóstico y la cirugía nasosinusal.

Messenklinger consigue importantes avances en el estudio del aclaramiento mucociliar de los senos paranasales (17). Sus estudios revelan también que los grandes senos paranasales se ventilan a través de pequeños orificios al etmoides y de aquí a la fosa nasal, definiendo los conceptos de infundíbulo y receso frontal, como pre-celdas de acceso al seno maxilar y frontal respectivamente. El bloqueo de estas estructuras, fundamentalmente por anomalías anatómicas lleva al desarrollo de infecciones. Aboga por el estudio sistemático de la tomografía para el diagnóstico de la patología nasosinusal y finalmente desarrolla técnicas quirúrgicas endoscópicas específicas para cada situación con el fin de restablecer la adecuada ventilación de los senos

paranasales (18). Es realmente el nacimiento de la cirugía endoscópica nasosinusal y más aún de una cirugía realizada en función de la patología existente. Todo este nuevo concepto quirúrgico es definido como “*Functional Endoscopic Sinus Surgery*” (FESS), o *Técnica de Messerklinger* y constituye probablemente unos de los hitos más importantes en la historia de la rinología.

En 1978, Walter Messerklinger publica su libro “*Endoscopy of the nose*” que sin

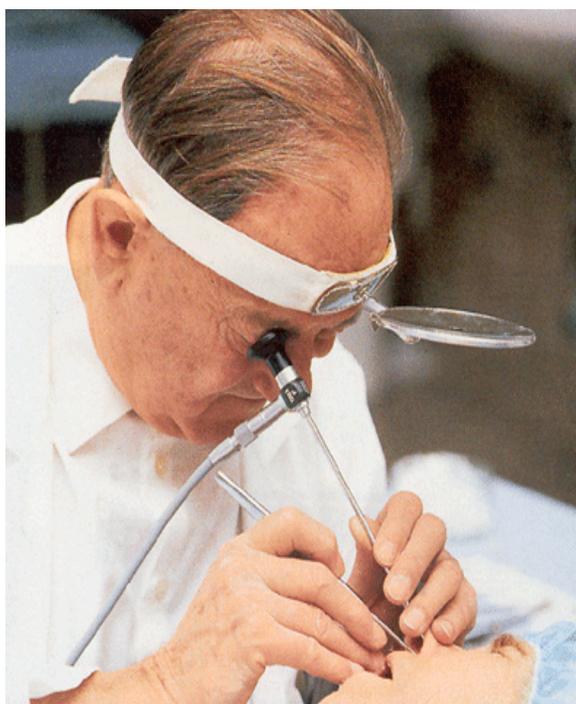


Figura 12. Prof. Walter Messerklinger

embargo no consigue la aceptación esperada por la comunidad científica.(11)

Sin embargo, años después su discípulo y ayudante, el Prof. Heinz Stammberger (**Fig.13**), también del departamento de ORL de la Universidad de Graz, recupera las técnicas de W. Messerklinger, que entonces sí son ampliamente aceptadas.

Stammberger difunde la FESS en sus trabajos, recalcando nuevamente la importancia de la adecuada ventilación de los senos paranasales, reescribe las alteraciones anatómicas importantes en la génesis de las infecciones sinusales, concha bullosa, cornete paradójico, apófisis unciforme hipertrófica etc... y su importancia en el bloqueo de la ventilación sinusal (19). Describe la técnica quirúrgica, basada en la reventilación de los senos afectados y como método de



Figura 13. Prof. Heinz Stammberger

recuperación de la mucosa enferma y presenta ya series de 2500 pacientes intervenidos mediante FESS (20). La técnica de Messerklinger comienza a imponerse como de elección en patología inflamatoria nasosinusal. En 1991 Stammberger publica su libro *“Functional Endoscopic Sinus Surgery. The Messerklinger technique”* (11) que se convierte en la auténtica referencia de la cirugía nasosinusal. Como veremos posteriormente, la cirugía endoscópica nasosinusal se convertirá en pocos años en una técnica que va a

revolucionar la rinología hasta límites inimaginables.

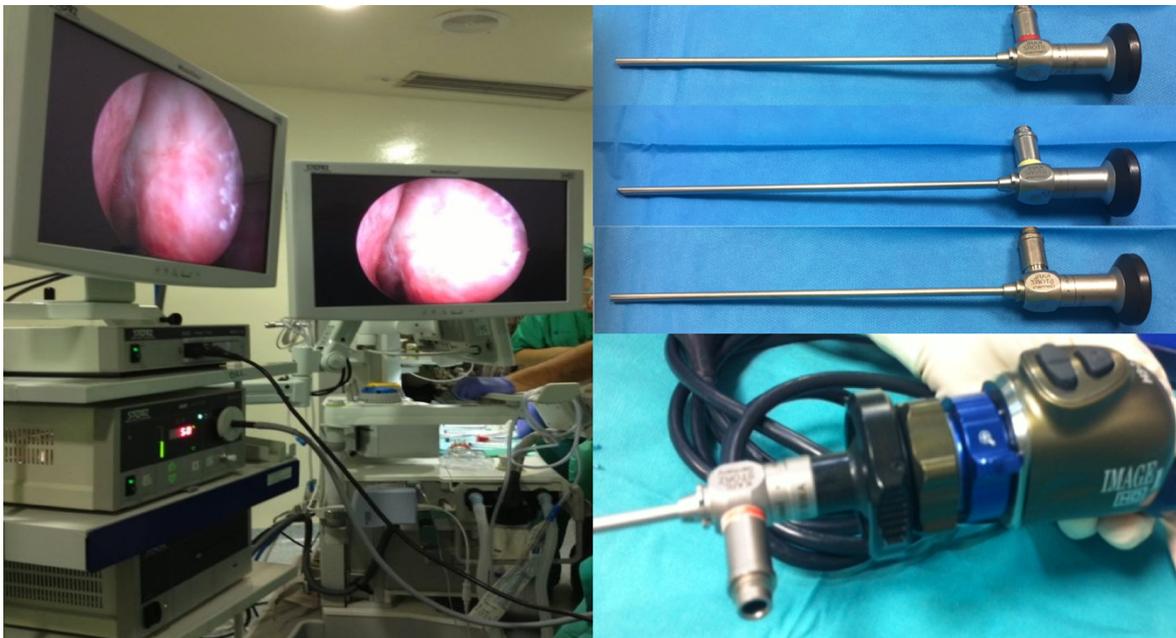
## 1.2 Medios Técnicos. Técnica Quirúrgica

Como ya hemos indicado, la CENS se basa en la introducción de endoscopios a través de los orificios nasales, con el fin de realizar diversas intervenciones quirúrgicas. En este capítulo describiremos los medios técnicos habituales con los que se realiza y la técnica quirúrgica, cuyo conocimiento considero necesario para comprender posteriormente la cirugía de base de cráneo.

En los inicios de la FESS, tanto las exploraciones diagnósticas como las cirugías se realizaban mediante visión directa desde el ocular de las entonces modernas ópticas Hopkins. Aunque algunos cirujanos argumentaban que puede dar mayor grado de orientación y profundidad durante la cirugía (21) actualmente esto se

ha sustituido por modernos equipos de endoscopia, compuestos por diversas ópticas acopladas mediante cables de luz fría a potentes fuentes de iluminación y cámaras de alta definición, que permiten la visión en monitores (**Fig. 14**).

Las ópticas, generalmente de 18 milímetros (mm) de longitud, están disponibles con diversas angulaciones, 0°, 30°, 45° y 70°, habitualmente con diámetros de 4mm, pero también de 2,8 mm indicados para CENS pediátrica.



*Figura 14. Torre de endoscopia nasosinusal: doble pantalla, cámara de alta definición, fuente de luz de xenón y sistema de grabación. Endoscopios de diferentes angulaciones. Endoscopio engarzado a cabezal de cámara.*

Éstos pueden llevar acoplados sistemas de irrigación y lavado de ópticas que facilite su limpieza, aunque el mayor grosor dificulta la introducción del endoscopio y produce lesiones mucosas (22).

Las cámaras digitales de un chip han sido sustituidas por las más avanzadas de 3 chips, demostrando mayor resolución y fidelidad de color (23). También los modernos monitores “HD” con 1900x1080 pixeles mejoran la definición, el contraste y la visión periférica en el campo quirúrgico (24). Los últimos avances

en tecnología 3D y robótica se encuentran pendientes de demostrar su utilidad en cirugía nasal.

Por último, las fuentes de luz de xenón son las más utilizadas actualmente en cirugía endoscópica. Transmiten la luz a través de cables de fibra óptica al endoscopio utilizado, consiguiendo una adecuada iluminación. Frente a las fuentes de luz halógenas, han demostrado una iluminación tres veces más alta con luz más blanca y fría (23).

Las modernas torres de endoscopia disponen también de sistemas de grabación y digitalización de imagen, que permiten recopilar las cirugías realizadas con finalidad docente o médico-legal.

Una vez dispuestos los sistemas de endoscopia, las cirugías intranasales se realizan mediante la introducción por las narinas de instrumental específico.

El uso de instrumental motorizado también constituyó un importante avance tecnológico en CENS. Así los microdesbridadores fueron introducidos por Settliif en 1994 (25) y son los instrumentos motorizados más utilizados actualmente. Constan una pieza de mano acoplada a un terminal compuesto por una cánula externa con apertura en su extremo distal, de 2 o 4mm y una cánula interna dentada, con la posibilidad de rotar u oscilar, conectada a un sistema de aspiración, con la capacidad de remover tejido. Se utiliza generalmente en modo oscilante a 5000 rpm. La disminución de la oscilación implica una mayor agresividad en la remoción de tejido.

Se dispone de terminales de diversas formas y angulaciones, para adaptarse a las diversas áreas de trabajo y en los últimos años se han desarrollado nuevos dispositivos, desde los que incorporan sistemas de coagulación bipolar en su

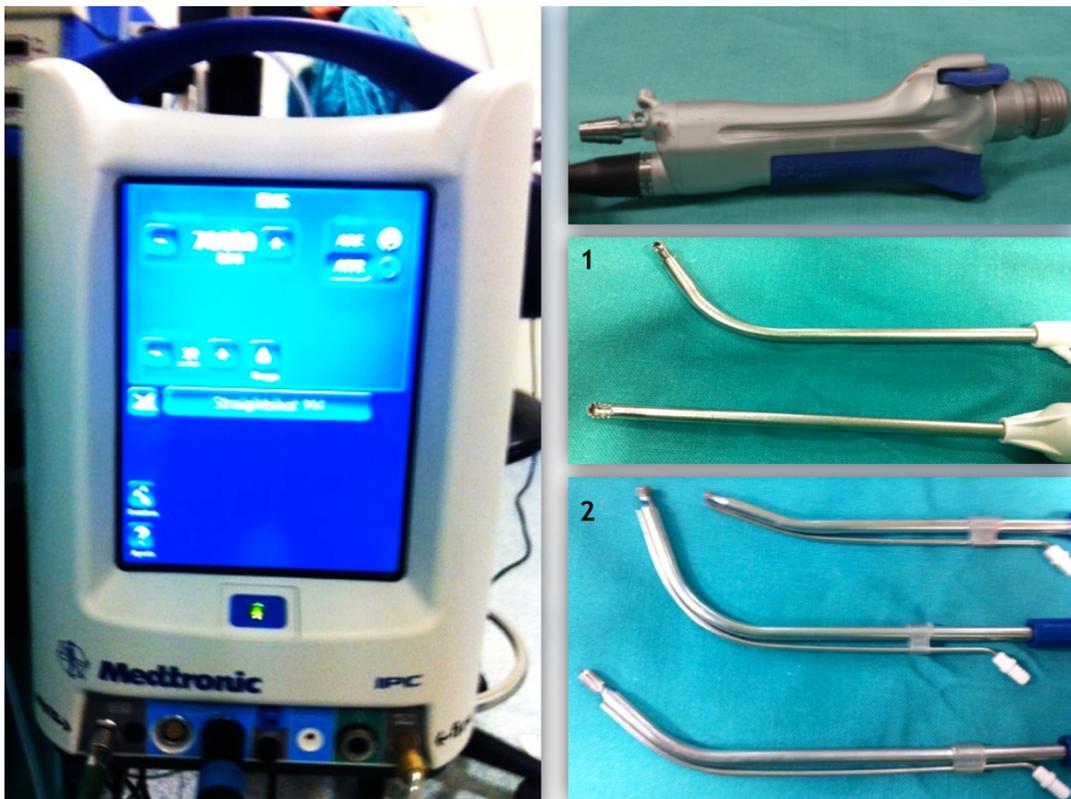
apertura distal (26), que podrían disminuir el sangrado en los procedimientos endoscópicos, a otros terminales específicos para cirugía de base de cráneo, incluso adaptados a los sistemas de cirugía guiada por la imagen (27).

Su principal indicación es la extirpación de pólipos, tumores o mucosa sobrante durante los abordajes endoscópicos. Su ventaja indudable es la rápida extracción de tejido y la succión continua, que mejora la visión durante la cirugía. (28). Sin embargo, la pérdida de sensaciones táctiles durante su uso es mayor que con instrumental clásico (27), de forma que, aunque no se ha demostrado una mayor incidencia de complicaciones (29) con el uso de desbridadores, si debemos ser conscientes del riesgo de su uso cerca de estructuras críticas como la órbita, techo nasal o ACI. En todo caso, estudios realizados han avalado su eficacia, seguridad y coste-efectividad (30).

Adaptados a las mismas consolas de control de los microdesbridadores, los sistemas de fresado son otra herramienta en cirugía endoscópica nasosinusal (**Fig.15**). Aunque no son utilizados de rutina en CENS básica, su uso es imprescindible en cirugías que conlleven la remoción de hueso duro o grueso (31).

Disponemos hoy en día de sistemas de fresado distal que permiten un trabajo seguro sin lesiones a nivel de orificios nasales, con terminales de corte o bien diamantados para un fresado menos agresivo. Éstos están diseñados con diversas angulaciones, desde 15° a 90° y formas, algunos con el cabezal protegido para evitar daños en el tejido circundante. Los terminales con irrigación y aspiración continua, permiten la cirugía en un campo más limpio de sangre y restos quirúrgicos además de evitar el calentamiento de los tejidos. Sin embargo,

su potencia alcanza solamente 30.000 rpm por lo cual, para trabajos en hueso especialmente duro, pico frontal, apófisis pterigoides o techo etmoidal, es más adecuado el uso de terminales de fresado con irrigación sin aspiración que consiguen hasta 80.000 rpm. La posibilidad de la cirugía endoscópica nasal a “cuatro manos” (32) que explicaremos más adelante, facilita que el ayudante quirúrgico pueda realizar este trabajo de aspiración.



*Figura 15. Motor M5 de Medtronic. Pieza de mano adaptable a desbridadores [1] y sistemas de fresado [2].*

Su principal indicación en CENS es para la realización de la técnica de Lothrop modificada o Draf III (33), que precisa del fresado del pico y suelo frontal para realizar una cavidad común de ambos senos frontales. Otra indicación es para algunos autores la dacriocistorrinostomía endoscópica (34). También otros procedimientos como la maxilectomía medial (35), algunos abordajes esfenoidales (36), especialmente al receso lateral (37), la descompresión del

nervio óptico (31), la resección endoscópica de lesiones fibroósas (38) o el fresado del área de inserción de tumores nasosinuales, fundamentalmente papilomas invertidos (39), precisan del uso de estos sistemas.

En cirugía de base de cráneo es imprescindible el uso de sistemas de fresado de alta velocidad en casi todos los abordajes, comenzando por los abordajes transesfenoidales (40) a la región selar o paraselar, los transcribiformes o transetmoidales y muy especialmente los transpterigoideos (41), donde el grosor y la dureza del hueso hace imposible el avance del procedimiento endoscópico.

Otros recursos utilizados en cirugía endoscópica nasosinusal y de base de cráneo son los sistemas de hemostasia, tanto pinzas y aspiradores monopolares y bipolares, como sustancias hemostáticas, Floseal®, Tissucol®, Surgicel® etc.

Finalmente, otros sistemas utilizados como navegadores o doppler intraquirúrgico serán explicados más detalladamente en otro capítulo.

Una vez dispuestos nuestros medios técnicos, comenzaremos por diseñar su colocación en el quirófano. Ésta, en nuestro caso, es diferente según se trate de endoscopia nasosinusal ORL o base de cráneo en colaboración con el servicio de neurocirugía (**Fig.16**). Cada pantalla de la torre de endoscopia debe estar situada de frente a cada cirujano para evitar lesiones cervicales.

El paciente se coloca en la camilla en decúbito supino con una inclinación de 30°, que facilita el retorno venoso, disminuyendo el sangrado. El endoscopio se introducirá por la nariz, empujándolo hacia la parte superior del vestíbulo, lo

que permite la introducción del instrumental por la parte inferior (**Fig.17**) (21).

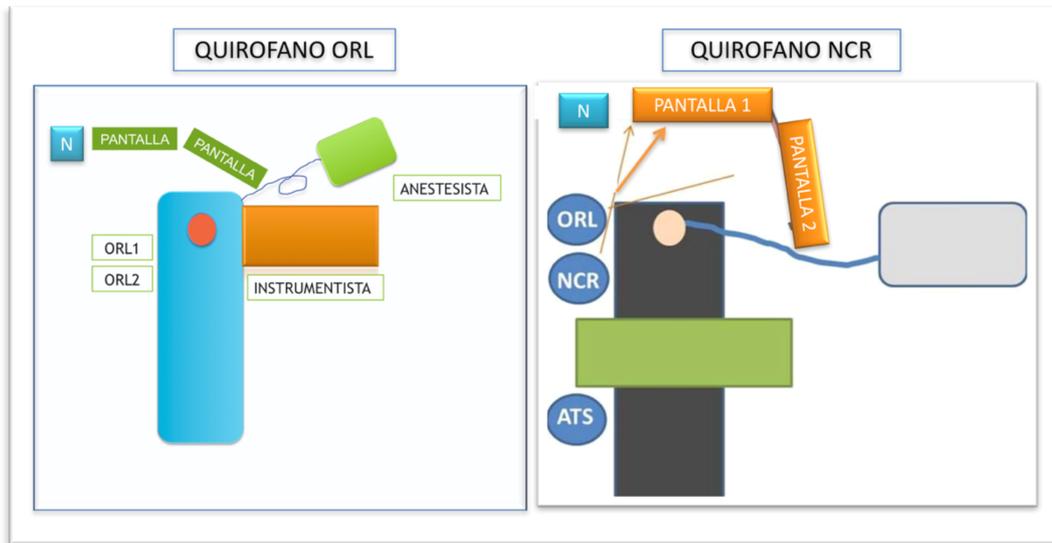
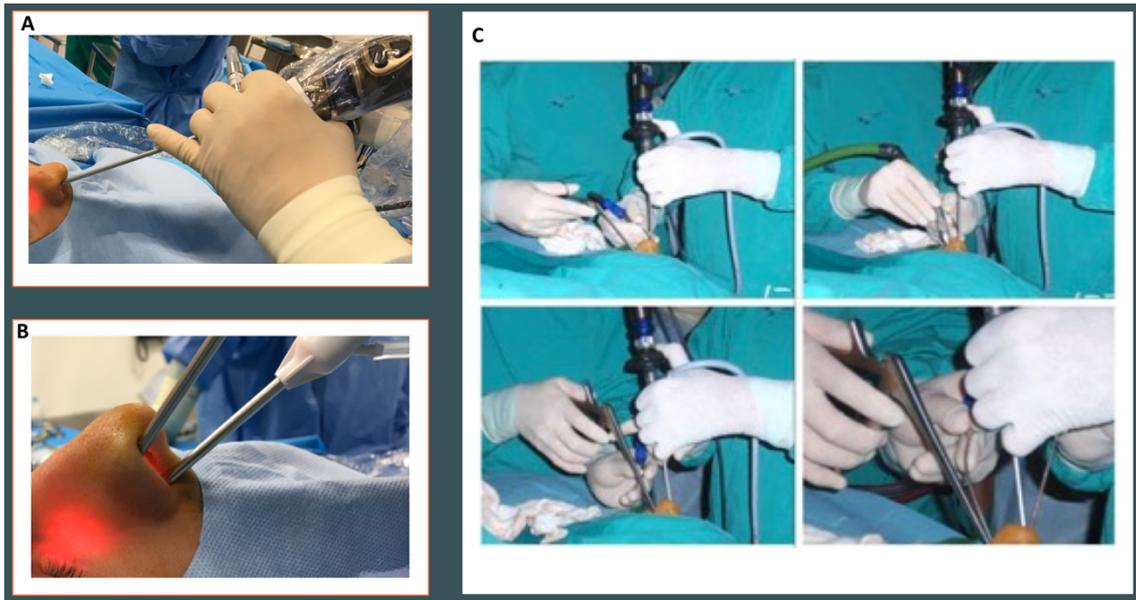


Figura 16. Disposición del quirófano. Quirófano ORL (derecha). Quirófano en colaboración con servicio de neurocirugía (NCR). N: Navegador

Otra posibilidad existente en CENS y sobre todo en cirugía de base de cráneo, es la denominada “técnica de cuatro manos” (**Fig.17**). Fue descrita en 1990 por May (42) aplicada a CENS. Consiste en la introducción por una narina de endoscopio e instrumental por parte del cirujano y de instrumental adicional, habitualmente aspiración, por parte del ayudante, con el fin de mejorar la visión del campo quirúrgico y ayudar en determinados pasos de la técnica utilizada. Su uso se extendió rápidamente, modificándose para introducir instrumental por ambas narinas, llegando a ser actualmente un elemento imprescindible en cirugía endoscópica de base de cráneo (32). Esta técnica ha demostrado acortar el tiempo quirúrgico, mejorar la visibilidad y disminuir el número de complicaciones (43).

Excepto en cirugía del seno frontal, el instrumental se colocará siempre en la posición comentada. El uso de endoscopios de 0°, 30°, 45°, 70°, dependerá de las preferencias de cada cirujano, sin embargo, en general es preferible el uso

de endoscopio de 30° con visión lateral para la mayor parte de la cirugía. El endoscopio de 0° aunque puede ser usado, no permite una buena visión lateral (44) y se reserva para momentos en que se precise una visión sin la más mínima distorsión de la imagen. El endoscopio de 70° es útil para la visión de recesos superiores o laterales de los senos frontal, esfenoides o maxilar.



*Figura 17. A-B: Introducción de endoscopios e instrumental por narina. C: Técnica de "4 manos" en cirugía endoscópica de base de cráneo.*

De esta manera comenzaríamos nuestra cirugía endoscópica. Pero antes creemos necesario explicar determinados conceptos anatómicos nasosinusales y de base de cráneo que permitan comprender capítulos posteriores.

## 2. Anatomía Nasosinusal y de Base de Cráneo. Anatomía Endoscópica.

### 2.1 Introducción

La cavidad nasal es el espacio delimitado entre las narinas y las coanas. Su límite inferior es el paladar y el superior el techo nasal, denominada lámina cribosa. Lateralmente comunica con los meatos inferior, medio y superior. Está dividida en dos partes por el tabique nasal.

Aunque este trabajo se enmarca en un estudio anatómico de distancias y ángulos de la superficie exocraneal de la base del cráneo, intenta tener un

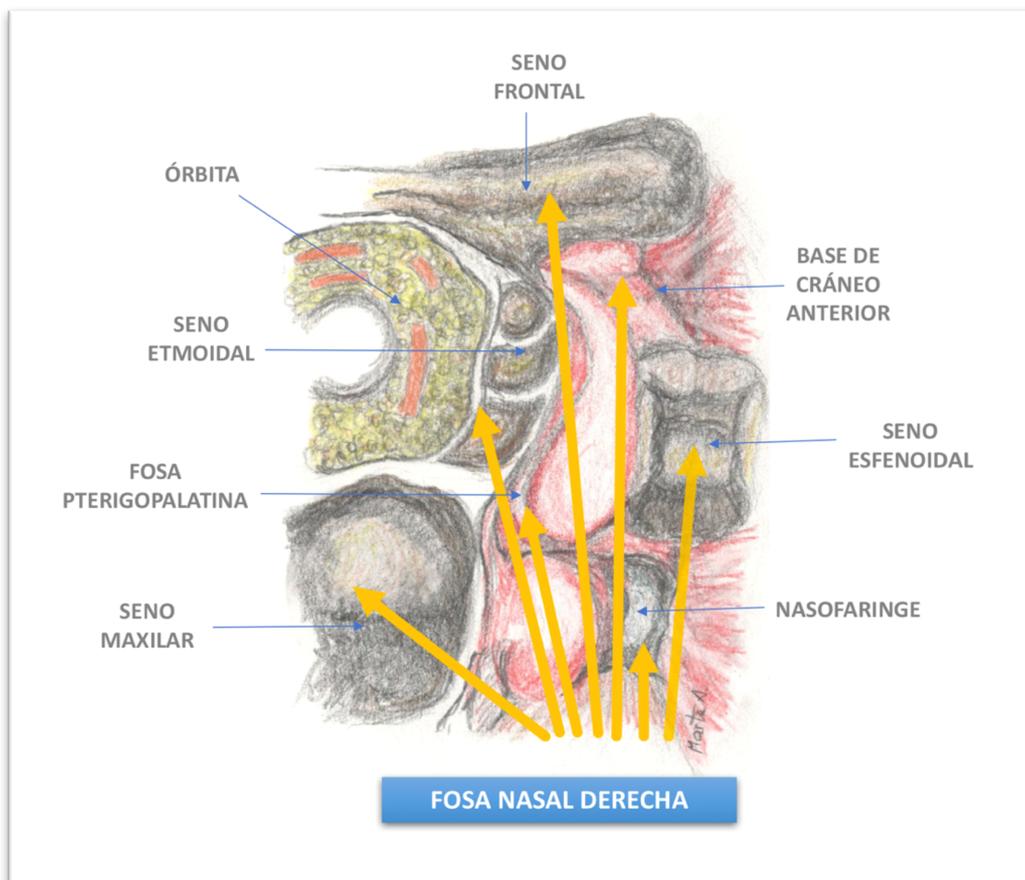
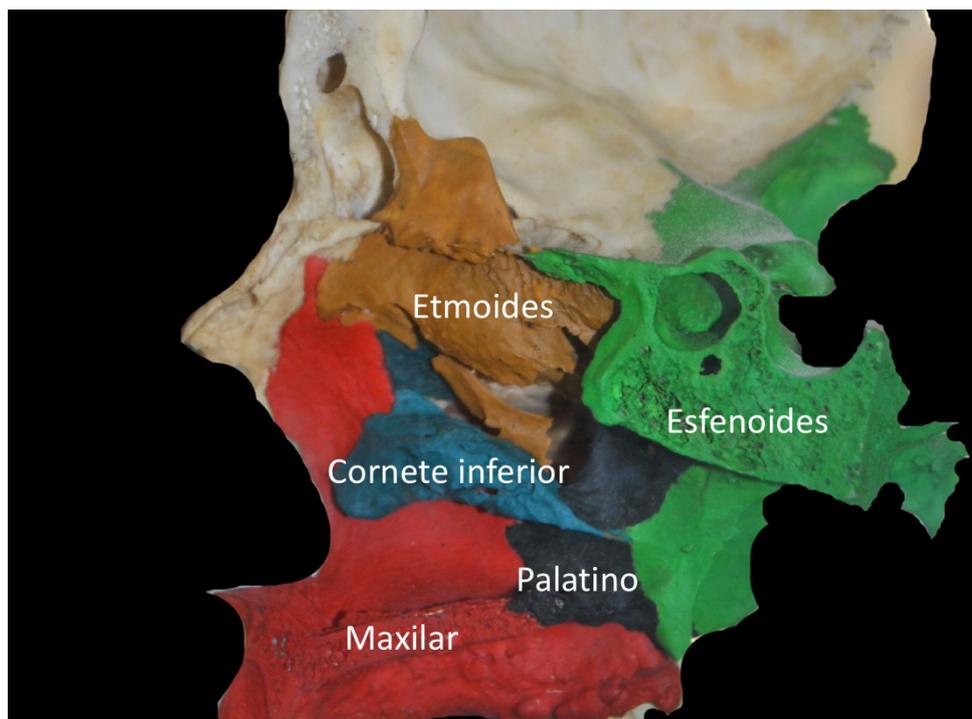


Figura 18. Abordajes endoscópicos desde la fosa nasal

acusado perfil clínico, que pueda facilitar el acceso endoscópico durante los abordajes transptéridos. De ahí la importancia de la cavidad nasal, ya que es la vía de acceso quirúrgico a numerosas estructuras (**Fig.18**). Así desde su parte superior podremos alcanzar el seno frontal, etmoidal y la base de cráneo anterior, lateralmente en su parte baja, el meato inferior y seno maxilar, en su parte más superior etmoides y órbita, por detrás, el seno esfenoidal y a nivel coanal, la nasofaringe (45). A su vez algunas de estas estructuras serán utilizadas en el abordaje endoscópico como base para el acceso a otras muchas áreas. Así desde el seno esfenoidal, alcanzaremos las regiones sellar, parasellar,



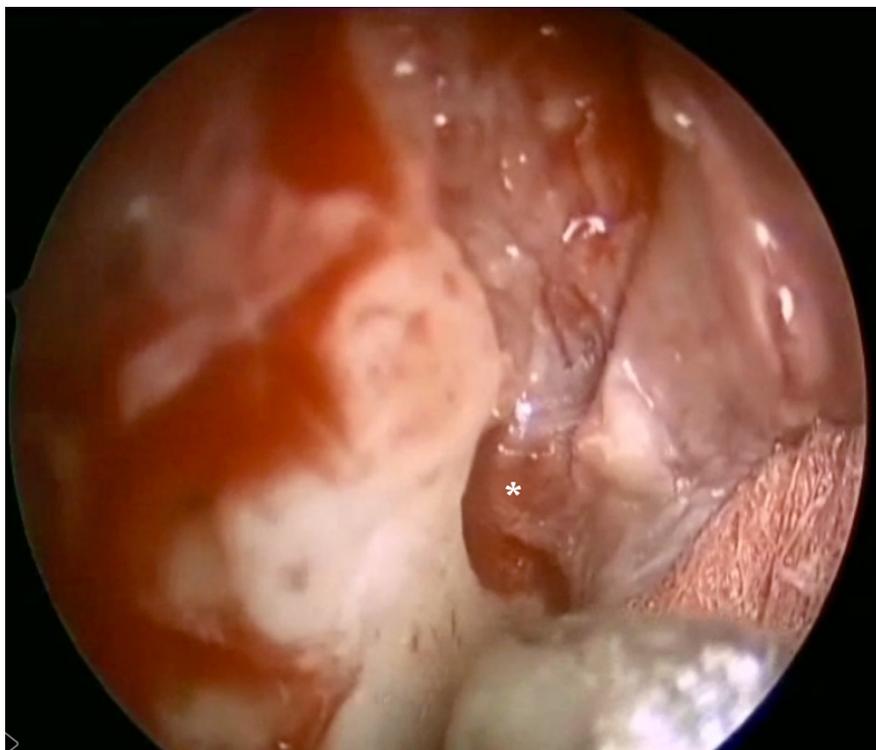
*Figura 19 Pared lateral de la fosa nasal*

petrosa, cavernosa, cavum de Meckel o clivus, desde el seno maxilar, la fosa pterigopalatina e infratemporal y desde la nasofaringe el clivus inferior, la unión cráneo-vertebral, el agujero magno, la fosa infratemporal, la región parafaríngea o la fosa yugular. En los accesos endoscópicos a muchas de estas zonas serán

necesarios abordajes transpterigoideos.

## 2.2 Anatomía de la Cavidad Nasal

Las fosas nasales son dos cavidades a ambos lados de la línea media, cuyo límite anterior son las narinas y la posterior las coanas. Se sitúan por encima de la cavidad bucal y por debajo de la base del cráneo, entre las cavidades orbitarias (46). Su *pared lateral* está formada por los huesos maxilares, ala interna de la apófisis pterigoides del esfenoides, que forma su parte más posterior, hueso palatino, unguis, cornete inferior y etmoides (**Fig.19**). Entre éstos, se forman estructuras importantes, como el conducto lacrimonasal, la fosa pterigopalatina y su comunicación con la cavidad nasal, el agujero esfenopalatino, por el que discurre la arteria esfenopalatina, principal irrigación de las fosas nasales (**Fig.20**). El cornete inferior se proyecta en la parte inferior de la pared externa



*Figura 20* Agujero esfenopalatino y arteria esfenopalatina (\*). *Visión endoscópica en fosa nasal izquierda.*

de la cavidad nasal, delimitando el meato inferior. Los cornetes medio, superior y supremo, de existir éste último, pertenecientes al hueso etmoides, también se proyectan en la parte posterior y superior de la cavidad nasal, delimitando los meatos medios, superior o supremo. La *pared medial o tabique nasal* está formado en su parte posterior por el vómer, la lámina perpendicular del etmoides, que se confunde hacia arriba con la apófisis crista galli (46) y el cartílago septal (**Fig.21**). La *pared superior* está formada por los huesos propios nasales, la espina nasal del frontal y la lámina cribosa del etmoides, que comunica con la fosa craneal anterior. El *suelo* está formado por delante, por las apófisis palatinas de los huesos maxilares y por detrás por la lámina horizontales de los huesos palatinos.

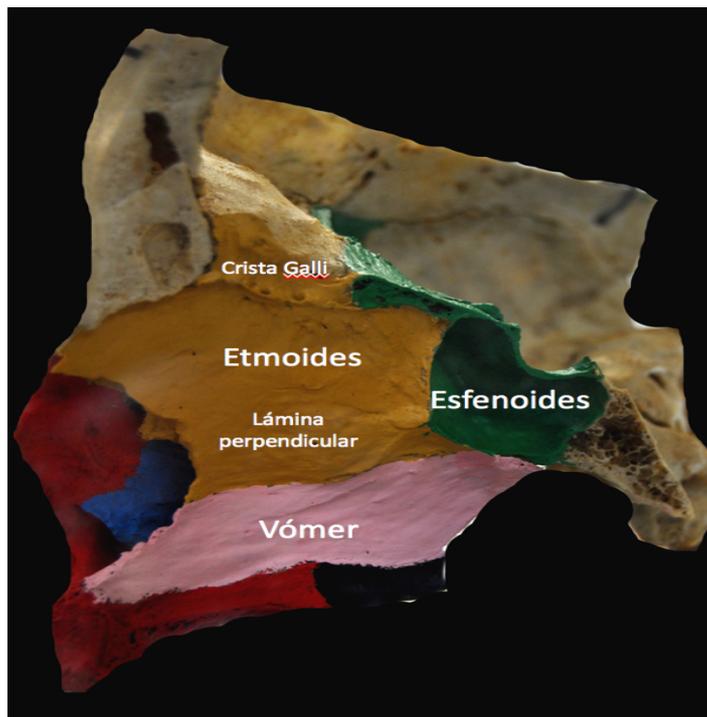
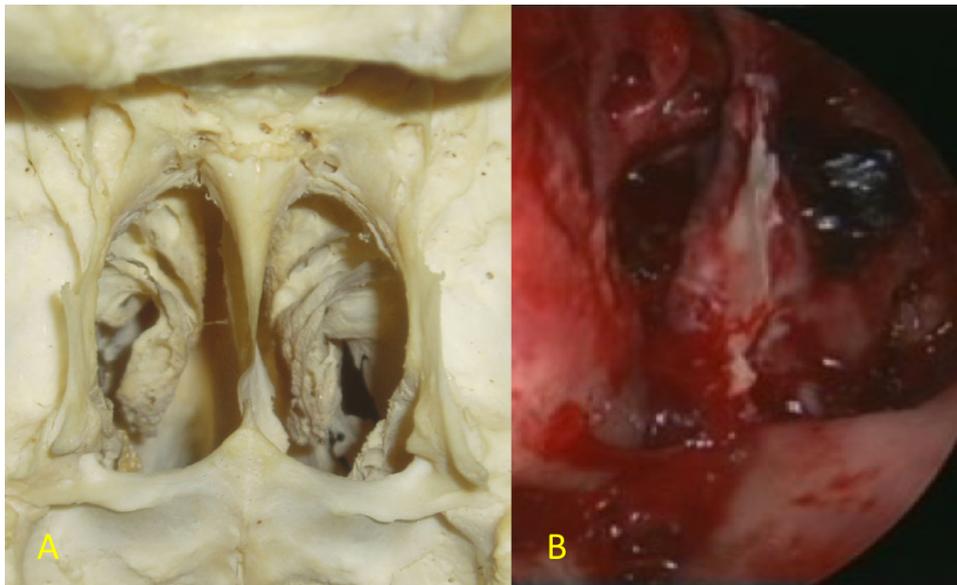


Figura 21. Pared medial de la fosa nasal

Las *coanas* (**Fig.22**) es la parte más posterior de la cavidad nasal. Comunica con la nasofaringe y está delimitada en su parte superior por el rostrum esfenoidal,

superolateralmente por el proceso esfenoidal del hueso palatino, lateralmente por el ala interna de la apófisis pterigoides y la lámina perpendicular del hueso palatino. Su parte superomedial está formada por las alas del vómer y la medial por el borde posterior del vómer. (45)



*Figura 22 Coanas. A: Osteología. Visión posterior. B. Endoscopia. Visión anterior tras septectomía posterior.*

La cavidad nasal está cubierta por una mucosa respiratoria. Su irrigación fundamental procede de la arteria esfenopalatina. Tras acceder a la fosa nasal por el agujero esfenopalatino, se divide en varias ramas terminales, la posterior lateral nasal, que irrigará la pared lateral nasal, anastomosándose con ramas de las arterias etmoidales y faciales, la nasoseptal, que irrigará el tabique nasal, también con las anastomosis descritas y la arteria palatina descendente. Se han descritos múltiples colgajos de mucosa nasal, pediculados a estas arterias, para el cierre de los defectos producidos por los abordajes endoscópicos a la base del cráneo. El colgajo nasoseptal, formado por la mucosa del tabique nasal, pediculada a la arteria del mismo nombre, es el más conocido y utilizado y fue descrito por Hadad y Bassagasteguy en 2006 (47). Igualmente se han descrito

colgajos de la pared lateral nasal (48) o limitados a cornete medio (49) o inferior (50).

## 2.3 Anatomía de los Senos Paranasales

Los senos paranasales son unas cavidades neumáticas anexas a las fosas nasales. Constituyen el principal objetivo de los abordajes endoscópicos endonasales, para el tratamiento fundamentalmente de patología inflamatoria o tumoral y como ya se ha comentado, son una vía de acceso para otros muchos abordajes.

### 2.3.1 Etmoides

Se trata de un hueso impar (**Fig.23**), que aloja en su interior los senos etmoidales. Está constituido por cuatro partes diferenciadas:

- Lámina vertical, ósea, compuesta a su vez por una parte superior, la *apófisis crista galli*, que sobresale en la cavidad craneal y otra inferior denominada lámina perpendicular que forma parte del tabique nasal.
- Lámina horizontal: Llamada también lámina cribosa, por los múltiples orificios que la perforan, para el paso de los filetes del nervio olfatorio. Está dividida en dos partes laterales por la apófisis crista galli y en su superficie endocraneal, contiene dos surcos anteroposteriores, que contienen el nervio olfatorio. Es la vía de acceso de los abordajes transcribiformes, que serán detallados

posteriormente y puede ser también origen de fístulas de líquido cefalorraquídeo.

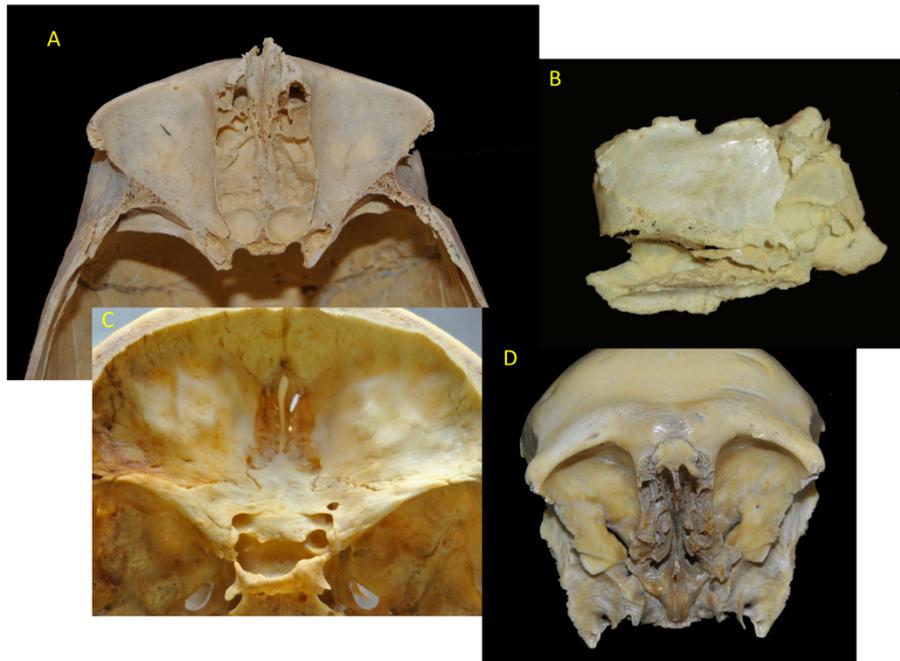


Figura 23 Etmoides. A: Semiceldas etmoidales. B: Visión lateral. C: Visión superior. Apófisis crista Galli y lámina cribiforme. D: Visión inferior.

- Masas laterales: Se sitúan a ambos lados de la lámina cribosa y tiene forma de paralelepípedo. Su *cara superior* se une a la superficie etmoidal del hueso frontal. Está surcada por cavidades que se completan en su parte superior por hemiceldas frontales, formando celdas. Contiene dos canales en dirección de fuera a dentro y ligeramente de atrás a delante, que al unirse con los canales correspondientes del seno frontal, forman los conductos etmoidales anterior y posterior (46). Por el conducto etmoidal anterior transcurre la arteria etmoidal anterior, rama de la arteria oftálmica y el nervio nasal interno y por el conducto etmoidal posterior, la arteria etmoidal posterior y el nervio esenoetmoidal. Ambas arterias deben ser clipadas o cauterizadas durante los abordajes transcribiformes o transetmoidales, para acceder a la cavidad craneal. La arteria etmoidal anterior, se encuentra ocasionalmente dehiscente y colgando en el techo etmoidal, constituyendo un riesgo de sangrado y hematoma orbitario

durante los abordajes endoscópicos. La *cara anterior* se une al unguis y a la cara interna de la rama ascendente del maxilar superior. La *cara inferior* se une a la cara interna del maxilar superior y a la faceta etmoidal de la apófisis orbitaria del palatino. La *cara posterior* se une a la cara anterior del cuerpo del esfenoides, completando con éste una o varias celdas. Dependiendo de su grado de neumatización, algunas de estas celdas pueden sobrepasar por encima y/o lateralmente al seno esfenoidal, denominándose entonces celdas de Onodi o esfenoetmoidales (51), pudiendo el nervio óptico o incluso la arteria carótida interna encontrarse en esta celda (**Fig.24**), constituyendo un riesgo de complicación en abordajes endoscópicos. La *cara externa* de las masas



*Figura 24. Celda esfenoetmoidal (Onodi) izquierda. NO: Nervio óptico. AEP Arteria etmoidal anterior. SE: Techo de seno esfenoidal*

laterales, es una delgada lámina ósea que la separa de la órbita, denominada lámina papirácea. Su perforación durante la CENS puede provocar complicaciones orbitarias. Finalmente, *en su cara interna* el etmoides contiene los cornetes medio, superior y ocasionalmente el cornete supremo. Estos delimitan unas cavidades denominadas meatos, donde las celdas

esfenoetmoidales se abren a las fosas nasales. El cornete medio puede dividirse en tres segmentos, uno vertical y anterior que se inserta en la base del cráneo, uno medio denominado lamela basal y otro posterior o cola. La lamela basal del cornete medio divide las celdas etmoidales en anteriores y posteriores (**Fig.25**). Las celdas etmoidales anteriores son más pequeñas y numerosas, destacando

como la más constante la bulla etmoidal, situada por detrás de una estructura ósea denominada apófisis unciforme. Ésta va a tapar prácticamente el orificio de drenaje del seno maxilar en el meato medio. En su trayecto superior, la apófisis unciforme, puede insertarse en la base del cráneo, el cornete medio o la órbita, formando el denominado receso terminal. Esta inserción determinará la situación del receso frontal.

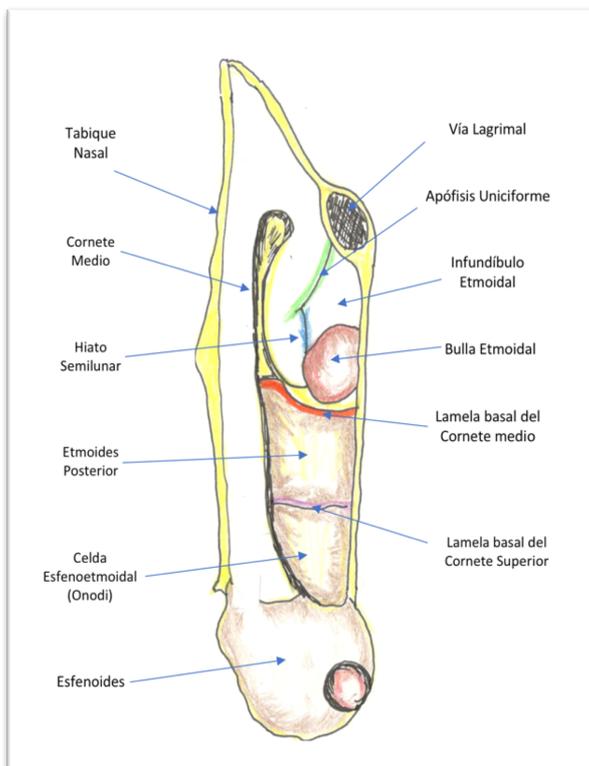


Figura 25. Representación axial a nivel de meato medio

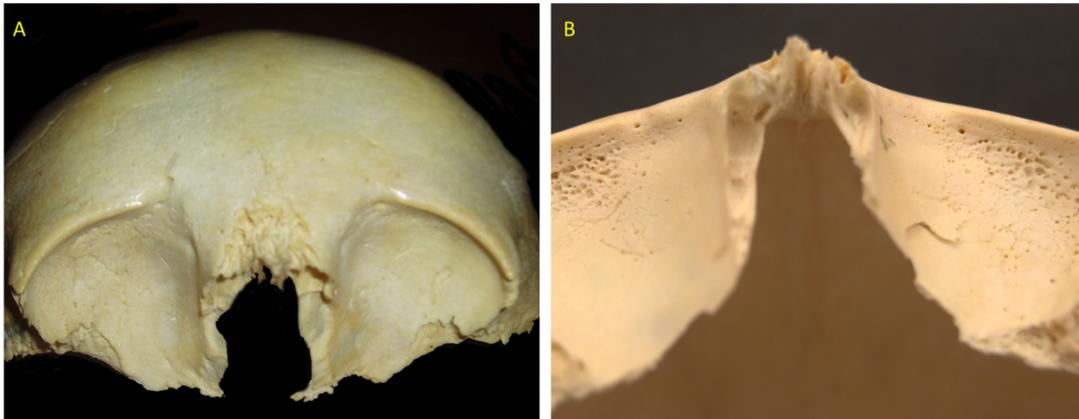
bóveda craneal y una horizontal o frontoorbitaria que forma parte del techo orbitario. La parte vertical es convexa salvo en la zona más lateral donde forma parte de la fosa temporal. En la parte horizontal en la zona media se distingue la escotadura etmoidal de la que parte la espina nasal del frontal. Lateral a ésta

En general las celdas etmoidales son resecaadas en los abordajes endoscópicos de base de cráneo bien por presentar patología o como para crear un corredor hacia el objetivo deseado.

### 2.3.2 Frontal

El hueso frontal (**Fig.26**) es un hueso impar, situado en la parte anterior del cráneo, que contiene los senos frontales. Consta de dos partes: vertical, que forma parte de la

presenta unas pequeñas cavidades, las hemiceldas frontales, que forman celdas con las hemiceldas etmoidales.



*Figura 26. Hueso frontal. A: Visión anterior. B: Visión inferior. Techo orbitario y semiceldas frontales*

La cirugía del seno frontal ha sido clásicamente considerado como peligrosa, por su complicada anatomía y su cicatrización poco previsible (52). Su abordaje endoscópico se realiza en casos de patología inflamatoria, tumoral, fístulas LCR y también como paso previo de resecciones craneofaciales endoscópicas.

El seno frontal presenta una forma de pirámide triangular, con una pared anterior dura, una posterior muy fina, que le separa de la fosa craneal anterior, una pared interna o tabique interfrontal, que le separa del seno frontal opuesto y una base, con dos partes, una lateral que comunica con la órbita y explica las complicaciones orbitarias que pueden producir la patología frontal y otra interna por la que drena al etmoides. Este trayecto de drenaje se denomina receso frontal y su conocimiento es de gran importancia en los abordajes endoscópicos a este seno.

El receso frontal se encuentra delimitado lateralmente por la lámina papirácea y medialmente por la lámina vertical del cornete medio. Esta lámina vertical, puede ser más o menos alta según la distancia existente entre el techo etmoidal y la lámina cribosa. Esta distancia fue clasificada por Keros de I a III. El tipo I corresponde a un techo del etmoides con un surco olfatorio de 1 a 3 mm de profundidad, el tipo II de 4 a 7 mm de profundidad y el tipo III de 8 a 16 mm de profundidad. El tipo más frecuente es el tipo II que se encuentra en el 70% de los casos. Los Keros III, implican una fosa olfatoria más profunda y tienen mayor riesgo potencial de lesión de la base del cráneo durante los abordajes endoscópicos (**Fig.27**).

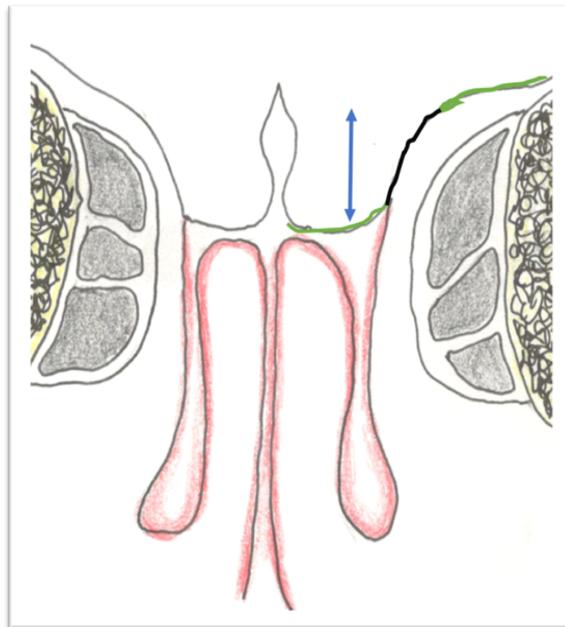


Figura 27. Grados de Keros

El límite anterior del receso frontal lo constituyen la apófisis unciforme y una serie de celdas etmoidales que fueron descritas por Bent y Kuhn (53) (**Fig.28**). De ellas, la más constante es el *agger nasi*. Celda etmoidal más anterior del etmoides, por debajo del seno frontal y que constituye una referencia útil para la localización del ostium esfenoideal (54). El límite posterior del receso frontal lo

forma otra columna de celdas, la bulla etmoidal y las celdas suprabulbares. Entre estos cuatro límites, discurre el receso frontal, que nos llevará al seno frontal, para realizar el correspondiente acceso endoscópico.

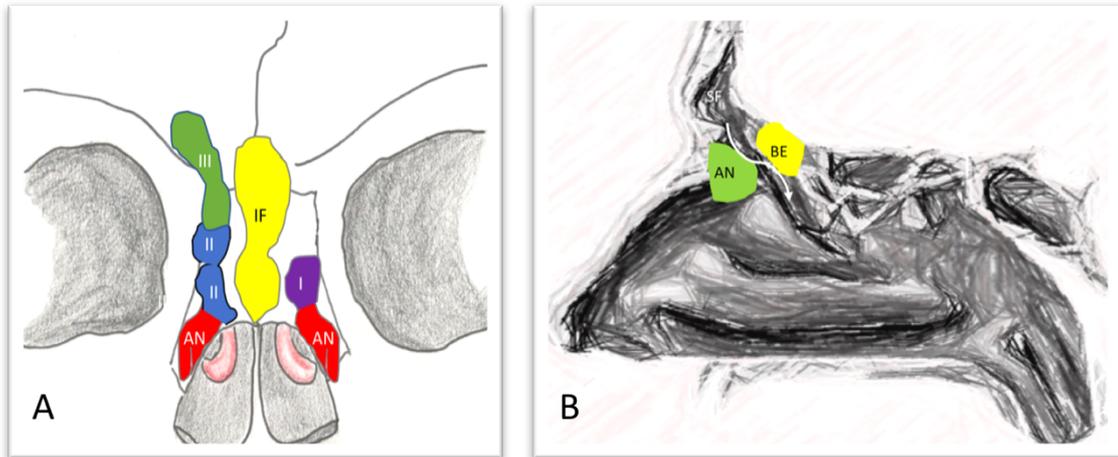


Figura 28. A: Celdas del receso frontal (Bent y Kuhn). B: Receso frontal (flecha blanca), AN: Agger nasi. BE: Bulla etmoidal.

### 2.3.3 Maxilar

El hueso maxilar (**Fig.29**) participa en la estructura de la cavidad oral, órbita y fosas nasales.

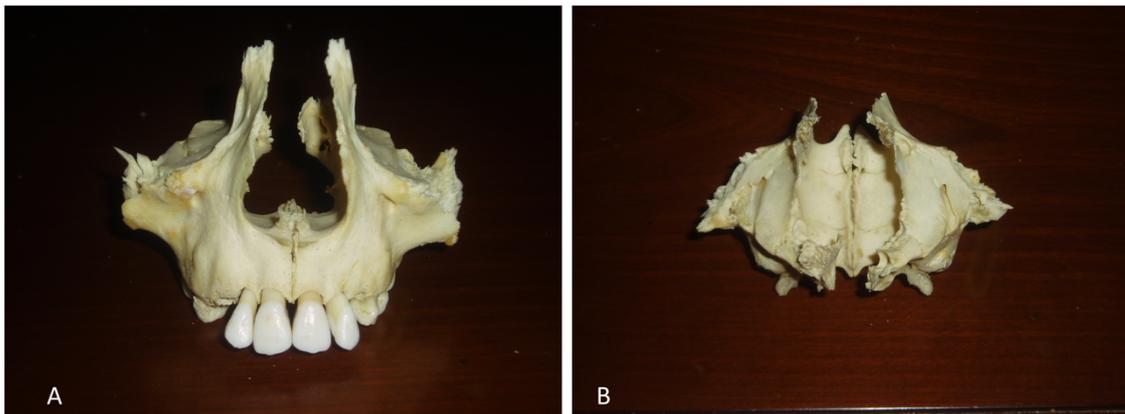


Figura 29. Huesos maxilares articulados. A: Visión anterior. B: Visión superior

Su cara superior forma el suelo de la órbita. En la cara anterior, se diferencia la fosita canina y superior a ésta el agujero infraorbitario. Su cara posterior va a

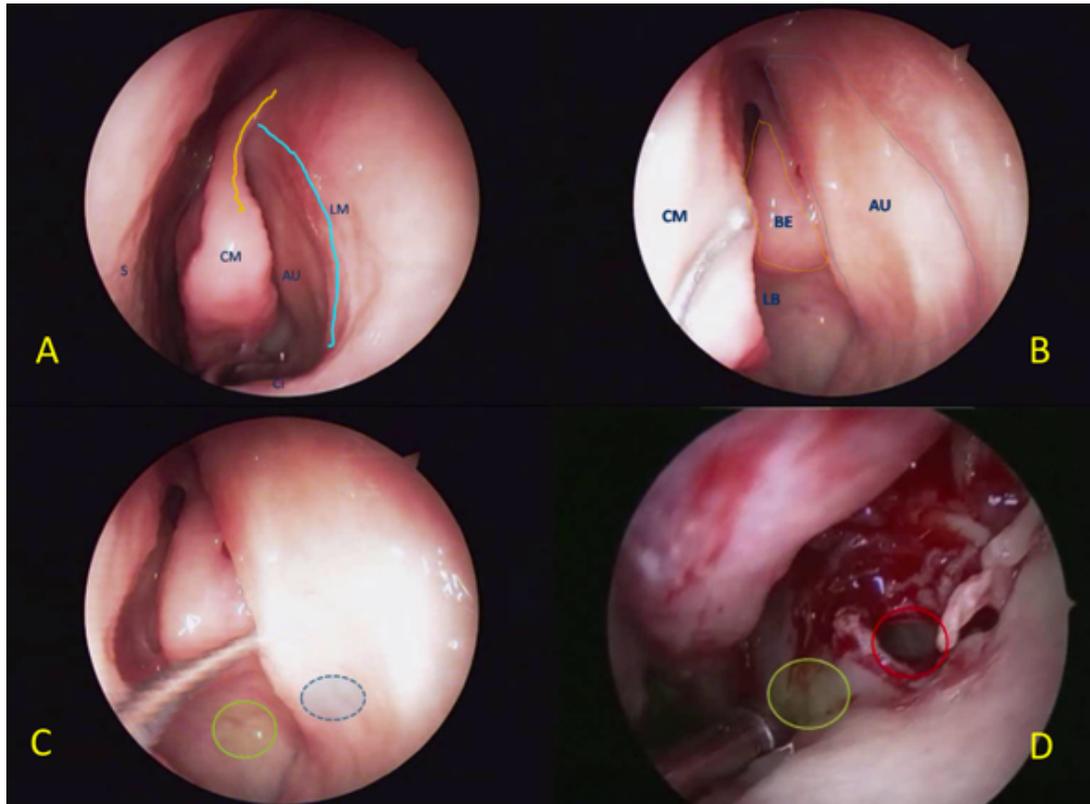
formar parte del límite anterior de las fosas pterigopalatina e infratemporal. El seno maxilar se sitúa dentro del hueso maxilar, ocupando casi la totalidad de la apófisis piramidal. Su pared anterior está en relación con la fosa canina, la posterior con la fosa pterigopalatina y la pared superior forma el suelo de la órbita. En su parte más externa de la pared superior, discurre un canal que aloja el nervio infraorbitario. La base forma la pared externa de las fosas nasales, en relación con el meato inferior y medio (**Fig.30-31**). En su parte más superior y anterior se encuentra el orificio de drenaje, parcialmente tapado por dentro por la apófisis unciforme del etmoides. Por detrás de éste puede encontrarse otro orificio de drenaje accesorio, denominado ostium de Girdaltes. Esta pared puede encontrarse exclusivamente formada por mucosa, denominándose entonces fontanelas anterior y posterior, zona segura para el acceso endoscópico al seno maxilar. La parte inferior de la base, un poco por debajo del suelo de las fosas nasales, se encuentra en relación con las con las raíces de los premolares y los dos primeros molares (46).

#### *2.3.4 Esfenoides*

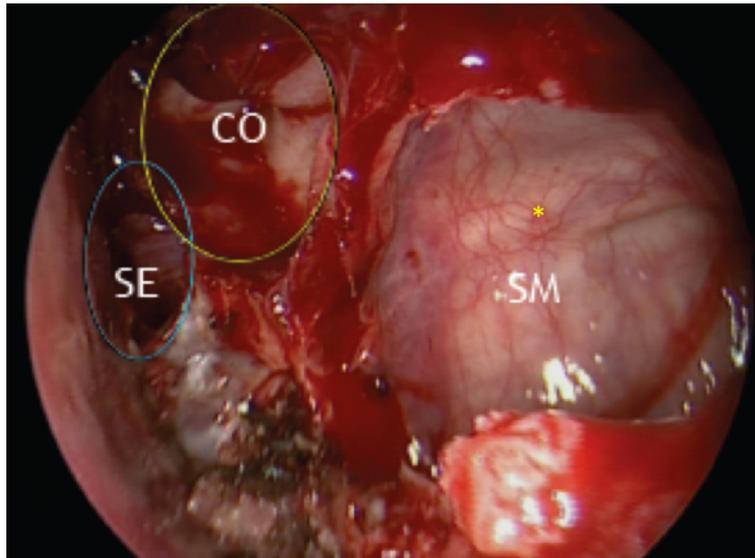
El esfenoides, es un hueso par, que consta de una parte medial, cuerpo, que contiene los senos esfenoidales, unas prolongaciones laterales, alas mayores y menores y unas prolongaciones inferiores, la apófisis pterigoides (**Fig.32**). El cuerpo del esfenoides contiene el seno esfenoidal.

En su cara superior, el cuerpo esfenoidal alberga el canal óptico que se continúa a cada lado con el conducto óptico, y cuyo límite posterior es una cresta, el

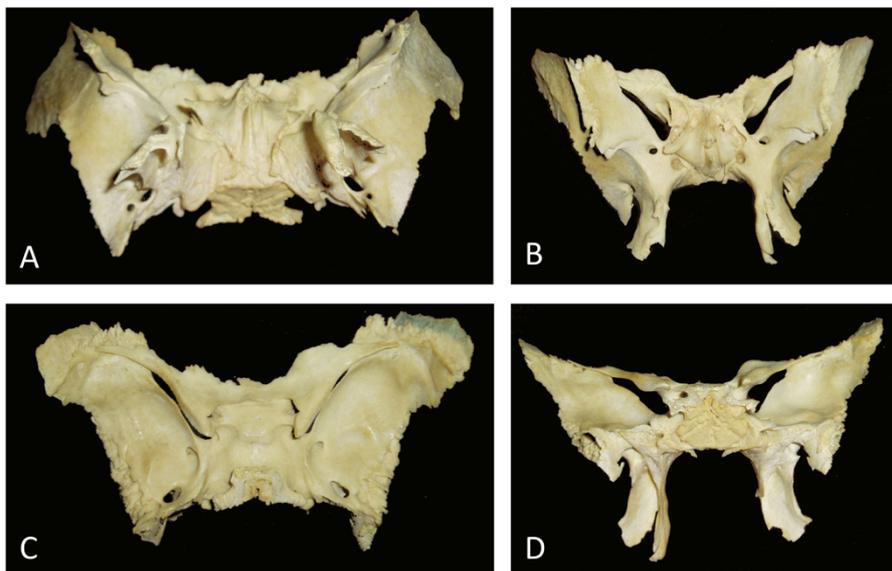
tubérculo de la silla o tuberculum sellae, que limita a su vez la fosa pituitaria o silla turca a nivel anterior, donde se aloja la hipófisis. A nivel anterior y posterior dicha fosa presenta dos salientes laterales: apófisis clinoides anterior y posterior.



*Figura 30. Imágenes endoscópicas. **A** Fosa nasal izquierda. S: Tabique nasal. CM: Cornete medio. AU: Apófisis Unciforme. CI: Cornete inferior. LM: Línea maxilar. **B** Meato medio izquierdo. CM: Cornete medio. BE: Bulla etmoidal. AU: Apófisis unciforme. LB: Lamela nasal del cornete medio. **C** Meato medio izquierdo. Fontanela posterior (Círculo verde). Ostium maxilar tapado por apófisis unciforme (Círculo azul). **D** Ostium maxilar abierto tras resección de apófisis unciforme (círculo rojo). Fontanela posterior (círculo verde).*



*Figura 31 Imagen endoscópica: SM: seno maxilar izquierdo tras amplia meatotomía media. \* Nervio infraorbitario. SE: seno esfenoidal. CO: celda esfenoidal (Onodi)*



*Figura 32. Hueso esfenoides*

El seno esfenoidal es el más posterior de los senos paranasales. Se trata de una cavidad par y generalmente asimétrica, alojada dentro del cuerpo del hueso esfenoides, situado éste a su vez en la base del cráneo por detrás del etmoides y por delante de los huesos temporal y occipital.

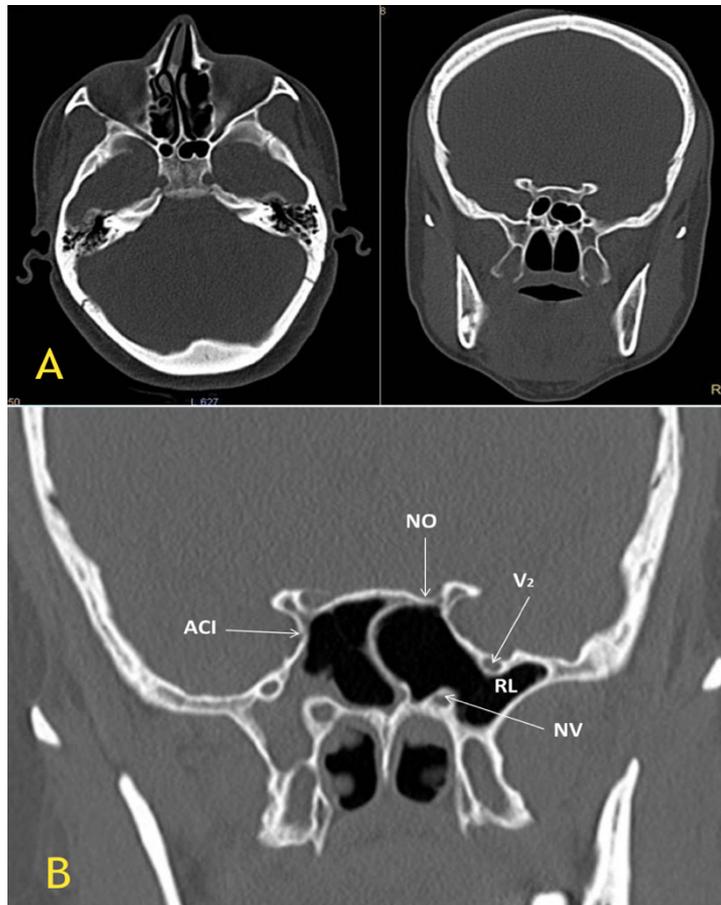
En su interior presenta diferentes tabiques óseos que, en número variable, generalmente de uno a tres, dividen el seno esfenoidal en diferentes compartimentos (55). Estos tabiques pueden ser resecaados durante la cirugía esfenoidal y de base de cráneo. Su inserción muy frecuente en estructuras importantes como la arteria carótida o más raramente el nervio óptico, hace que su resección deba ser extremadamente cuidadosa para evitar graves complicaciones vasculares o nerviosas.

Dependiendo de su grado de neumatización, el seno esfenoidal puede ser dividido en conchal, presellar y sellar. En el tipo conchal, aproximadamente un 3%, el seno esfenoidal se encuentra muy poco neumatizado, sin puntos de referencia y el área por debajo de la silla turca es un bloque sólido de hueso (45). En el tipo presellar, la neumatización no supera el relieve del tubérculo sellar. En el tipo sellar, el más frecuente, encontramos un seno bien neumatizado, pudiendo presentar diferentes recesos (56) (**Fig.33**), en los que se aprecian los relieve de la silla turca, clivus, arteria carótida, nervio óptico, nervio vidiano e incluso divisiones del nervio trigémino.

La pared anterior del seno esfenoidal presenta en su línea media una cresta vertical, denominada rostrum la cual se articula con la parte posterior del tabique nasal, en su parte inferior con el vómer y superior con la lámina perpendicular del etmoides.

También en esta pared anterior, el seno esfenoidal drena hacia el receso esfenoetmoidal a través sus ostium naturales (**Fig. 34**). El ostium natural del seno esfenoidal se sitúa habitualmente medial al cornete superior, entre éste y el

tabique nasal, aunque puede encontrarse lateral al primero entre un 10-20% de los casos (57).

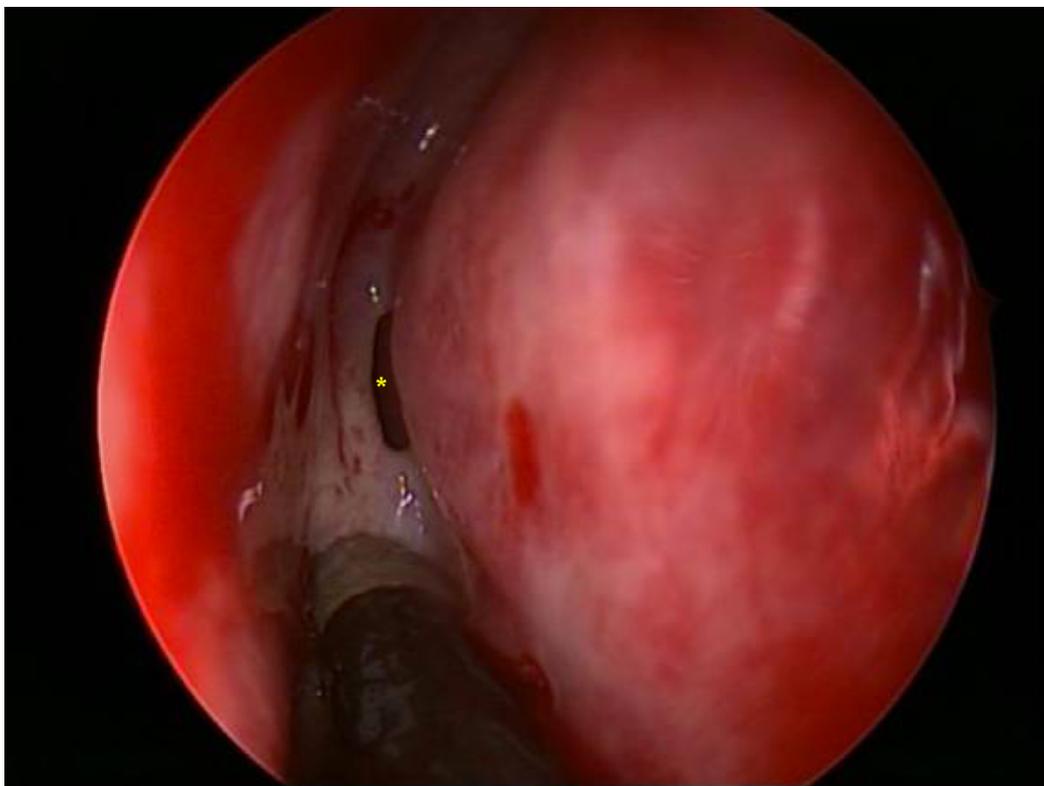


*Figura 33. A Esfenoides tipo conchal, sin relieves evidentes. B Esfenoides sellar. ACI: Arteria carótida interna. NO: Nervio óptico. V2: Segunda rama del nervio trigémino. RL: Receso lateral del esfenoides. NV: Nervio vidiano.*

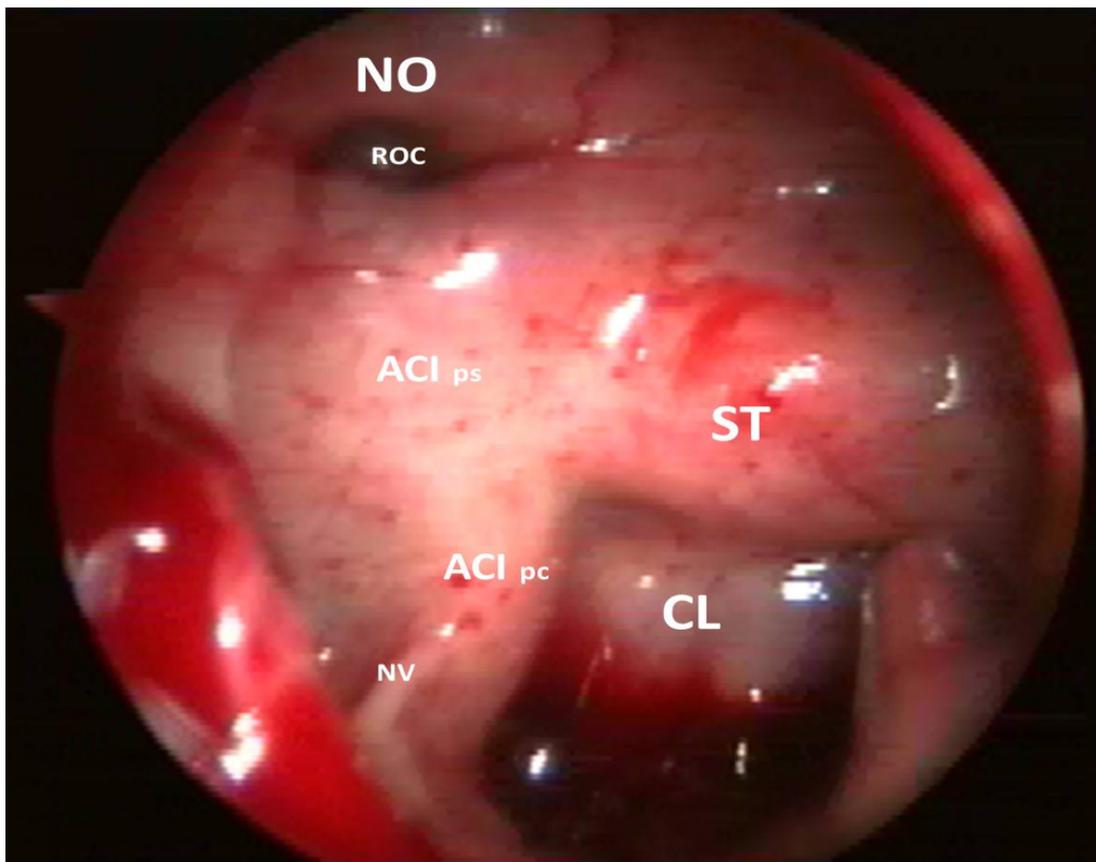
Si la neumatización del etmoides superior supera por encima al seno esfenoidal, se forman las denominadas celdas esfenoetmoidales o de Onodi (**Fig. 31**). Estas pueden alojar en su pared lateral el nervio óptico y la arteria carótida interna. La entrada inadvertida a éstas confundiendo con el seno esfenoidal puede producir complicaciones graves, de tal manera que deben ser reconocidas preoperatoriamente.

En la pared posterior del seno esfenoidal puede diferenciarse (**Fig.35**),

dependiendo de su grado de pneumatización, en su zona media y superior el relieve de la silla turca y por debajo una depresión que corresponde a la región clival. Lateralmente a estos relieves aparecen las estructuras más importantes, la arteria carótida interna y por encima con un recorrido de delante a atrás y de fuera a dentro el nervio óptico. Entre ellos se origina una depresión denominada receso óptico-carotídeo. La arteria carótida interna realiza un trayecto tortuoso pudiéndose diferenciarse dos segmentos, el paraselar superior y el paraclival inferior (58). En posición más lateral puede observarse, en esfenoides con buena pneumatización del receso lateral, el relieve del nervio maxilar ( $V_2$ ) segunda rama terminal del nervio trigémino, y más medial e inferior, el relieve del nervio vidiano. Estos dos nervios pueden ser utilizados como puntos de referencia en cirugía basicraneal, ya que delimitan un corredor que se dirige directamente a la arteria carótida interna.(56)



*Figura 34. Ostium esfenoidal (\*)*



*Figura 35 Seno esfenoidal derecho tras abordaje endoscópico. NO: Nervio óptico. ACIps: Arteria carótida interna parasellar. ACIpc: Arteria carótida interna paraclival. NV: Nervio vidiano. CL: Clivus. ROC: Receso óptico-carotídeo*

## 2.4 Anatomía de la Base del Cráneo

### 2.4.1 Introducción

El esqueleto craneal se divide en esqueleto facial o esplanocráneo y neurocráneo. El esqueleto facial se constituye por un macizo óseo que se une al neurocráneo a nivel anterior. El neurocráneo es una caja ósea en la que se distinguen dos partes: parte superior o bóveda y una parte inferior o base craneal. Se constituye por ocho huesos: frontal, etmoides, esfenoides, occipital, dos parietales y dos temporales (46).

En la base del cráneo se van a diferenciar dos superficies: *endocraneal*, en contacto con el encéfalo, y *exocraneal* que forma parte de las fosas y senos paranasales, órbitas, faringe, fosa pterigopalatina e infratemporal y espacios parafaríngeo e infrapetroso. Ambas vertientes se comunican por distintas fisuras, forámenes y canales que contienen estructuras neurovasculares.

A su vez las superficies endo y exocraneales de la base del cráneo se van a dividir en 3 partes: anterior, media y posterior.

En la *superficie endocraneal* la división entre *anterior* (que contiene la fosa craneal anterior) y *media* (que contiene la fosa craneal media) es el ala mayor del esfenoides con extensión medial con el sulcus quiasmático. La división entre *media* y *posterior* (que contiene la fosa craneal posterior) es la línea trazada por el borde del peñasco que se continua a nivel medial con el dorsum sellae y la apófisis clinoides posterior.(59)

La *superficie exocraneal* ha sido dividida clásicamente por Testut (60), en base *anterior* o *región facial* situada por delante de una línea transversal bicigomática, base *media* o *yugular* comprendida entre ésta y una línea transversal

bimastoidea y base *posterior* o *zona occipital* hasta el límite posterior (Fig.36). Rhoton ha descrito posteriormente otra clasificación más orientada hacia la clínica que puede ser consultada (59).

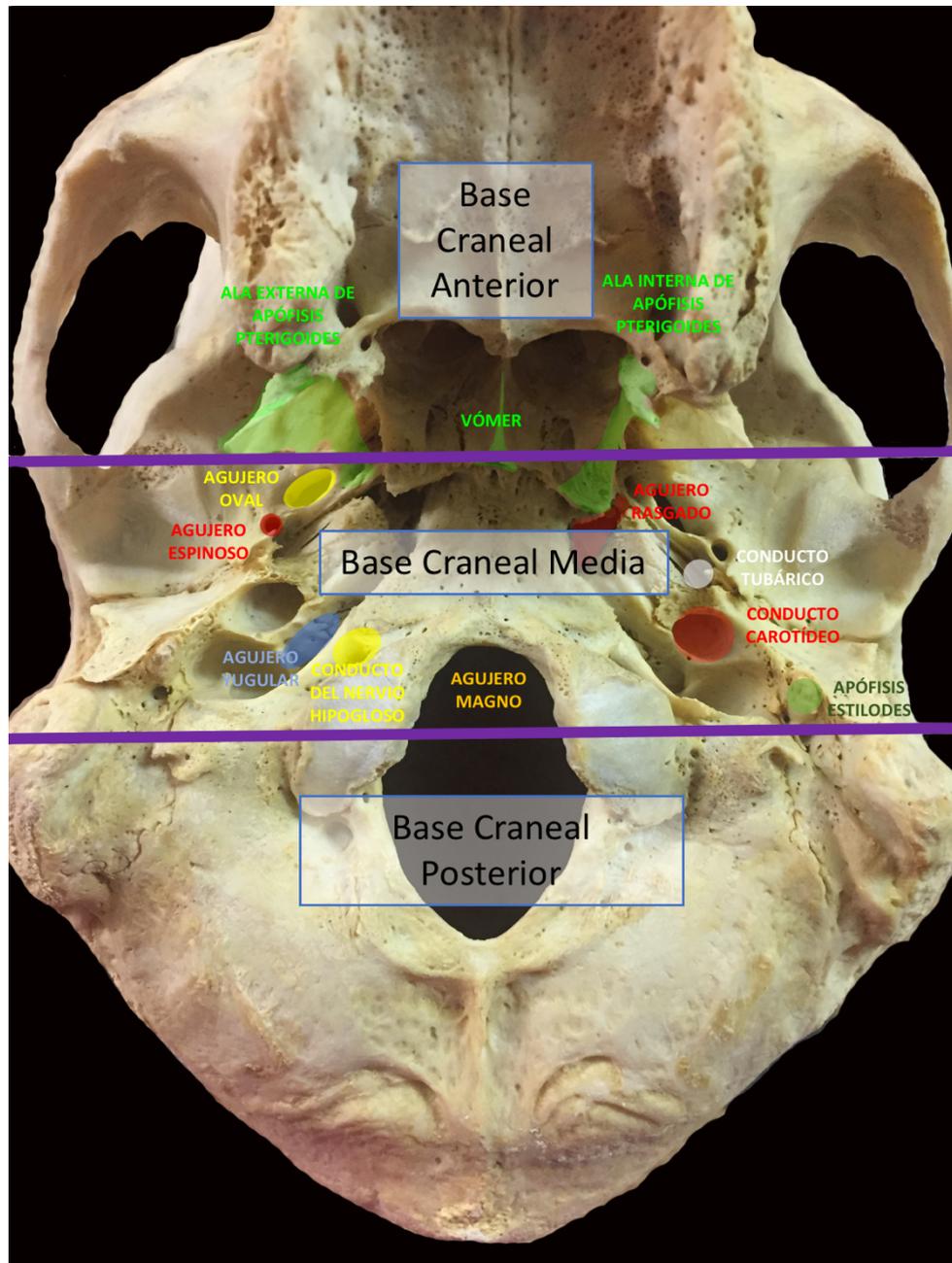


Figura 36. División de la superficie exocraneal de la base del cráneo

#### 2.4.2 Base de Cráneo Anterior

En la *base craneal anterior* puede ser estudiada desde una visión exocraneal y endocraneal.

En la visión *exocraneal* se va a diferenciar a nivel medial el etmoides y esfenoides y a nivel lateral el maxilar y la órbita. El etmoides, como ya hemos indicado, está formado por una lámina vertical, prolongación inferior de la crista galli, que forma parte del septum nasal, una lámina horizontal, superior, que corresponde a la lámina cribosa descrita anteriormente y unas masas laterales que contienen las celdas etmoidales (46) y cuya pared lateral va a separar las fosas nasales de la órbita denominada lámina papirácea, lámina de hueso extremadamente fina. Posteriormente se articula con el seno esfenoidal, e inferiormente con el seno maxilar.

Una vez reseca las celdas etmoidales, se puede observar toda la superficie exocraneal de la base del cráneo (61), desde el seno frontal al planum esfenoidal (**Fig.37**). La arteria etmoidal anterior, se sitúa posterior al receso frontal y corre habitualmente de posterior a anterior y de fuera a dentro. La arteria etmoidal posterior se sitúa a nivel de la unión de etmoides y esfenoides. Ambas arterias deben ser clipadas o cauterizadas para acceder a la fosa craneal anterior.

La vertiente *endocraneal* está formada por el etmoides, esfenoides y hueso frontal y se divide en medial y lateral (**Fig.38**). La parte medial se forma por la crista galli y la lámina cribosa del etmoides por delante y el yugum esfenoidal del cuerpo del esfenoides por detrás, que constituye el límite posterior de la fosa craneal anterior y va a cubrir el techo de las fosas nasales y el seno esfenoidal. La parte lateral cubre la órbita y el canal óptico y se forma por el hueso frontal y el ala menor del esfenoides.

La lámina cribosa forma el techo del etmoides. Se articula a nivel lateral con la superficie etmoidal del hueso frontal, y es atravesada a lo largo de las dos porciones por las fibras olfatorias a través de los canales olfatorios sobre los que

se va a apoyar el bulbo olfatorio. A nivel anterior se encuentra el foramen caecum o agujero ciego, por el que discurre una vena emisaria.

### 2.4.3 Base de Cráneo Media

En la **base del cráneo media**, podemos diferenciar también una superficie endocraneal y otra exocraneal.

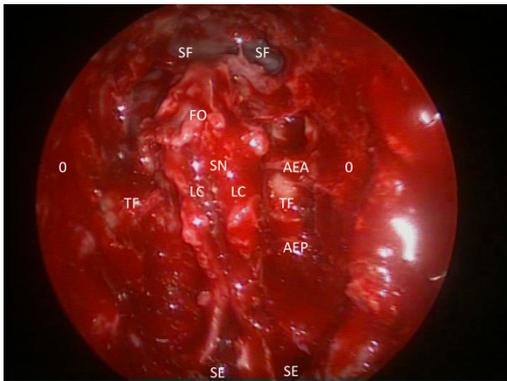


Figura 37. Base de cráneo anterior tras resección de celdas etmoidales. SE: Seno esfenoidal. O: Órbita. TF: Techo frontal. LC: Lámina cribosa. SF: Seno frontal. AEA: Arteria etmoidal anterior. AEP: Arteria etmoidal posterior



Figura 38. Osteología: Vertiente endocraneal de la base de cráneo anterior.

En su vertiente *endocraneal* va a diferenciarse una región medial y otra lateral. La porción medial incluye la región sellar y parasellar. La porción lateral contiene la fosa craneal media, donde descansa el lóbulo temporal e incluye la cara superior del peñasco del hueso temporal (59).

A su vez, la porción medial de la superficie endocraneal de la base craneal media, puede dividirse en una *parte medial* donde se localiza el cuerpo del esfenoides que contiene la fosa pituitaria y región parasellar que incluye el tuberculum sellae, apófisis clinoides anterior y posterior, dorsum sellae y sulcus

carotídeo (**Fig.39**) y una *parte lateral* formada por el ala mayor y el ala menor del esfenoides que limitan la hendidura orbitaria superior.

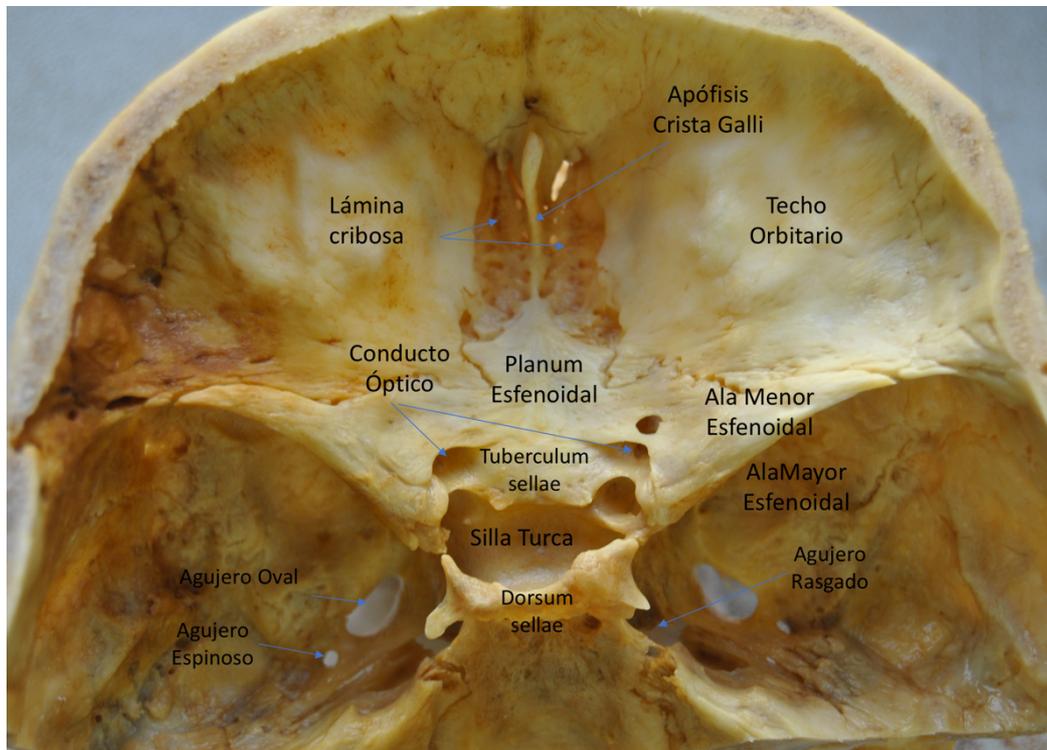


Figura 39. Superficie endocraneal de base del cráneo

El ala menor del esfenoides a nivel medial se une al cuerpo del hueso esfenoides, formando las paredes del canal óptico, diferenciado de la hendidura orbitaria superior a nivel lateral por una cresta ósea denominada *strut óptico*. Extracranealmente este *strut* óptico corresponde al receso opticocarotídeo lateral, importante punto de referencia en el abordaje esfenoidal.

La hendidura orbitaria superior, formada por el ala mayor y menor del esfenoides y situado lateralmente al canal óptico, contiene el III par, IV, VI, V1, arteria meníngea recurrente y las venas oftálmicas superior e inferior.

La hendidura orbitaria inferior se forma entre el maxilar y palatino a nivel anterior y el ala mayor del esfenoides a nivel posterior, que contiene tejido fibroso y musculatura orbitaria. Por ella discurre el paquete vasculonervioso infraorbitario.

Existen así mismo otros dos importantes forámenes, el agujero redondo y oval, localizados en el ala mayor del esfenoides.

El *foramen rotundum* o agujero redondo (**Fig.39-40**) va a contener a V<sub>2</sub>, rama mandibular superior del trigémino, la arteria del foramen rotundum y venas emisarias. Su pared medial está formada por la pared lateral del seno esfenoidal. Discurre en un trayecto hacia abajo y lateral para comunicar la fosa craneal media con la fosa pterigopalatina (62). Constituye como veremos más adelante, una de las referencias anatómicas más importantes en cirugía endoscópica de base de cráneo.

El *foramen ovale* o agujero oval (**Fig.39-40**) está situado en el ala mayor del esfenoides, cercano al borde posterior del ala externa de la apófisis pterigoides, lateral y posterior al foramen rotundum. Se trata de un agujero de tamaño importante, con unas medidas de aproximadamente de 7,5x5,2 cm. da paso a V<sub>3</sub>, rama mandibular inferior del nervio trigémino, arteria meníngea accesoria, nervio petroso menor y venas emisarias (63), comunicando la fosa craneal media con la fosa infratemporal. Constituye una estructura importante durante los abordajes endoscópicos transpterigoideos a fosa infratemporal, siendo una de las referencias que analizaremos en este estudio. Presenta variaciones habituales que deben ser conocidas. Así su forma, aunque habitualmente oval, puede ser redonda, en lágrima o irregular (64). Puede también estar cubierto por puentes óseos, que desde el ala externa de la apófisis pterigoides se dirigen a él (lámina pterigoalar) o a la espina del esfenoides (lámina pterigoespinal) (65)(66), y presentar otras variaciones, como ser doble, con un orificio para el paso del nervio mandibular y otro para las estructuras vasculares o incompleto comunicando directamente con el agujero rasgado (66). Posterolateral al agujero

oval se encuentra el *agujero espinoso* (**Fig.39-40**) que contiene la arteria meníngea media. Foramen de pequeño tamaño, aproximadamente 3x1,5mm. (67), puede sufrir también variaciones, como su ausencia, entrando entonces la arteria meníngea media al endocráneo por otro orificio o encontrarse incompleto, comunicando también con el agujero rasgado (66). Es frecuente encontrar otro foramen, anteromedial al foramen espinoso, denominado agujero de Vesalio (**Fig.40**), que contiene una vena que conecta el seno cavernoso y el plexo pterigoideo venoso (68)(66).

La cara superior de ambos peñascos también forma parte de la superficie endocraneal de la fosa media. Se extienden de anterior a posterior y de medial a lateral. En ella se pueden observar las impresiones de los nervios petrosos superficiales mayor y menor. El relieve del conducto semicircular superior en el

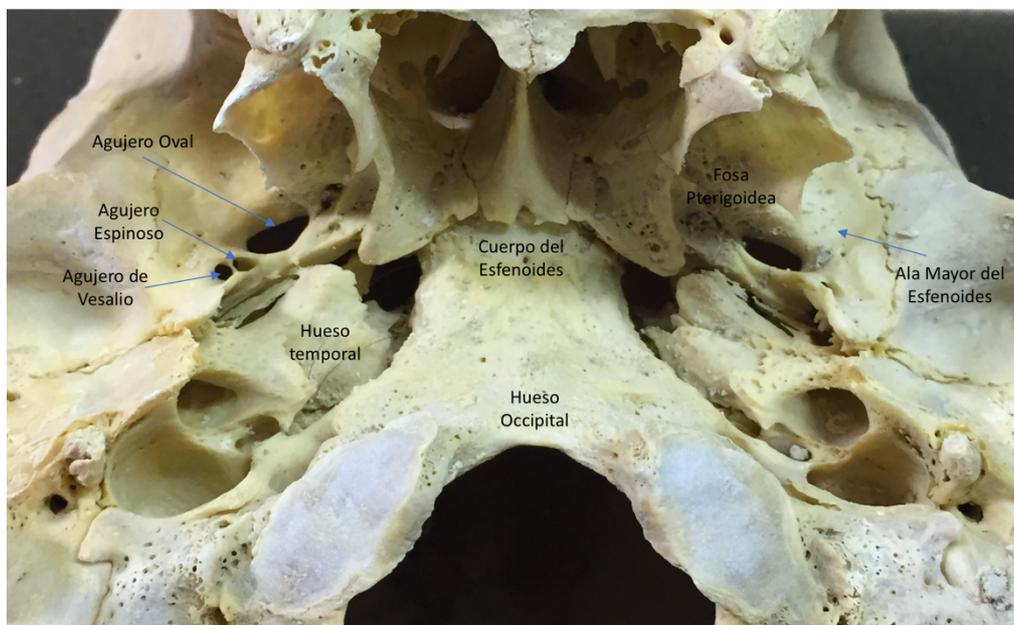


Figura 40. Superficie exocraneal de base del cráneo

techo del peñasco, denominado *eminencia arcuata*, es una referencia anatómica importante para la localización del conducto auditivo interno en neurootología. Presenta también una impresión en el lugar donde asientan las raíces del nervio

trigémico al alcanzar el *cavum de Meckel*. Contienen el canal carotídeo, que aloja la arteria carótida interna y el plexo simpático carotídeo, en curso hacia el seno cavernoso (59).

Los senos cavernosos (**Fig.41**) se sitúan a ambos lados de la silla turca, formando parte de la región paraselar, desde la porción interna de la hendidura orbitaria superior hasta la zona anterior del peñasco, en un canal localizado a ambos lados del cuerpo del esfenoides, en la parte final del canal carotídeo y separado de la hipófisis por una capa de duramadre. Se encuentra envuelto en dos capas de duramadre, interna y externa. La capa interna se desdobra en dos, conteniendo los nervios oculomotores y oftálmico. La arteria carótida interna en su porción vertical, horizontal y clinoides discurre también por este seno llegando lateralmente a la apófisis clinoides posterior y discurriendo superior y medialmente a la apófisis clinoides anterior.

El *cavum de Meckel* (**Fig.41**) resulta de un desdoblamiento de la duramadre a nivel de la cara anterosuperior del peñasco (69) y contiene el ganglio semilunar o ganglio de Gasser, origen de las fibras sensitivas del nervio trigémico (V par). Su borde anterior contacta con la cara posterior del seno cavernoso.

El VI par discurre por el canal de Dorello desde su origen en la protuberancia hasta el seno cavernoso, por debajo del ligamento petroesfenoidal que se extiende desde el vértice del peñasco al borde lateral del cuerpo del esfenoides.

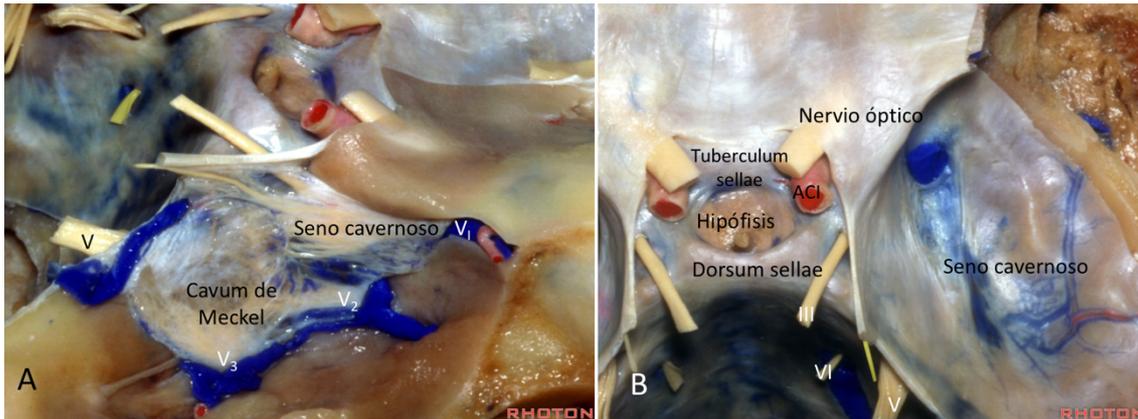


Figura 41. A: Seno cavernoso y Cavum de Meckel. Visión lateral. B: Seno cavernoso. Visión posterior. Tomado de "The Rhoton collection". [www.rhoton.ineurodb.org](http://www.rhoton.ineurodb.org).

En la cara exocraneal de la base craneal media se diferencia una región medial donde se aloja el cuerpo del esfenoides y la porción del hueso occipital que corresponde al clivus y una región lateral, que incluye el ala mayor del esfenoides, el hueso temporal en sus porciones petrosa, timpánica, escamosa y apófisis estiloides y los huesos malar, palatino y maxilar. Este plano diferencial entre medial y lateral se establece a nivel de las prolongaciones inferiores del hueso esfenoides, las apófisis pterigoides.

Las apófisis pterigoides (**Fig.42**), de gran relevancia quirúrgica, se implantan en su base en la cara inferior del esfenoides. La raíz interna nace del cuerpo del esfenoides y la raíz externa del ala mayor. Un poco por debajo de su origen se unen en su parte anterior, determinando un conducto, el conducto vidiano o pterigoideo, por el que discurren la arteria y vena vidiana y el nervio vidiano.

El conducto vidiano o pterigoideo es una referencia anatómica crucial en la cirugía endoscópica de base de cráneo por su relación con la arteria carótida interna. Éste se abre en su parte anterior en la zona medial de la fosa pterigopalatina y por detrás alcanza el borde anterolateral del agujero rasgado.

La disección posterior del nervio vidiano, nos permite localizar el *genu anterior* del segmento petroso de la arteria carótida interna y la parte anteromedial del seno cavernoso al nivel donde el nervio vidiano se continua con el nervio petroso superficial mayor (70).

Por debajo del conducto vidiano, cada raíz se continua hacia abajo por una lámina ósea o ala, aplanadas de fuera a dentro. Sus bordes anteriores se unen en su mitad superior, delimitando la fosa pterigoidea. En su mitad inferior se separan y estrechan, delimitando una escotadura triangular, la escotadura pterigoidea donde se aloja la apófisis piramidal del palatino.(46)

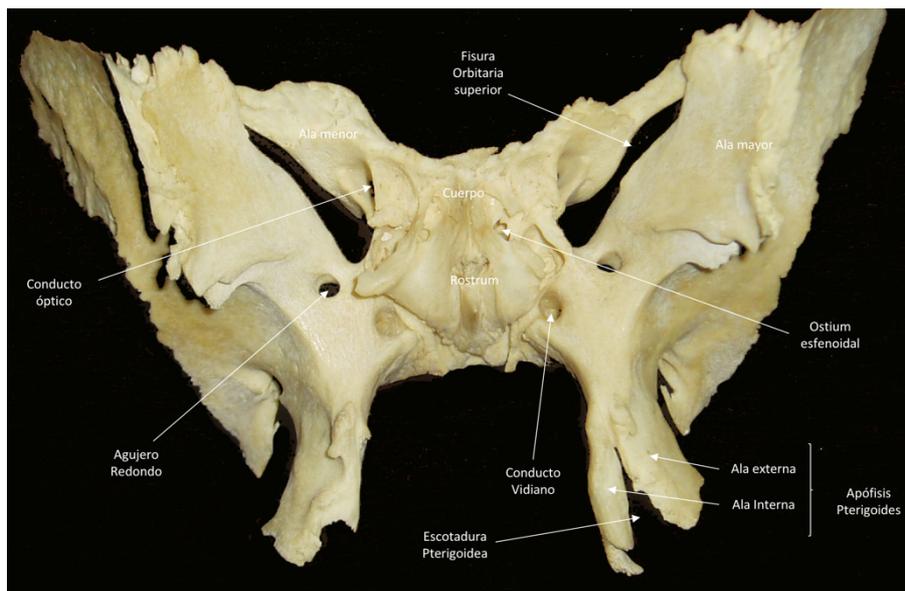


Figura 42. Cara anterior del esfenoides.

La cara interna se articula por delante con la parte vertical del palatino. De la extremidad superior de ésta nace una laminilla ósea, denominada apófisis vaginal que junto a la apófisis esfenoidal del palatino forman el canal palatovaginal (71). Este canal se sitúa en la parte más medial de la pared posterior de la fosa pterigopalatina. Por el canal palatovaginal discurre la arteria

faríngea, rama de la arteria maxilar interna y ramas nerviosas procedentes del ganglio esfenopalatino (72) en su trayecto hacia el techo de la nasofaringe. Este canal debe ser localizado intraoperatoriamente durante los abordajes endoscópicos para evitar sangrados (73).

La cara externa del ala externa de la apófisis pterigoides sirve de inserción al músculo pterigoideo lateral. En cara interna del ala externa y en la parte externa del ala interna se inserta el músculo pterigoideo interno. El borde posterior del ala interna en su parte superior presenta la escotadura tubárica, localización de la trompa de Eustaquio. Inferior a esta se inserta el músculo periestafilino externo.

La trompa de Eustaquio es un tubo de unos 31-44 cm. de longitud, que se dirige desde la pared lateral de la nasofaringe en dirección posterior y lateral hacia la caja timpánica. Consta de un componente fibrocartilaginoso anteromedial y otro óseo posterolateral, denominado conducto tubárico, formado por la porción petrosa del hueso temporal (74). Esta parte ósea de la trompa de Eustaquio se considera una referencia anatómica para la localización de la arteria carótida parafaríngea en su entrada al conducto carotídeo (75).

Por último, la cara anterior de la apófisis pterigoides forma parte del límite posterior de la fosa pterigopalatina.

La fosa pterigopalatina (FPP) es un estrecho espacio con forma de pirámide invertida, delimitada por la pared posterior del seno maxilar (anterior), las apófisis pterigoides (posterior), hueso palatino (medial) y cuerpo del esfenoides (techo). La FPP se comunica lateralmente con la fosa infratemporal a través de la fisura pterigomaxilar. Por su parte posterior lo hace con la fosa craneal media a través

del agujero redondo, con el agujero rasgado a través del conducto vidiano y con la nasofaringe a través del canal palatovaginal. Por su parte superoexterna con la órbita a través de la fisura orbitaria inferior. Medialmente con la fosa nasal por el agujero esfenopalatino e inferiormente con la cavidad oral a través de los conductos palatinos mayor y menor (71).

El acceso endoscópico a la FPP es un importante reto quirúrgico por la complejidad de la anatomía y además por sus relaciones ya descritas, es paso intermedio de otros abordajes endoscópicos (76).

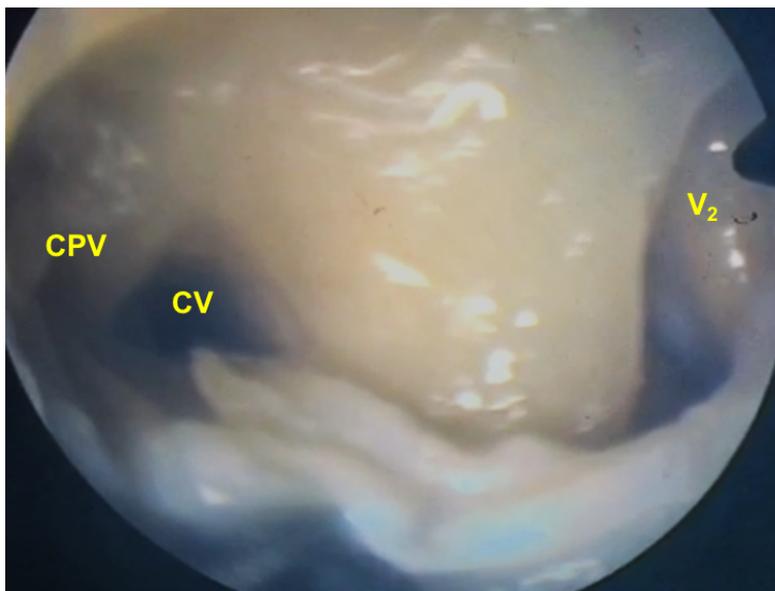
Podemos distinguir en la FPP, una parte anterior formada por el tercer segmento o pterigopalatino de la arteria maxilar interna (AMI) y sus ramas terminales. En su parte posterior encontramos las estructuras nerviosas, V<sub>2</sub>, el ganglio esfenopalatino y sus ramas (77).

A este nivel posterior como ya hemos descrito, se encuentran de superolateral a inferomedial tres importantes referencias anatómicas en cirugía endoscópica de base de cráneo, el *agujero redondo* por el que discurre V<sub>2</sub> y el *conducto pterigoideo* donde se localiza el nervio vidiano y el *canal palatovaginal* que contiene la arteria faríngea (**Fig.43**).

La fisura pterigomaxilar, delimitada por el maxilar y las apófisis pterigoides laterales es el límite lateral de la fosa pterigopalatina (medial), que se abre a la fosa infratemporal (lateral) y contiene la rama terminal de la arteria maxilar interna.

La fosa infratemporal (IT) (**Fig.44**) es el espacio localizado posterior al hueso maxilar, lateral a la fosa pterigopalatina e inferior al suelo de la fosa media. Se diferencian dos espacios: masticador y espacio parafaríngeo dividido éste por la

aponeurosis estilofaríngea en preestíleo y retroestíleo (78). Los límites de la IT son: anteriormente la pared posterior del seno maxilar, medialmente el músculo pterigoideo interno y apófisis pterigoides, el ala mayor del esfenoides a nivel superior, la mandíbula lateralmente y a nivel posterior el músculo pterigoideo externo insertándose en la mandíbula y la fascia pterigoidea.



*Figura 43. Imagen endoscópica en cadáver. CPV: Canal palatovaginal. CV: Conducto vidiano. V2: Agujero redondo*

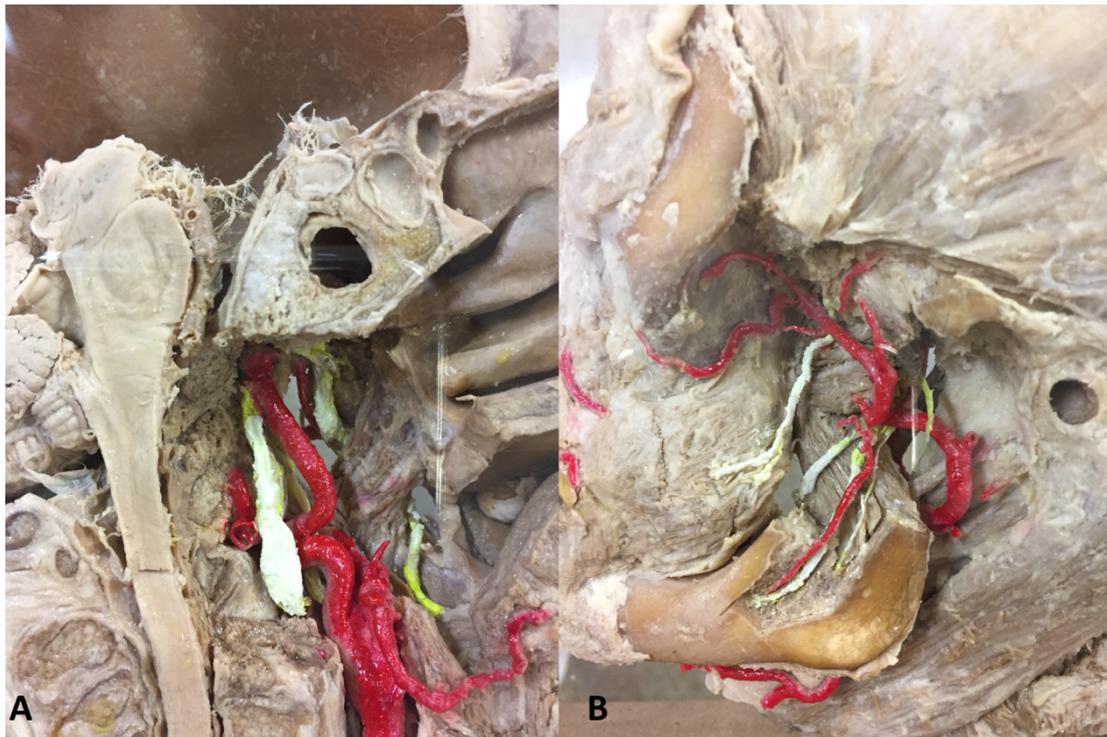
El espacio masticador contiene estructuras musculares (músculos pterigoideos medial y lateral, el músculo temporal en su inserción en la mandíbula, el tensor y elevador del paladar), nerviosas ( $V_3$ ), vasculares (AMI) y la trompa de Eustaquio.

El espacio parafaríngeo preestíleo es un espacio delimitado por el músculo pterigoideo medial y el tensor del velo del paladar y ocupado por grasa, ramas de las arterias faríngea ascendente y facial y del nervio glossofaríngeo.

El espacio retroestíleo se sitúa inferior al peñasco y medial a la mastoides contiene la vena yugular interna, arteria carótida interna (ACI), la arteria faríngea ascendente y los pares craneales bajos (IX, X, XI, XII). El acceso endoscópico a

esta zona se encuentra limitado por la profundidad de la disección y por la falta de un modelo de abordaje endoscópico perfectamente definido.

El agujero yugular es un hiato irregular en la parte posterior de la sutura petro-occipital, situado entre la apófisis yugular del occipital y la fosa yugular del hueso



*Figura 44. Fosa infratemporal. A: Arteria maxilar interna, arteria meníngea media y V<sub>3</sub> (amarillo). B: Ramas de arteria maxilar interna.*

petroso del temporal (79). Se divide por la espina yugular del temporal en dos compartimentos, uno posterior vascular que contiene el bulbo yugular junto a ramas de la arteria faríngea ascendentes, y otro anterior nervioso que contiene los pares craneales IX, X y XI.

Anteriormente, separado del agujero yugular por una cresta, se localiza el conducto carotídeo, estructura crítica por la que la arteria carótida parafaríngea penetra en el hueso temporal y que será explicada posteriormente con más detalle y entre ambos, pequeños forámenes para ramas accesorias del IX y X

par timpánicas y auriculares.

Posterior y lateral al foramen yugular se halla el foramen estilomastoideo por el que discurre el nervio facial (VII). La *fisura petroclival* separa el peñasco del clivus y aloja los senos petrosos inferiores y las venas petroclivales.

El conducto del nervio hipogloso, situado medial al agujero yugular, está ocupado por el nervio hipogloso (80). Su orificio intracraneal, se encuentra en la parte interna del cóndilo occipital y el extracraneal se abre al espacio parafaríngeo en la superficie lateral de dicho cóndilo (81).

#### *2.4.4 Base de Cráneo Posterior*

La *base craneal posterior* se extiende desde el dorsum sellae y clivus hasta la porción escamosa del hueso occipital. Se constituye por la unión de 3 huesos: occipital, temporal y esfenoides.

En su *vertiente endocraneal* a nivel medial se localiza el esfenoides en su porción clival y el agujero magno que forma parte de la porción basal del hueso occipital. Su forma es cóncava, y aloja el seno petroso inferior en un surco situado en ambos lados. Se localiza también a ese nivel el canal del hipogloso, foramen yugular, y el tubérculo yugular, protusión ósea por cuyo margen discurren los pares craneales bajos (**Fig.45**). A nivel lateral se localiza la fisura petrooccipital. El hueso temporal se extiende desde el ápex petroso hacia atrás, donde se relaciona con el surco del seno sigmoide a nivel medial. Esta porción temporal incluye el orificio auditivo interno, que contiene el VII y VIII pares, y las ramas laberínticas de la arteria cerebelosa anteroinferior (AICA). Así mismo, la unión del temporal a nivel anterior con el esfenoides da lugar a la fisura

petroclival.

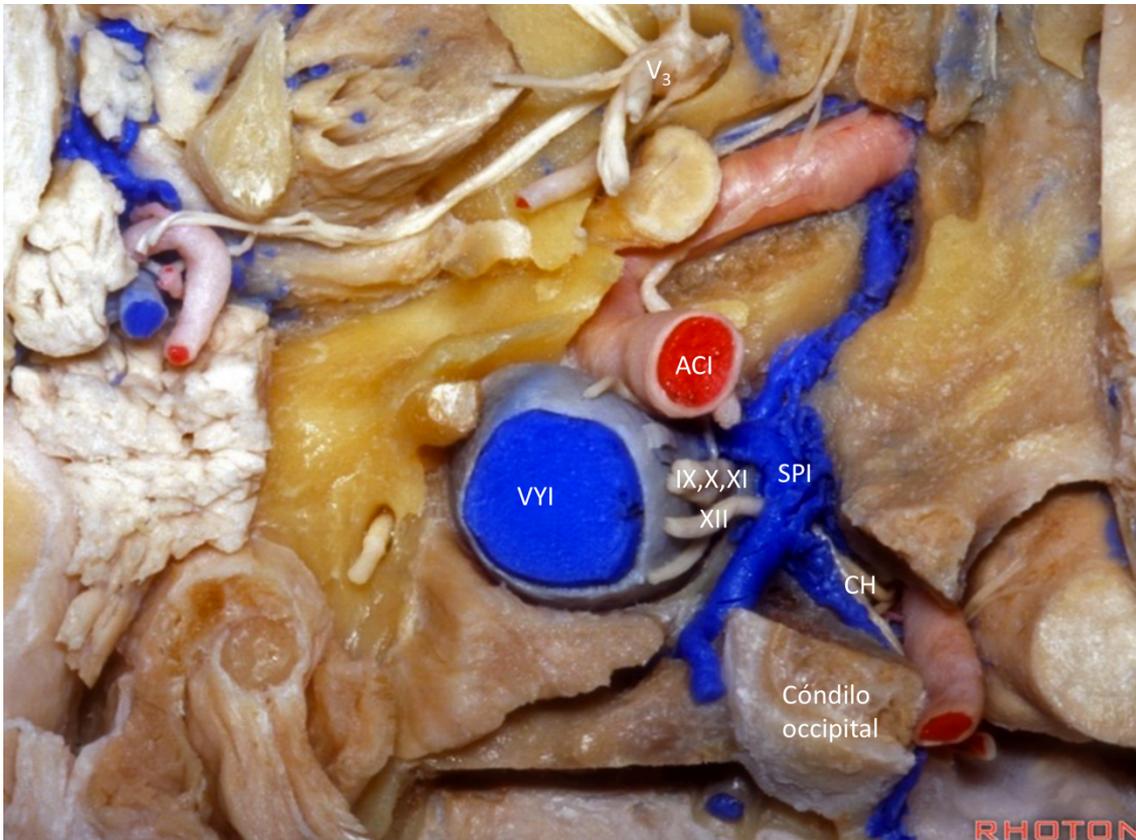


Figura 45. Fosa yugular. ACI: Arteria carótida interna. VVI: Vena yugular interna. SPI: Seno petroso inferior. CH: Conducto del nervio hipogloso. Tomado de "The Rhoton collection". [www.rhoton.ineurodb.org](http://www.rhoton.ineurodb.org)

El clivus puede dividirse en tres partes de superior a inferior (61). Los dos tercios superiores forman parte del hueso esfenoides, mientras que el tercio inferior se considera parte del occipital. El tercio superior se relaciona con la parte posterior de la silla turca (clivus selar) y las apófisis clinoides posteriores. El tercio medio o clivus esfenoidal se extiende desde este punto hasta el borde coanal. En el límite entre ambos discurre el canal de Dorello con el VI par. El tercio inferior se localiza a nivel de rinofaringe (clivus nasofaríngeo) y se extiende hasta el agujero magno. El tercio medio es el más grande, y se relaciona lateralmente con la carótida paraclival, fisura petroclival y foramen lacerum, considerándose este

último el límite de división con el tercio inferior. Otras relaciones son la cisterna prepontina, tronco basilar, AICA, y zona ventral de la protuberancia.

En el tercio inferior se recubre de fascia y musculatura, que forman parte de la pared posterior de rinofaringe. Se relaciona con el foramen magno, C1 (arco anterior), cóndilos occipitales, articulación atloaxoidea y todas las estructuras adyacentes a los mismos.

En la vertiente *exocraneal* se localiza el agujero magno (82) con los cóndilos occipitales, que se articulan con las masas laterales del atlas, el clivus a nivel anterior y la cara posterior del hueso temporal. Denominada con el término *base de cráneo ventral* va a constituir el límite de acceso endoscópico nasal. Posterior a ésta se extiende la *base de cráneo dorsal*, accesible por vía suboccipital.

#### *2.4.5 Arteria Carótida Interna (ACI)*

La arteria carótida interna (ACI) se origina a nivel cervical, en la bifurcación carotídea a nivel de la tercera vértebra cervical. Con un trayecto medial a la carótida externa se sitúa en el espacio parafaríngeo, medial al músculo digástrico y hacia arriba en el espacio parafaríngeo posterior, también denominado por algunos autores espacio carotídeo. Ascende en una posición medial a la vena yugular interna y anterior al nervio vago (X par). Se introduce en la base del cráneo a través del conducto carotídeo, situado anteriormente al foramen yugular, que comunica el cuello con la cavidad craneal. En este trayecto, la ACI se acompaña de los plexos venosos y simpáticos pericarotídeos (83).

El conducto carotídeo presenta una apertura externa, de forma habitualmente oval, y más raramente redonda o piriforme (83) por donde la ACI parafaríngea accede desde la región cervical al hueso temporal, con unas medidas

aproximadas de 7,5x5,3 mm (84).

El conducto carotídeo puede sufrir variaciones que deben ser tenidas en cuenta en los abordajes de base de cráneo, así se ha descrito su agenesia (66) o más peligroso por el riesgo de lesión de la ACI, su dehiscencia total o parcial (85).

En su trayecto intrapetroso, de dirección medial y anterior, se diferencian tres partes: vertical o ascendente, el *genu posterior* y la parte horizontal, que finaliza a nivel del foramen lacerum, donde la ACI realiza su *genu anterior*.

El foramen lacerum o agujero rasgado se sitúa anterior al ápex petroso siendo su límite anterior el cuerpo y la parte posterior del ala mayor del esfenoides y el posteromedial el hueso occipital. El conducto carotídeo se abre en la parte posterolateral del agujero rasgado. Su cara inferior está cubierta de tejido fibrocartilaginoso, de forma que solamente ramas meníngeas de la arteria faríngea ascendente y venas lo atraviesan, ya que la arteria carótida se sitúa siempre sobre él (86).

Tanto el conducto carotídeo y su apertura externa como el agujero rasgado son importantes referencias anatómicas en la cirugía de base de cráneo que serán estudiadas en este trabajo.

En su porción vertical, ascendente, la ACI se sitúa lateral al clivus (ACI paraclival) y formando parte del seno cavernoso. Se continúa con un trayecto ascendente, superior a la apófisis clinoides posterior. Posteriormente, en la región paraselar se dirige hacia delante tomando contacto con la apófisis clinoides anterior, y contacta con el strut óptico y se curva hacia atrás dando lugar al sifón carotídeo. A ese nivel se forma el anillo dural proximal, que recoge el recorrido desde el contacto con él hasta la clinoides anterior. Un segundo anillo dural, el distal, se

forma desde la parte inferior de la clinoides anterior hasta la parte distal del *strut óptico* (87). Entre ambos se extiende la porción paraclinoidea de la ACI. A continuación, se desarrolla el trayecto supraclinoideo, que comienza cuando la arteria sigue un tracto ascendente perforando la duramadre a nivel de la clinoides anterior y por encima del nervio óptico. Posteriormente se va a dividir en sus ramas terminales: la arteria cerebral media y anterior.

Existen varias clasificaciones para intentar describir mejor los distintos segmentos del recorrido, resultando, a menudo, confusas y contradictorias. Bouthillier (88) en 1996 establece una clasificación de siete segmentos basada en las relaciones anatómicas de la ACI. **(Tabla 1)**

*Tabla 1: Clasificación de Arteria carótida (Bouthillier 1996) (88)*

<b>CLASIFICACIÓN DE LA ARTERIA CAROTIDA INTERNA</b>		
<b>SEGMENTO</b>	<b>LÍMITE PROXIMAL</b>	<b>LÍMITE DISTAL</b>
CERVICAL (C1)	Bifurcación carotídea	Conducto carotídeo
PETROSO (C2)	Canal carotídeo	Agujero Rasgado (Borde posterior)
LACERUM (C3)	Agujero Rasgado (Borde posterior)	Ligamento Petrolingular
CAVERNOSO (C4)	Ligamento Petrolingular	Anillo dural proximal
CLINOIDEO (C5)	Anillo dural proximal	Anillo dural distal
OFTÁLMICO (C6)	Anillo dural distal	Arteria comunicante posterior
COMUNICANTE (C7)	Arteria comunicante posterior	Bifurcación carotídea

Posteriormente con el desarrollo de la endoscopia se han publicado clasificaciones con descripción más exhaustiva de diferentes aspectos de este recorrido con aplicación en este tipo de abordajes. Se establecen de forma

general cinco segmentos (**fig.46**): cervical, petroso, cavernoso, clinoideo y cisternal (86)(89). Aunque existen algunas modificaciones, muy utilizadas por su claridad, que creo deben incluirse, como denominar el segmento cervical distal como ACI parafaríngea o el segmento vertical cavernoso como ACI paraclival (90).

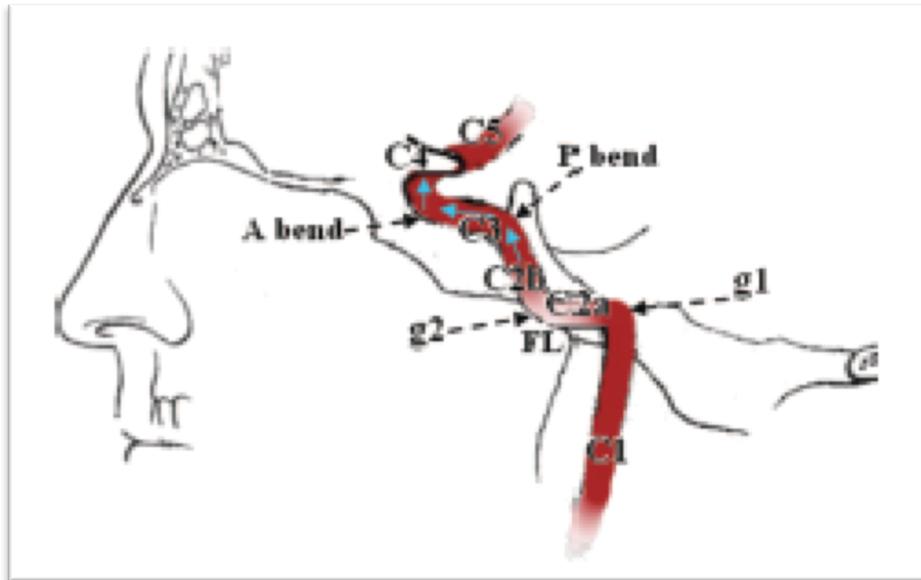


Figura 46. Esquema de los segmentos de la ACI. C1: Cervical, C2a: Petroso, C2b: Lacerum, C3: Cavernoso. C4: clinoideo. C5: Cisternal. Tomado con permiso de Herzallah IR, Casiano RR. Endoscopic endonasal study of the internal carotid artery course and variations. Am J Rhinol. 2007;21(3):262–70.

---

### 3. De la Cirugía Endoscópica Nasosinusal a la Cirugía Endoscópica de Base de Cráneo. La Evolución de la CENS

#### 3.1 Introducción

La evolución de la cirugía endoscópica nasosinusal se produce de manera exponencial en relativamente pocos años, ampliando sus indicaciones iniciales, fundamentalmente patología inflamatoria nasosinusal, a otras muchas gracias al aumento de la experiencia quirúrgica y los avances técnicos.

En 1990 Waitz y Wigand (91) realizan la primera resección completa de un papiloma invertido, siendo ésta técnica avalada años después por la evidencia científica (92). Estos tumores y también lesiones fibroósas comienzan a ser tratados mediante abordajes endoscópicos, incluso en el seno maxilar, frontal o esfenoidal gracias al desarrollo de diversas técnicas (93). La mejora en los métodos de embolización preoperatoria hizo también que angiofibromas nasofaríngeos se resequen endoscópicamente (94). La mayor parte de los tumores malignos son abordados endoscópicamente (95), aunque la aceptación de estas técnicas no estuvo exenta de polémicas.

La colaboración con otras especialidades produce también avances, comenzando con abordajes endoscópicos a la vía lagrimal y descompresiones orbitarias o del nervio óptico e incluso resección de tumores orbitarios (96).

Los abordajes endoscópicos de base de cráneo, comienzan con los primeros cierres endoscópicos de fístulas LCR nasosinuales (97), convirtiéndose en la técnica de elección para el tratamiento de esta patología, por su elevada eficacia

y baja tasa de complicaciones respecto a las técnicas abiertas (98)(99).

La introducción de la endoscopia nasosinusal en los abordajes hipofisarios, abrió un campo de colaboración entre neurocirujanos y otorrinolaringólogos, que produjo un gran impulso a esta técnica. Aunque ya Guiot (100) y Apuzzo (101) utilizaron endoscopios como ayuda durante abordajes microscópicos, fue Jankowski (102) en 1992 quien comunicó los primeros abordajes transesfenoidales puramente endoscópicos. Sin embargo, la técnica que se ha popularizado fue descrita por Jho y Carrau (103) en 1997.

La cirugía endoscópica de base de cráneo fue avanzando progresivamente y es en 2001 cuando Casiano (104) realiza las primeras resecciones craneofaciales endoscópicas para el tratamiento de estioneuroblastomas, demostrando estas técnicas, a su vez, una supervivencia al menos igual que la obtenida con abordajes tradicionales(105).

### 3.2 Corredores Endoscópicos de Base de Cráneo

En 2005 Kassam et al. dan un paso trascendental en el avance de la cirugía endoscópica de base de cráneo. Así describen los *corredores anatómicos* que van a ser utilizados en los distintos abordajes a esta área. Definen el concepto de *abordajes endoscópicos expandidos (AEE) de la base de cráneo*, como aquellos que superan los límites de la más básica cirugía hipofisaria transesfenoidal, de manera que la base de cráneo ventral va a poder ser abordada endoscópicamente desde la apófisis crista galli hasta el agujero magno y la unión cráneo-vertebral (106)(107), para tratar diferentes lesiones intra o extradurales que afecten a la fosa craneal anterior, media o posterior (108) .

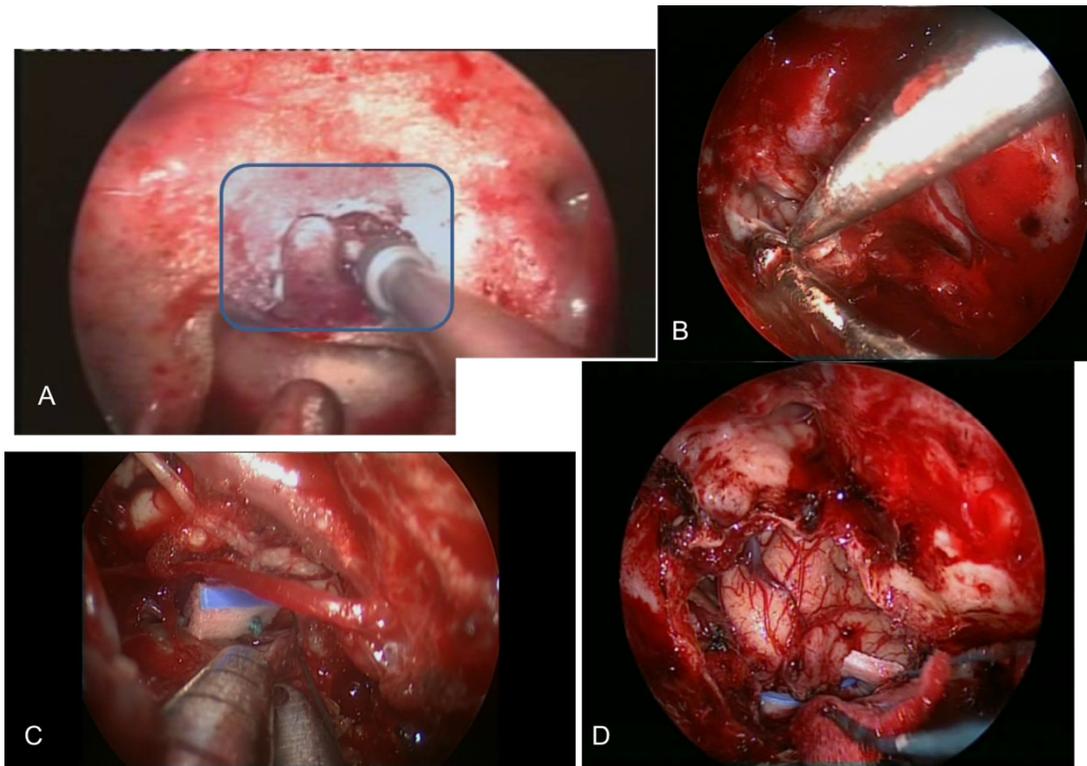
Estos corredores se dividen en aquellos que se encuentran en el eje sagital y los

que se desarrollan en el eje coronal. Desde cada uno de ellos se podrá realizar diferentes abordajes que alcanzarán a su vez diferentes áreas (109).

En el plano sagital, distinguimos tres corredores (**Fig.47**), transnasal, transesfenoidal y transetmoidal que delante a atrás van a permitir distintos abordajes. *Transcribiforme/transfóvea-etmoidal* fundamentalmente para el tratamiento de tumores nasosinusales con afectación de la base de cráneo anterior (110) y de meningiomas del surco olfatorio (111). *Transsellar/transtuberculum/transplanum* (112) para el tratamiento de toda la patología hipofisaria y cisterna suprasellar, como meningiomas de planum esfenoidal, craneofaringiomas (113) y acceso a la porción medial del seno cavernoso. *Transclival*, que permite el acceso al clivus, bien desde el corredor transnasal (dos tercios inferiores) o desde el transesfenoidal (tercio superior) fundamentalmente en cordomas o para el tratamiento de patología de la fosa posterior, meningiomas o patología vascular. El tratamiento de los cordomas de clivus, según su extensión lateral, puede requerir la realización de abordajes transpterigoideos que trataremos más adelante (114). El abordaje transodontoideo será utilizado para abordajes a la unión cráneo-cervical por patología inflamatoria o tumoral y al agujero magno. Finalmente se ha definido en los últimos tiempos el abordaje transorbitario, para el acceso al ápex orbitario (115).

Los corredores en el plano coronal son realmente el objeto de estudio en esta tesis doctoral. Se trata fundamentalmente del corredor transmaxilar, a través del cual se realizan los abordajes transpterigoideos a diferentes objetivos. Al ser como he dicho los abordajes sobre los cuales este estudio buscará referencias anatómicas que permitan una cirugía más segura y eficaz, creo importante

detenerse específicamente en ellos.



*Figura 47. A: Abordaje transsellar. B: Abordaje transcribiforme para hemirresección craneofacial endoscópica por estesioneuroblastoma. C: Abordaje transclival para exéresis de cordoma de clivus. D: Abordaje transetmoidal/transcribiforme para cirugía de meningioma olfatorio*

### 3.3 Abordajes Transpterigoideos

#### 3.3.1 Introducción

Los abordajes endoscópicos transpterigoideos expandidos (AETE) constituyen un reto por su complejidad anatómica y técnica. Permiten el acceso endoscópico directo a fosa infratemporal, espacio parafaríngeo superior (116), cavum de Meckel, nasofaringe, receso esfenoidal lateral, ápex petroso, unión petroclival, seno cavernoso o fosa yugular (78). Se trata de abordajes complejos, con una anatomía difícil por las numerosas estructuras neurovasculares críticas que transcurren por dichas áreas, teniendo especial importancia el control de la

arteria carótida interna en sus distintos segmentos.

Constituyen una alternativa válida a los tradicionales abordajes externos, evitando importante morbilidad y secuelas. Los abordajes transpterigoideos fueron descritos inicialmente para el acceso al receso lateral del esfenoides, pero los avances técnicos (navegador, motor de alta velocidad, doppler) y la mayor experiencia quirúrgica han hecho posible la realización de otros diferentes tipos de abordajes endoscópicos expandidos (117).

Como puede suponerse por su nombre, precisan de la resección parcial o total de la apófisis pterigoides para el acceso al resto de estructuras enumeradas anteriormente y según la necesidad de resección de la apófisis pterigoides durante la cirugía y también según la situación de las dos estructuras nerviosas críticas para la orientación en esta área, como son el nervio vidiano y la segunda rama terminal del nervio trigémino ( $V_2$ ), fueron clasificados por la Unidad de Base de Cráneo de la Universidad de Pittsburgh (118) en cinco tipos (**tabla 2**).

### *3.3.2 Indicaciones Quirúrgicas*

Las indicaciones de estos abordajes son múltiples (119), pudiendo ser divididas en:

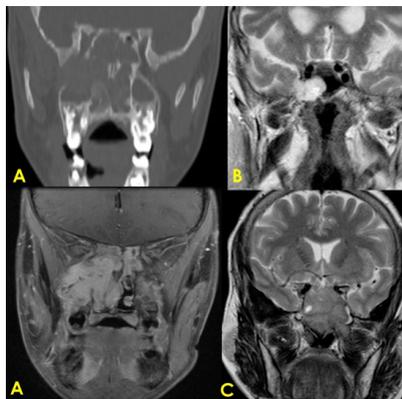
- Tumorales:
  - Benignos: Fundamentalmente angiofibromas nasofaríngeos juveniles, meningiomas, schwannomas, lesiones fibroósas, hemangiomas o adenomas hipofisarios con extensión lateral (**Fig.48**).
  
  - Malignos: Recidivas de carcinomas indiferenciados de cavum que precisen de nasofaringectomía, adenocarcinomas, carcinomas adenoides quísticos, cordomas con extensión lateral, incluso hacia el ápex petroso o fosa yugular

o metástasis (**Fig.49**).

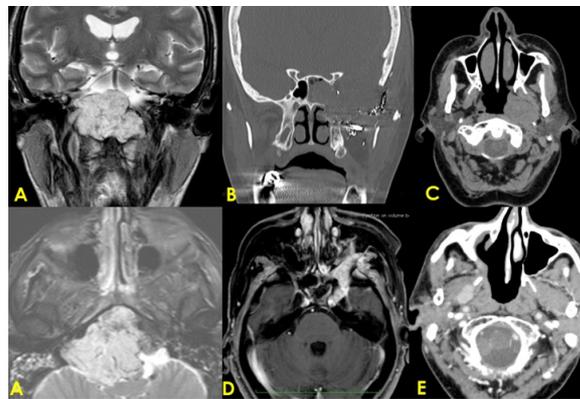
- No tumorales

Incluyen enfermedades inflamatorias, como granulomas de colesterol del ápex petroso, apicitis u osteomielitis de la base del cráneo y fístulas o meningoceles del receso lateral del esfenoides.

### 3.3.3. Técnica Quirúrgica



*Figura 48. Tumores benignos: A: Angiofibroma nasofaríngeo juvenil. B: Hemangioma. C: Adenoma de hipófisis*



*Figura 49. Tumores malignos: A: Cordoma de clivus. B: Metástasis de carcinoma tiroideo. C: Adenocarcinoma de espacio parafaríngeo superior. D: Carcinoma indiferenciado de nasofaringe. E: Hemangiopericitoma*

La técnica quirúrgica comienza con una buena planificación preoperatoria para minimizar las complicaciones y secuelas postquirúrgicas. Debe realizarse TC y RM con protocolo que pueda ser utilizado para la navegación intraoperatoria. La historia clínica debe recoger el estado neurológico previo del paciente, parálisis de nervios oculomotores, parestesias o anestesia por afectación de ramas del nervio trigémino, estudio de pares craneales bajos (IX, X, XI, XII), olfacción previa y también, en algunos casos, estudio hormonal. En caso de tratarse de una

tumoración vascularizada, debe tratar de realizarse embolización preoperatoria.

Tabla 2. Clasificación de los abordajes transpterigoideos. Tomado de Pinheiro-Neto CD, Kasemsiri P, Carrau RL, Prevedello DM, Kassam AB. Transpterygoid Approaches. En Draf W, Carrau RL, Bockmuhl U, Kassam AB, Vajkoczy P. Endonasal Endoscopic Surgery of Skull Base Tumors: An Interdisciplinary Approach. Thieme 2015 (118)

TIPO AEPTE	CORREDOR NASOSANTRAL	RESECCION DE APOFISIS PTERIGOIDES	REGION		INDICACIONES
			Foramen Vidiano	Foramen Rotundum	
<b>A</b>	Ventana Nasoantral	Parcial	SUP	MED-INF	Témporoparietal flap
<b>B</b>		Parcial anterior de la base	SUP	MED-INF	Receso lateral del esfenoides
<b>C</b>		Base y disección de c. Vidiano	SUP	LAT-INF	Ápex petroso o Cavum de Meckel
<b>D</b>	Maxilectomía medial +/- Denker	Parcial/completa + disección de ICA petrosa	INF	LAT-INF	Fosa infratemporal Control ICA petrosa
<b>E</b>	Maxilectomía medial + Denker	Parcial/completa + disección de ICA petrosa y TE	INF-SUP	LAT-INF-SUP	Nasofaringe Cordomas clivus

El abordaje quirúrgico puede ser dividido tres pasos (120) que describimos a continuación.

El *primero* consiste en una buena exposición del corredor sinonasal, que se inicia tallando el colgajo nasoseptal (47), que permitirá el cierre del defecto en la base del cráneo tras la cirugía y posteriormente meatotomía maxilar, etmoidectomía, esfenoidotomía y septectomía posterior, que permita el trabajo a “cuatro manos”.

El *segundo* paso quirúrgico consiste en la extensión lateral de eje quirúrgico que dependiendo de la patología tratada, puede requerir desde la realización de pequeñas ventanas nasosantrales, hasta efectuar una maxilectomía medial (121)

combinada con un abordaje de Denker o Sturmann-Canfield endoscópico (122). Siempre debe tenerse en cuenta que el control endoscópico durante la cirugía debe ser lo más óptimo posible y asegurar, sobre todo, el manejo de las complicaciones graves que pudieran presentarse. En general, en el abordaje al receso lateral del esfenoides (118) (123), al ápex petroso (124) y ocasionalmente al cavum de Meckel, suele ser necesaria una ventana nasooantral, mientras que el tratamiento de lesiones que afecten a la fosa infratemporal (120), fundamentalmente angiofibromas (**Fig.50**), schwannomas, cordomas de clivus con significativa extensión lateral, lesiones que afectan al espacio parafaríngeo superior o nasofaringectomías, será necesario, para un óptimo control lateral, realizar una maxilectomía medial asociada en muchas ocasiones a un abordaje de Denker o Sturmann-Canfield (118) (125) (126).

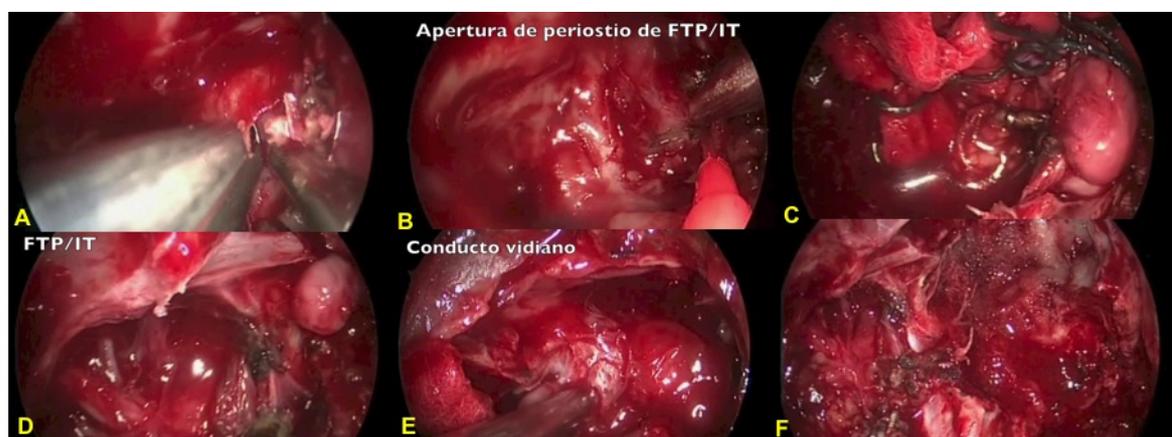


Figura 50. Abordaje transpterigoideo para resección de angiofibroma nasofaríngeo. A: Maxilectomía medial, Denker endoscópico y gran ventana nasooantral. B: Apertura de periostio de FTP/IT. C: Clipado de arteria maxilar interna. D: Resección tumoral parcial. Exposición de FTP e IT. E: Localización de conducto vidiano. Control de ACI. F: Resección tumoral completa.

El *último* paso será la apertura del acceso hacia el objetivo definido. Se inicia con la resección de la pared posterior del seno maxilar y del proceso horizontal del

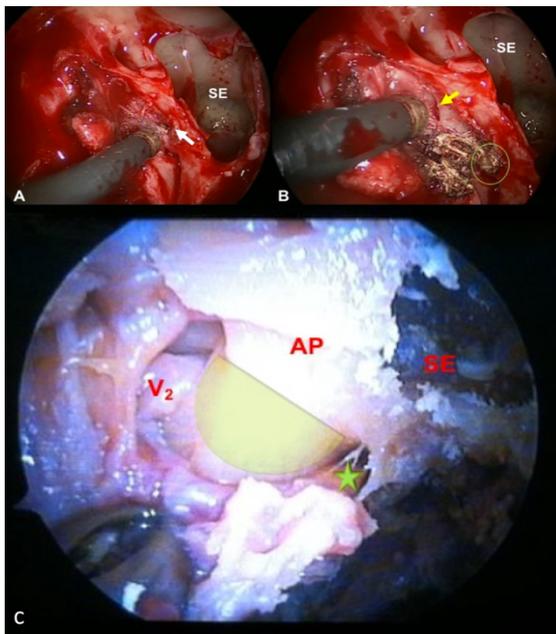
hueso palatino. El grado de resección dependerá de la necesidad de cada caso.

Si nuestro objetivo es el receso lateral del esfenoides, cavum de Meckel, ápex petroso o espacio parafaríngeo superior, la resección de la pared posterior del seno maxilar y la cauterización y sección de la arteria esfenopalatina y sus ramas, nos permitirá lateralizar todo el contenido de la fosa pterigopalatina y exponer así las apófisis pterigoides y permitir un mejor acceso lateral endoscópico (127). Esta disección debe hacerse de forma subperióstica para evitar sangrados. Como ya hemos indicado, en la pared posterior de la FPP encontremos de inferomedial a superolateral el canal palatovaginal, que contiene la arteria del mismo nombre, que debe ser cauterizada. Seguidamente hallaremos el conducto vidiano, con la arteria y nervio vidiano y más lateralmente el agujero redondo mayor, conteniendo la segunda rama terminal del trigémino ( $V_2$ ), que como sabemos, constituyen dos importantes referencias anatómicas para la localización de la arteria carótida interna, estructura crítica durante estos abordajes. Dependiendo de la patología tratada o bien de la necesidad de resección de la apófisis pterigoides, el nervio vidiano debe ser sacrificado, previa cauterización de la arteria vidiana (Figura 47). Si se precisa penetrar en la fosa infratemporal, la arteria maxilar interna debe ser clipada y cauterizada.

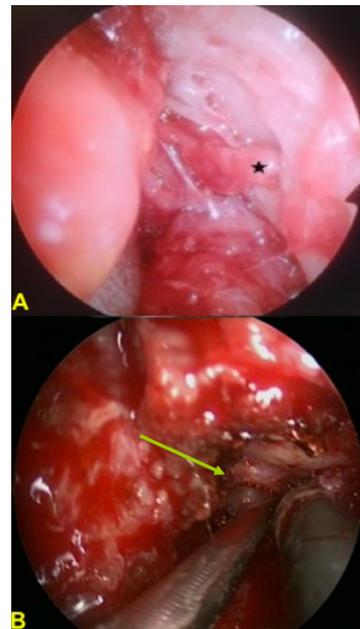
Finalmente se realiza el fresado necesario del ala interna de la apófisis pterigoides, comenzando éste por debajo de una línea imaginaria que une el nervio vidiano y  $V_2$  (117) (128) (**Fig.51**), área segura sin riesgo de lesionar la arteria carótida interna y una vez bien controlada ésta, ampliar la resección a demanda. Si es preciso, se comienza con el fresado del ala externa de la apófisis pterigoides. Esto permite exponer la tercera rama del trigémino ( $V_3$ ) a nivel del foramen oval y lateralmente a éste la arteria meníngea media en el foramen

espinoso (**Fig.52**). En este paso, suele producirse un sangrado importante del plexo venoso pterigoideo que debe ser controlado.

El abordaje del receso lateral del esfenoides requiere el fresado de la parte superior de la placa medial de la apófisis pterigoides (123). El cavum de Meckel y el seno cavernoso, se abordan tras resección de la base de la apófisis pterigoides (117).

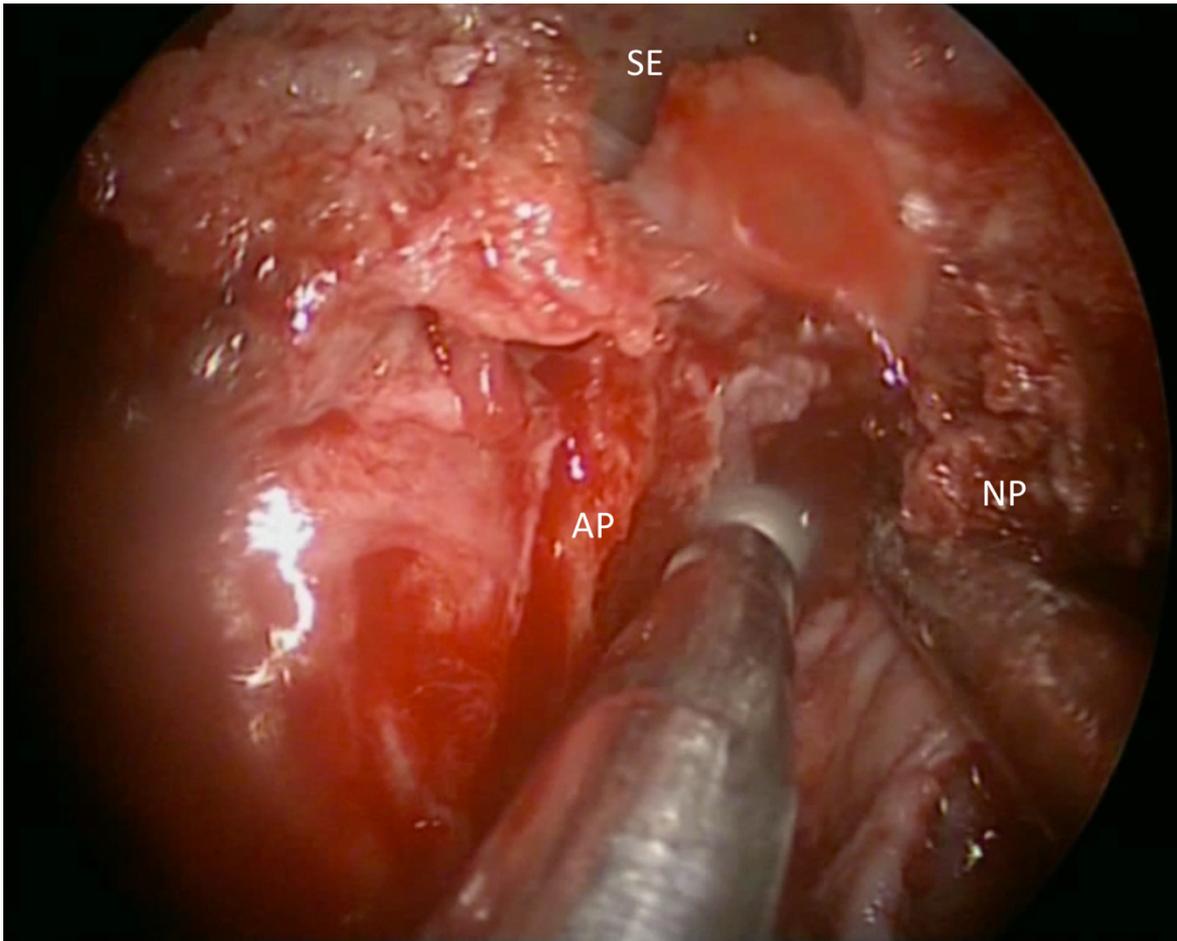


*Figura 51. A-B: Abordaje endoscópico transperigoideo. Fosa derecha. Localización de nervio vidiano (Flecha blanca) y cauterización de arteria vidiana (círculo verde). Localización de V2. C: V2 y nervio vidiano (estrella verde). AP: Apófisis pterigoides. Semicírculo: Área de fresado seguro*



*Figura 52. Agujero oval y V3. A: Dissección en cadáver. B: Abordaje endoscópico.*

La apertura del cavum de Meckel se realiza en el denominado *espacio cuadrangular*, delimitado lateralmente por V<sub>2</sub>, medialmente por el segmento vertical de la arteria carótida interna e inferiormente por el segmento petroso de



*Figura 53 Fresado de apófisis pterigoides (AP). SE: Seno esfenoidal. NP: Nasofaringe*

ésta (129) (130). En esta zona se debe incidir en la duramadre de la fosa media y abordar dicha área.

Las técnicas de nasofaringectomía (**Fig.53-54**) precisan el fresado de ambas alas de la apófisis pterigoides y la sección de la trompa de Eustaquio a nivel de su orificio óseo, que permita la resección tumoral junto con la musculatura peritubárica y la parte superior de los músculos pterigoideos (131). Es imprescindible el control de los segmentos parafaríngeo, petroso y cavernoso de la ACI. El conducto tubárico (orificio óseo de la trompa de Eustaquio), se considera una buena referencia para el control de la ACI parafaríngea (131) (132). Los abordajes de cordomas (125) de clivus con extensión a fosa yugular y

de algunas lesiones del ápex petroso, requieren también el fresado de ambas alas de la apófisis pterigoides, e incluso la movilización de la ACI para un abordaje adecuado (133).

Tras todos estos pasos se procede a abordar la lesión, para biopsia o exéresis definitiva, finalizando la cirugía con el cierre directo o mediante colgajo del defecto creado.

Comprobamos así la dificultad de estos abordajes y la necesidad de buscar referencias anatómicas que permitan una cirugía eficaz y segura. Esto ha sido una constante en la evolución de la cirugía endoscópica, por lo que merece la pena detenernos en cómo se han ido obteniendo estas referencias y sobre todo si en algunos campos existen aún abordajes en que sería necesario obtener algunas nuevas, que justificaría la realización de esta tesis.

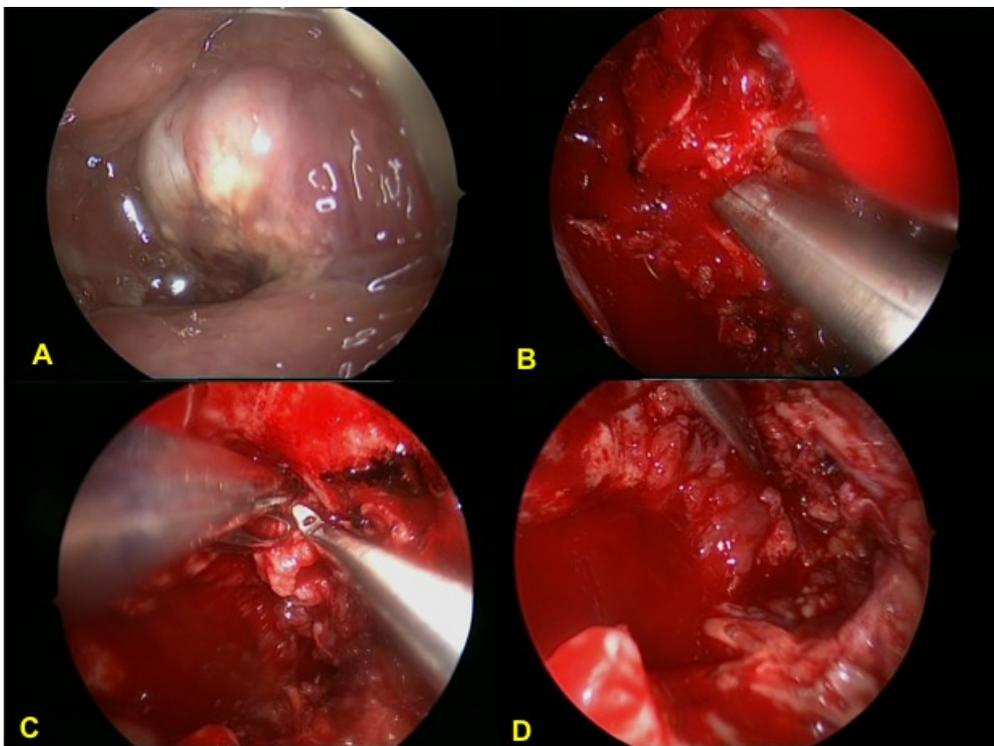


Figura 54. Tumoración en pared lateral izquierda de nasofaringe. B: Resección de apófisis pterigoides. C: Sección de TE. D: Resección tumoral

---

## 4. La Orientación en Cirugía Endoscópica Nasosinusal y de Base de Cráneo

### 4.1 Referencias Anatómicas en Cirugía Endoscópica Nasosinusal y de Base de Cráneo

La orientación es en cualquier procedimiento quirúrgico una de las claves más importantes para disminuir las complicaciones y conseguir un resultado óptimo.

Desde los inicios de la cirugía endoscópica los intentos para conseguir una cirugía segura, llevaron a la búsqueda de referencias anatómicas constantes que permitiesen una orientación adecuada.

Como hemos podido ver, Stammberger (20) y Kennedy (134) utilizan como referencias óptimas en su abordaje endoscópico nasosinusal anteroposterior, la apófisis unciforme, la bulla etmoidal, el cornete medio, el ostium natural del seno maxilar y la pared posterior del etmoides, localizando las estructuras críticas como la lámina papirácea, el techo etmoidal, el nervio óptico o la arteria carótida conforme se van abriendo las celdas etmoidales. Este abordaje anteroposterior, permite una cirugía más conservadora y adecuada según la localización de la patología tratada. La dificultad de este método de orientación comienza cuando las referencias descritas están alteradas bien por la patología subyacente o por cirugías previas. Esto hace que estas referencias sean confusas y la posibilidad de entrada inadvertida al endocráneo o a la órbita aumenten de forma considerable. Por otro lado, la entrada al seno esfenoidal a través de la pared posterior del etmoides, lo hace en la zona más cercana al nervio óptico y la arteria carótida, aumentando otra vez el riesgo de complicaciones.

Así Wigand (135) consciente de esa dificultad, describe su abordaje endoscópico nasosinusal posteroanterior, en el cual localiza en primer lugar el esfenoides a nivel medial entre el cornete superior y el tabique nasal, lo que permite localizar el techo esfenoidal y el etmoides posterior, avanzando después de atrás a delante para finalizar la esfenoetmoidectomía. Aunque esta técnica permite sin duda alguna una orientación más segura, obliga a cirugías más extensa que podrían no ser siempre necesarias y la entrada al esfenoides puede no ser totalmente segura al no disponer de referencias en altura, que podrían provocar la penetración inadvertida a la base del cráneo (139).

May (137) describe seis referencias anatómicas seguras aún en caso de cirugías previas, que son:

1. La línea maxilar, relieve óseo a nivel del conducto nasolacrimal, anterior al meato medio.
2. La lamela vertical del cornete medio
3. El marco óseo del borde superior de la antrostomía maxilar, formado por la unión de la pared medial y el suelo de la órbita
4. La lámina papirácea
5. El tabique nasal
6. El arco coanal

Se comienza también a poner énfasis tanto en la necesidad de conocer las distancias desde la columela a las distintas referencias nasosinuales como en realizar una antrostomía maxilar como paso inicial en los abordajes endoscópicos (138)(139).

Recogiendo estos avances en la orientación en cirugía endoscópica nasosinusal, Casiano (**Fig.55**) en 2001 describe su técnica quirúrgica basada en el conocimiento de las distancias a diferentes estructuras anatómicas

nasosinusales (**Fig.56**), la realización de una amplia meatotomía maxilar media



Figura 55. Prof. Roy R. Casiano

que exponga el nivel del suelo orbitario medial y siguiendo a Schaefer (140) desarrolla una técnica combinada que aúna los beneficios en cuanto a posibilidad funcional de los abordajes anteroposterior de Stammberger y Kennedy con la seguridad de los

posteroanteriores de Wigand (136)(141).

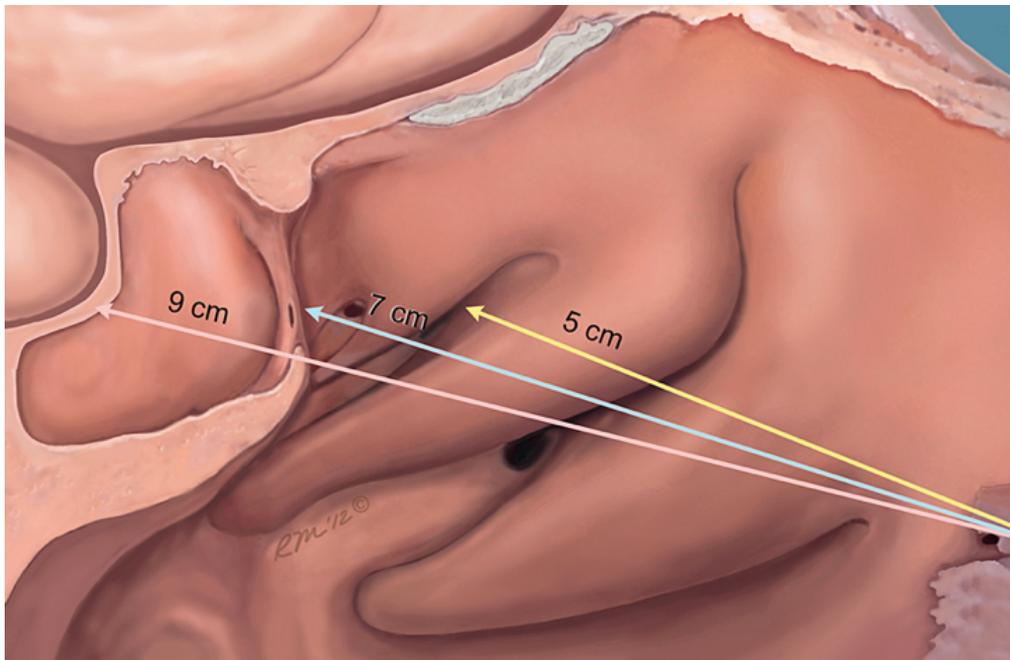


Figura 56. Distancias desde la columela a estructuras nasosinusales (Reproducido con permiso de R. Casiano. Endoscopic sinonasal dissection guide ) (136)

Esta importante aportación a la orientación en cirugía endoscópica nasosinusal,

comienza con la resección de la apófisis unciforme tras una luxación anterógrada y la entrada segura al seno maxilar, preferiblemente a través de la fontanela posterior. Ambas maniobras disminuyen el riesgo de penetración inadvertida en la órbita y permiten la realización de una gran meatotomía maxilar media que exponga el suelo orbitario medial, que será usado como referencia para la consecución de la cirugía (**Fig.57**).

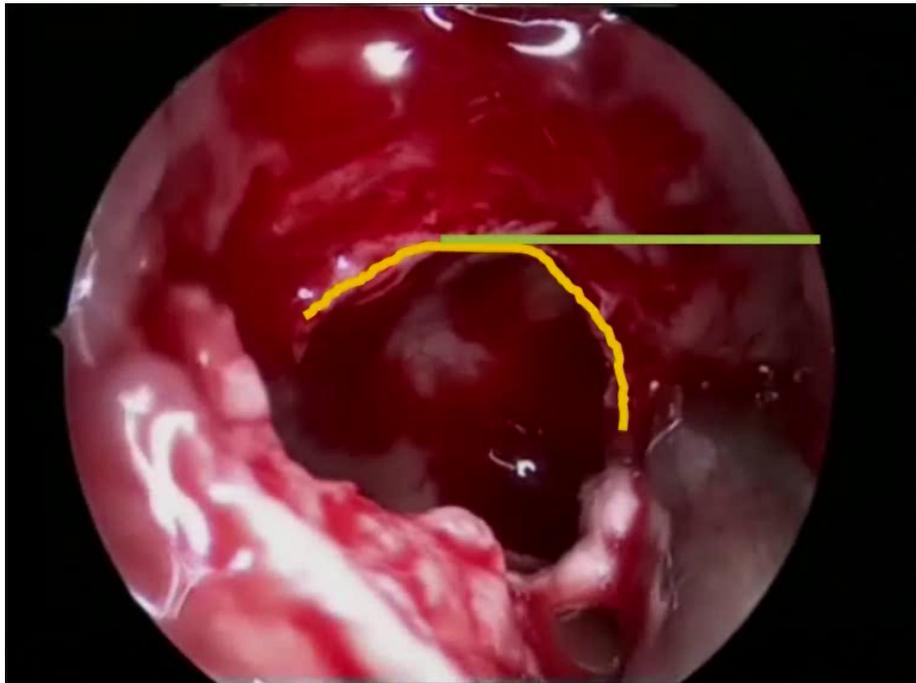


Figura 57 Gran meatotomía maxilar media derecha. Exposición del suelo orbitario medial (Línea verde).

Así la progresión segura de la cirugía será medial y al nivel del suelo orbitario medial hasta acceder al etmoides posterior (142). Esto permite un avance seguro lejos de la órbita y la base del cráneo, que serán localizadas a nivel del etmoides posterior. Una vez localizadas estas dos estructuras críticas, se hace necesario controlar también el límite posterior de la etmoidectomía, que se hará localizando el seno esfenoidal, teniendo en cuenta que su pared anterior ha de ser el límite posterior de apertura de celdas etmoidales posteriores, ya que incluso las celdas

de Onodi, denominadas ahora celdas esfenoetmoidales (51), aunque sobrepasan el seno esfenoidal por encima y lateral, nunca comienzan por delante de la pared anterior del seno esfenoidal.

La apertura del seno esfenoidal se realiza a través del ostium natural, situado en el receso esfeno-etmoidal, a nivel de la cara anterior del esfenoides (57), habiéndose descrito múltiples referencias (36) (**Fig.58**). Comprobamos como el suelo orbitario medial, también denominado *cresta maxilar*, sigue siendo una referencia útil, al señalar la altura del ostium esfenoidal (141)(142).

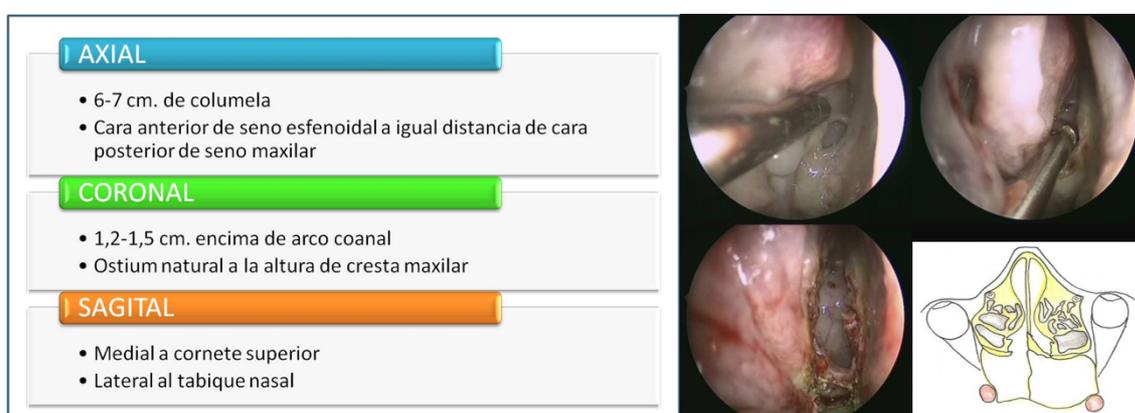
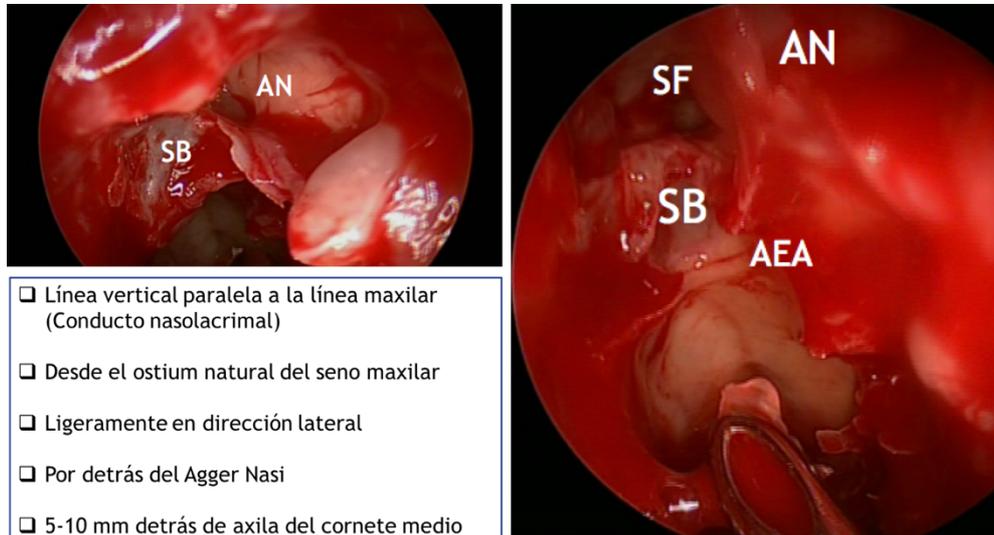


Figura 58. Referencias anatómicas para la localización del seno esfenoidal (dcha.) Localización de seno esfenoidal y apertura (izda).

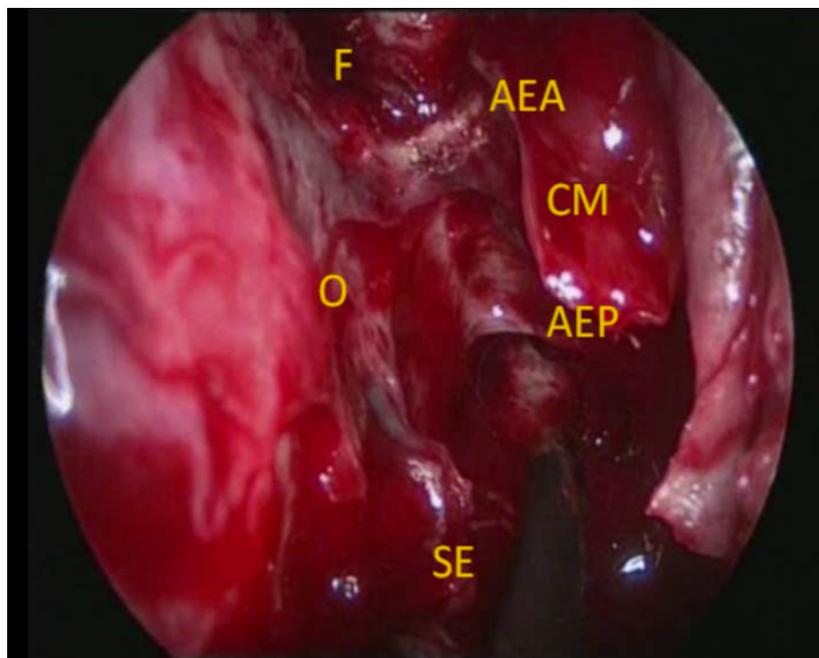
Una vez localizado y abierto el seno esfenoidal, localizadas todas las estructuras críticas, pared posterior de etmoides, lámina papirácea y techo etmoidal, se comienza una disección retrógrada que, eliminando todas las celdas etmoidales superiores, nos dirigirá hacia el seno frontal (**Fig.59-60**).

Las referencias más adecuadas para la localización del seno frontal fueron descritas por Wormald (143), considerando el agger nasi (celda más anterior de etmoides) la más útil, de manera que el receso frontal se localizaría por detrás de la pared anterior del agger nasi y por detrás de la bulla etmoidal (**Fig.59-60**).

Los métodos de orientación que fueron surgiendo con la evolución de la cirugía endoscópica nasosinusal, fueron aplicados tras la aparición de la cirugía endoscópica de base de cráneo (CEBC).



*Figura 59. Localización del seno frontal y referencias. AN: Agger Nasi. SB: Celda suprabullar. SF: Seno frontal*



*Figura 60. Disección de techo etmoidal. SE: Seno esfenoidal. AEP: Arteria etmoidal posterior. AEA: Arteria etmoidal anterior. O: Órbita. F: Seno frontal. CM: Cornete medio*

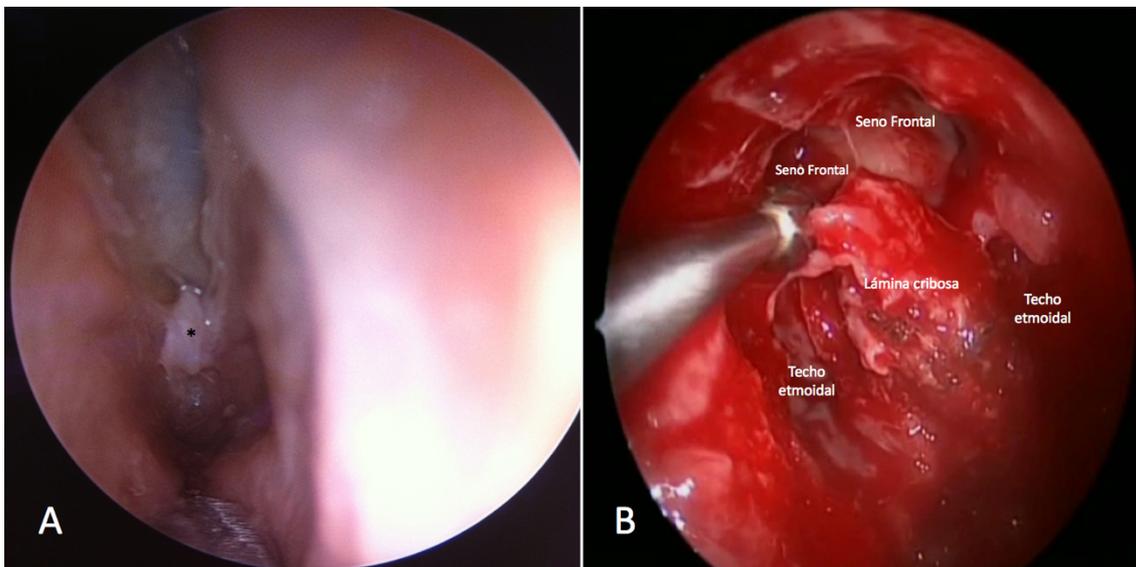
Como hemos visto anteriormente, la CEBC, comienza con los abordajes endoscópicos a la hipófisis y en ese sentido el seno esfenoidal es el centro de la mayor parte de los abordajes endoscópicos expandidos a la base del cráneo (144), de manera que podríamos decir que en él confluyen la cirugía endoscópica nasosinusal y la cirugía endoscópica de base de cráneo. El acceso al seno esfenoidal (40) en los denominados abordajes transesfenoidales, se realiza utilizando las mismas referencias que hemos estudiado, aunque mediante aperturas mucho más amplias (36). Tras la apertura del seno encontramos los relieves óseos de las estructuras circundantes, ACI, NO, NV, V<sub>2</sub>, clivus, silla turca, recesos óptico-carotídeos medial y lateral, que deben ser identificados y constituyen las referencias anatómicas utilizadas en estos abordajes (**Fig.35**). Sin embargo, los diferentes grados de neumatización del seno esfenoidal, pueden dificultar la identificación de las estructuras esfenoidales en los abordajes transesfenoidales (56). La presencia de protusiones, dehiscencias o septos insertados en nervio óptico o ACI, deben ser detectados en TAC intraoperatoriamente, para evitar complicaciones graves (145).

Enatsu y colaboradores (146), analizaron diferentes distancias y ángulos a nivel del seno esfenoidal, como referencias importantes en cirugía esfenoidal, que facilitan la orientación y disminuyen el riesgo de complicaciones. Así, la ACI se localizaría a 24.7 +/- 2.7 mm en un ángulo de 43.3 +/- 9.3 grados del ostium esfenoidal en el lado izquierdo y de 25.4 +/- 2.6 mm en un ángulo de 43.3 +/- 10.1 grados en el lado derecho y el NO lo haría a 15.7 +/- 2.6 mm y 62.7 +/- 11.7 grados en el lado izquierdo y a 15.5 +/- 2.9 mm y 63.2 +/- 12.9 grados en el lado derecho. Encuentran también algunas diferencias estadísticamente significativas entre lados y sexos, al igual que Araujo Filho y colaboradores (147), debiendo

ser tenidas en cuenta durante los accesos al seno esfenoidal.

Observamos como la medida conjunta de distancias y ángulos facilita enormemente la orientación, al marcar la distancia y dirección que debe seguir la disección durante el abordaje endoscópico.

También la orientación para la realización de la cirugía frontal ha sido fundamental para el desarrollo de la cirugía endoscópica de base de cráneo. Así, los abordajes transcribiformes y transetmoidales, necesitan la realización de un procedimiento de Lothrop modificada o Draf III (148), necesaria para el posterior cierre del defecto en la base del cráneo. La principal orientación en este abordaje es la localización de la primer filete olfatorio a nivel de la lámina cribosa (149) (**Fig.61**). En un intento de obtener referencias que faciliten la localización de esta cintilla, Upadhyay (150), reseñó que la distancia entre la pared posterior del seno frontal y esta primera cintilla olfatoria es de aproximadamente 4 mm, lo que permitiría un fresado seguro hasta 7 mm posterior a ésta.



*Figura 61. A: Localización de primer filete olfatorio (\*). B: Realización de Draf III frontal durante abordaje transcribiforme/transetmoidal.*

Como hemos dicho anteriormente, uno de los corredores más complejos y que

precisan referencias seguras son los abordajes transpterigoideos. En ellos la necesidad de orientación es imprescindible por la compleja anatomía y la estructuras vasculares y nerviosas localizadas en las áreas que se abordan.

El desarrollo de los corredores endoscópicos de base de cráneo, hizo imprescindible la descripción de referencias anatómicas para la localización de las referidas estructuras neurovasculares críticas, en especial la arteria carótida interna en todos sus segmentos. Las patologías que afectan a estas zonas, habitualmente tumores benignos o malignos, invaden y distorsionan la anatomía dificultando aún más orientación (151).

Kassam et al. en 2005, describen las referencias anatómicas claves en los diversos corredores (152). El ala interna de la apófisis pterigoides (PI) es considerada por este autor como referencia en los abordajes al ápex petroso para la localización del agujero rasgado y  $V_2$  para los realizados al cavum de Meckel o fosa media. Pero en general, como se ha indicado ya, consideran al nervio y canal vidiano, la referencia clave para la localización de la arteria carótida interna en la unión entre el segmento petroso y el *genu* anterior (70)(76) (117)(128), fundamental para la consecución de estas cirugías. Así el fresado en dirección posterior del canal vidiano nos llevara a localizar la ICA.

Esta descripción abre el camino para que muchos autores comiencen a estudiar las distancias entre las estructuras implicadas, canal vidiano, agujero redondo y canal palatovaginal. La longitud del canal vidiano sería para Wang et al. (153) de 13,12 mm. Esta distancia implicaría la longitud de hueso que deberá ser removido desde la localización del nervio vidiano en la apófisis pterigoides hasta la ACI. La distancia entre el canal vidiano y la línea media es de 12,78 mm y entre el canal vidiano y el agujero redondo es en dirección horizontal de 5,6 mm

y en vertical de 6,22 mm (117). El agujero redondo se encuentra separado de la línea media por 19 mm (154). La longitud del canal palatovaginal es de 7,15 mm, formando un ángulo de 48° con el canal vidiano y la distancia entre el canal vidiano y el palatovaginal de 3,78 mm para (73). Como vemos una gran profusión de estudios para la localización de estas importantes referencias.

Oackley (151) correlaciona varias referencias para mejorar la orientación y así considera que el punto de unión entre el canal vidiano y la trompa cartilaginosa se encuentra inmediatamente anteroinferior al *genu* anterior de la ACI petrosa. La distancia a este punto desde el nervio vidiano en FPP y desde el rodete tubárico son respectivamente 17,4 mm y 15 mm.

Las referencias sugeridas para la localización de la ACI parafaríngea son fundamentalmente las alas de la apófisis pterigoides, V3 y el orificio del conducto tubárico (istmo de la trompa-CT) (90), pero no existen estudios profundos de sus relaciones anatómicas, distancias o ángulos entre ellos.

#### 4.2 Medios Técnicos para la Orientación en Cirugía Endoscópica Nasosinusal y de Base de Cráneo

La CENS se ha ido adaptando a los avances técnicos que han ido surgiendo durante los últimos años. Una de los progresos más innovadores fue la introducción de los equipos de cirugía guiada por la imagen, también conocidos como navegadores, y los nuevos doppler para la localización intraquirúrgica de grandes vasos, fundamentalmente arteriales.

Los navegadores, son equipos que permiten una cirugía guiada por la imagen, mediante la correlación en tiempo real del campo operatorio con la imagen preoperatoria, mostrando la localización precisa de instrumentos quirúrgicos

seleccionados, dentro de las estructuras circundantes.

Se dispone actualmente de dos tipos; *Navegadores ópticos*, que utilizan sensores de infrarrojos en combinación con estructuras emisoras de luz o reflectores de luz que se fijan a la cabeza del paciente y al instrumento utilizado. Tanto la banda como el instrumento deben ser "vistos" simultáneamente por el ordenador para poder localizar el instrumento del cirujano dentro de los senos paranasales. *Navegadores electromagnéticos*, que funcionan mediante campos electromagnéticos que utilizan puntos de referencia en un dispositivo conectado a la cabeza del paciente ("seguidor del paciente") y un instrumento con cable que el cirujano maneja dentro de la nariz y los senos. En general los navegadores más utilizados en cirugía endoscópica son electromagnéticos por la dificultad de localización de los ópticos durante los movimientos y giros para la introducción del instrumental en las fosas nasales.

Su funcionamiento se basa en la utilización de imágenes de TAC o RMN y la adquisición de éstas puede ser preoperatoria o incluso intraoperatoria en los más avanzados. Una vez adquiridas se realiza un registro del paciente y se comienza a "navegar" mediante numerosos tipos de instrumental, que señalan la situación en el campo de éstos. **(Fig.62).**

En general se admite a los navegadores un grado de error de aproximadamente 1-3mm, inherentes al sistema de localización utilizado, la calidad de las imágenes, el proceso de registro en el paciente o la precisión de seguimiento del instrumental.(155).

Con las limitaciones anteriores, el uso de navegador ha demostrado mejorar la localización de estructuras anatómicas y disminuir el número de complicaciones

mayores (156), por lo que, sin poder sustituir a un conocimiento anatómico profundo y a la experiencia quirúrgica, se recomienda su uso en cirugía endoscópica de base de cráneo.(157)



*Figura 62. Equipo de cirugía guiada por la imagen.*



## II. JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS

La cirugía endoscópica nasosinusal (CENS) ha supuesto una revolución en cuanto al abordaje de diferentes patologías. Concebida para el tratamiento funcional de patología inflamatoria de los senos paranasales, se ha expandido fuera de las fronteras de la nariz y los senos paranasales en los llamados corredores de base de cráneo.

Estos corredores son múltiples y permiten mediante diversos abordajes, que a su vez pueden llevarnos a alcanzar distintas áreas de la base del cráneo, para el tratamiento de patologías fundamentalmente tumorales.

El *corredor transmaxilar* es utilizado para abordajes transpterigoideos, a fosa pterigopalatina e infratemporal, nasofaringe, cavum de Meckel, ápex petroso, receso esfenoidal lateral y pared lateral del seno cavernoso.

El acceso endoscópico a todas estas estructuras supone un reto quirúrgico importante. Esto es debido a la complejidad de la anatomía y las estructuras vitales situadas en estas áreas, además, las patologías tratadas, fundamentalmente tumorales, invaden las estructuras y distorsionan la anatomía dificultando la orientación.

Los nuevos avances técnicos que han ido apareciendo en cirugía endoscópica de base de cráneo, cámaras de alta definición, sistemas de navegación, eco-doppler intraoperatorio etc., han mejorado la orientación en el campo quirúrgico, permitiendo una cirugía más segura. Sin embargo, el uso de estos medios técnicos no exime de un conocimiento anatómico preciso de las estructuras de la base del cráneo.

Los huesos implicados en la formación de la base del cráneo y sus uniones entre sí, presentan relieves, apófisis y forámenes, que alojan y permiten el paso de estructuras principalmente vasculares y nerviosas, que discurren entre endo y exocráneo.

La arteria carótida interna, con su complicada trayectoria en su recorrido desde el cuello hacia la cavidad craneal, constituye una dificultad vital durante los abordajes endoscópicos a la base del cráneo. Su lesión inadvertida durante estas cirugías, conlleva complicaciones importantes, incluso la muerte del paciente.

Otras estructuras importantes, algunas también vitales, situadas en esta área son la vena yugular interna, y a su alrededor los pares craneales bajos, el seno cavernoso, las ramas de división del nervio trigémino, el nervio vidiano, la arteria meníngea media y a nivel de la unión cráneo-cervical el tronco encefálico y la médula espinal.

Por este motivo, la localización de estas estructuras, especialmente la arteria carótida interna en sus diferentes segmentos, durante la cirugía endoscópica de base de cráneo, puede evitar complicaciones vitales y es crítica para la consecución de gran parte de estos abordajes.

Las estructuras óseas de la base del cráneo, suelen ser más o menos respetadas por las patologías tratadas durante los abordajes endoscópicos de base de cráneo y pueden constituir importantes puntos de orientación durante la cirugía. Así, el borde posterior del vómer, las alas interna y externa de la apófisis pterigoides, los agujeros oval, redondo, espinoso, rasgado, yugular o magno, los conductos carotídeo, del nervio hipogloso o tubárico o la apófisis estiloides,

además de alojar estructuras importantes pueden, como ya se ha comentado, constituir puntos de orientación para una cirugía más segura y precisa.

La evolución de la cirugía endoscópica se ha basado en el hallazgo de puntos de orientación fiables que eviten complicaciones. Para los abordajes transpterigoideos se han descrito referencias útiles, fundamentalmente para la localización de la arteria carótida petrosa. Las referencias de otros segmentos como el parafaríngeo, aunque conocidos, no han sido suficientemente estudiados en lo que se refiere a las relaciones anatómicas entre ellas. Wen et al. (158) describen las distancias entre las alas de la apófisis pterigoides, el conducto tubárico y apertura externa del conducto carotideo, pero pocas de las medidas entre estas estructuras han sido estudiadas en profundidad y en otras ocasiones se han tratado desde el prisma de los abordajes externos. Tampoco las relaciones entre estructuras más profundas como el agujero yugular o conducto del nervio hipogloso han sido suficientemente descritas.

Todas estas circunstancias anteriores motivan este estudio. El conocimiento de las distancias y ángulos entre estas estructuras óseas, permitiría durante los abordajes endoscópicos de la base del cráneo, ir adquiriendo progresivamente y con mayor seguridad, puntos de referencia que faciliten la localización de las estructuras vitales anteriormente descritas, especialmente la arteria carótida interna por su complejo recorrido y riesgo vital en caso de lesión inadvertida.



# III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

---

## 1. Hipótesis

El conocimiento de las distancias y ángulos existentes entre diferentes estructuras óseas de la superficie exocraneal de la base del cráneo, puede conllevar la determinación de referencias anatómicas útiles y seguras en los abordajes endoscópicos endonasaes transpterigoideos.

---

## 2. Objetivos

1. Conocer las distancias y ángulos existentes entre las estructuras óseas elegidas de la superficie exocraneal de la base del cráneo, su variabilidad y correlaciones.

2. Definir la relación espacial entre dichas estructuras óseas a través de las medidas resultantes.

3. Conseguir referencias útiles y seguras que puedan servir de orientación en los abordajes endonasaes endoscópicos transpterigoideos de base de cráneo.



## IV.MATERIAL Y MÉTODOS

---

### 1.Población

Para la toma de las medidas en el hueso seco, se ha utilizado la colección de osteología humana del Museo Anatómico de la Universidad de Valladolid, que alberga 256 esqueletos con edad y sexo conocidos, procedentes de los cementerios de Palencia y Valladolid.

Los esqueletos han sido recogidos desde 1986 a la actualidad y fueron exhumados tras un periodo de enterramiento en tierra de entre 10 y 20 años.

Se han descartado aquellos individuos inmaduros, con malformaciones, traumatismos y con deterioro postmortem de la base del cráneo.

---

### 2.Diseño del Estudio

Se diseña un estudio observacional, retrospectivo de muestra estratificada de población, para medición de distancias y ángulos en las principales referencias óseas de la superficie exocraneal de la base del cráneo.

Los cráneos se han seleccionado entre los disponibles en la colección de osteología humana del Museo Anatómico de la Universidad de Valladolid, siguiendo un muestreo estratificado de edad y sexo definido. De esta manera se han estudiado 55 cráneos secos, elegidos de forma aleatoria para cumplir los estratos definidos. Se trata de 29 hombres y 26 mujeres, de edades comprendidas entre 34 y 101 años.

---

### 3.Método de Medida de Distancias entre Referencias Óseas

Las mediciones se realizaron por observación directa, siempre la misma persona para evitar errores de subjetividad. Las distancias se midieron con un calibre digital Aerospace Digimatic Vernier™, 0-150 mm (**Fig.63**), sobre los cráneos ya reseñados.

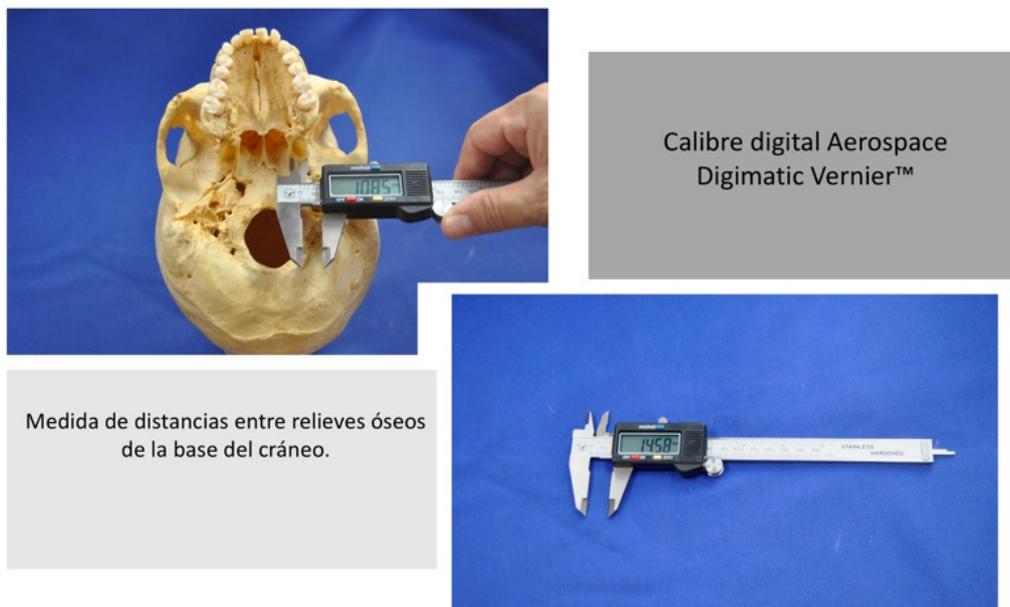


Figura 63. Medida de distancias con calibre digital Aerospace digimatic Vernier™

Se realizó la medición de un total de 33 distancias diferentes en cada lado del cráneo, lo que representa un total de 3630 medidas.

Las distancias medidas se indican en la *hoja de recogida de datos* utilizada. (**tabla 3**). Se detallan las estructuras óseas entre las que se han realizado las mediciones, siempre a nivel de la cara exocraneal de la base del cráneo (**Fig.64**).

Tabla 3. Hoja de medidas de distancias

E-

EDAD

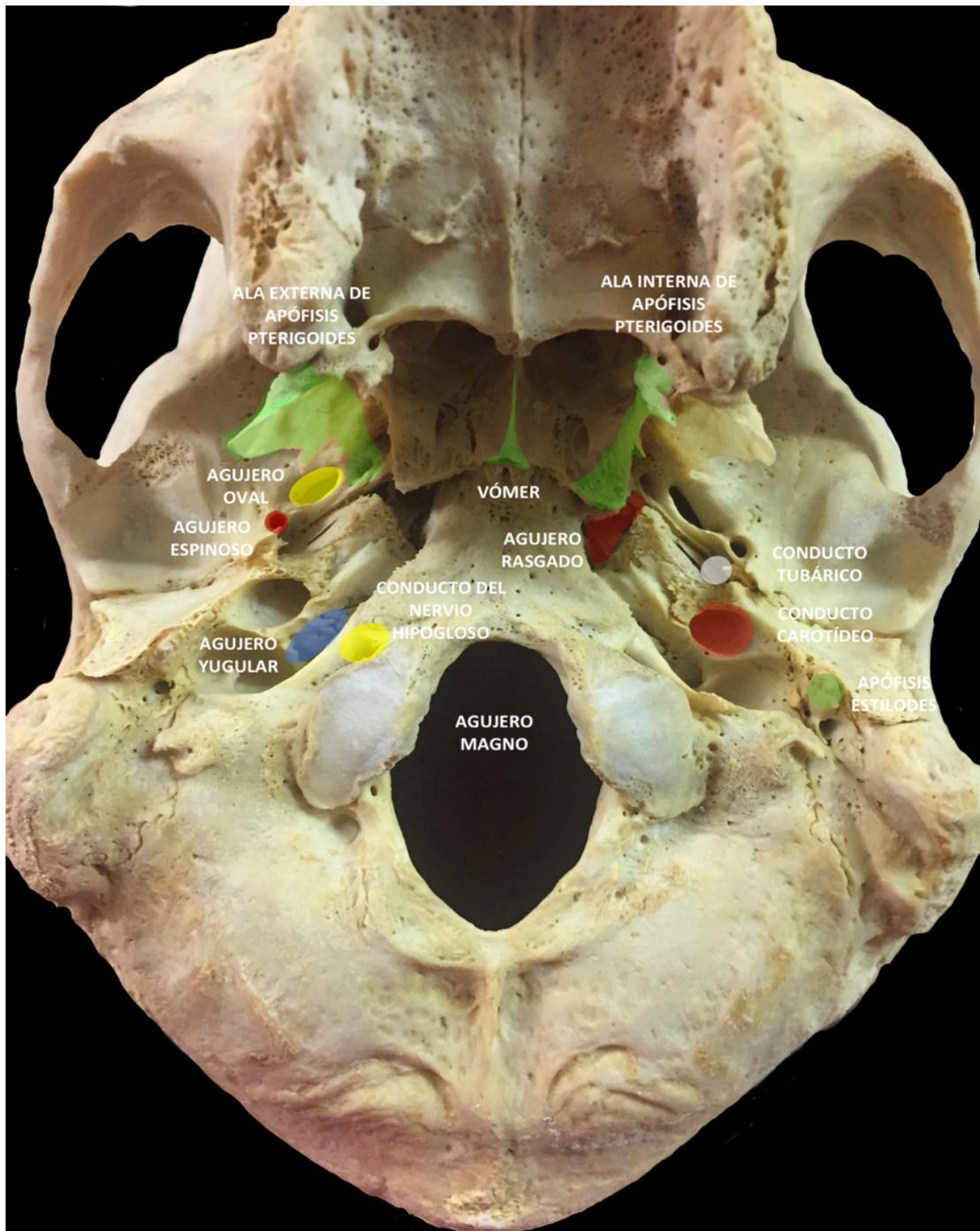
SEXO

H

M

MEDIDA	DERECHO	IZQUIERDO
1. Distancia entre ala interna y externa de la apófisis pterigoides (base).		
2. Distancia de borde posterior de ala interna de apófisis pterigoides a borde anterior de conducto del nervio hipogloso.		
3. Distancia de borde posterior de ala interna de apófisis pterigoides a borde anterior de agujero rasgado.		
4. Distancia de borde posterior de ala interna de apófisis pterigoides a borde anterior de conducto carotídeo.		
5. Distancia de borde posterior de ala interna de apófisis pterigoides a borde anterior de agujero yugular.		
6. Distancia de borde posterior de ala interna de apófisis pterigoides a borde anterior de agujero oval.		
7. Distancia de borde posterior de ala interna de apófisis pterigoides a borde anterior de agujero espinoso.		
8. Distancia de borde posterior de ala interna de apófisis pterigoides a conducto tubárico.		
9. Distancia de borde posterior de ala interna de apófisis pterigoides a apófisis estiloides.		
10. Distancia de borde posterior de ala externa de apófisis pterigoides a borde anterior de conducto carotídeo.		
11. Distancia de borde posterior de ala externa de apófisis pterigoides a borde anterior de agujero yugular.		
12. Distancia de borde posterior de ala externa de apófisis pterigoides a borde anterior de agujero oval.		
13. Distancia de borde posterior de ala externa de apófisis pterigoides a borde anterior de agujero espinoso.		
14. Distancia de borde posterior de ala externa de apófisis pterigoides a conducto tubárico.		
15. Distancia de borde posterior de ala externa de apófisis pterigoides a apófisis estiloides.		
16. Distancia de borde posterior de agujero oval a borde anterior de conducto carotídeo.		
17. Distancia de borde posterior de agujero oval a conducto tubárico.		
18. Distancia de borde posterior de agujero oval a agujero espinoso.		
19. Distancia de borde posterior de agujero oval a borde anterior de agujero yugular.		
20. Distancia de borde anterior de agujero rasgado a borde anterior de agujero oval.		
21. Distancia de borde anterior de agujero rasgado a borde anterior de conducto carotídeo.		
22. Distancia de borde anterior de agujero rasgado a borde anterior de agujero yugular.		
23. Distancia de conducto tubárico a conducto carotídeo.		
24. Distancia de conducto carotídeo a agujero yugular.		
25. Distancia de vómer a agujero magno.		
26. Distancia de vómer a conducto carotídeo.		
27. Distancia de vómer a conducto tubárico.		
28. Distancia de vómer a agujero oval.		
29. Distancia de vómer a agujero espinoso.		
30. Distancia de vómer a conducto del nervio hipogloso.		
31. Distancia de vómer a apófisis estiloides		
32. Distancia de vómer a agujero rasgado		
33. Distancia de vómer a borde anterior de agujero yugular		

Las medidas de distancias realizadas se ilustran en las (Fig.65-68). Cada distancia se representa en uno sólo de los lados, aunque se han realizado en ambos.



*Figura 64. Estructuras óseas de la cara exocraneal de la base del cráneo sobre las que se han realizado las medidas*

Debe tenerse en cuenta que, por la orientación eminentemente clínica de este estudio, las distancias han sido medidas siguiendo un supuesto acceso endoscópico endonasal a la base del cráneo.

Las distancias medidas desde el vómer (VO) se realizaron a nivel de su inserción en la base del cráneo. Las realizadas desde el ala interna de la apófisis pterigoides (PI) lo serán a nivel de su borde posterior en la base de dicha apófisis y las medidas desde el ala externa de la apófisis pterigoides (PE) se hicieron en su borde posterior a la misma altura que las realizadas en el ala interna.

Las distancias desde vómer y alas interna y externa de apófisis pterigoides al conducto del nervio hipogloso (CH), agujero oval (AO), agujero espinoso (AE), conducto tubárico (CT), conducto carotídeo (CC) y apófisis estiloides (ST) se realizaron siempre hasta el punto en el que localizaríamos dichas estructuras en un acceso endoscópico endonasal, generalmente su cara anterior. Las medidas al conducto carotídeo se refieren a su apertura externa, al conducto del nervio hipogloso a su orificio exocraneal, al conducto tubárico a su orificio interno (istmo de la trompa de Eustaquio). Las medidas al agujero yugular (AY) se realizaron a nivel de la pequeña osificación que habitualmente señala el inicio de la *pars vascular*, por la mayor trascendencia clínica de localizar la vena yugular interna y el bulbo de la yugular, frente a los nervios IX, X, XI en cirugía endoscópica de base de cráneo.

Las medidas desde el agujero oval al conducto tubárico, carotídeo o agujero yugular se hicieron desde la zona más posterior y medial del primero, ya que una vez localizada esta estructura durante un abordaje endoscópico, la referencia para localizar el resto de las estructuras sería dicha zona y no su punto medio, que supondría sacrificar el nervio mandibular.

Igualmente, la medida del conducto carotídeo al agujero yugular se realiza desde la zona más posterior y medial del primero, por el mismo motivo anterior.

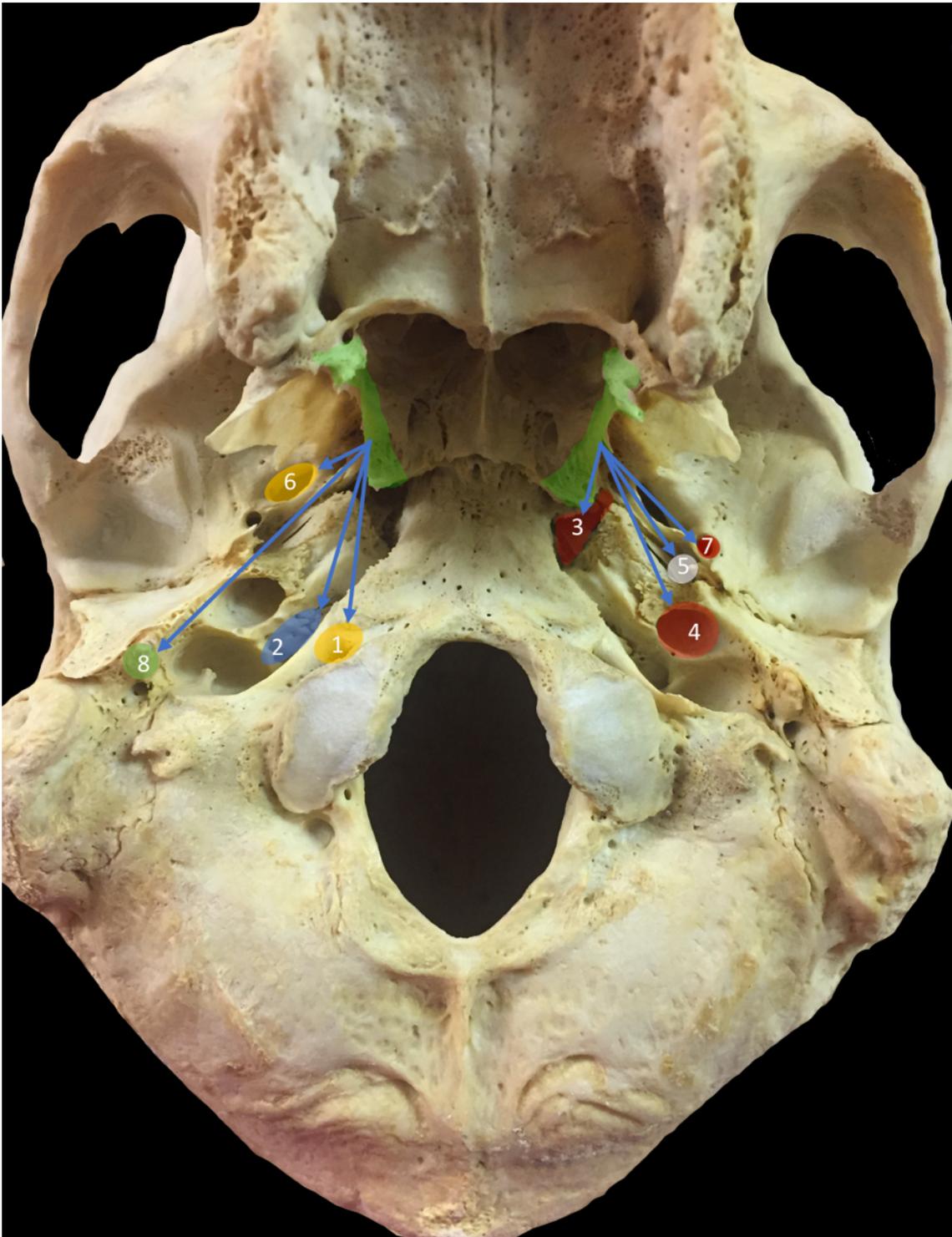
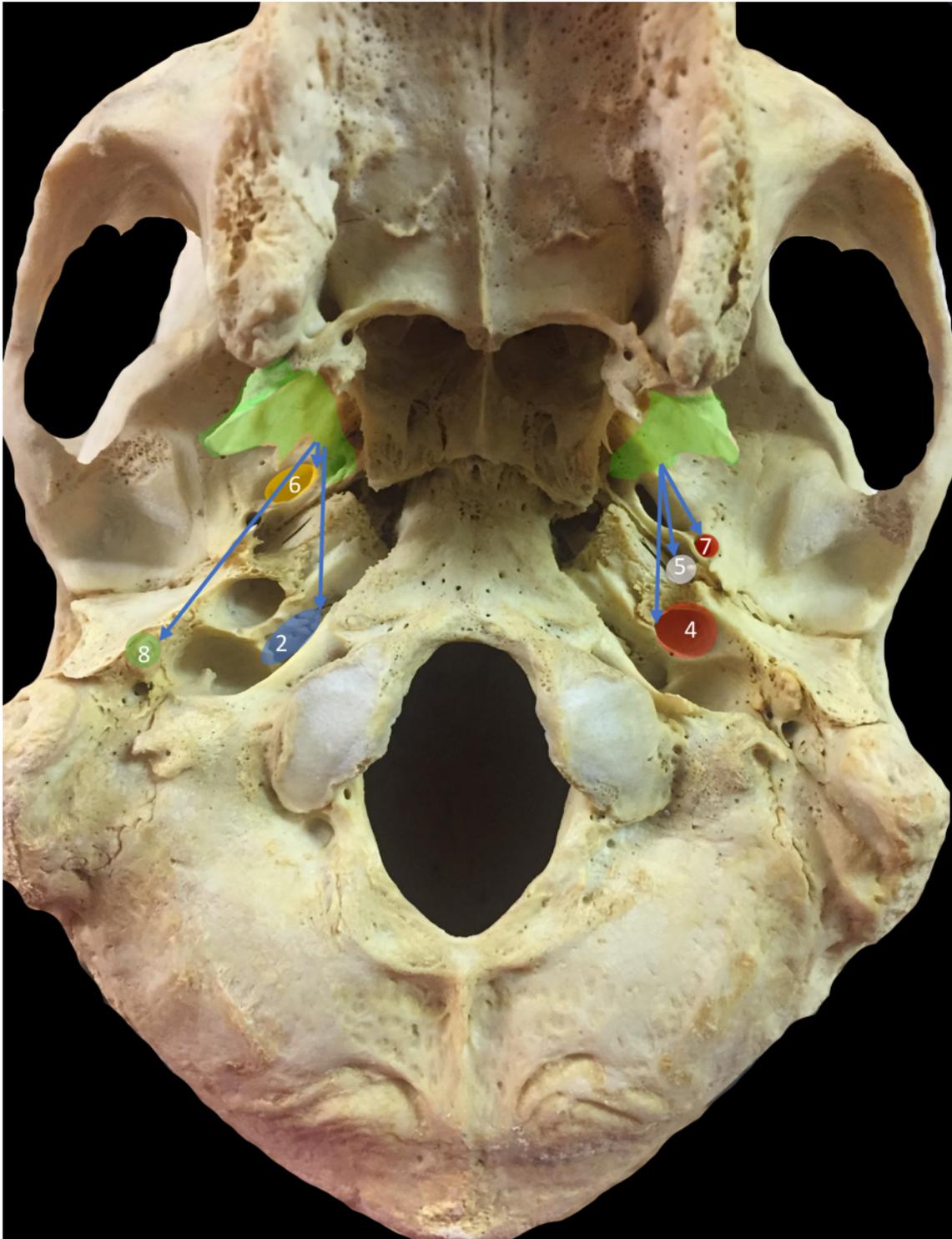


Figura 65. Distancias medidas desde ala interna de apófisis pterigoides (verde) a conducto del nervio hipogloso [1], agujero yugular [2], agujero rasgado [3], conducto carotídeo [4], conducto tubárico [5], agujero oval [6], agujero espinoso [7] y apófisis estiloides [8].



*Figura 66 Distancias medidas desde ala externa de apófisis pterigoides(verde) a agujero yugular [2], conducto carotídeo [4], conducto tubárico [5], agujero oval [6], agujero espinoso [7] y apófisis estiloides [8].*

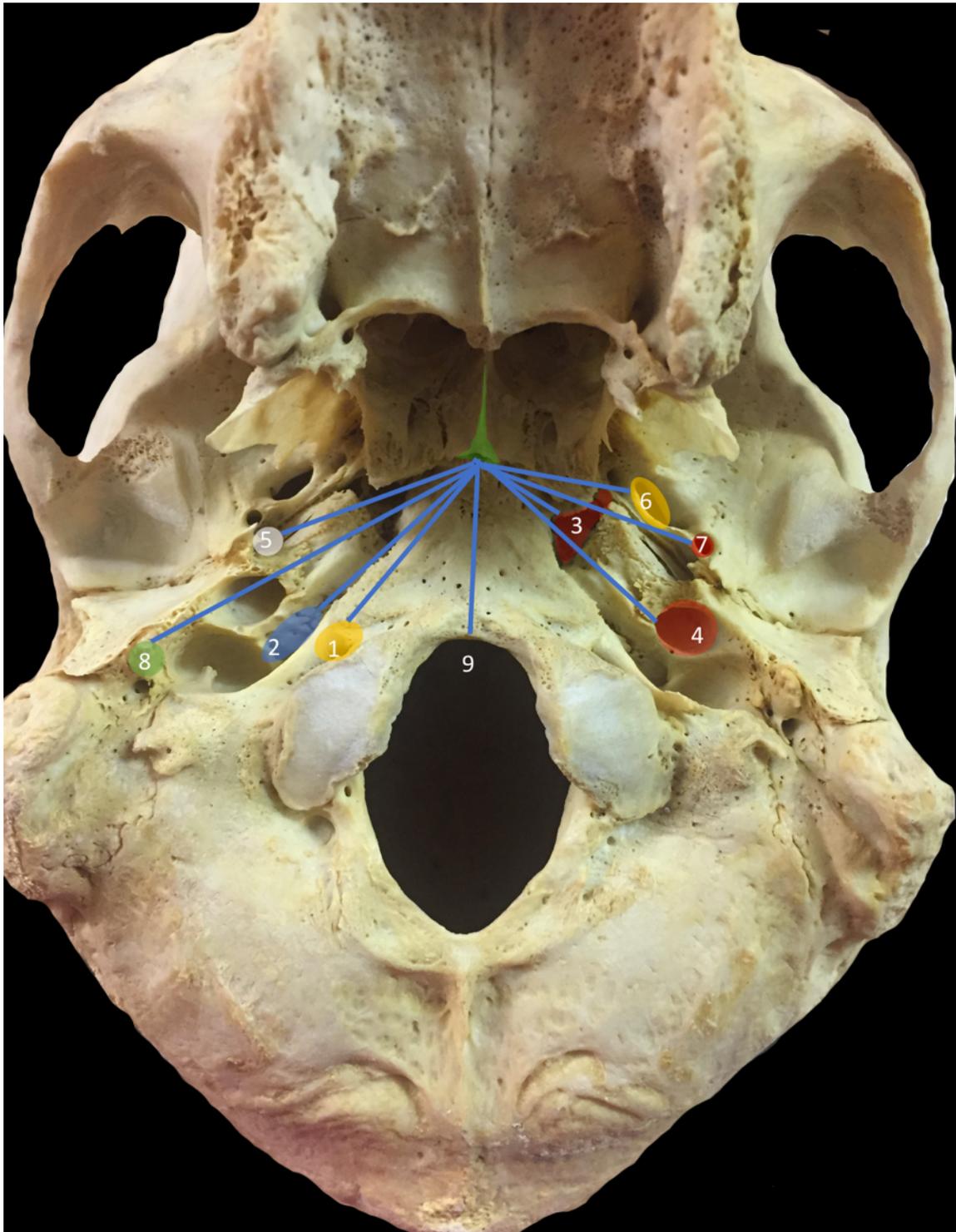
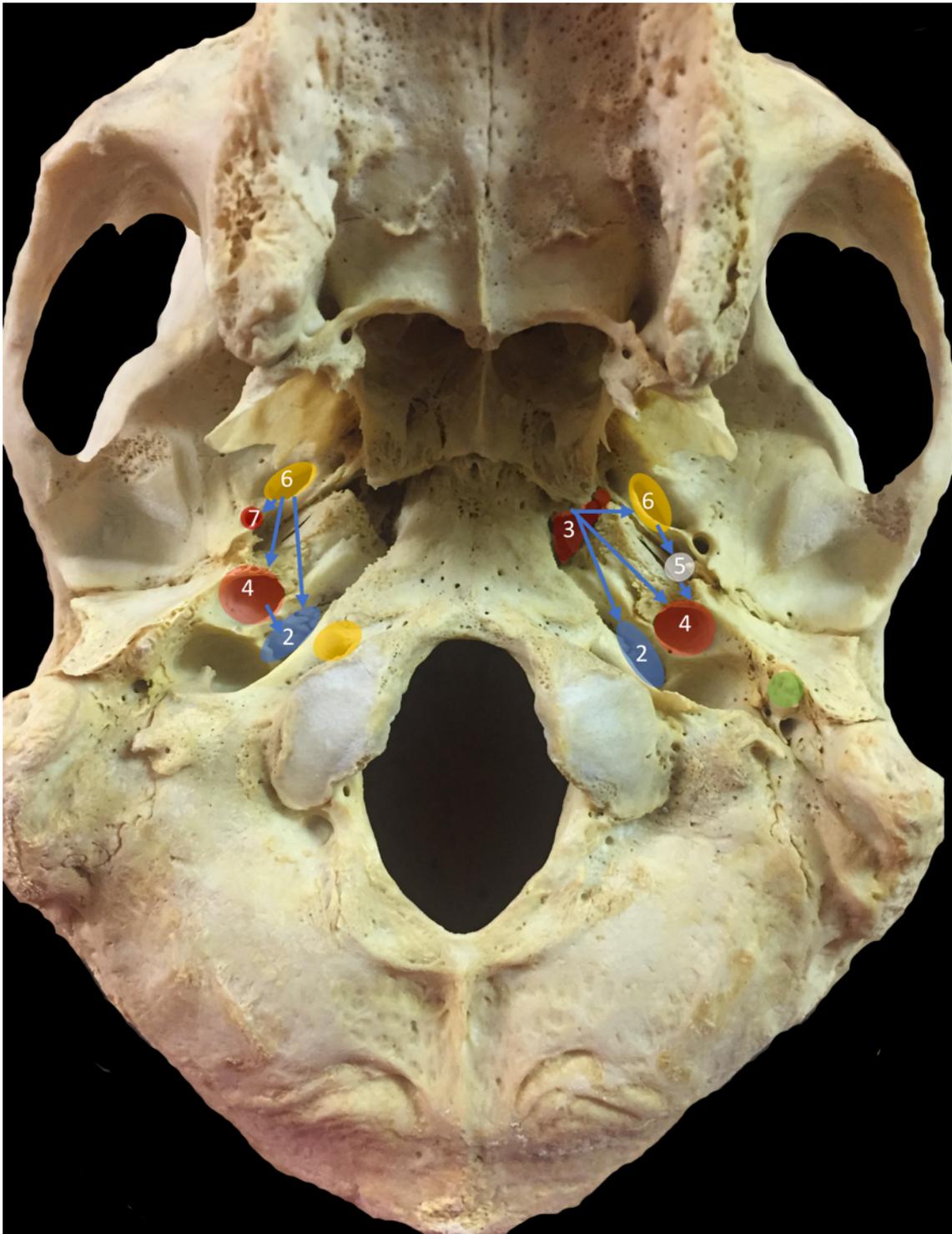


Figura 67. Distancias medidas desde el vómer (verde) a conducto del nervio hipogloso [1], agujero yugular [2], agujero rasgado [3], conducto carotídeo [4], conducto tubárico [5], agujero oval [6], agujero espinoso [7], apófisis estiloides [8] y agujero magno [9].



*Figura 68. Otras medidas entre diferentes estructuras óseas de la base del cráneo. Agujero yugular [2], agujero rasgado [3], conducto carotídeo [4], conducto tubárico [5], agujero oval [6] y agujero espinoso [7].*

#### 4. Método de Medida de Ángulos entre Referencias Óseas

Las medidas de los ángulos existentes entre las referencias óseas estudiadas, se realizaron sobre una fotografía realizada a cada cráneo. Ésta se realizó con una cámara réflex modelo Nikon D3000 y con soporte fijo, para evitar distorsiones de la imagen. Posteriormente los ángulos fueron medidos mediante el programa PixelStick 1.1.2 para mac de Pixelated Software. Este software gratuito permite la medida de ángulos, mediante la colocación fija de un círculo y el movimiento de un cursor sobre la referencia deseada (**Fig.69**).

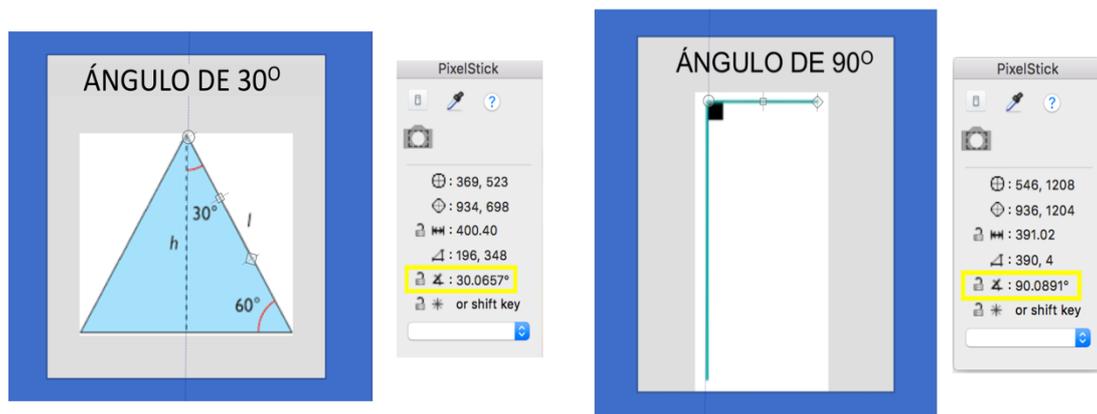


Figura 69. Método de medida de ángulos mediante el programa PixelStick 1.1.2

Así mediante este método, se realizó la medida de 30 ángulos entre diferentes estructuras de la superficie exocraneal de ambos lados de la base del cráneo, lo que supone un total de 3300 medidas, siguiendo las mismas consideraciones ya señaladas para la medida de distancias.

Los ángulos analizados se observan en la hoja de recogida de datos utilizada (**Tabla 4**).

Tabla 4. Hoja de medidas de ángulos

E-

EDAD

SEXO

H

M

MEDIDA	DERECHO	IZQUIERDO
1. Ángulo de vómer a conducto del nervio hipogloso.		
2. Ángulo de vómer a agujero yugular.		
3. Ángulo de vómer a agujero rasgado.		
4. Ángulo de vómer a conducto carotídeo.		
5. Ángulo de vómer a conducto tubárico.		
6. Ángulo de vómer a agujero oval.		
7. Ángulo de vómer a agujero espinoso.		
8. Ángulo de vómer a apófisis estiloides.		
9. Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a conducto del nervio hipogloso.		
10. Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a agujero yugular.		
11. Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a agujero rasgado.		
12. Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a conducto carotídeo.		
13. Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a conducto tubárico.		
14. Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a agujero oval.		
15. Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a agujero espinoso.		
16. Ángulo de ala interna de apófisis pterigoides a apófisis estiloides.		
17. Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a conducto del nervio hipogloso.		
18. Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a agujero yugular.		
19. Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a agujero rasgado.		
20. Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a conducto carotídeo		
21. Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a conducto tubárico.		
22. Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a agujero oval.		
23. Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a agujero espinoso.		
24. Ángulo de ala externa de apófisis pterigoides a apófisis estiloides.		
25. Ángulo de agujero rasgado a agujero carotídeo.		
26. Ángulo de agujero oval a conducto carotídeo		
27. Ángulo de agujero oval a agujero espinoso		
28. Ángulo de agujero oval a conducto tubárico.		
29. Ángulo de conducto tubárico a conducto carotídeo.		
30. Ángulo de conducto carotídeo al conducto yugular.		

Se puede consultar los ángulos estudiados entre las diversas estructuras de la base del cráneo (Fig.70-73).

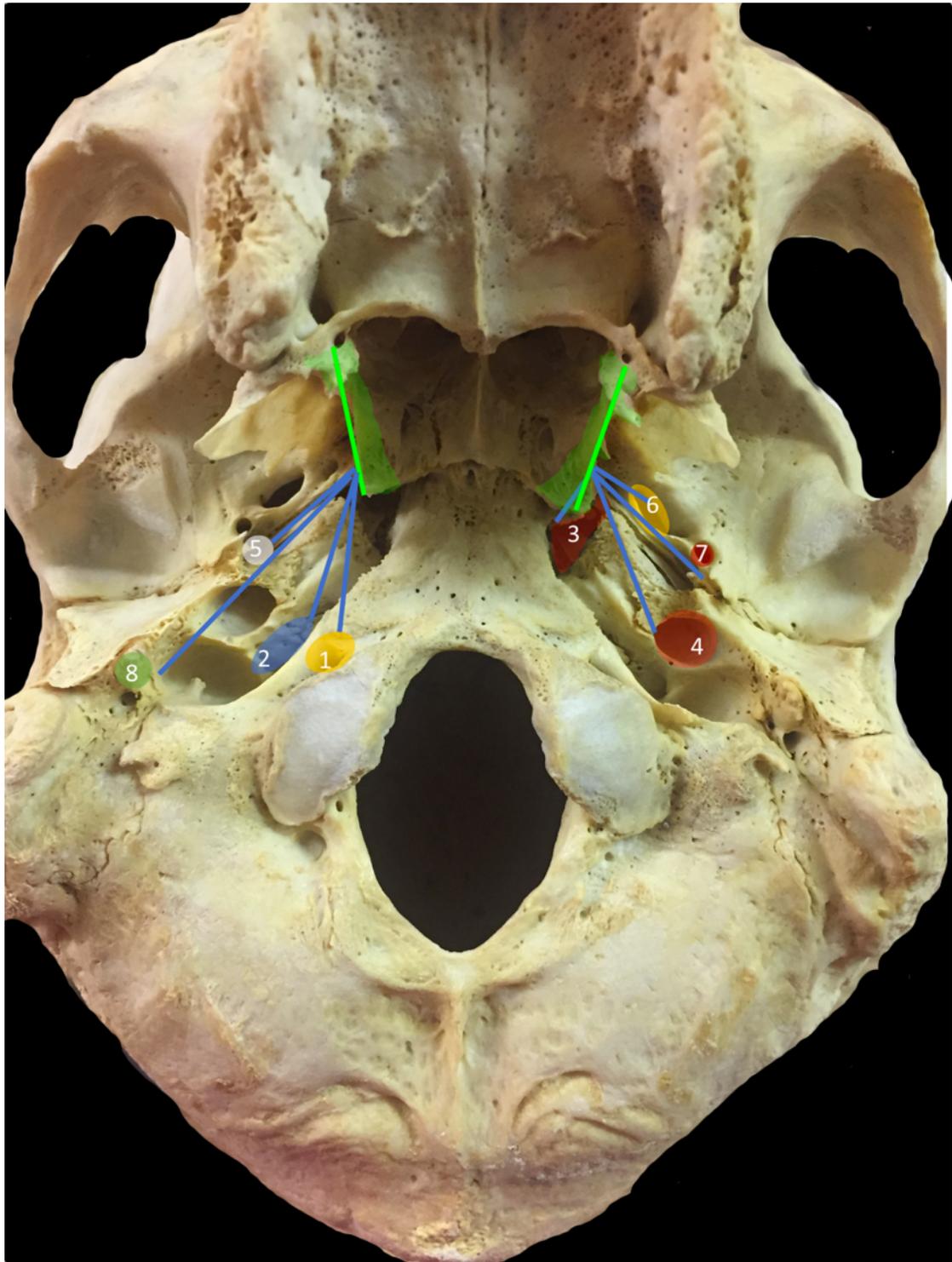
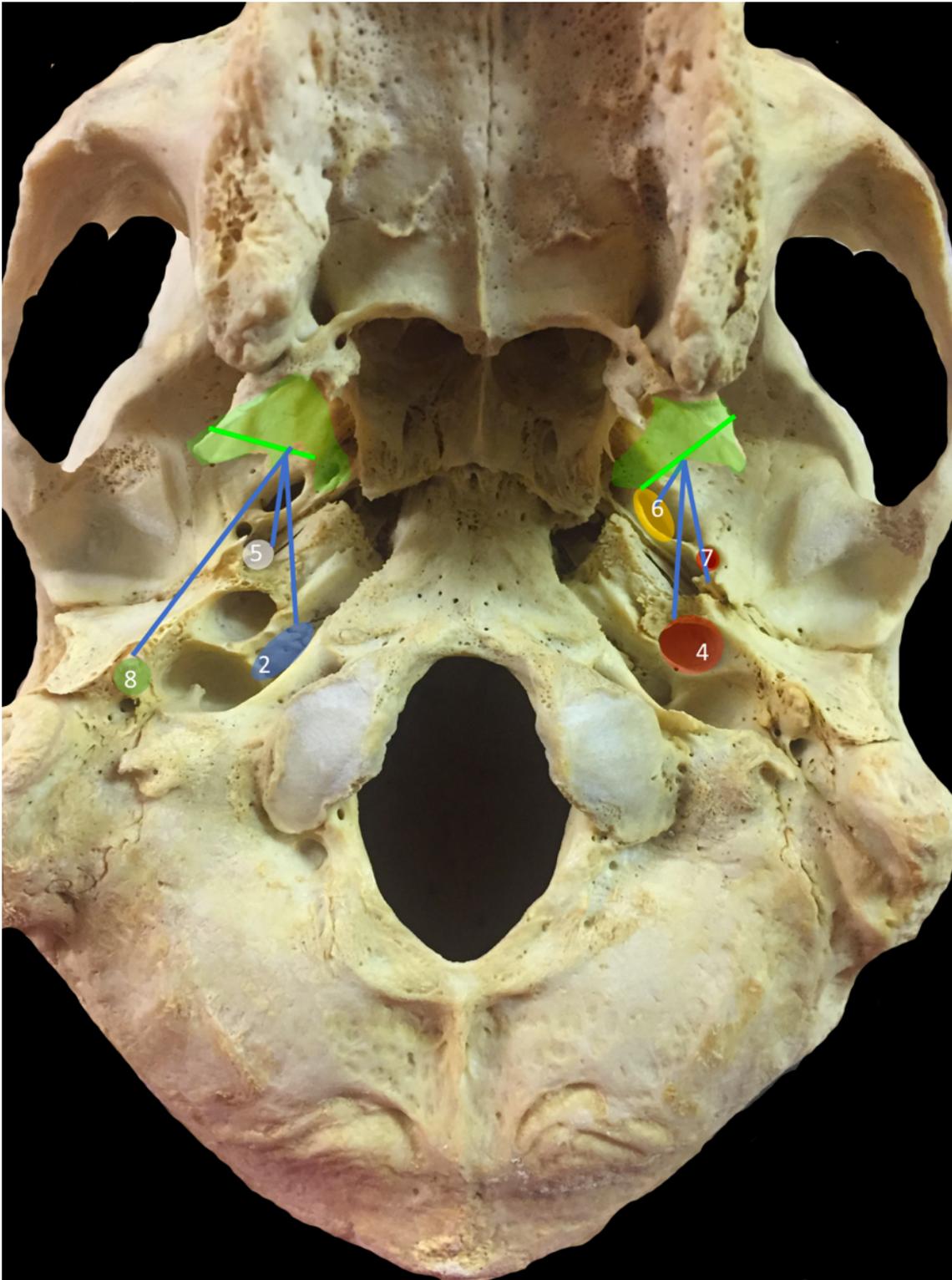
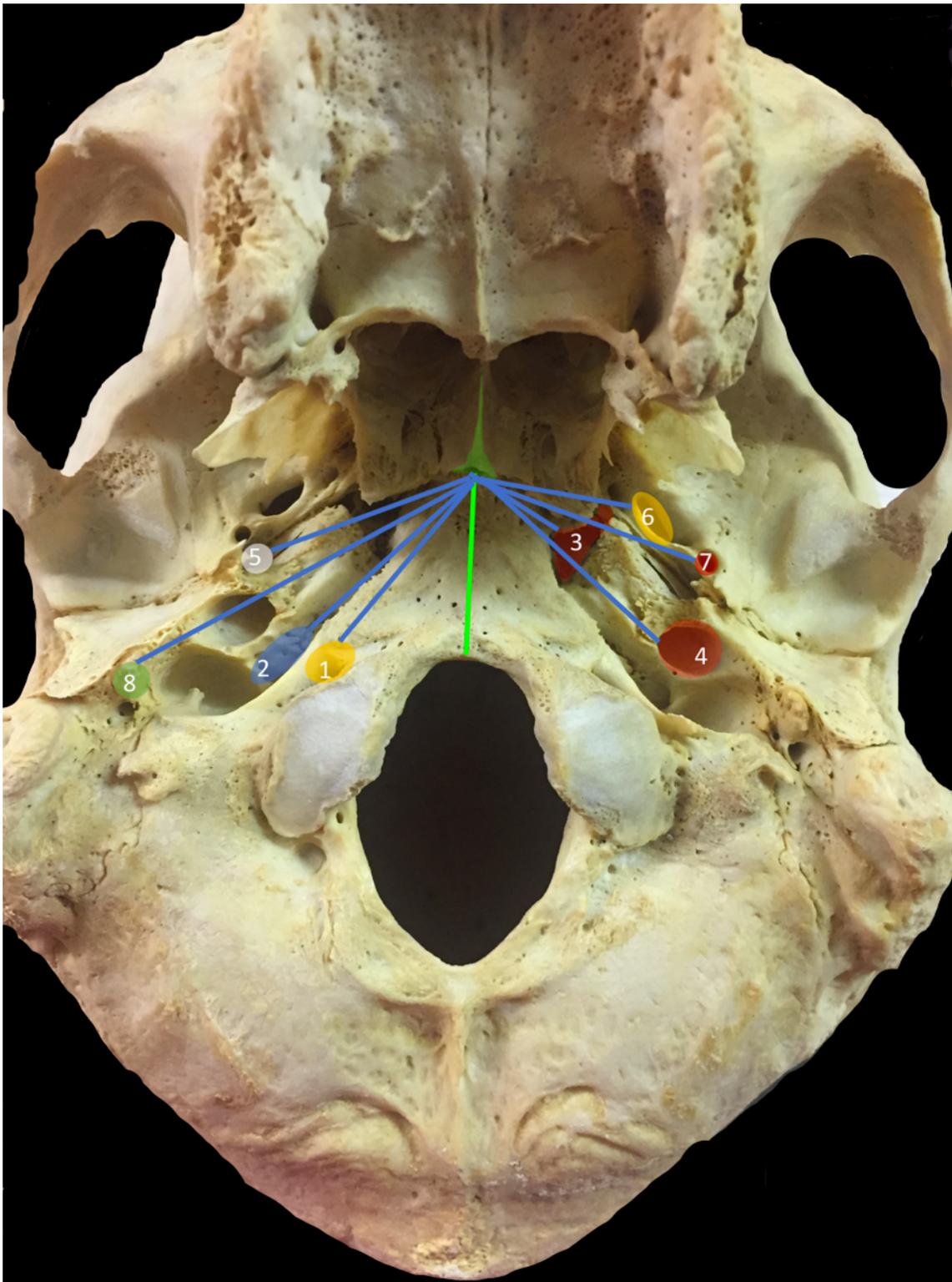


Figura 70. Ángulos medidos desde ala interna de apófisis pterigoides (verde) a conducto del nervio hipogloso [1], agujero yugular [2], agujero rasgado [3], conducto carotídeo [4], conducto tubárico [5], agujero oval [6], agujero espinoso [7] y apófisis estiloides [8].



*Figura 71. Ángulos medidos desde ala externa de apófisis pterigoides (verde) a agujero yugular [2], conducto carotídeo [4], conducto tubárico [5], agujero oval [6], agujero espinoso [7] y apófisis estiloides [8].*



*Figura 72. Ángulos medidos desde el vómer (verde) a conducto del nervio hipogloso [1], agujero yugular [2], agujero rasgado [3], conducto carotídeo [4], conducto tubárico [5], agujero oval [6], agujero espinoso [7] y apófisis estiloides [8].*

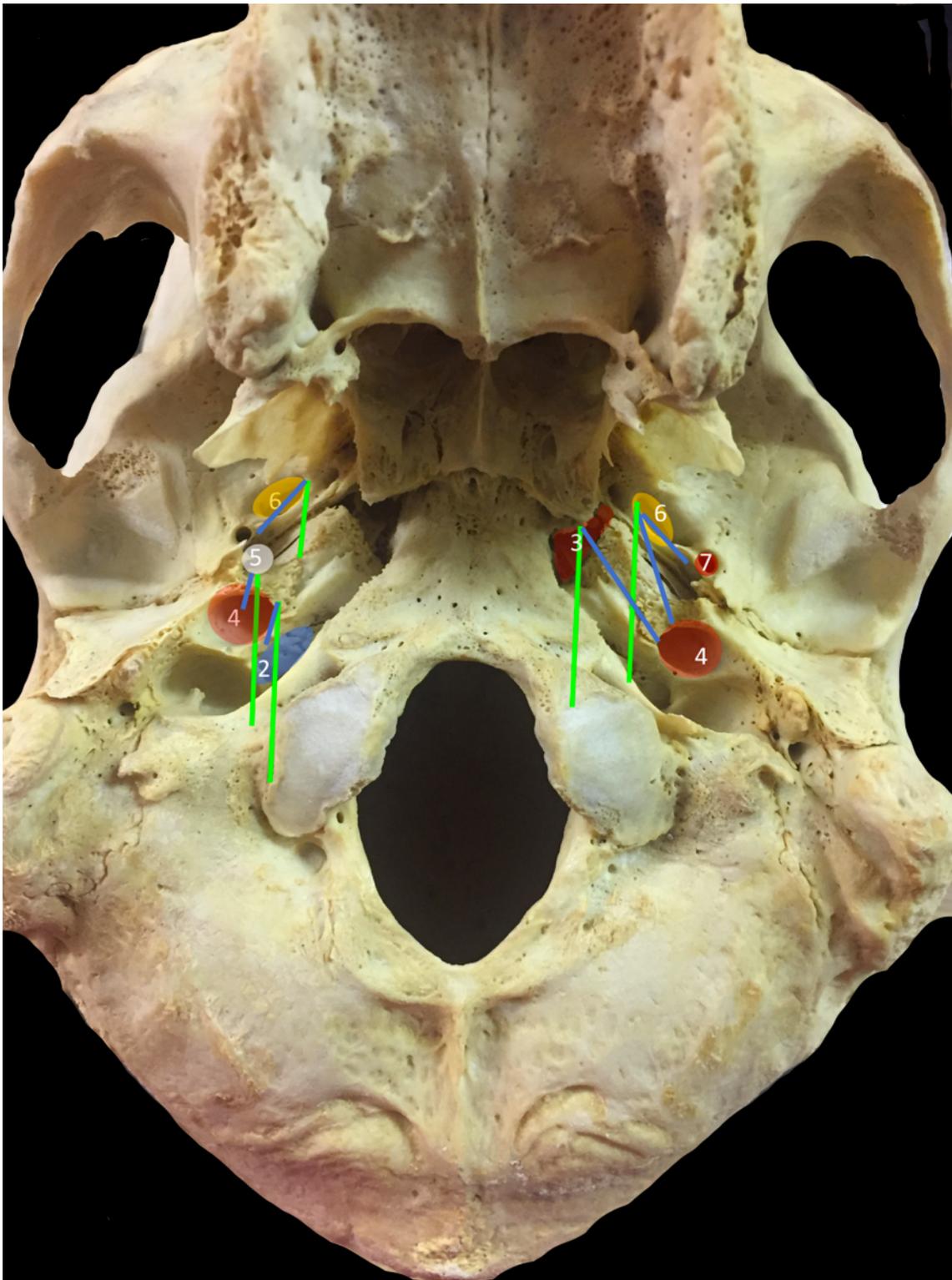


Figura 73. Ángulos medidos entre diferentes estructuras óseas de la base del cráneo. Agujero yugular [2], agujero rasgado [3], conducto carotídeo [4], conducto tubárico [5], agujero oval [6] y agujero espinoso [7].

---

## 5.Método Estadístico

Las características numéricas se han resumido con medias y desviaciones típicas y las cualitativas con porcentajes. En algunos casos se incluyeron, adicionalmente, para las variables numéricas el mínimo, el máximo y los percentiles 10, 25, 50, 75 y 90. Se calcularon intervalos de confianza al 95% para medias y porcentajes poblacionales. Debido al interés especial que tiene conocer, en algunas situaciones, cotas inferiores para percentiles bajos, se calcularon valores que acotan el percentil 10 inferiormente con una confianza del 95%. Se utilizaron diagramas de caja para representar la distribución de variables numéricas. Para decidir acerca de la normalidad de la distribución de variables numéricas utilizamos los coeficientes de asimetría y curtosis junto con los contrastes de Shapiro-Wilk y de Kolmorov-Smirnov. A partir de las distancias y ángulos relacionados con algunas estructuras realizamos una reconstrucción bidimensional que nos ofrece coordenadas para ellas relativas a la posición del vomer.

Descompusimos la variabilidad observada en características numéricas en función de la edad, el sexo y la lateralidad. Utilizando coeficientes de correlación de Pearson y pruebas de la t de Student para muestras independientes y para datos apareados respectivamente contrastamos, respectivamente, la existencia de efectos ligados a cada uno de estos factores en las variables estudiadas. Estos análisis fueron replicados utilizando las versiones no paramétricas de estas pruebas, poniendo especial atención en aquellos casos en las que la normalidad no pudo ser establecida, para comprobar que se obtenían resultados

similares. En el caso de la lateralidad se calculó, adicionalmente, el coeficiente de correlación intraclase.

Se calcularon coeficientes de correlación de Pearson para estudiar la relación entre variables numéricas. También se replicaron estos análisis para obtener sus versiones no paramétricas debidas a Spearman.

Se consideraron como estadísticamente significativos valores de  $p$  inferiores a 0.05.

Los cálculos se realizaron utilizando el paquete estadístico R (159).



## V.RESULTADOS

Como hemos comentado, se han estudiado, en 55 cráneos secos, 33 distancias y 30 ángulos de la superficie exocraneal de la base del cráneo, en 29 hombres y 26 mujeres.

Algunas medidas no se han podido realizar por diferentes motivos. En dos cráneos masculinos, las medidas desde el agujero oval no se pudieron realizar por la presencia de membranas pterigoalares. En otro cráneo masculino, la ausencia de agujero espinoso no hizo posible su medida. En tres casos, dos cráneos masculinos y otro femenino, el agujero yugular se encontraba deteriorado, por lo que se desechó su medida.

De los ángulos medidos desde el ala externa de la apófisis pterigoides, se desecharon aquellos que resultaban siempre negativos, es decir implicaban que, desde una estructura lateral, por ejemplo, dicha ala externa de la apófisis pterigoides, se buscara una referencia siempre medial a ella, algo poco útil en un abordaje endoscópico. Por ello, los ángulos entre el ala externa de la apófisis pterigoides al agujero rasgado y al conducto del nervio hipogloso no se han analizado. Sin embargo, sí se han estudiado los ángulos que desde una estructura resultaban unas veces positivos y otras negativos, es decir, dicha estructura era unas veces lateral y otra medial a la analizada, por la gran importancia clínica de ello.

---

## 1.Resultados Globales de las Distancias Medidas entre Estructuras Óseas de la Base del Cráneo

Los resultados de las distancias medidas en los 55 cráneos agrupados (110 lados) se exponen en la **tabla 5**. En ella se incluyen la media, desviación estándar, percentiles 10,50,90, medida mínima y máxima, coeficiente de variación y cota inferior a 95%. En el **anexo 1**, se presentan las figuras de cada distancia medida, junto a los resultados principales de cada una de ellas. Por último, otros resultados obtenidos además de los anteriores, que incluyen percentiles 25, 75 y la evidencia no normalizada, pueden consultarse en el **anexo 2**.

En los diagramas de cajas se representa la distribución de cada variable desde cada estructura medida.

La distancia media entre el ala interna y externa de la apófisis pterigoides es de  $8,63 \pm 2,12\text{mm}$ .

La distancia media desde el vómer al agujero rasgado es de  $11,95 \pm 1,59\text{mm}$ , al agujero oval  $21,2 \pm 1,97\text{mm}$ , al agujero espinoso  $29,15 \pm 2,75\text{mm}$ , al agujero magno de  $29,51 \pm 2,87\text{mm}$ , al conducto tubárico  $30,3 \pm 2,73\text{mm}$ , a la apertura externa del conducto carotídeo es de  $31,88 \pm 2,36\text{mm}$ , al conducto del nervio hipogloso  $32,15 \pm 2,58\text{mm}$ , al agujero yugular de  $37,80 \pm 2,70\text{mm}$  y a la apófisis estiloides de  $45,45 \pm 3,3\text{mm}$ .

Desde el ala interna de la apófisis pterigoides, la distancia media a las estructuras neurovasculares críticas en los abordajes transpterigoideos, es de  $5,43 \pm 2,14\text{mm}$  al agujero rasgado,  $9,05 \pm 1,56\text{mm}$  al agujero oval,  $18,84 \pm 2,73\text{mm}$

al conducto tubárico,  $22,54 \pm 2,15$ mm a la apertura externa del conducto carotídeo,  $29,43 \pm 2,53$ mm al agujero yugular y a la apófisis estiloides es de  $35,17 \pm 2,95$ mm.

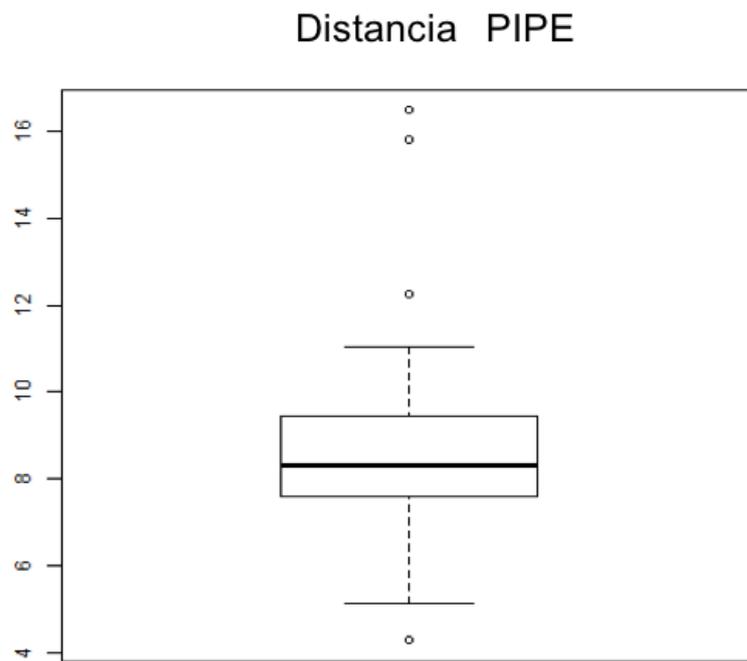
Desde el ala externa de la apófisis pterigoides la distancia media al agujero oval de  $2,57 \pm 1,87$ mm, al conducto tubárico de  $13,84 \pm 3,24$ mm, al conducto carotídeo de  $19,91 \pm 2,89$ mm, al agujero yugular de  $26,46 \pm 3,59$ mm y a la apófisis estiloides de  $29,65 \pm 4,15$ mm.

Una vez localizado el agujero oval, es decir, encontrado  $V_3$ , el agujero espinoso se encuentra a una distancia media de  $2,95 \pm 1,67$ mm, el conducto tubárico a  $5,23 \pm 2,15$ mm, el conducto carotídeo a  $12,52 \pm 1,76$ mm y el agujero yugular a  $19,2 \pm 2,49$ mm. La distancia media entre el conducto carotídeo y el agujero rasgado, que implica aproximadamente el trayecto intrapetroso horizontal de la arteria carótida interna de  $17,61 \pm 1,75$ mm. La distancia media entre el conducto tubárico y el conducto carotídeo es de  $4,94 \pm 1,16$ mm. Por último, entre la apertura externa del conducto carotídeo y el agujero yugular, la distancia media es de  $1,79 \pm 0,94$ mm.

Tabla 5. Tabla de resultados globales de distancias.

	media	sd	p10	p50	p90	min	max	CV	cota< 95%
DPIPE	8,63	2,12	6,735	8,36	10,675	4,15	17,43	24,565	4
DPICH	26,085	2,215	23,165	25,97	29,07	20,66	31,78	8,491	21,686
DPIAR	5,43	2,145	3,12	4,925	8,855	0,97	10,74	39,503	0,892
DPICC	22,54	2,155	19,6	22,345	25,37	18,47	28,34	9,561	18,681
DPIAY	29,435	2,535	26,46	29,07	32,62	22,77	36,54	8,612	24,794
DPIAO	9,055	1,565	7,175	8,97	11,08	5,32	12,01	17,283	5,509
DPIAE	16,985	2,17	14,07	17,055	19,775	11,98	22,63	12,776	11,99
DPICT	18,84	2,735	15,23	18,785	22,46	12,17	23,81	14,517	13,618
DPIST	35,175	2,925	31,12	35,265	38,67	28,85	41,34	8,316	30,014
DPECC	19,91	2,89	16,75	19,985	22,875	9,79	28,5	14,515	9,725
DPEAY	26,46	3,59	21,825	26,89	30,46	14,68	35,45	13,568	14,451
DPEAO	2,575	1,87	0,165	2,2	4,935	0	8,81	72,621	-0,392
DPEAE	10,74	2,75	7,345	10,775	14,22	2,97	17,1	25,605	2,81
DPECT	13,845	3,24	9,775	13,42	17,8	7,44	22,9	23,402	8,042
DPEST	29,655	4,15	23,66	30,41	34,17	18,85	37,31	13,994	18,801
DAOCC	12,525	1,76	10,41	12,46	14,65	8,65	20,03	14,052	8,724
DAOCT	5,235	2,155	2,49	5,21	8,105	1,12	11,07	41,165	0,7
DAOAE	2,915	1,67	1,1	2,605	5,135	0,41	8,7	57,29	0,18
DAOAY	19,2	2,49	15,665	19,36	22,01	12,29	25,45	12,969	12,845
DARAO	8,31	1,79	6,455	8,275	10,265	4,31	14,99	21,54	4,607
DARCC	17,615	1,75	15,4	17,815	19,71	13,9	21,36	9,935	14,139
DARAY	24,675	2,65	21,35	25,065	27,4	16,09	30,63	10,74	16,203
DCTCC	4,945	1,165	3,63	4,745	6,53	1,75	7,61	23,559	2,01
DCCAY	1,79	0,94	0,745	1,57	3,1	0,19	5,11	52,514	0,083
DVOAM	29,51	2,87	25,42	29,81	33,24	23,09	36,09	9,726	23,09
DVOCC	31,88	2,365	28,905	32,165	34,425	25,11	38,86	7,418	24,962
DVOCT	30,3	2,735	26,765	30,27	33,785	23,63	34,82	9,026	23,654
DVOAO	21,2	1,975	19,155	21,145	23,33	15,13	25,76	9,316	14,974
DVOAE	29,15	2,755	25,925	29,115	32,19	22,15	38,15	9,451	22,287
DVOCH	32,155	2,585	29,31	32,205	35,46	25,3	37,16	8,039	25,484
DVOST	45,45	3,3	41,555	45,98	49,375	36,12	52,1	7,261	36,57
DVOAR	11,955	1,59	9,885	11,925	14,075	8,44	15,09	13,3	8,462
DVOAY	37,805	2,705	34,5	37,88	41,285	30,52	42,76	7,155	30,382

Las **figuras 74-86** muestran la distribución de las variables mediante los diagramas de cajas obtenidos con las distancias medidas desde las diversas estructuras



*Figura 74. Distancia de ala interna a externa de apófisis pterigoides*

### Distancias VO

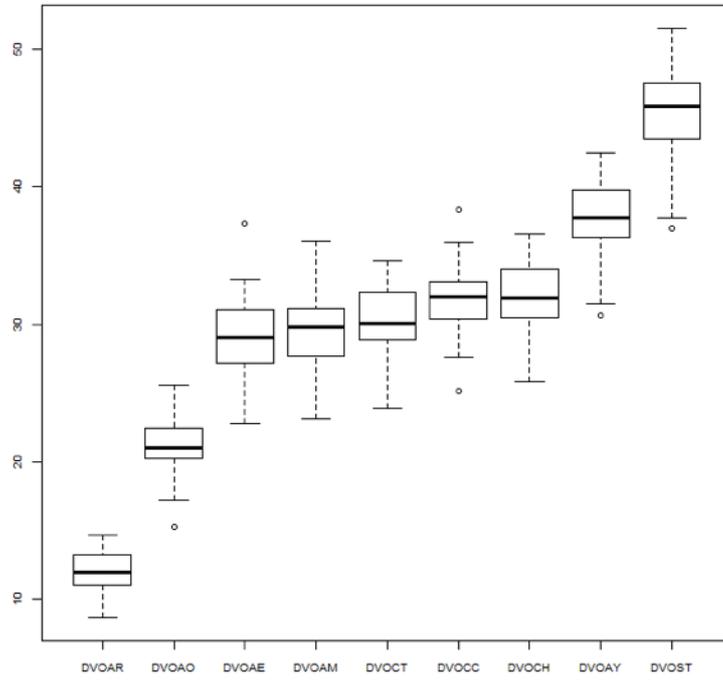


Figura 75. Distancias desde vómer a diferentes estructuras

### Distancias PI

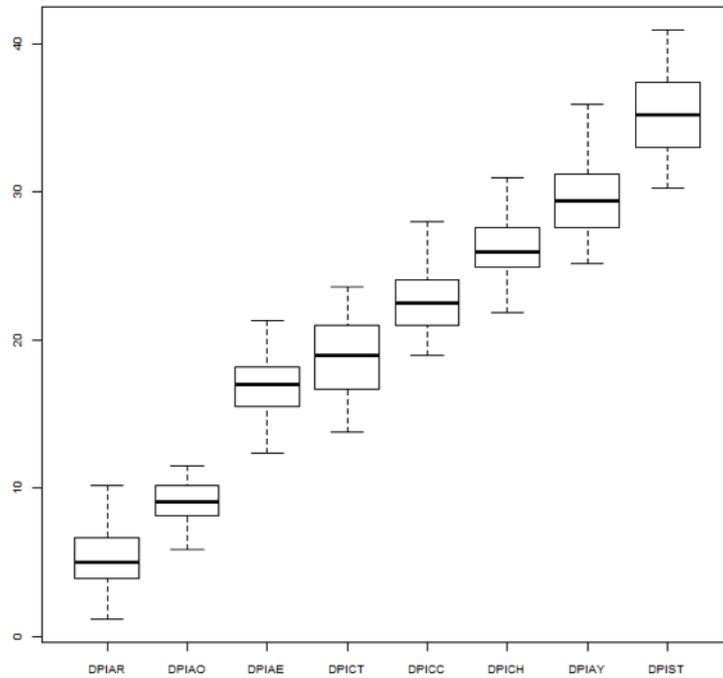


Figura 76. Distancias desde ala interna se apófisis pterigoides a diferentes estructuras

### Distancias PE

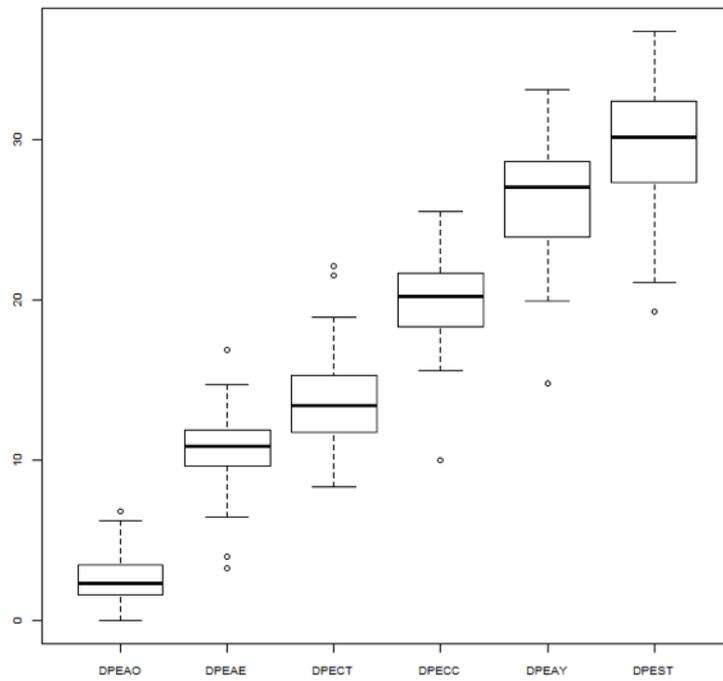


Figura 77. Distancias desde ala externa de pterigoides externa a diferentes estructuras

### Distancia VOAM

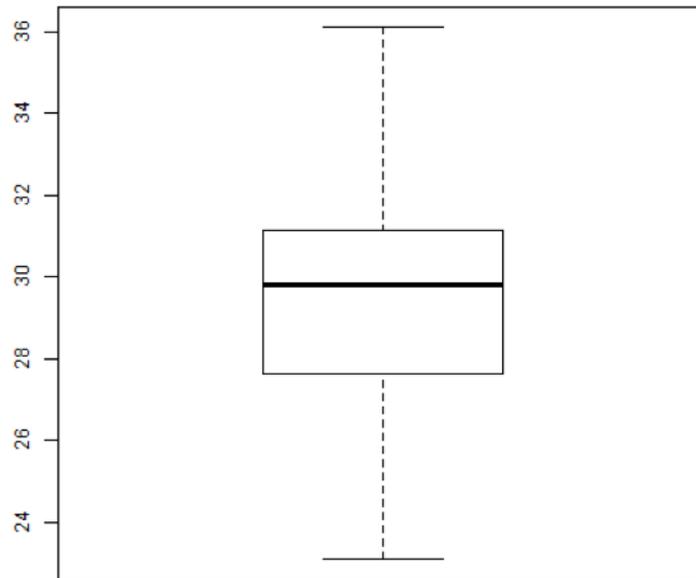


Figura 78. Distancias Agujero magno a vómer

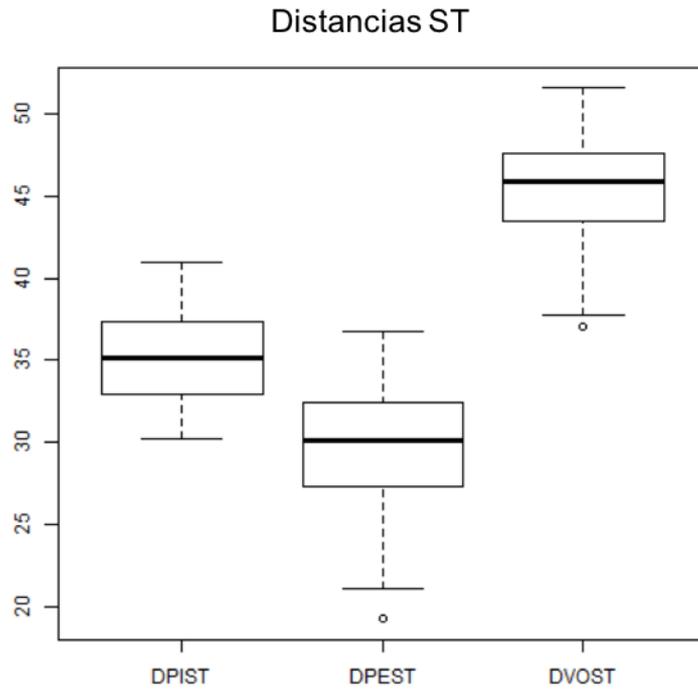


Figura 79. Distancia desde apófisis estiloides a diferentes estructuras.

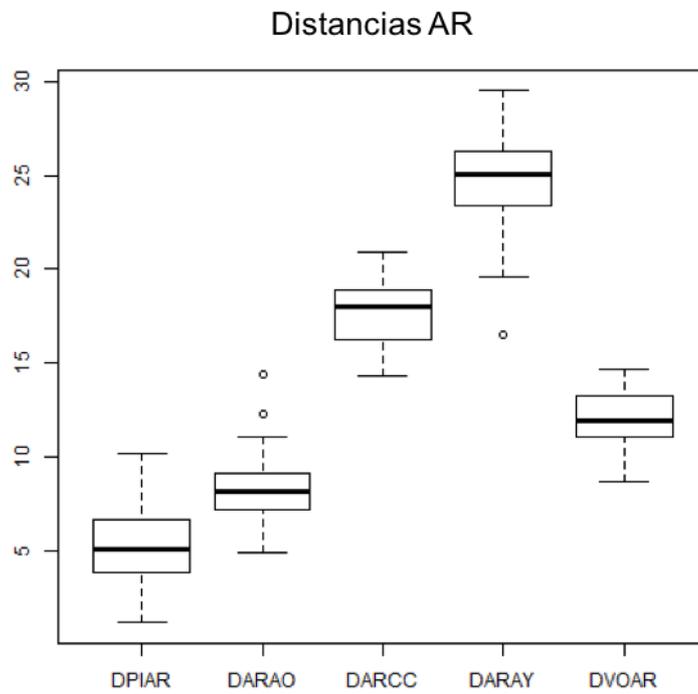


Figura 80. Distancias desde agujero rasgado a diferentes estructuras

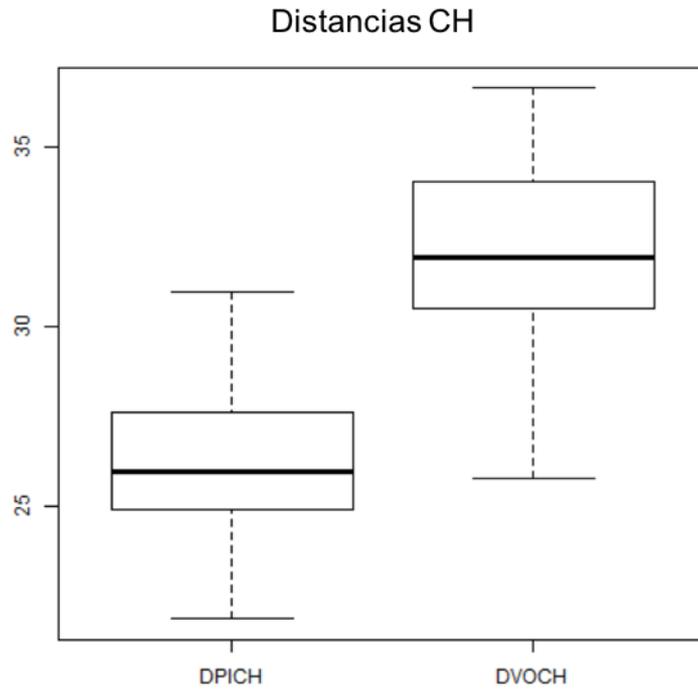


Figura 81. Distancias desde conducto del nervio hipogloso a diferentes estructuras

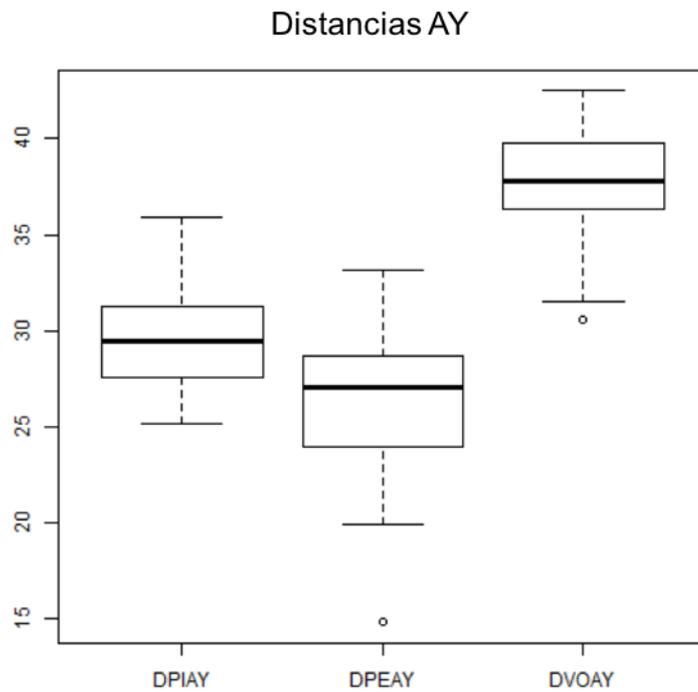


Figura 82. Distancias desde el agujero yugular a diferentes estructuras

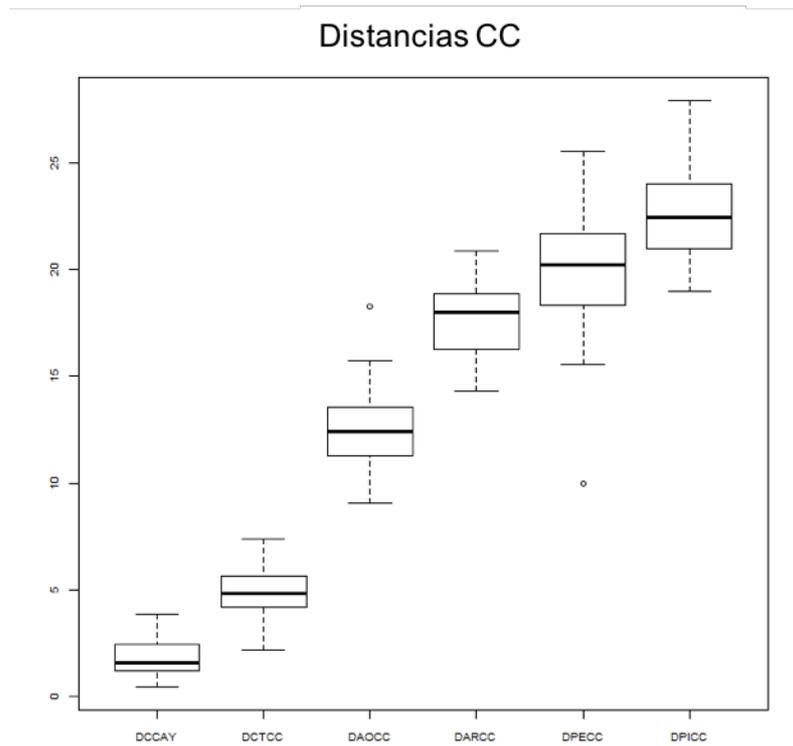


Figura 83. Distancias desde conducto carotídeo a diferentes estructuras

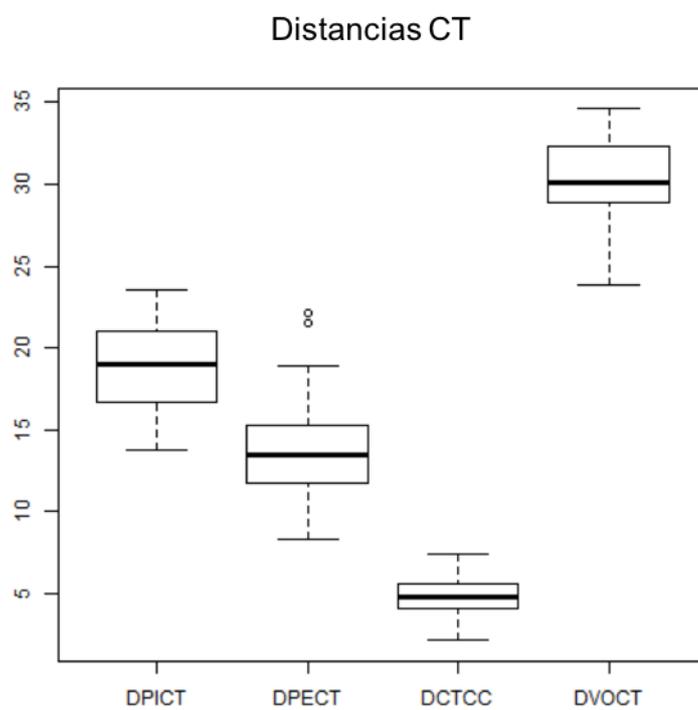


Figura 84. Distancias desde el conducto tubárico a diferentes estructuras

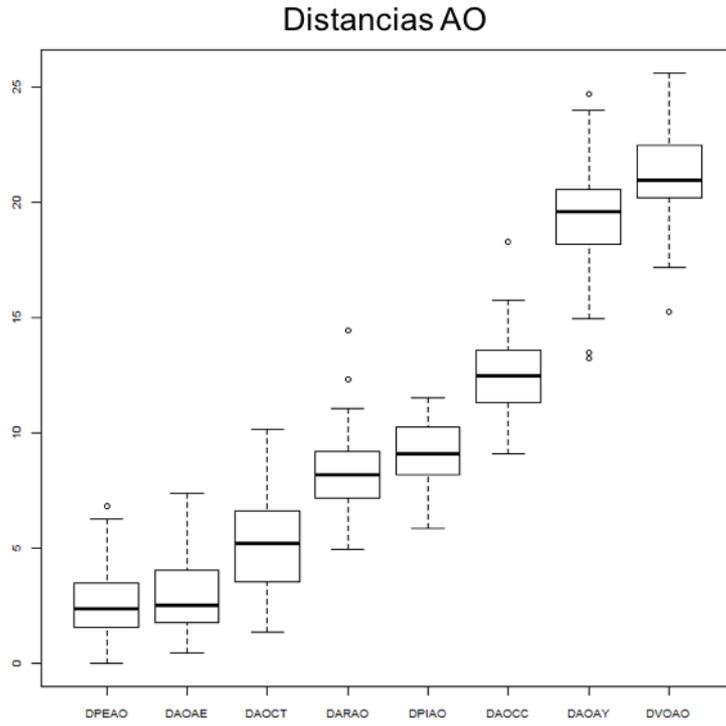


Figura 85. Distancias desde agujero oval a diferentes estructuras

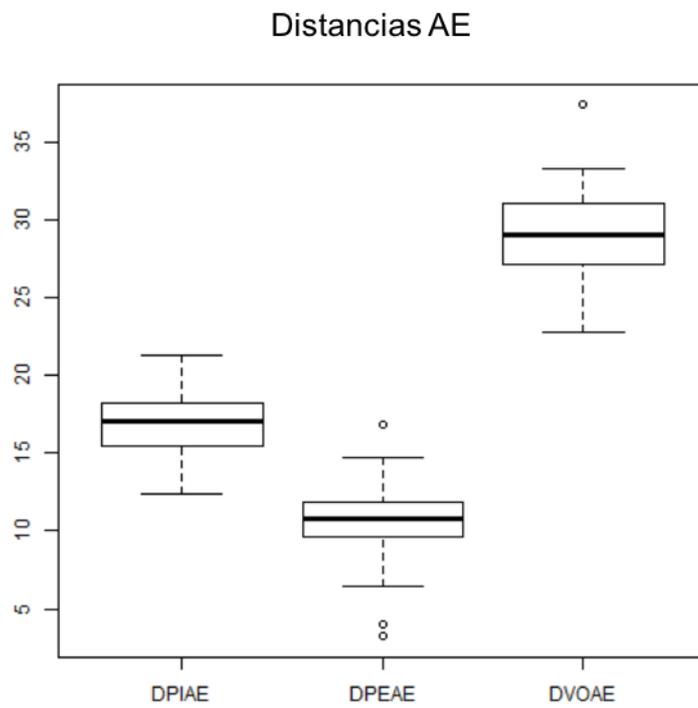


Figura 86. Distancias desde agujero espinoso a diferentes estructuras

---

## 2. Resultados Globales de los Ángulos Medidos entre Estructuras Óseas de la Base del Cráneo

Los resultados de los ángulos medidos en los 55 cráneos analizados (110 lados) se exponen en la **tabla 6**. En ella se incluyen la media, desviación estándar, percentiles 10,50,90, medida mínima y máxima, coeficiente de variación y la cota inferior a 95%. En el **anexo 3**, se presentan las figuras de los ángulos medidos, junto a los resultados principales de cada uno de ellos. Otros resultados obtenidos además de los anteriores, que incluyen percentiles 25, 75 y la evidencia no normalizada, pueden consultarse en el **anexo 4**.

El ángulo medio desde *vómer* al conducto del nervio hipogloso mide  $38,51 \pm 3,81^\circ$ , al agujero yugular  $44,91 \pm 3,40^\circ$ , al agujero rasgado  $53,07 \pm 2,93^\circ$ , al conducto carotídeo  $52,96 \pm 2,99^\circ$ , al conducto tubárico  $64,12 \pm 3,15^\circ$ , al agujero oval  $79,52 \pm 3,24^\circ$  y a la apófisis estiloides de  $57,69 \pm 3,47^\circ$ .

Una vez localizado el borde posterior del *ala interna de la apófisis pterigoides*, el agujero rasgado se sitúa en un ángulo medio de  $0,78 \pm 2,77^\circ$ . Este ángulo resultó negativo en el 2,7% de los casos [IC95% (0,6-7,8)], lo que significa que, en ellos el ala interna de la apófisis pterigoides se encuentra lateral al agujero rasgado y fue  $0^\circ$  en el 63,63% [IC95%(53,92-72,59)], en cuyo caso el ala interna está en el mismo ángulo que dicho agujero (**Tabla 7**). El agujero yugular se sitúa a  $23,44 \pm 3,5^\circ$ , el conducto carotídeo a  $30,18 \pm 2,44^\circ$ , el conducto tubárico a  $39,87 \pm 3,63^\circ$ , el agujero oval a  $49,60 \pm 9,69^\circ$  y la apófisis estiloides a  $43,06 \pm 3,5^\circ$ .

El ángulo medio entre el *ala externa de la apófisis pterigoides* y el agujero oval

es de sólo  $1,3 \pm 7,13^\circ$ , en un 5,7% de los cráneos, este ángulo es negativo [IC95%(2,1-12)], es decir que el ala externa de la apófisis pterigoides es lateral al agujero oval y es  $0^\circ$  en el 52,38, [IC95% (42,40-62,21)], lo que significa que está en línea con dicho agujero. El ángulo medio al agujero yugular es de  $7,43 \pm 4,87^\circ$ , el conducto carotídeo de  $9,91 \pm 4,86^\circ$ , el conducto tubárico de  $16,157,29^\circ$  y la apófisis estiloides de  $31,62 \pm 5,12^\circ$ .

Tras localizar el agujero oval, el ángulo medio entre éste y el agujero espinoso es de  $53,81 \pm 10,37^\circ$ , al conducto carotídeo es de  $14,90 \pm 6,6^\circ$  y al conducto tubárico de  $29,52 \pm 9,57^\circ$ . Situándonos en el conducto tubárico el ángulo medio hacia el conducto carotídeo debe ser de  $1,19 \pm 2,71^\circ$ . En el 2,7% de los casos [IC95%(0,6-7,8)], este ángulo es negativo (conducto carotídeo medial a conducto tubárico), siendo el ángulo  $0^\circ$  en el 66,36%. [IC95%(56,72-75,09)]. Y tras encontrar el conducto carotídeo, agujero yugular está en un ángulo de sólo  $0,50 \pm 9,28^\circ$ . El agujero yugular es medial al conducto carotídeo en el 35,6% de los casos [IC95%(26,4-45,6)] , se sitúa en línea en el 26,92% [IC95% (18,69-36,51)] y es lateral en el 37,48%. **(Tabla 7)**

Tabla 6. Tabla de resultados globales de ángulos

	media	sd	p10	p50	p90	min	max	CV	COTA < 95%
AVOCH	38,51	3,81	33,85	38,415	43,255	27,96	50,41	9,894	27,481
AVOAY	44,915	3,405	40,725	44,765	49,08	34,95	53,47	7,581	36,298
AVOAR	53,075	2,93	49,435	53,54	56,415	45,67	60,93	5,52	45,478
AVOCC	52,96	2,99	48,535	53,215	56,625	46,22	60,88	5,646	46,519
AVOCT	64,12	3,155	59,355	64,015	68,06	55,65	70,57	4,92	56,859
AVOAO	79,52	3,24	75,41	79,86	82,985	70,82	88,05	4,074	71,124
AVOAE	72,205	3,94	67,605	71,77	77,41	63,68	81,82	5,457	65,336
AVOST	57,695	3,475	53,175	57,965	61,635	49,27	67,38	6,023	49,844
APICH	10,35	3,745	5,1	10,595	15,145	0,64	17,3	36,184	1,73
APIAY	23,44	3,5	19,41	23,05	28,02	16,26	32,49	14,932	15,937
APIAR	0,78	2,77	0	0	3,735	-16,09	8,37		-8,915
APICC	30,18	2,445	27,065	30,355	32,715	21,86	37,98	8,101	21,625
APICT	39,875	3,63	35,555	40,255	44,355	31,32	51,83	9,103	30,852
APIAO	49,605	9,695	37,43	49,415	59,69	27,7	75,38	19,544	30,438
APIAE	50,82	5,19	44,835	50,395	57,325	36,31	65,06	10,213	36,666
APIST	43,065	3,505	39,275	42,705	47,62	35,43	55,11	8,139	35,172
APECH	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
APEAY	7,43	4,87	2,31	7,55	12,55	-11,11	18,84		-2,755
APEAR	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
APECC	9,91	4,865	1,195	10,73	15,635	0	18,11	49,092	-0,41
APECT	16,15	7,295	6,695	17,125	24,48	-9,15	31,27		-2,226
APEAO	1,305	7,13	0	0	7,98	-44,31	19,87		-41,467
APEAE	26,14	8,1	15,275	27,21	34,61	6,75	54,46	30,987	8,504
APEST	31,625	5,125	25,325	31,765	37,505	19,82	50,59	16,206	19,868
AARCC	51,635	4,66	46,14	52,31	56,37	34,99	58,6	9,025	34,782
AAOCC	14,905	6,625	6,59	15,67	22,01	0	31,79	44,448	-0,947
AAOAE	53,81	10,375	40,795	54,78	65,65	20,36	79,86	19,281	26,218
AAOCT	29,525	9,575	16,825	30,555	40,85	6,59	50,66	32,43	9,918
ACTCC	1,19	2,71	0	0	5,30	-2,81	14,71		-1,650
ACCAY	0,505	9,28	-10,53	0	13,66	-20,99	21,37		-19,125

Tabla 7. Porcentajes de ángulos negativos y 0°

0	%	CI95%	CI95%	n
APIAR	63,636	53,921	72,598	110
APECC	5,455	2,028	11,495	110
APEAO	52,381	42,405	62,219	105
AAOCC	4,717	1,549	10,665	106
ACTCC	66,364	56,720	75,090	110
ACCAY	26,923	18,694	36,51	104

<0	%	CI95%	CI95%	n
APIAR	2,7	0,6	7,8	110
APEAY	4,6	1,5	10,4	109
APECT	0,9	0	5	110
APEAO	5,7	2,1	12	105
ACTCC	2,7	0,6	7,8	110

Las **figuras 87-97** muestran la distribución de las variables mediante los diagramas de cajas obtenidos con los ángulos medidas desde las diversas estructuras

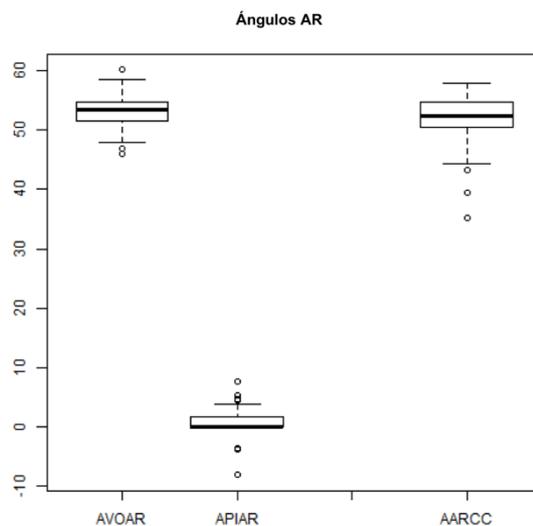


Figura 87. Ángulos desde agujero rasgado a diferentes estructuras

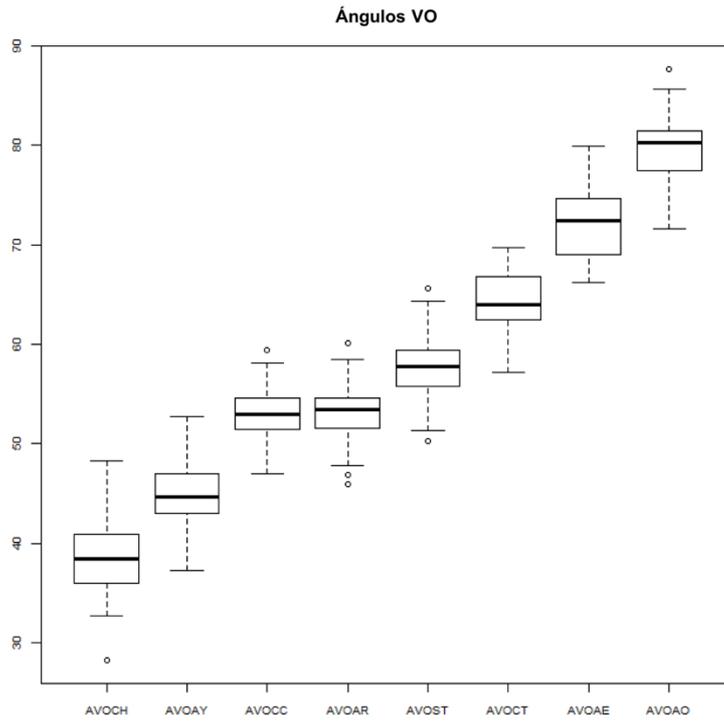


Figura 88. Ángulos desde vómer a diferentes estructuras

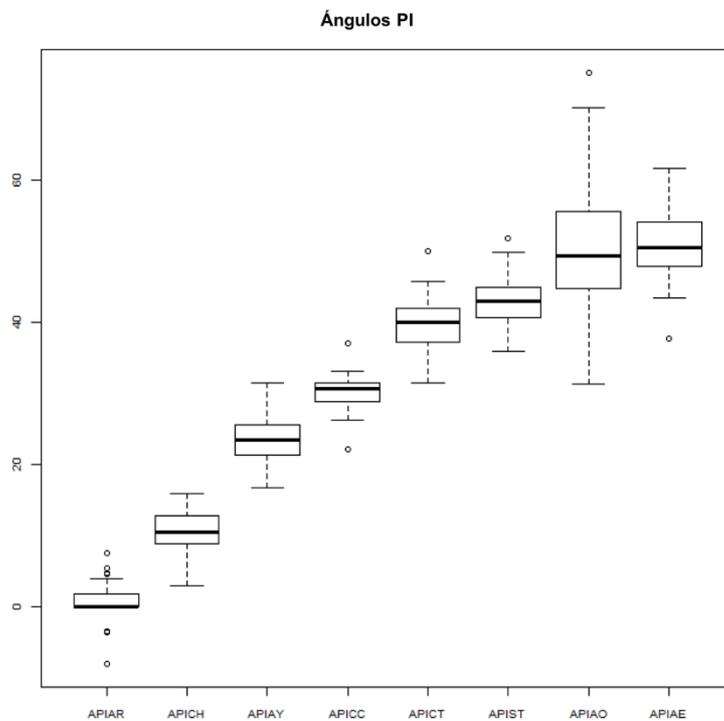


Figura 89. Ángulos desde ala interna se apófisis pterigoides a diferentes estructuras

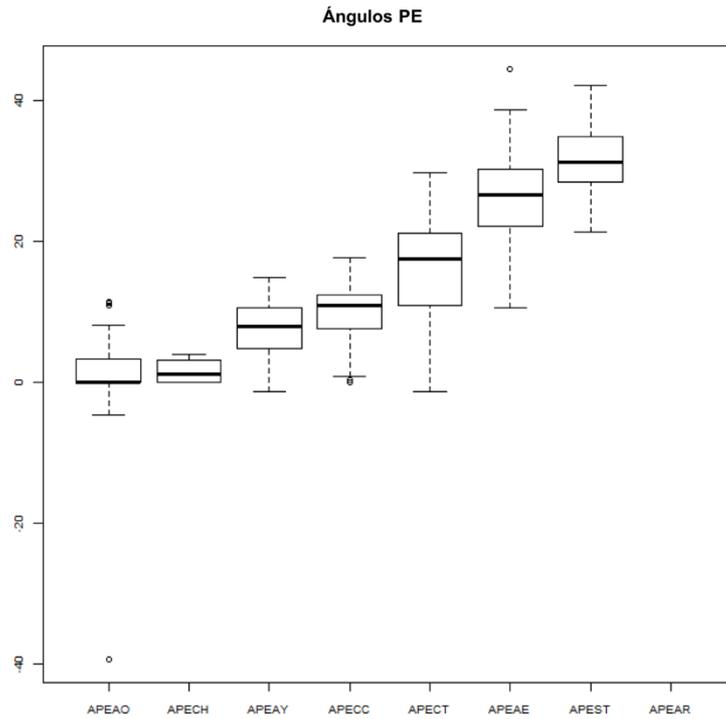


Figura 90. Ángulos desde ala externa de apófisis pterigoides a diferentes estructuras

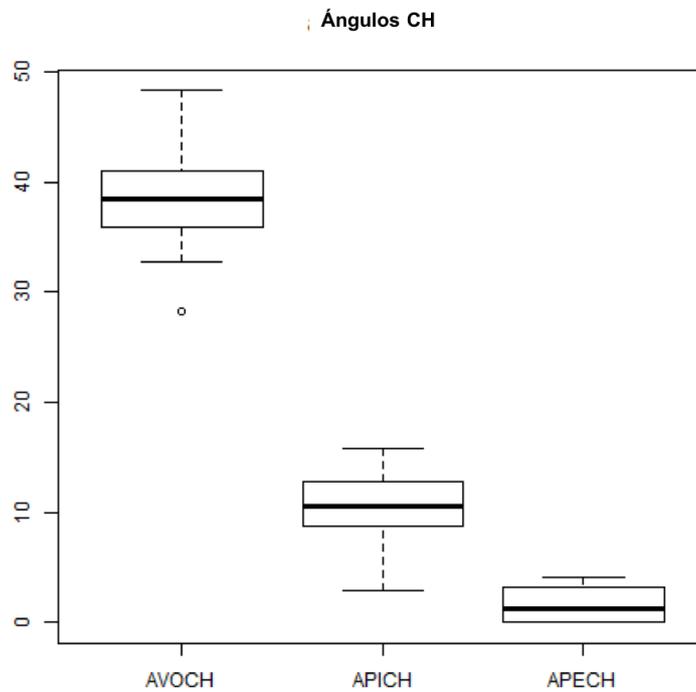


Figura 91. Ángulos desde conducto del nervio hipogloso a diferentes estructuras

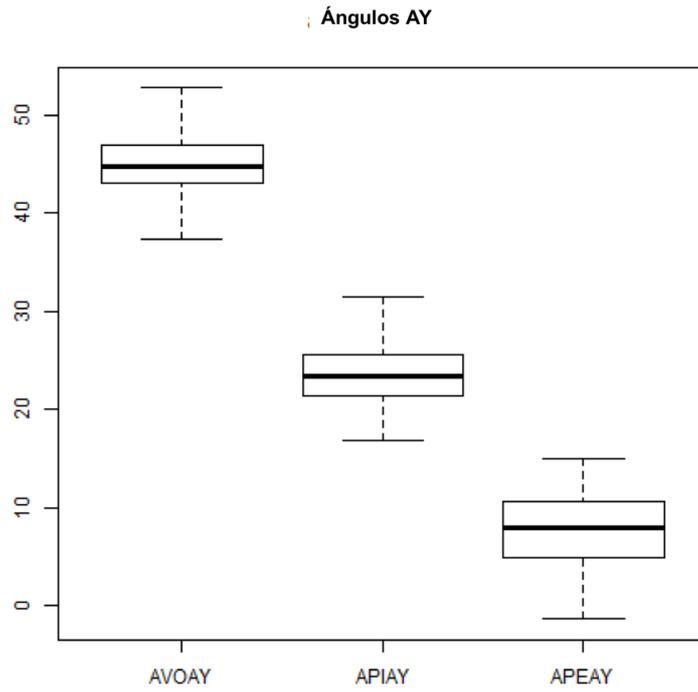


Figura 92. Ángulos desde agujero yugular a diferentes estructuras

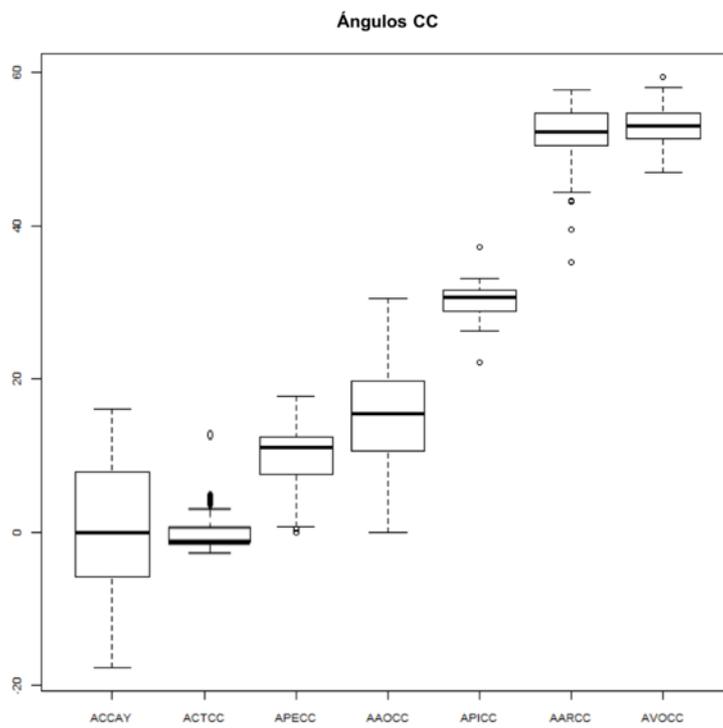


Figura 93. Ángulos desde conducto carotídeo a diferentes estructuras

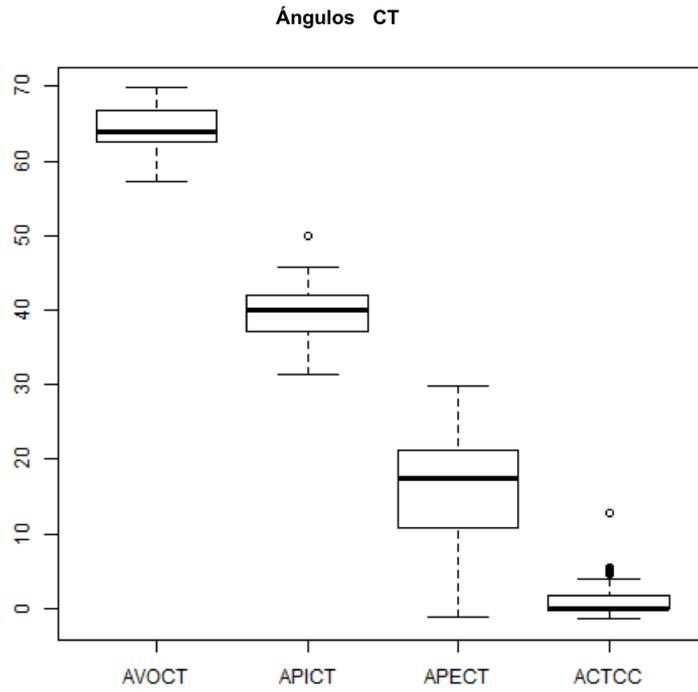


Figura 94. Ángulos desde conducto tubárico a diferentes estructuras

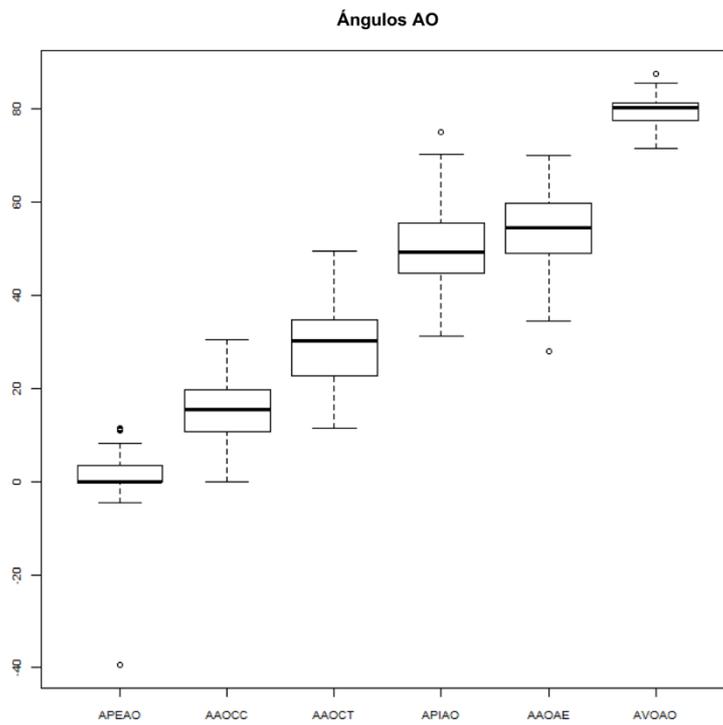
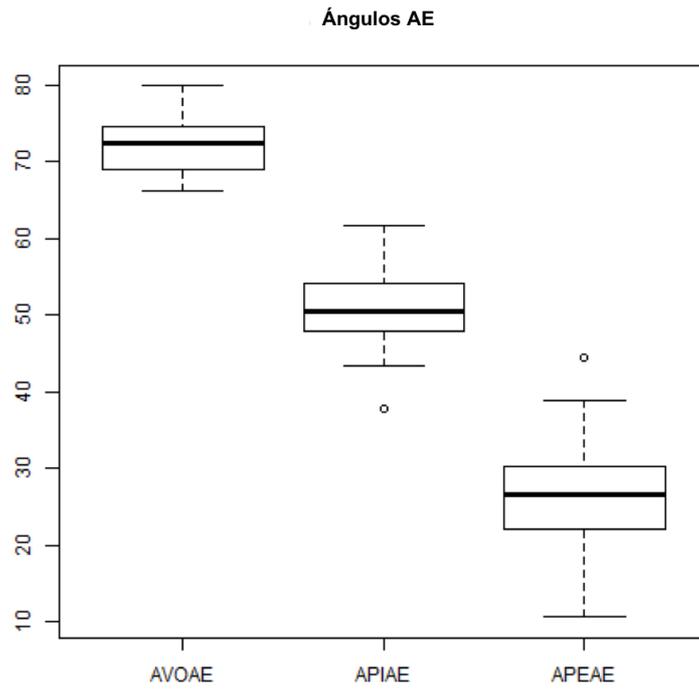
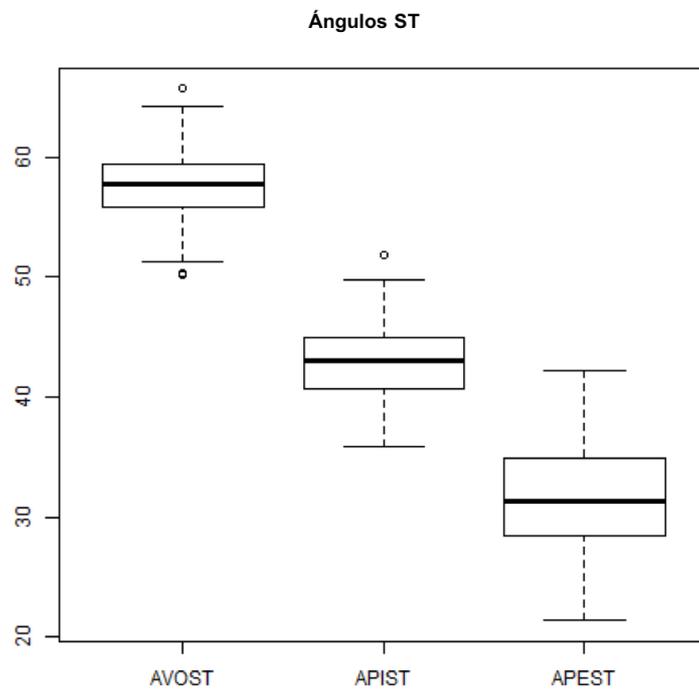


Figura 95. Ángulos desde agujero oval a diferentes estructuras



*Figura 96. Ángulos desde agujero espinoso a diferentes estructuras*



*Figura 97. Ángulos desde apófisis estiloides a diferentes estructuras*



---

### 3. Fusión de Distancias y Ángulos entre Estructuras Óseas de la Base del Cráneo

La unión de las distancias y ángulos resultantes nos permite conocer la orientación espacial existente entre las estructuras estudiadas (**Tabla 8**).

Así desde el borde posterior del vómer a nivel de la base del cráneo, el agujero rasgado se sitúa a  $11,95\pm 1,59\text{mm}$  y  $53,07\pm 2,93^\circ$ . El agujero yugular a  $37,80\pm 2,7\text{mm}$  y  $44,91\pm 3,4^\circ$ . El conducto del nervio hipogloso a  $32,15\pm 2,58\text{mm}$  y  $38,51\pm 3,81^\circ$ . La apertura externa del conducto carotídeo a  $31,88\pm 2,36\text{mm}$  y  $52,96\pm 2,99^\circ$ . El agujero oval a  $21,2\pm 1,97\text{mm}$  y  $79,52\pm 3,24^\circ$ . El conducto tubárico a  $30,3\pm 2,73\text{mm}$  y  $64,12\pm 3,15^\circ$ , la apófisis estiloides a  $45,45\pm 3,3\text{ mm}$  y  $57,69\pm 3,47^\circ$  y el agujero magno a  $29,51\pm 2,87\text{mm}$  en línea recta.

Desde el borde posterior del ala interna de la apófisis pterigoides, a nivel de la base del cráneo, el agujero rasgado se encuentra a  $5,43\pm 2,14\text{mm}$  y  $0,78\pm 2,77^\circ$ . El agujero yugular a  $29,43\pm 2,53\text{mm}$ . y  $23,44\pm 3,5^\circ$ . El conducto del nervio hipogloso a  $26,08\pm 2,21\text{mm}$  y  $10,35\pm 3,74^\circ$ . El conducto tubárico a  $18,84\pm 2,73\text{mm}$  y  $39,87\pm 3,63^\circ$ . El conducto carotídeo a  $22,54\pm 2,15\text{mm}$  y  $30,18\pm 2,44^\circ$ , el agujero oval a  $9,05\pm 1,56\text{mm}$  y  $49,60\pm 9,69^\circ$  y la apófisis estiloides a  $35,17\pm 2,92\text{mm}$  y  $43,06\pm 3,5^\circ$ .

Una vez localizado el borde posterior del ala externa de la apófisis pterigoides, el agujero oval aparece a  $2,57\pm 1,87\text{mm}$  y  $1,3\pm 7,13^\circ$ . El conducto tubárico a  $13,84\pm 3,24\text{ mm}$  y  $16,15\pm 7,29^\circ$ . El conducto carotídeo a  $19,91\pm 2,89\text{ mm}$  y  $9,91\pm 4,86^\circ$  y el agujero yugular a  $26,46\pm 19,2\text{ mm}$  y  $7,43\pm 4,87^\circ$ .

Si durante el abordaje endoscópico se localiza el agujero oval, situados en el

borde interno de éste, el agujero espinoso se hallará a  $2,91\pm 1,67\text{mm}$  y  $53,81\pm 10,37^\circ$ , el conducto tubárico a  $5,23\pm 2,21\text{mm}$  y  $29,52\pm 9,57^\circ$ , el conducto carotídeo a  $12,52\pm 1,76\text{mm}$  y  $14,90\pm 6,62^\circ$ .

El conducto carotídeo se encuentra a  $4,95\pm 1,16\text{mm}$  y  $1,19\pm 2,71^\circ$  del conducto tubárico y el agujero yugular a  $1,79\pm 0,94\text{mm}$  y  $0,5\pm 9,28^\circ$ , aunque en esta medida debemos tener en cuenta, como ya hemos indicado que el agujero yugular puede estar medial, lateral o en línea a la apertura externa del conducto carotídeo.

Estas medidas nos permiten hacer una reconstrucción bidimensional, referenciada en el vómer, de todas las distancias y ángulos realizados (**Fig.98**) y una recreación mediante un abordaje endoscópico a un cráneo seco, donde se representan las referencias a las estructuras más importantes (**Fig.99**).

*Tabla 8. Distancias y ángulos entre las estructuras óseas estudiadas*

	VO	PI	PE	AO	CC
CH	32,15mm 38,51°	26,08mm 10,35°			
AY	37,80mm 44,91°	29,43mm 23,44°	26,46mm 7,43°		1,79mm 0,5°
AR	11,95 mm 53,07°	5,43mm 0,78°			17,61mm 51,63°
CC	31,88mm 52,96°	22,54mm 30,18°	19,91mm 9,91°	12,52mm 14,90°	
CT	30,3mm 64,12°	18,84mm 39,87°	13,84mm 16,15°	5,23mm 29,52°	4,95mm 1,19°
AO	21,2mm 79,52°	9,05mm 49,46°	2,57mm 1,3°		
AE	29,15mm 72,20°	16,98mm 50,82°	10,74mm 26,14°	2,91mm 53,81°	
ST	45,45mm 57,69°	35,17mm 43,06°	29,65mm 31,62°		
AM	29,51mm 0°				

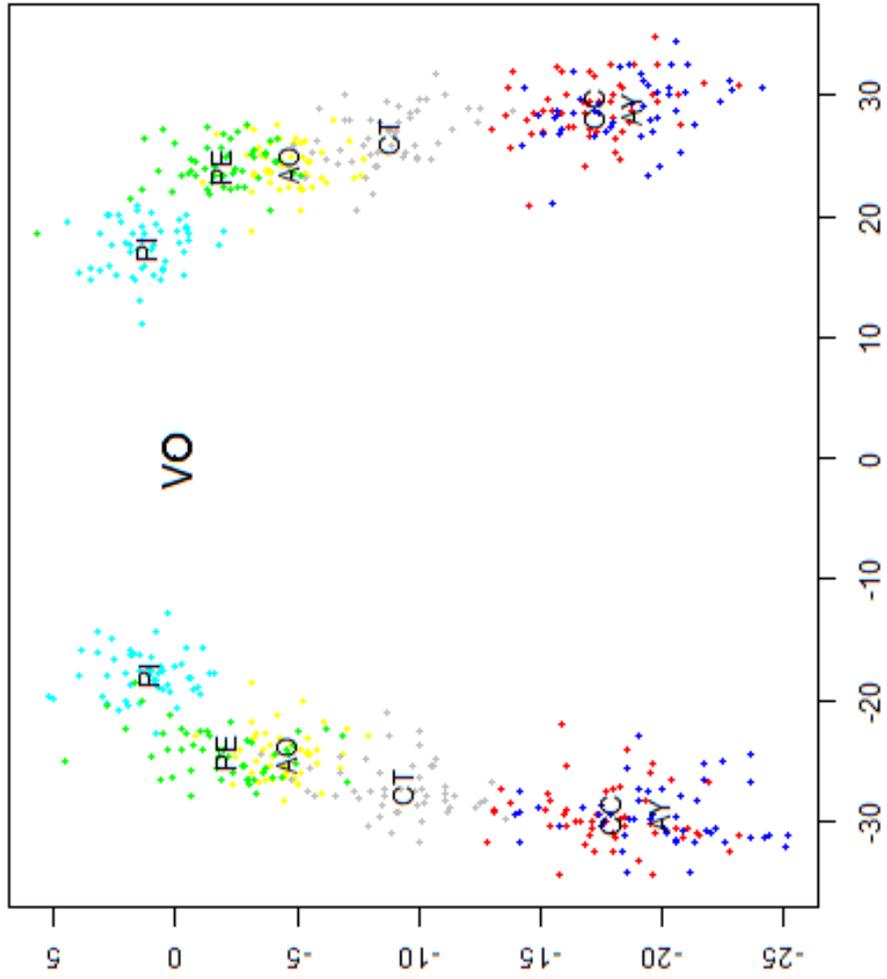


Figura 98. Reconstrucción bidimensional

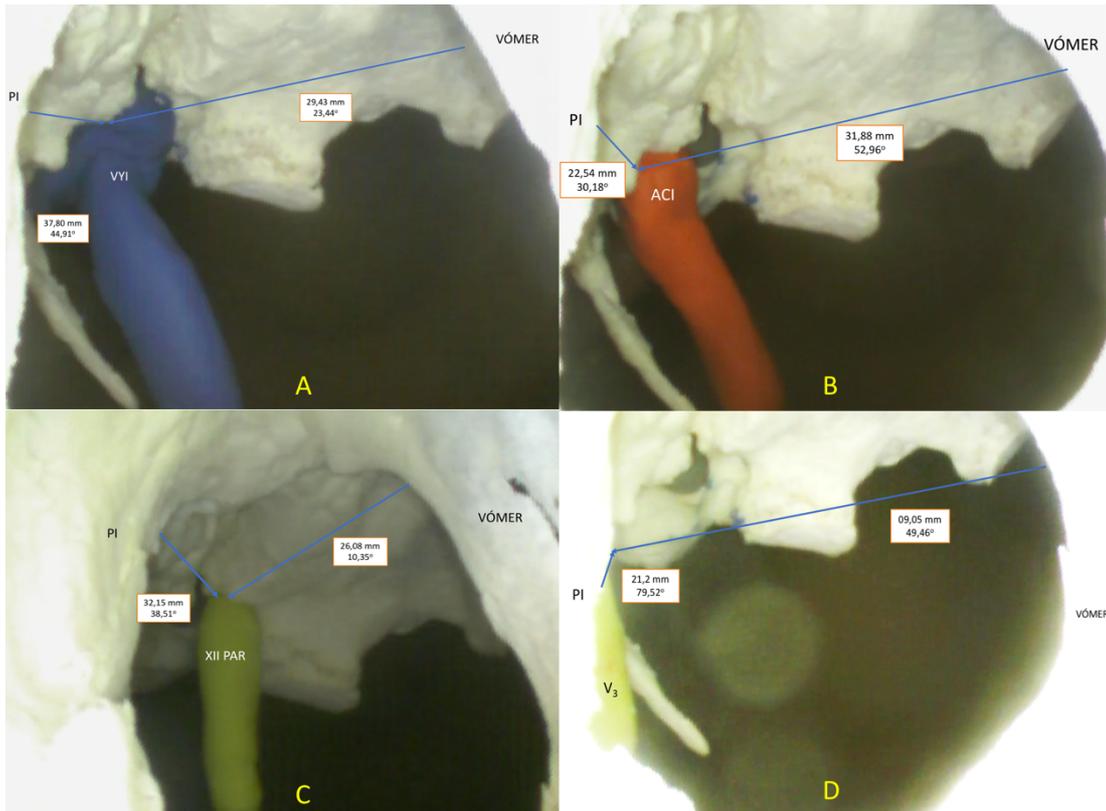


Figura 99 Recreación de abordaje endoscópico endonasal en cráneo seco. PI: Ala interna de la apófisis pterigoides A: Vena yugular interna (VVI). B: Arteria carótida interna (ACI). C: Nervio hipogloso (XII par). D: Nervio mandibular (V<sub>3</sub>.)

## 4. Resultados según Sexo

### 4.1 Diferencias en las Distancias entre Estructuras Estudiadas en Relación al Sexo

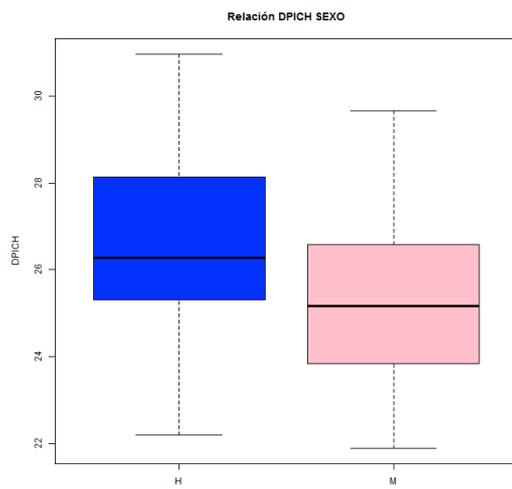
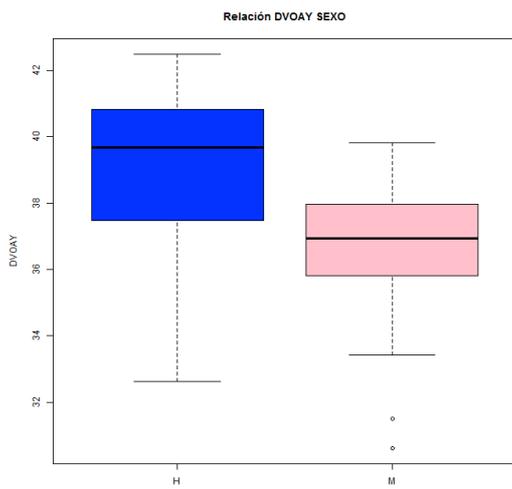
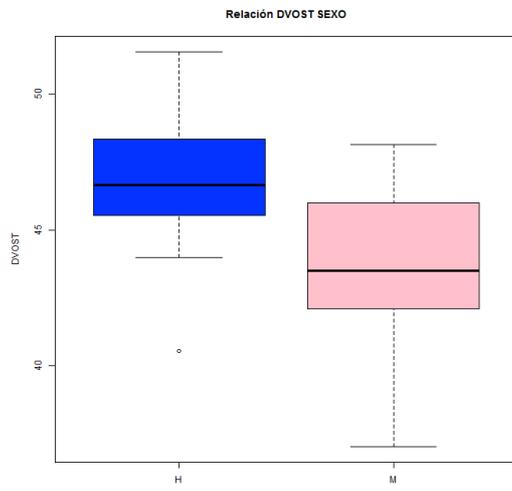
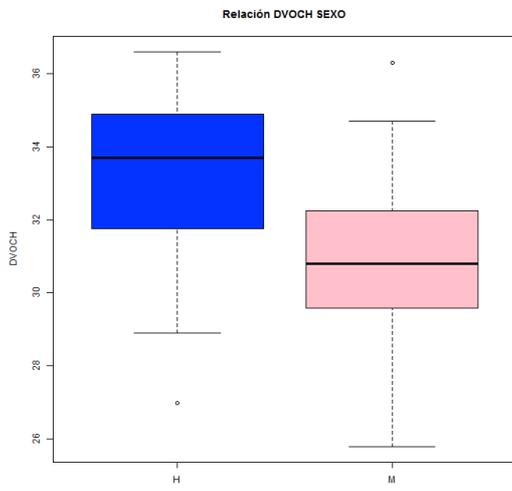
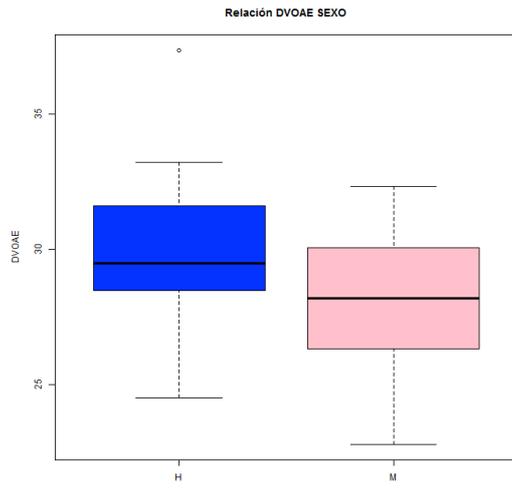
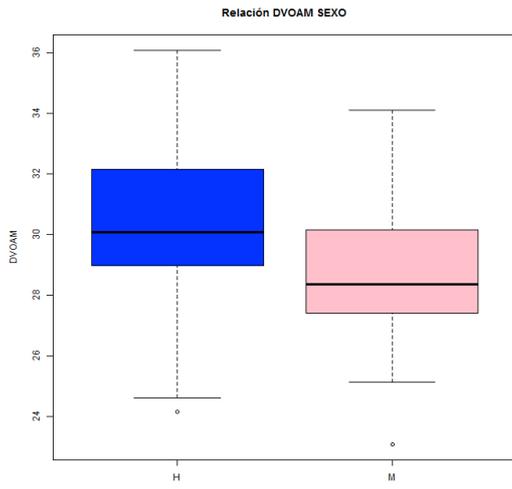
En la **tabla 9** pueden consultarse las diferencias obtenidas en las distancias respecto al sexo. Se incluye número de cráneos estudiados por sexo, media y desviación estándar. Las diferencias estadísticamente significativas se resaltan en la misma tabla y también se exponen en diagramas de cajas (**Fig.100**).

La mayor parte de las distancias han sido superiores en los hombres, algunas

con diferencias estadísticamente significativas. Solamente cuatro medidas de las distancias (DPIAO, DPECC, DPEAO, DCTCC) han resultado mayores en mujeres ( $p < 0,05$ ).

Tabla 9. Diferencias en distancias en relación al sexo.

	n_V	media_V	sd_V	n_M	media_M	sd_M	p-valor
DPIPE	29	8,79	2,26	26	8,47	1,8	0,5562
DPICH	28	26,72	2,11	26	25,43	2,05	<b>0,0271</b>
DPIAR	29	5,66	2,23	26	5,18	1,9	0,3924
DPICC	29	22,82	2,39	26	22,23	1,7	0,294
DPIAY	29	30,22	2,5	26	28,57	1,88	<b>0,0074</b>
DPIAO	28	9,01	1,39	26	9,12	1,46	0,7914
DPIAE	27	17,66	1,81	26	16,27	1,87	<b>0,008</b>
DPICT	29	19,31	2,7	26	18,32	2,61	0,1742
DPIST	29	36,02	2,93	26	34,23	2,45	<b>0,0166</b>
DPECC	29	19,59	3,02	26	20,27	2,37	0,3561
DPEAY	29	27,04	3,84	26	25,81	2,86	0,1817
DPEAO	29	2,31	1,7	26	2,87	1,6	0,2144
DPEAE	29	10,93	3,02	26	10,53	1,92	0,5473
DPECT	29	14,38	3,06	26	13,25	3,14	0,1823
DPEST	29	30,07	3,96	26	29,2	3,96	0,4199
DAOCC	29	12,65	1,83	26	12,39	1,54	0,5694
DAOCT	29	5,57	2,12	26	4,86	1,95	0,201
DAOAE	29	3,24	1,53	26	2,56	1,38	0,0852
DAOAY	29	20,06	1,83	26	18,24	2,58	<b>0,0046</b>
DARAO	28	8,33	1,89	26	8,29	1,49	0,944
DARCC	29	17,68	1,69	26	17,55	1,69	0,7832
DARAY	29	25,53	2,28	26	23,71	2,38	<b>0,0056</b>
DCTCC	29	4,81	1,2	26	5,1	1,02	0,3401
DCCAY	29	2,01	0,85	26	1,54	0,71	<b>0,0282</b>
DVOAM	29	30,27	2,96	26	28,66	2,56	<b>0,035</b>
DVOCC	29	32,39	2,25	26	31,31	2,25	0,0796
DVOCT	29	30,7	2,86	26	29,85	2,48	0,2384
DVOAO	27	21,69	1,55	26	20,71	2,07	0,0581
DVOAE	28	29,92	2,52	26	28,29	2,4	<b>0,0185</b>
DVOCH	28	33,23	2,32	26	30,99	2,22	<b>0,0007</b>
DVOST	28	46,99	2,45	25	43,72	3,09	<b>0,0001</b>
DVOAR	28	12,04	1,55	26	11,87	1,5	0,6783
DVOAY	28	38,97	2,45	26	36,56	2,21	<b>0,0004</b>



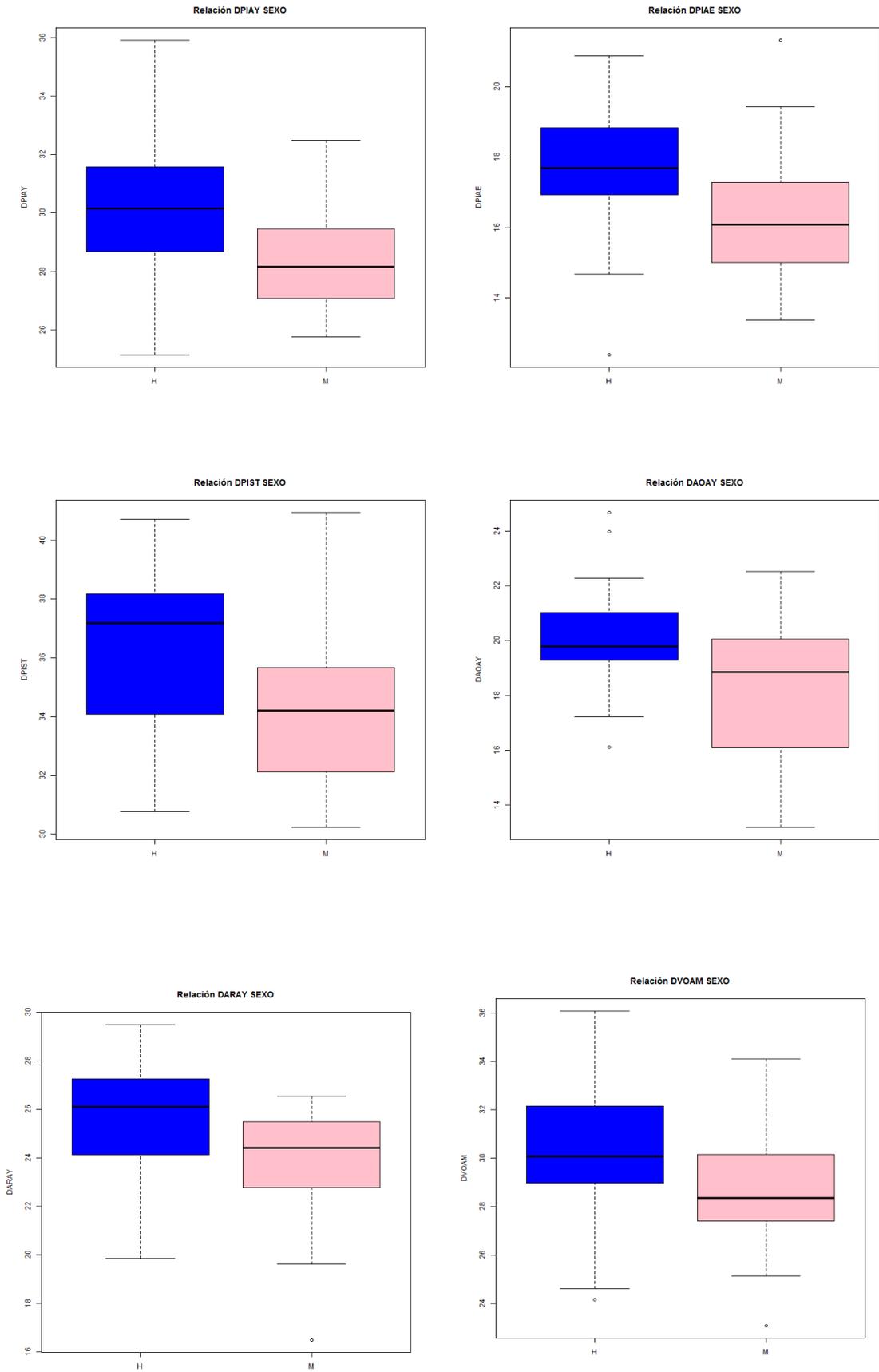


Figura 100. Diagramas de cajas según diferencias por sexo ( $p > 0,05$ )

## 4.2 Diferencias en los Ángulos entre Estructuras Estudiadas en Relación al Sexo

La medida de los ángulos ha arrojado mínimas diferencias entre sexos, siendo sólo en un ángulo (APCC) estadísticamente significativa la diferencia de a favor de la mujer. **(Tabla 10)**

*Tabla 10. Diferencias en los ángulos en relación al sexo.*

	n_H	media_H	sd_H	n_M	media_M	sd_M	p-valor
AVOCH	29	38,67	3,34	26	38,33	4,08	0,7384
AVOAY	29	44,94	2,37	26	44,88	3,77	0,9452
AVOAR	29	52,88	2,48	26	53,3	3,05	0,5833
AVOCC	29	53,09	2,78	26	52,82	2,95	0,7271
AVOCT	29	64,05	2,44	26	64,19	3,46	0,8593
AVOAO	27	79,54	2,88	26	79,42	3,38	0,8888
AVOAE	28	72,95	3,37	26	71,55	3,48	0,1411
AVOST	29	57,84	3,51	26	57,54	3,05	0,7353
APICH	29	10,31	3,48	26	10,4	3,24	0,917
APIAY	29	23,33	2,29	26	23,57	3,66	0,7748
APIAR	29	0,98	1,61	26	0,56	2,94	0,5216
APICC	29	29,66	2,34	26	30,77	2,16	0,0731
APICT	29	39,43	3,42	26	40,37	3,41	0,3113
APIAO	27	48,07	10,05	26	51,14	8,45	0,2335
APIAE	28	50,99	4,7	26	50,77	4,44	0,8601
APIST	29	42,83	3,49	26	43,33	2,93	0,5728
APECH	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
APEAY	29	6,82	4,25	26	8,25	3,29	0,1662
APEAR	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
APECC	29	8,61	4,64	26	11,36	4,17	<b>0,024</b>
APECT	29	14,68	6,59	26	17,8	6,69	0,0878
APEAO	27	0,12	8,32	26	2,5	3,99	0,1893
APEAE	28	25,46	7,22	26	26,7	7,32	0,535
APEST	29	31,01	4,72	26	32,32	4,19	0,2812
AARCC	29	51,74	3,91	26	51,52	5	0,8544
AAOCC	27	14,61	7,18	26	15,21	5,25	0,7267
AAOAE	27	55,21	8,62	26	52,31	8,69	0,2274
AAOCT	27	29,72	8,68	26	29,32	9,4	0,8729
ACTCC	29	1,04	2,63	26	1,36	1,98	0,6077
ACCAY	27	0,42	6,33	25	0,6	9,63	0,9399

---

## 5.Resultados según Lateralidad

Se valoró también los resultados encontrados en cuanto a la lateralidad. En cuanto a las distancias, no se han detectado diferencias importantes ni clínicamente relevantes entre ambos lados, que se expresaron también en términos relativos a la distancia medida. La diferencia fue estadísticamente significativa solamente en tres distancias medidas, dos con diferencia hacia el lado izquierdo y una hacia el lado derecho. **(Tabla 11)**

En relación a las diferencias en las medidas de los ángulos según lados del cráneo, se observaron mínimas diferencias entre el lado derecho e izquierdo, que fueron estadísticamente significativas en solamente cinco ángulos medidos **(Tabla 12)**

En la **figura101** se exponen los diagramas de cajas de distancias y ángulos según lateralidad.

Se ha realizado también el análisis de las diferencias según grupos de edades, que se exponen en los **anexos 5-6**

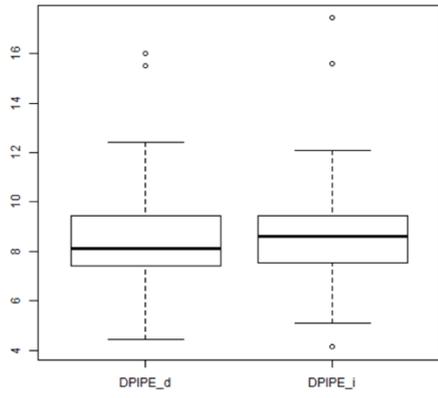
Tabla 11. Diferencias en distancias en relación a lateralidad

	med_D	sd_D	med_I	sd_I	dif	dif_rel(%)	p_valor	ICC
DPIPE	8.50	2.08	8.74	2.14	-0.238	-2.759	0.076	0.864
DPICH	26.04	2.18	26.12	2.25	-0.085	-0.326	0.381	0.908
DPIAR	5.55	2.17	5.30	2.11	0.253	4.655	0.086	0.871
DPICC	22.67	2.20	22.40	2.10	0.279	1.239	0.048	0.881
DPIAY	29.50	2.51	29.37	2.54	0.129	0.437	0.607	0.739
DPIAO	9.16	1.40	8.93	1.71	0.231	2.553	0.182	0.601
DPIAE	17.07	2.03	16.88	2.30	0.189	1.111	0.479	0.610
DPICT	18.87	2.70	18.80	2.77	0.068	0.361	0.652	0.919
DPIST	35.18	2.93	35.16	2.91	0.023	0.065	0.905	0.886
DPECC	19.78	2.82	20.02	2.95	-0.236	-1.186	0.359	0.786
DPEAY	26.41	3.59	26.50	3.58	-0.095	-0.357	0.736	0.836
DPEAO	2.701	1.88	2.44	1.85	0.255	9.921	0.271	0.585
DPEAE	10.90	2.64	10.57	2.85	0.333	3.099	0.245	0.707
DPECT	13.81	3.44	13.87	3.04	-0.061	-0.440	0.801	0.851
DPEST	29.60	4.13	29.71	4.16	-0.107	-0.360	0.757	0.815
DAOCC	12.35	1.64	12.69	1.88	-0.342	-2.728	0.017	0.815
DAOCT	4.79	1.97	5.67	2.32	-0.885	-16.910	0.000	0.740
DAOAE	2.95	1.66	2.88	1.66	0.069	2.379	0.735	0.592
DAOAY	19.03	2.47	19.36	2.50	-0.335	-1.744	0.097	0.820
DARAO	8.45	1.83	8.17	1.74	0.276	3.323	0.048	0.816
DARCC	17.66	1.76	17.57	1.72	0.091	0.514	0.491	0.848
DARAY	24.66	2.50	24.68	2.78	-0.013	-0.054	0.958	0.756
DCTCC	4.89	1.13	4.999	1.197	-0.107	-2.162	0.229	0.842
DCCAY	1.58	0.86	1.996	1.007	-0.413	-23.087	0.002	0.442
DVOAM								
DVOCC	31.87	2.47	31.883	2.254	-0.005	-0.017	0.972	0.882
DVOCT	30.20	2.75	30.392	2.717	-0.187	-0.616	0.139	0.942
DVOAO	21.14	1.90	21.256	2.046	-0.116	-0.548	0.399	0.805
DVOAE	29.37	2.67	28.933	2.842	0.439	1.505	0.138	0.743
DVOCH	32.02	2.65	32.291	2.506	-0.266	-0.829	0.088	0.909
DVOST	45.24	3.40	45.656	3.203	-0.414	-0.910	0.057	0.886
DVOAR	11.91	1.65	11.999	1.516	-0.088	-0.733	0.500	0.823
DVOAY	37.81	2.76	37.801	2.649	0.013	0.033	0.948	0.867

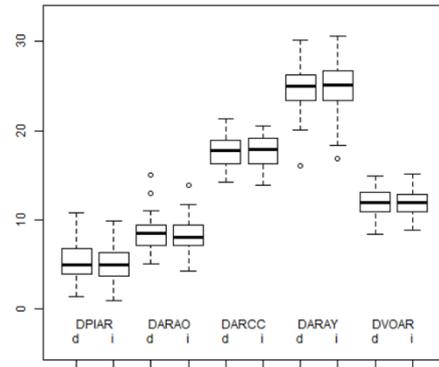
Tabla 12. Diferencias en ángulos en relación a lateralidad

	med_D	sd_D	med_I	sd_I	dif	dif_rel(%)	p_tStud	ICC
AVOCH	38.00	3.79	39.00	3.82	-0.998	-2.591	0.001	0.833
AVOAY	44.35	3.09	45.47	3.71	-1.121	-2.496	0.007	0.586
AVOAR	52.97	2.78	53.18	3.07	-0.211	-0.398	0.452	0.753
AVOCC	52.81	2.90	53.10	3.07	-0.297	-0.561	0.247	0.801
AVOCT	64.12	3.13	64.10	3.17	0.018	0.028	0.954	0.740
AVOAO	79.33	3.27	79.70	3.20	-0.362	-0.455	0.106	0.813
AVOAE	71.92	3.57	72.48	4.30	-0.568	-0.787	0.426	0.486
AVOST	57.67	3.39	57.72	3.55	-0.049	-0.085	0.877	0.780
APICH	9.74	3.81	10.96	3.67	-1.221	-11.793	0.010	0.558
APIAY	23.16	3.32	23.71	3.67	-0.557	-2.377	0.264	0.453
APIAR	0.73	2.90	0.82	2.64	-0.095		0.818	0.408
APICC	30.42	2.39	29.93	2.50	0.482	1.598	0.032	0.765
APICT	40.07	3.63	39.68	3.62	0.391	0.982	0.244	0.769
APIAO	49.58	9.71	49.62	9.66	-0.035	-0.070	0.883	0.875
APIAE	50.98	5.21	50.66	5.17	0.323	0.636	0.466	0.495
APIST	43.35	3.80	42.77	3.20	0.575	1.335	0.139	0.669
APECH	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
APEAY	7.08	5.01	7.78	4.72	-0.701	-9.440	0.312	0.216
APEAR	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
APECC	10.01	4.64	9.81	5.08	0.199	2.005	0.650	0.783
APECT	16.27	6.79	16.03	7.79	0.239		0.752	0.714
APEAO	2.00	6.81	0.60	7.45	1.407		0.063	0.713
APEAE	27.00	8.29	25.27	7.89	1.734	6.634	0.067	0.590
APEST	32.34	5.45	30.90	4.79	1.446	4.572	0.037	0.501
AARCC	51.59	4.31	51.68	5.01	-0.087	-0.168	0.834	0.789
AAOCC	15.14	6.17	14.66	7.08	0.474	3.180	0.445	0.774
AAOAE	53.95	11.06	53.65	9.68	0.299	0.556	0.926	0.415
AAOCT	28.99	9.46	30.04	9.69	-1.047	-3.546	0.268	0.747
ACTCC	1.37	2.87	1.01	2.53	0.35		0.346	0.474
ACCAY	0.25	9.18	0.76	9.37	-0.514		0.695	0.493

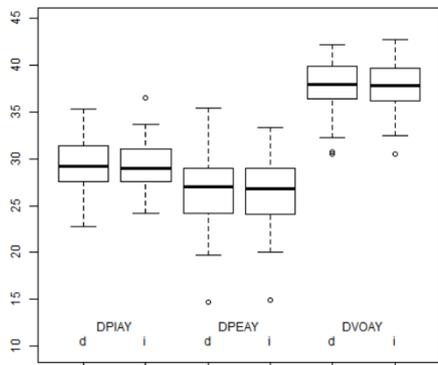
Distancias PIPE



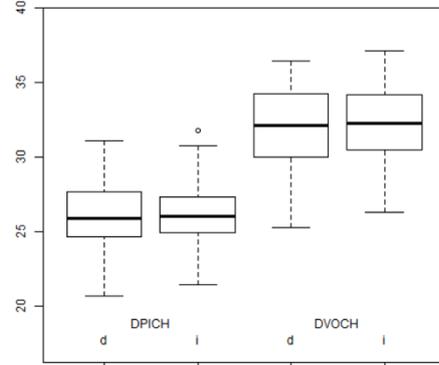
Distancias AR



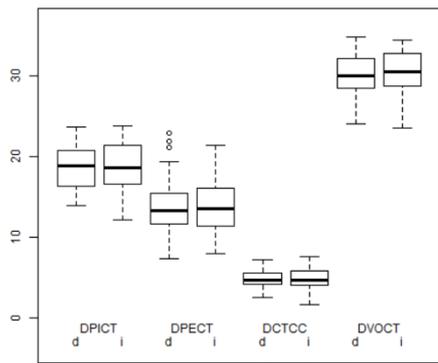
Distancias AY



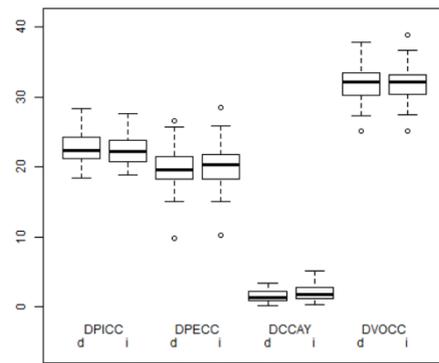
Distancias CH



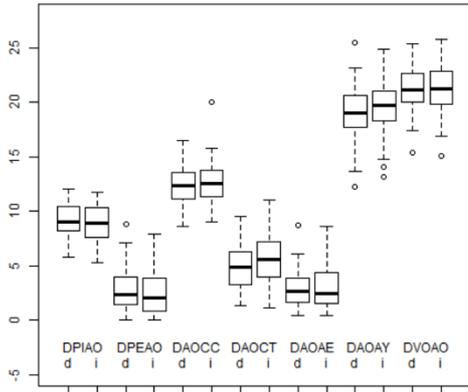
Distancias CT



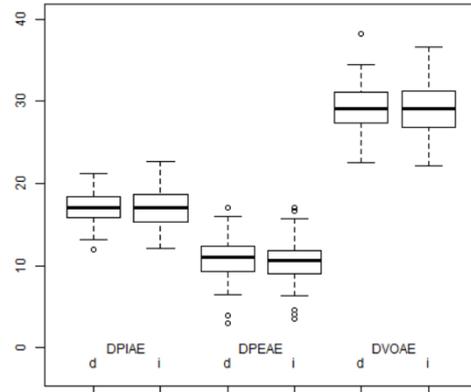
Distancias CC



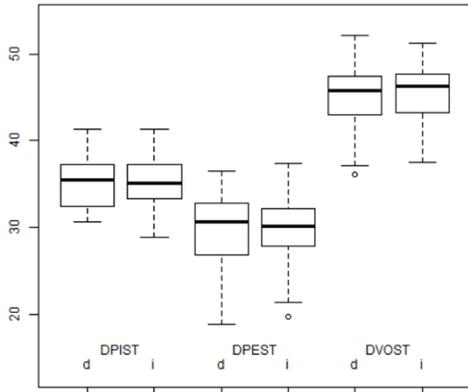
Distancias AO



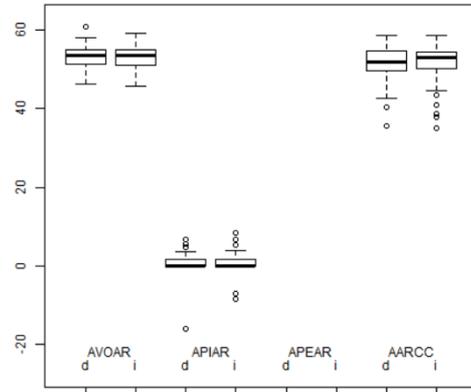
Distancias AE



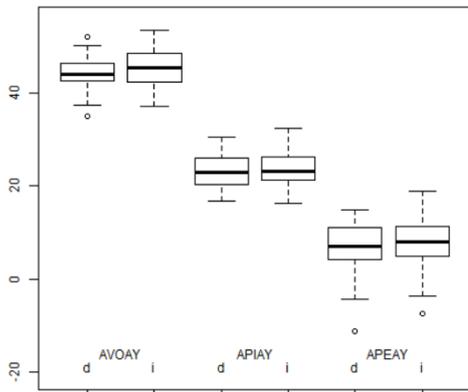
Distancias ST



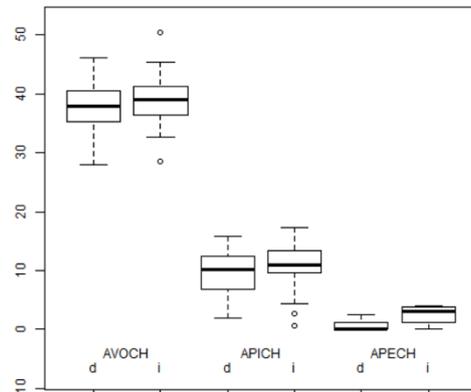
Ángulos AR



Ángulos AY



Ángulos CH



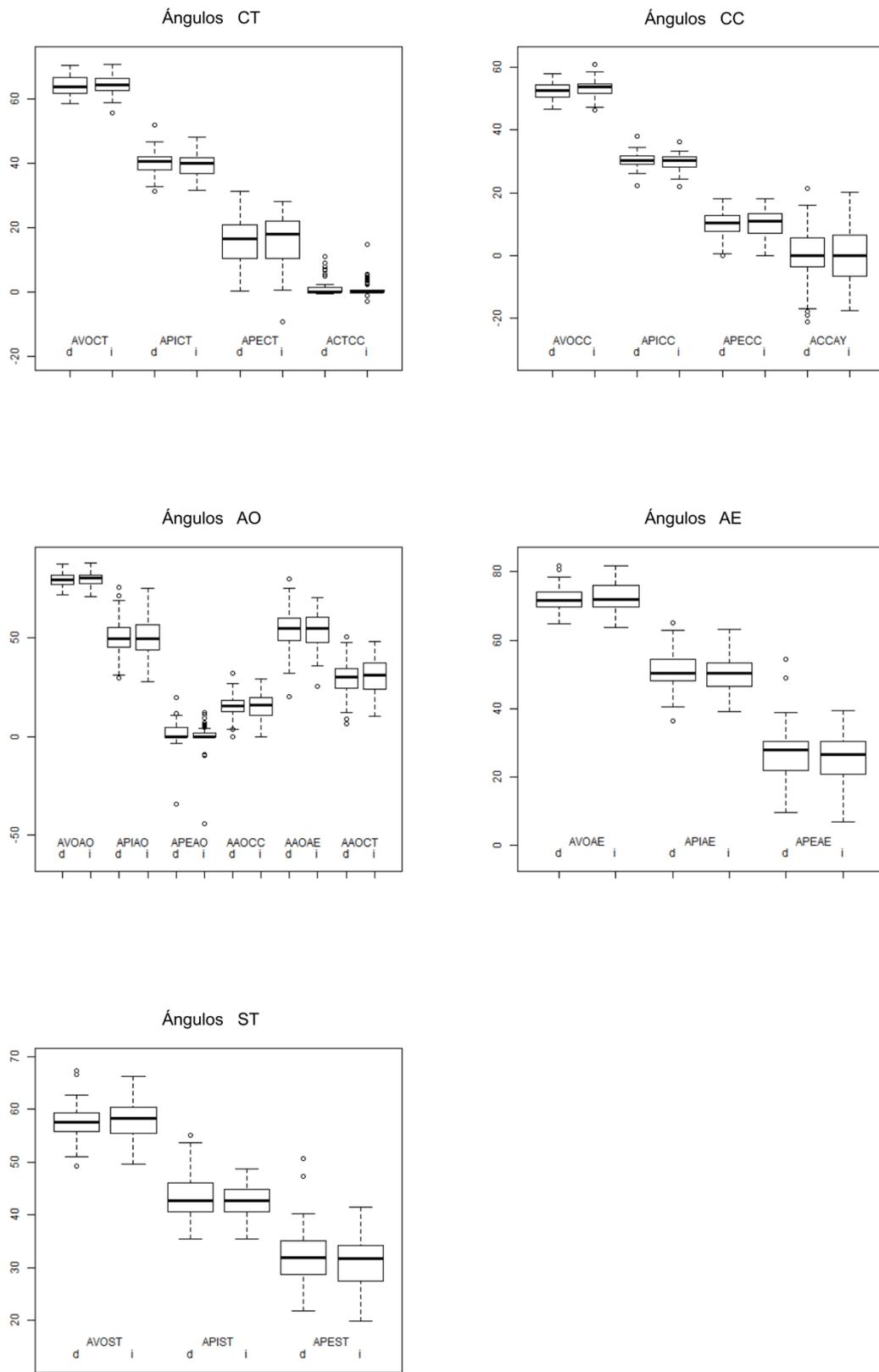


Figura 101. Diagramas de caja de medidas en relación a lateralidad



## VI.DISCUSIÓN

La cirugía endoscópica nasosinusal y de base de cráneo, ha supuesto una revolución en el campo de la otorrinolaringología. Los avances científicos y tecnológicos que han ido surgiendo desde finales del siglo pasado hacen que hoy en día, la base del cráneo pueda ser abordada endoscópicamente desde la región frontal hasta la fosa posterior. En particular, los complejos abordajes transpterigoideos permiten el tratamiento endoscópico de patologías en áreas de muy difícil acceso, fosa infratemporal, fosa craneal media y posterior, seno cavernoso, región petrosa o espacio parafaríngeo superior, antes abordadas mediante técnicas externas con postoperatorios más lentos y mayor morbilidad y secuelas.

Así esta tesis, con una orientación fundamentalmente clínica, nace con el propósito de avanzar en el conocimiento anatómico de la superficie exocraneal de la base del cráneo, realizar un mapa de distancias y ángulos entre las estructuras más relevantes de dicha área e intentar conseguir referencias útiles que den solución a dudas planteadas durante los complejos abordajes transpterigoideos.

---

### 1.Medios Técnicos y Limitaciones

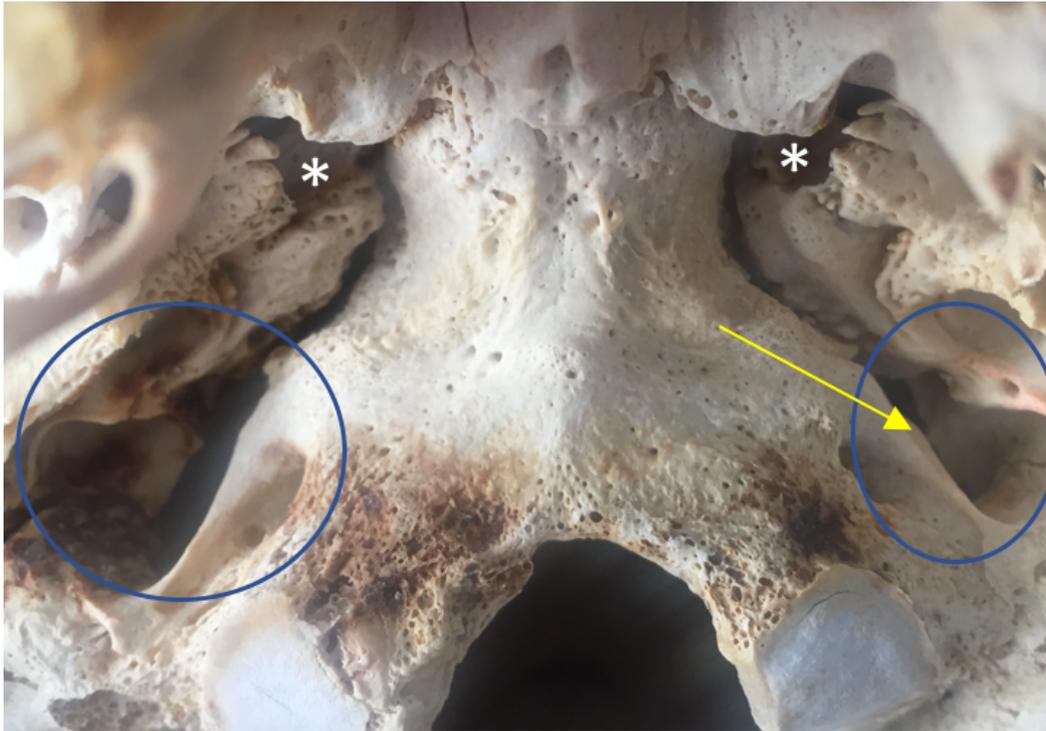
Las medidas de los ángulos y las distancias de las referencias óseas decididas para la consecución de este estudio, se han realizado, como se ha explicado en otro capítulo mediante dos métodos diferentes.

Para la medida de las distancias se ha utilizado un calibre digital Aerospace

Digimatic Vernier™, 0-150 mm. A pesar de los avances en los métodos de medida, fundamentalmente mediante reconstrucciones de tomografía axial computerizada o equipos de cirugía guiada por la imagen, no se han demostrado diferencias estadísticamente significativas en exactitud y fiabilidad (160) (161). Sin embargo, este estudio abre un interesante campo para la comparación de los datos aquí obtenidos con los nuevos métodos de morfometría así como con cadáver fresco, como forma de validación previa a su utilización en cirugía endoscópica de base de cráneo.

Los ángulos fueron medidos mediante un sencillo programa de descarga gratuita en internet, PixelStick 1.1.2 para mac de Pixelated Software, aplicado sobre fotografías de los cráneos analizados. Previamente se realizaron pruebas sobre ángulos conocidos para comprobar su fiabilidad. La realización de medidas sobre fotografías digitales también ha sido clásicamente avalada (162), siendo su mayor problema, la dificultad de encontrar en algunas estructuras, referencias reproducibles. En mi opinión esta dificultad se ha producido tanto en las medidas con calibre como con el software para medición de ángulos y posiblemente suceda en todos los métodos utilizables.

Por tanto, las limitaciones del método de medida han sido varias. En primer lugar, algunas referencias son difícilmente utilizables, por la dificultad para diferenciar si estamos ante su forma original o bien el normal deterioro de los cráneos utilizados ha variado su morfología. Esto es muy evidente, por ejemplo, en el borde posterior del agujero rasgado, lo que ha llevado a no realizar medidas desde esta referencia. También ha sucedido en tres casos en el agujero yugular. En este foramen, de gran variabilidad, fue también complicado elegir el punto exacto de medición, más o menos cercano al componente nervioso o vascular



*Figura 102. Agujero rasgado (\*) y agujero yugular (Circulo azul). Espina yugular (Flecha amarilla).*

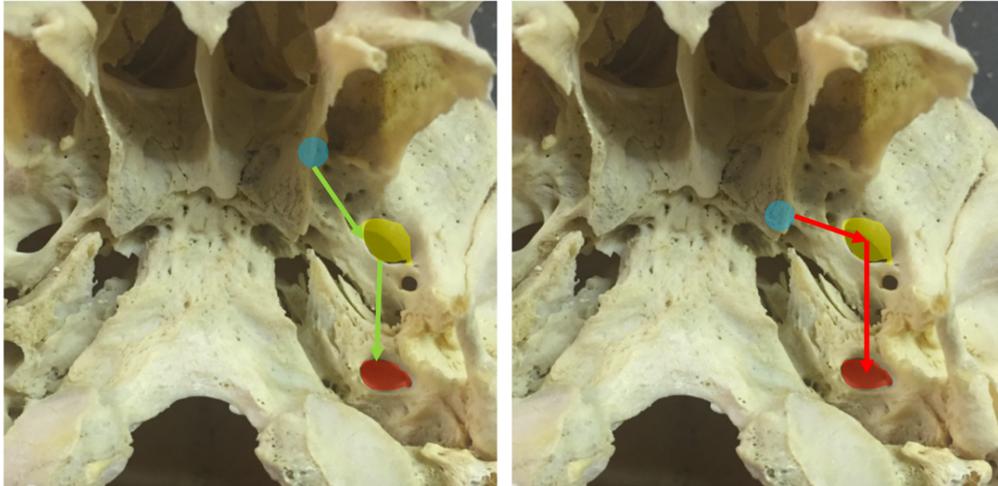
de éste. Finalmente se optó por hacerlo a nivel de la espina yugular (**Fig.102**), que señala la salida de la vena yugular interna, estructura crítica en abordajes endoscópicos. Cierta dificultad por los motivos expuestos ha surgido con las medidas a nivel del orificio interno del conducto tubárico o istmo de la trompa de Eustaquio. Afortunadamente las medidas desde la apertura externa del conducto carotídeo, agujero oval, espinoso, orificio externo del conducto del nervio hipogloso o apófisis estiloides han sido más sencillas de realizar.

En segundo lugar, otra limitación puede surgir por la elección de los puntos de medida de las estructuras estudiadas. La dificultad que más adelante veremos para comparar resultados se produce por la muy diferente selección de estos puntos por los diferentes autores. En este caso, se ha elegido éstos siguiendo un hipotético abordaje endoscópico ya que los resultados de este trabajo intentan

resolver en parte las dificultades de estos abordajes. La elección del punto de medida a nivel de las alas de la apófisis pterigoides, ha sido aquel en el que ésta empieza a realizar un trayecto superior y posterior hacia su inserción en la base. Esto permite que durante un abordaje endoscópico endonasal, podamos utilizar un instrumento de medida para comprobar la distancia. Si la medición se hace en la inserción de la apófisis en la base, la dirección del instrumento será tan hacia arriba para llegar a dicha base, que hará imposible luego su desplazamiento posterior o lateral. El punto utilizado para las medidas desde el ala externa fue a la misma altura que el elegido primero para el ala interna. También siguiendo este hipotético abordaje endonasal se han elegido los puntos de medida de otras estructuras. De manera que, si nuestra disección nos lleva por ejemplo desde la el ala interna de la apófisis pterigoides al agujero oval, la medida de esta distancia se hará desde el punto indicado en la primera hasta el borde antero-lateral del agujero oval, punto donde hipotéticamente encontraríamos V3 en un abordaje endonasal. Si nuestro siguiente objetivo es el conducto carotídeo, la medida se realizará desde el borde posterolateral del agujero oval hasta el punto más anterior del conducto carotídeo. Ya he indicado que, si esta medida se realizara desde el centro del agujero oval hasta el centro del conducto carotídeo, implicaría que hemos sacrificado V3 y la arteria carótida interna (**Fig.103**).

Por supuesto que esta selección de los puntos de medida puede producir algún sesgo y hacer difícil la interpretación y comparación de algunos resultados, pero esta reflexión puede ayudar para intentar llegar a un cierto consenso en la forma

de elegir de elegir los puntos de medida en trabajos posteriores.

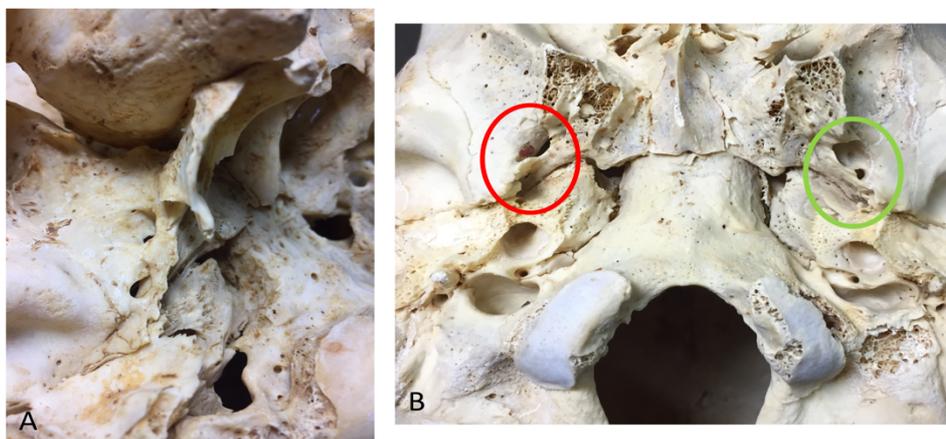


*Figura 103. Selección utilizada de puntos de referencia para las medidas realizadas siguiendo un hipotético abordaje endoscópico endonasal (dcha). Selección de punto incorrecta (izda).*

Otra limitación han sido diversas variaciones epigenéticas de la base del cráneo que han dificultado algunas mediciones. La presencia de láminas pterigomaxilares o pterigoalares completas, ha impedido la medida de las distancias y ángulos desde el agujero oval y el agujero espinoso en algunos cráneos (**Fig.104**). Esta variación puede tener importancia clínica, ya que dificulta la localización de V3 en los abordajes endoscópicos y añade un trabajo de fresado adicional de el ala externa de la apófisis pterigoides. Finalmente, en un cráneo se observó la ausencia unilateral del agujero espinoso, también de gran importancia clínica, por ser un signo indirecto de la presencia de una arteria estapedial persistente (163).

Por último, la elección del tamaño muestral fue establecido en 55 cráneos buscando no cometer un error estándar, relativo a la cantidad estimada, superior al 14% al estimar la localización de distribuciones numéricas. Adicionalmente,

para este cálculo se tuvo en cuenta que las pérdidas de mediciones pudieran llegar a ser del 7% en los cráneos estudiados.



*Figura 104. A: Lámina pterigoalar. B: Ausencia de agujero espinoso en lado derecho.*

---

## 2.Análisis de Medidas

Después de la profunda revisión bibliográfica realizada, esta tesis aporta uno de la colección de medidas más completa entre estructuras óseas de la superficie exocraneal de la base del cráneo, aunando además medidas de ángulos y distancias, lo que facilita conocer las correlaciones entre éstas y que por la procedencia de los cráneos analizados podría etiquetarse como una muestra estándar de la población castellana.

Los ángulos medidos han demostrado en general ser poco variables, presentando, además, la mayor parte de las medidas, una distribución no alejada de la normalidad. El mayor coeficiente de variación se ha encontrado fundamentalmente en ángulos medidos desde el ala externa de la apófisis pterigoides, el agujero oval y el espinoso. En todo caso, debemos tener en cuenta que variaciones no muy elevadas en los ángulos en distancias pequeñas, no causan variaciones significativas en la trayectoria marcada, más aún si el objetivo es de un tamaño importante.

Las distancias medidas sí han expresado mayor variación, pero al igual que en los ángulos, las medidas con mayor coeficiente de variación han sido mayoritariamente las que afectan al ala externa de la apófisis pterigoides, el agujero oval y el espinoso. Esto confirma la impresión habida durante las mediciones, de que el ala externa de la apófisis pterigoides variaba en tamaño de forma más evidente que la interna y que la posición de los agujeros oval y espinoso era también más anárquica. Creo de todas formas que esto no debe significar que no puedan ser unas referencias útiles.

La posibilidad de conocer, no solo las distancias sino también los ángulos resultantes entre las estructuras analizadas, aumenta de forma importante la capacidad de localización espacial de éstas, favoreciendo la orientación.

Una de las mayores preocupaciones en cirugía de base de cráneo, tanto endoscópica como con abordajes externos, es el control óptimo de la arteria carótida interna en sus diferentes segmentos, por las potenciales consecuencias dramáticas que puede acarrear su lesión. No es de extrañar que una parte importante de los estudios actuales sobre medidas realizadas en la base del cráneo se centren en esta estructura (**Tabla 13**).

Las distancias obtenidas en este estudio respecto a la apertura externa del conducto carotídeo, fueron 31,88 mm desde el vómer, 22,54 mm desde el ala interna de la apófisis pterigoides, 19,91 mm desde el ala externa, 12,52 mm desde el agujero oval, 17,61 mm desde el agujero rasgado, 4,97 mm desde el conducto tubárico (orificio interno) y 1,79 desde el agujero yugular. No resulta sencillo comparar estas medidas con la literatura existente ya que la mayoría se basan en abordajes externos. La medida del segmento horizontal de la ICA, que correspondería con la distancia entre CC y AR fue para Keshelava et al. (164) de 20 mm, estudiada solamente en tres cadáveres frescos y para Leonetti et al. (165) de 20,5 mm. Osawa y Rhoton (166) cifran ésta en 15,7 mm, Naidoo et al. (83) en 15,58mm, Zhen et al. (167) en 15,8 mm y Gao et al. (168) en 15,77 mm. La divergencia podría ser explicada por tomar como medida de referencia el borde posterior de la apertura externa del conducto carotídeo en los primeros autores o la parte inferior del *genu* anterior, en los segundos.

Las medidas desde el agujero oval o espinoso son tomadas por la mayoría de

los autores consultados (169)(170)(165)(171), al borde lateral del conducto carotídeo y no tienen comparación con nuestros resultados ni tampoco aplicación en abordajes endoscópicos. Solamente Gao et al. obtienen la medida desde la apertura externa del conducto carotídeo y el agujero oval, resultando en  $13,51 \pm 2,14$  mm, cercanos a los obtenidos en este trabajo,  $12,52 \pm 1,76$  mm. El ángulo medio entre estas estructuras fue de  $14,90^\circ$ , ángulo sin duda pequeño, estando incluso en línea ambas estructuras en un 5% de los casos. La localización del agujero oval y en definitiva V3 demuestra ser una buena referencia para la arteria carótida interna parafaríngea.

La apófisis pterigoides se considera una importante referencia para la localización de la ICA parafaríngea. Ho et al. (75) en 2014, en un estudio de 179 TAC (346 lados), establece como referencia para la localización de ésta, la distancia entre el borde posterior del ala externa de la apófisis pterigoides tomado en el punto en que la ICA penetra en el conducto carotídeo. Dicha distancia es de 23,3 mm para hombres y 22,0 mm para mujeres. Como podemos observar, cercanos, aunque mayores a los obtenidos en este estudio. La diferencia podría estribar en el punto de medida desde la apófisis pterigoides, que depende como hemos indicado, del momento en que la ICA penetra en el conducto carotídeo. También Guo et al. (172) en 2015 analiza la distancia entre el ala externa de la pterigoides externa y el conducto carotídeo mediante TAC en 50 pacientes. La distancia obtenida es de 34,17 mm, pero este autor toma como referencia el borde anterior de dicha ala externa, explicando un resultado tan elevado. Gao et al. establecen mediante TAC la distancia desde la apófisis pterigoides, tomada al nivel de la fosa de Rosenmüller, a la arteria carótida interna parafaríngea, obteniendo resultados similares a los de este trabajo desde

al ala externa (19,70 vs. 19,91 mm), pero claramente mayores desde la interna (26,06 vs. 22,54 mm). Mucha correlación con nuestros resultados, tienen los obtenidos por Wen et al en 2010. Las medidas realizadas en 50 cráneos secos, se basan en un abordaje endoscópico de nasofaringectomía. Obtienen unas distancias desde el ala interna de la apófisis pterigoides al orificio externo del conducto carotídeo de 20,09 mm, desde el ala externa de 19,48 mm, al agujero rasgado de 19,32 mm y al orificio interno del conducto tubárico de 5,47 mm. También realizan la medida del ángulo entre el ala interna de la pterigoides medial y el conducto carotídeo que coincide con nuestros resultados (30,37° vs.30,18°). La escasa diferencia entre las distancias desde las alas de la apófisis pterigoides resulta extraña, dado el diferente ángulo entre ellas y el conducto carotídeo.

*Tabla 13. Distancias al conducto carotídeo*

	DARCC	DVOCC	DPICC	DPECC	DCTCC
Tesis 2017	17,61 mm	31,88 mm	22,54 mm	19,91 mm	4,97 mm
Keshelava et al(164)	20 mm				
Leonetti et al (165)	20,5 mm				
Osawa et al (166)	15,7 mm				
Asian et al.(171)	20,2 mm				
Naidoo (83)	15,58 mm				
Ho et al *(75)				23,3mm	
Guo et al **(172)				34,17mm	
Wen et al (158)	19,32 mm		20,09 mm	19,48mm	5,47mm
Oztruk el al*** (173)					5,8 mm
Zhen et al (167)	15,8 mm				
Gao et al**** (168)	15,77 mm		26,06 mm	19,70 mm	6,19 mm

La distancia entre el orificio interno del conducto tubárico y la apertura externa del carotídeo, considerado una referencia útil para el control de la ICA parafaríngea, medido por Wen et al. (158), es similar al obtenido por nosotros y otros autores (173). Algo mayor resulta la distancia medida por Gao et al. (168) al tomar como referencia el sulcus tubárico y no el conducto tubárico. El ángulo medio entre el conducto tubárico y el carotídeo, cifrado en  $1,19^\circ$ , también debe ser analizado. El conducto tubárico se encuentra a  $0^\circ$  del conducto carotídeo, es decir anterior, en el 66,36% de los cráneos analizados, anteromedial en el 30,94% y anterolateral en el 2,7%. Esto debe ser tenido en cuenta en la práctica clínica y será mencionado en capítulos posteriores.

Las medidas a otras estructuras críticas de la base del cráneo como el agujero oval, lugar de salida a la fosa infratemporal del nervio mandibular (V3) han sido también estudiadas. Youseff obtiene unas distancias diferentes entre el ala externa de la apófisis pterigoides y el agujero oval, dependiendo del método de estudio. Así mediante endoscopia es de 2,2 mm y mediante TAC de 1,7 en hombres y 1,6 mm en mujeres. Kantola et al. (174) realizan un estudio con 183 TAC. La distancia entre el agujero oval y el ala externa de la apófisis pterigoides es de 6,5 mm, totalmente discordante con nuestra medida de 2,57 mm (0-8,81mm), solamente explicable por la selección de puntos de referencia, ya que en los cráneos analizados hemos comprobado que el agujero oval y el ala externa de la apófisis pterigoides están siempre cercanos, cuando no unidos (**Fig.105**). Esto nos hace considerar el ala externa de la apófisis pterigoides una buena referencia para la localización del agujero oval. Kantola sí coincide con este estudio en el ángulo entre el rostrum esfenoidal y el agujero oval, que nosotros realizamos desde el vómer ( $80,2^\circ$  en hombres y  $74^\circ$  en mujeres vs.

79,54° en hombres y 79,42° en mujeres), aunque nosotros no encontramos diferencias en cuanto al sexo.

Una vez encontrado el agujero oval, la localización del agujero espinoso y por tanto la arteria meníngea media es importante. En este estudio la distancia entre ambos fue de 2,95 mm frente a los 3,6 mm de Villavicencio et al.(170). El ángulo entre ambas estructuras, de 53,81° no hemos podido compararlo con ningún autor.



*Figura 105. Imagen de relación cercana entre agujero oval (amarillo) y ala externa de apófisis pterigoides (verde)*

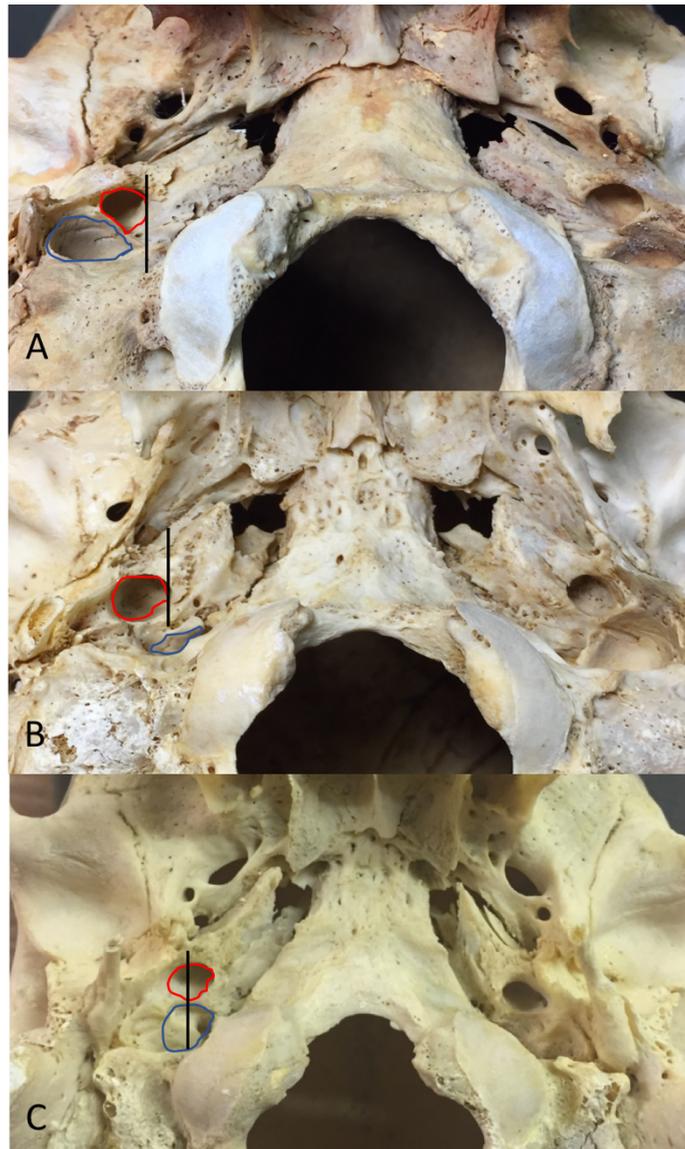
La localización del agujero yugular durante los abordajes transpterigoideos, especialmente en la cirugía de glomus, schwannomas, meningiomas o cordomas de clivus con extensión lateral es crucial dado el riesgo de lesión de la vena yugular interna o los pares craneales IX, X y XI. Los abordajes endoscópicos a esta región ofrecen una ruta directa que con potencial menor daño a estructuras vecinas (175) y se han popularizado en los últimos años. De esta manera diversos estudios han evaluado las distancias entre el agujero yugular y las

estructuras vecinas. Las distancias de nuestro estudio que implican al agujero yugular fueron, desde el vómer 37,80 mm, desde el ala interna de la apófisis pterigoides 29,43 mm, desde el ala externa 26,46 y desde la apertura externa del conducto carotídeo 1,79 mm. Mahajan et al. (79) realizan similares mediciones con cifras mayores, explicadas por tomar como referencia el borde posterior del agujero yugular, poco acorde con un abordaje endoscópico, pero que podrían ser coincidentes con este estudio si restamos la medida del orificio externo del conducto carotídeo. Ishwarkumar et al. (176) si toman la referencia más lógica del borde anterior del agujero yugular, siendo sus medidas ligeramente menores a las de este estudio. Es posible que las diferencias raciales puedan explicar esta discrepancia.

La ICA es una referencia importante en los abordajes al agujero yugular. De esta forma, la relación de estas dos estructuras es de vital importancia. La distancia entre el CC y AY fue en nuestro estudio de solamente 1,79 mm. El ángulo medio entre CC y AY fue de 0,5°, pero la ACI se encontró en situación anteromedial respecto a AY en el 35% de los cráneos, anterior en el 26,92% y anterolateral en el 37,31% (**Fig.106**). Existen diferencias en los trabajos revisados, así para Mahajan (79) ACI es anteromedial en un 44%, anterior en un 40% y anterolateral en un 12%. Naidoo (83) refiere un que la ACI es anterior en un 75,9%, anteromedial en un 12,3% y anterolateral en un 11,7%, Somesh (177) la cita como anterolateral y Moore citado por Mahajan la considera anterior. La situación más anterolateral en nuestro estudio posiblemente sea debido a la elección del punto de medida más medial como es en la espina yugular.

El acceso endoscópico al conducto del nervio hipogloso ha sido descrito recientemente, en él la única distancia que coincide con esta tesis es la realizada

desde el agujero rasgado al conducto del nervio hipogloso, siendo de similar a la publicada por Sreenath (81) (24,67mm vs. 23,6mm). El resto de los estudios revisados realizan medidas hacia estructuras más posteriores (80), fuera del alcance de los abordajes endoscópicos.



*Figura 106. Situación de ACI respecto a AY. A: Anteromedial. B: Anterolateral. C: Anterior*

Diferencias sexuales estadísticamente significativas en las dimensiones de la

base del cráneo, han sido ampliamente demostradas en estudios anatómicos (178). Éstas pueden ser clínicamente relevantes a la hora de la planificación quirúrgica en abordajes de base de cráneo. En este estudio se han señalado las diferencias estadísticamente significativas, encontradas a favor del hombre, en la mayor parte de las distancias obtenidas, que debe ser tenido en cuenta en la clínica. Estas se manifiestan con más fuerza en las medidas más largas, fundamentalmente desde el ala interna de la apófisis pterigoides y el vómer. Curiosamente no se han comportado igual las medidas realizadas desde el ala externa de la apófisis pterigoides, donde por ejemplo las importantes medidas al conducto carotídeo y el agujero oval son ligeramente mayores en el sexo femenino ( $p > 0,05$ ) que implicaría no realizar ajuste alguno o incluso realizarlo en el sentido contrario, aunque Guo et al. encuentran esta medida mayor en el sexo masculino ( $p = 0,045$ ) al igual que Ho ( $p = 0,088$ ), por lo que el dato anterior debe ser tomado con precaución.

No se han observado diferencias entre lados ni grupos de edades estadísticamente significativas ni clínicamente relevantes.

---

### 3.Análisis de Referencias

Hasta ahora se han analizado las mediciones elegidas y se han definido, mediante una distancia y un ángulo, las relaciones anatómicas entre las estructuras medidas. El siguiente objetivo de esta tesis es la posibilidad de encontrar referencias anatómicas útiles que nos permitan una orientación adecuada durante los abordajes endoscópicos de base de cráneo, disminuyendo el número de complicaciones y aumentando la eficacia de la cirugía.

Asumo que la búsqueda de referencias útiles puede conllevar cierto grado de subjetividad y que una vez definidas éstas, se abre un apasionante camino que permita validarlas, primero mediante disecciones en cadáver y posteriormente en cirugías *"in vivo"*.

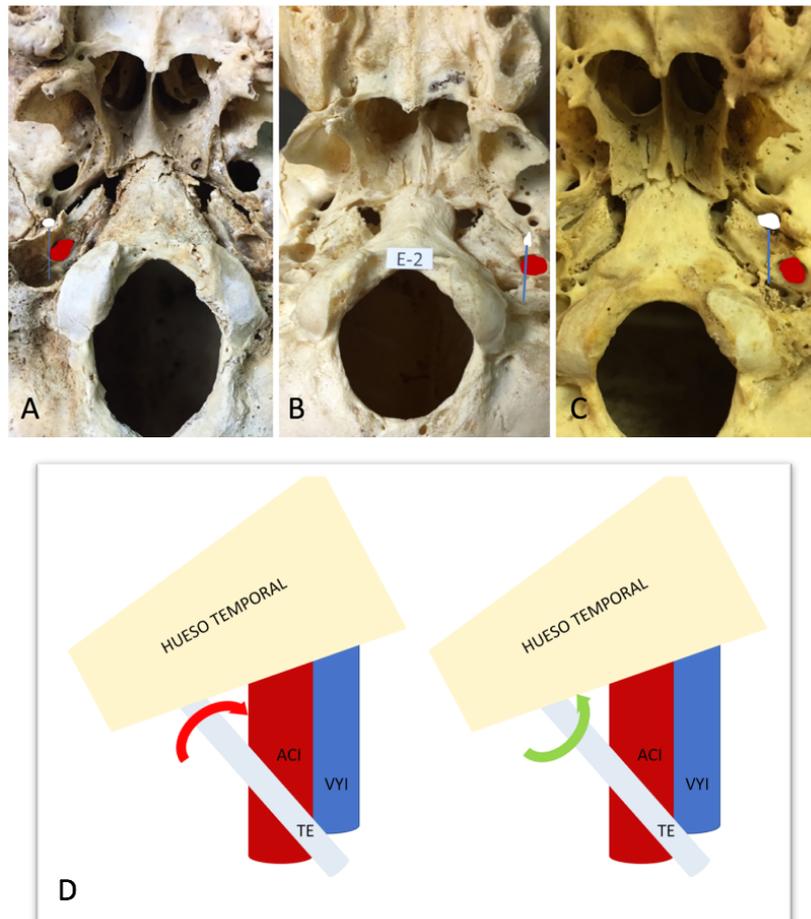
Hemos comprobado como la utilización de distancias medias y menos frecuentemente ángulos, es ampliamente utilizado como método de orientación en cirugía endoscópica nasosinusal y de base de cráneo. Debemos considerar que el uso de una distancia o ángulo medio, es una referencia aproximada cuando se traslada a un individuo en concreto y tiene sin duda un margen de error. Esto sucede también cuando utilizamos los más perfeccionados equipos de cirugía guiada por la imagen, donde se considera aceptable un error de 1-3 mm. Por esto es importante no sólo conocer las distancias y ángulos entre estructuras sino utilizar estas mismas o correlaciones entre ellas como referencia. Durante los procedimientos de cirugía endoscópica de base de cráneo, el sangrado persistente, la visión bidimensional, el elevado tiempo quirúrgico y la pérdida de referencias por la propia cirugía hacen que se puedan producir peligrosos momentos de desorientación. Por ello es necesario utilizar

a la vez, todos los medios técnicos disponibles, navegación, doppler y sobre todo una técnica quirúrgica adecuada con conocimiento anatómico, referencias y sus diversas correlaciones entre ellas.

El ala interna de la apófisis pterigoides se considera una referencia de la ICA petrosa por su cercanía al agujero rasgado (5,43mm y 0,78° en este estudio). Kassam et al. (152) consideran su uso fundamentalmente en abordajes al ápex petroso con destrucción de éste, ya que dicha ala interna conduce directamente al *genu* anterior de la ICA petrosa. Este estudio así lo confirma, pero probablemente la anatomía del agujero rasgado y los tractos fibrosos que le adhieren fuertemente a la ICA (90), hacen que en otras situaciones sea más segura para su localización la ya indicada del nervio vidiano.

Las referencias habitualmente citadas para el control de la arteria carótida interna parafaríngea son las alas interna y externa de la apófisis pterigoides (158)(179) (180), el agujero oval con el nervio mandibular (V<sub>3</sub>) (131) y la apertura interna del conducto tubárico (istmo de la trompa de Eustaquio) (158)(181). La ACI se encuentra en este estudio, a 22,54 mm y 30,18° en dirección lateral desde el ala interna de la apófisis pterigoides, sin poder considerar desde ésta otra referencia posible. Otra opción sería la localización previa del conducto tubárico (istmo de la trompa de Eustaquio). Éste se sitúa a 31,88 mm y 52,96° del ala interna de la apófisis pterigoides. La posibilidad de seguir la porción cartilaginosa de la trompa desde el rodete tubárico hace que dispongamos de referencias adicionales. Una vez localizado el conducto tubárico, la arteria carótida aparece a sólo 4,95 mm y 1,19° del primero. La posición, ya comentada anteriormente, de la ACI frente al conducto tubárico, más frecuentemente posterior o posteromedial, tiene una importante trascendencia clínica, no sólo por la localización de ésta sino también

por la maniobra de sección y desinserción de la trompa cartilaginosa de su inserción ósea. En ocasiones se ha postulado por la tracción y sección medial (181), cuando el riesgo de lesión inadvertida de la ACi parafaríngea es más bajo si la sección de la trompa se realiza en dirección lateral contra el hueso subyacente (**Fig.107**).



*Figura 107. Posición de CT (blanco) frente a CC (rojo). A: Anterolateral. B: Anterior. C: Anterolateral. D: Recreación de base de cráneo derecha. Sección medial de TE cartilaginosa con riesgo de lesión de ACI (Flecha roja). Sección lateral segura (Flecha verde).*

La localización de la arteria carótida interna puede realizarse desde la referencia del ala externa de la apófisis pterigoides. ACI se encuentra a 19,91 mm y solamente 9,91°. Prácticamente en el mismo eje sagital de dicha ala externa

podemos encontrar de anterior a posterior, el agujero oval, con el nervio mandibular emergiendo de la fosa craneal, ligeramente más lateral el conducto tubárico y otra vez en el mismo eje sagital, la arteria carótida interna parafaríngea y la vena yugular interna. **(Fig.108-A)**. Los ángulos desde el ala externa de la apófisis pterigoides al agujero oval, el conducto tubárico, el conducto carotídeo y el agujero yugular son respectivamente 1,30°, 16,15°, 9,91° y 7,43°, ángulos que como ya hemos indicado desvían poco la trayectoria en distancias tan pequeñas. Por supuesto el recorrido se puede hacer por tramos, de estructura en estructura, estando las distancias y ángulos entre ellas en las tablas previas.

La referencia para localización del agujero oval más razonable, parece el ala externa de la apófisis pterigoides a sólo 2,75 mm y 1,30° en dirección lateral. Otra referencia posible encontrada, es el vómer, ya que el agujero oval se encuentra a 21,2 mm y 79,52°, es decir prácticamente en una línea trasversal que cruce el vómer de medial a lateral **(Fig.108-B)**. Una vez localizado el agujero oval, debemos prestar especial cuidado al agujero espinoso, a sólo 2,91 mm y 53,81°, lugar donde penetra al endocráneo la arteria meníngea media, evitando así complicaciones vasculares. Podemos observar que la distancia entre el ala externa de la apófisis pterigoides y el agujero oval y la distancia entre éste y el agujero espinoso es prácticamente la misma, además con una muy alta correlación entre ambas. El agujero oval y V<sub>3</sub> son por tanto una referencia segura para la localización del agujero espinoso y la arteria meníngea media.

El vómer como hemos visto, puede ser utilizado como referencia anatómica para la localización de otras estructuras. La distancia del vómer al agujero magno (DVOAM=29,51 mm) es similar a la distancia del vómer al conducto carotídeo (DVOCC=31,88 mm). Además, se observa una correlación alta entre dichas

medidas en diferentes cráneos. Esto significa que, como referencia adicional, la distancia aproximada desde el vómer a la apertura externa del conducto carotídeo es similar a la obtenida colocando un instrumental de medida en el vómer a nivel de la base del cráneo y presionando en la pared posterior de la nasofaringe en la línea media (**Fig.108-B**). Esta correlación puede ser también utilizada para la localización del orificio de salida del conducto del nervio hipogloso, utilizando esta distancia aproximada y siguiendo una trayectoria lateral de 30°. Si utilizáramos al ala interna de la apófisis pterigoides, este se situaría a 26,08 mm en dirección ligeramente lateral (10,35°).

El vómer puede ser usado también para la localización de la apófisis estiloides, a 45,45 mm de éste, ya que una vez localizada la ACI, el ángulo desde ésta al vómer es prácticamente el mismo que a la apófisis estiloides (52,96° vs. 57,60°), aunque se debe tener en cuenta que en los casos en que el agujero yugular se encuentre lateral a ACI, tendremos la VYI situada entre ambas.

Por último, con la idea de poder memorizar algunas medidas de ángulos desde el vómer al conducto del nervio hipogloso, agujero yugular conducto carotídeo, conducto tubárico y agujero oval, son respectivamente 38,51°, 44,91°, 52,96°, 64,12° y 79,52°, por lo que podríamos aplicar la regla nemotécnica: VO 30-40-50-60-70 y desde el ala interna de la apófisis pterigoides para las mismas estructuras sería 10,35°, 23,44°, 30,18°, 39,87° y 49,6°, siendo aplicable para estos ángulos la regla PI 10-20-30-40-50.

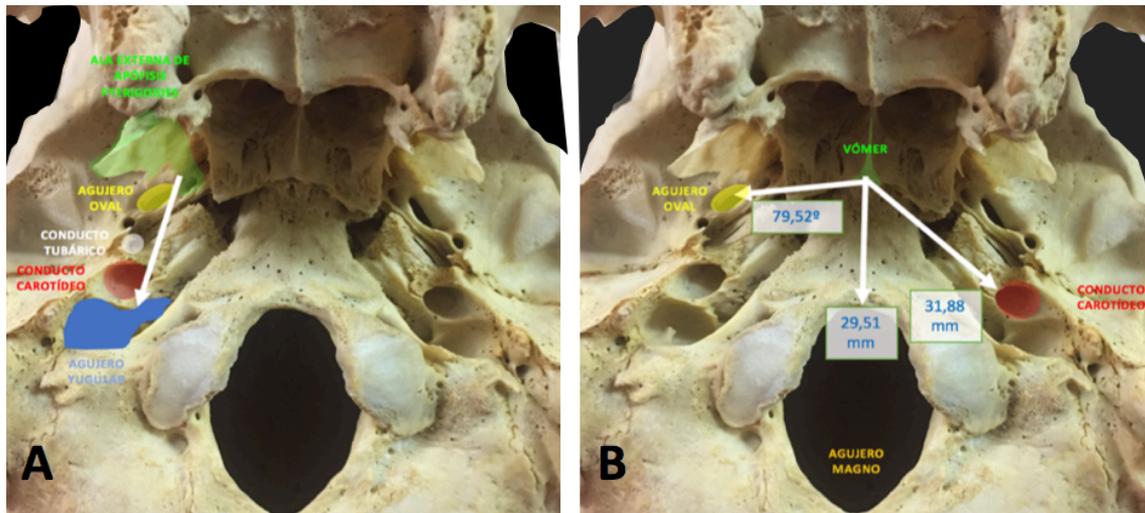


Figura 108. A: Corredor desde ala externa de apófisis pterigoides a agujero oval, conducto tubárico, conducto carotídeo y agujero yugular. B: Correlación entre distancias entre vómer a agujero magno y conducto carotídeo. Ángulo vómer agujero oval.



## VII. CONCLUSIONES

1. El conocimiento de las distancias y ángulos existentes entre determinadas estructuras óseas de la superficie exocraneal de la base del cráneo, mejora la localización espacial de dichas estructuras y puede aumentar la posibilidad de orientación en los abordajes endoscópicos expandidos.

2. Las distancias entre las estructuras medidas son mayores en el sexo masculino, en muchos casos con diferencias estadísticamente significativas, dato que debe ser considerado en la práctica clínica. Esto no se ha observado en los ángulos estudiados.

3. No se han percibido diferencias reseñables en lateralidad o grupos de edades en las medidas realizadas.

4. Se ha podido comprobar como existen varias referencias útiles y seguras para la localización de la mayoría de las estructuras neurovasculares críticas de la superficie exocraneal de la base del cráneo.

5. El vómer, las alas interna y externa de la apófisis pterigoides y la apertura interna del conducto tubárico (istmo de la trompa de Eustaquio) son, en mayor o menor medida, referencias adecuadas para la localización de estructuras neurovasculares fundamentales como la arteria carótida interna, nervio mandibular ( $V_3$ ), vena yugular interna y nervio hipogloso, durante los abordajes transpterigoideos. A su vez, algunas de ellas se comportan también como referencias útiles de las otras.

6. Desde el ala externa de la apófisis pterigoides se crea un corredor en dirección

posterior, que alcanza el agujero oval ( $V_3$ ), la arteria carótida interna y la vena yugular interna. Consideramos, por tanto, al ala externa de la apófisis pterigoides una referencia clave durante los abordajes transpterigoideos.

7. Las referencias claves o principales para la localización de las estructuras estudiadas son las siguientes:

a. La referencia clave para la localización de la arteria carótida interna parafaríngea es el orificio interno del conducto tubárico, situado preferentemente anterior o anterolateral a ella. Esta situación debe tenerse en cuenta para la sección de la trompa cartilaginosa, que debe ser en dirección lateral.

b. El ala externa de la apófisis pterigoides es la principal referencia para la localización del agujero oval, al situarse prácticamente en continuidad con él.

c. La localización del agujero espinoso debe realizarse una vez localizado el agujero oval y por tanto  $V_3$ .

d. La principal referencia para la localización de la vena yugular interna en los abordajes a la fosa yugular es la arteria carótida interna parafaríngea.

e. No hemos encontrado referencias que se puedan considerar claves para la localización del conducto del nervio hipogloso y la apófisis estiloides.

8. Junto a las referencias principales anteriores, describimos otras que podemos considerar adicionales, pudiendo utilizarse junto a las primeras, para una mejor localización de las estructuras estudiadas.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Shah J. Endoscopy through the ages. *BJU Int.* 2002;89(7):645–52.
2. Draf W, Michael M, Minovi A. History of endonasal surgery. En Draf W, Carrau RL, Kassam AB. *Endonasal Endoscopic Surgery of Skull Base Tumors: An Interdisciplinary Approach.* Thieme 2015. ISBN 9783131546715.
3. Doglietto F, Prevedello DM, Jane JA, Han J, Laws ER. Brief history of endoscopic transsphenoidal surgery--from Philipp Bozzini to the First World Congress of Endoscopic Skull Base Surgery. *Neurosurg Focus.* 2005;19(6):E3.
4. Bhatt J, Jones A, Foley S, Shah Z, Malone P, Fawcett D, et al. Harold Horace Hopkins: A Short Biography. *BJU Int.* 2010 Nov 1;106(10):1425–8.
5. Linder TE, Simmens D SE. Revolutionary inventions in the 20th century. The history of the endoscopy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;123:1161–3.
6. Wright J. *A history of laryngology and rhinology.* 2nd ed. LEA F, editor. Philadelphia & New York; 1914.
7. Lascaratos JG, Trompoukis CC, Segas J V., Assimakopoulos DA. From the roots of rhinology: The reconstruction of nasal injuries by Hippocrates. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2003;112(2):159–62.
8. Pevsner J. Leonardo da Vinci ' s contributions to neuroscience. *Trends Neurosci.* 2002;25(4):217–20.
9. Fatakia AA, Solyar AY , Lanza DC. The Evolution of Frontal Sinus Surgery .En Kountakis S, Senior B, Draf W. *The Frontal Sinus.* Springer 2005. ISBN 978-3-662-48521-7.
10. Nogueira JF, Hermann DR, Américo RDR, Barauna Filho IS, Stamm AEC, Pignatari SSN. A brief history of otorhinolaryngology: Otolology, laryngology and rhinology. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2007;73(5):693–703.
11. Histoy of nasal endoscopy. En Stammberger H. *Functional Endoscopic Sinus Surgery.* Decker BC 1991. ISBN 0-941158-969.
12. Jacobs JB. 100 years of frontal sinus surgery. *Laryngoscope,* 107(Suppl.83):136 1997. No Title.
13. Lothrop HA. The anatomy and surgery of the frontal sinus and anterior ethmoidal cells. *Ann Surg.* 1898;
14. Weber W. Kratzsch, B. Hosemann, W. Schaefer, S. D. RD. Modern concepts of frontal sinus surgery. *Laryngoscope.* 2001;111(1):137–46.

15. McLaughlin RB. History of surgical approaches to the frontal sinus. *Otolaryngol Clin North Am.* 2001;34(1):49–58.
16. Montgomery WW. State-of-the-art for osteoplastic frontal sinus operation. *Otolaryngol Clin North Am.* 2001;34(1):167–77.
17. Messerklinger W. On the drainage of the normal frontal sinus of man. *Acta Otolaryngol.* 1967 Feb-Mar;63(2):176-81. No Title.
18. Hawke M. Endoscopic sinus surgery. *NBGK(Japanese J Rhinol).*1994;2:33.
19. Stammberger H. Endoscopic endonasal surgery-Concepts in treatment of recurring rhinosinusitis. Part I. Anatomic and pathophysiologic considerations. *Otolaryngol - Head Neck Surg.* 1986;94:143–7.
20. Stammberger H. Endoscopic endonasal surgery-Concepts in treatment of recurring rhinosinusitis. Part II. Surgical technique. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1986;94:147–52.
21. Montaje y ergonomía de la cirugía endoscópica sinusal. En Worlmad PJ. *Cirugía endoscópica nasosinusal. Anatomía, reconstrucción tridimensional y técnica quirúrgica.*2ª ed. Amolca 2010. ISBN 978-1-58890-603-8.
22. Verillaud B, Bresson D, Sauvaget E, Mandonnet E, Georges B, Kania R, et al. Endoscopic endonasal skull base surgery. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2012;129(4):190–6.
23. Ahmed OH, Marcus S, Lebowitz RA, Jacobs JB. Evolution in Visualization for Sinus and Skull Base Surgery outline. *Otolaryngol Clin N Am.* 2017;50:505–19.
24. Chandra RK, Conley DB, Kern RC. Evolution of the endoscope and endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Clin North Am* 2009;42(5):747–52.
25. Setliff RC, Parsons DS. The “Hummer”: new instrumentation for functional endoscopic sinus surgery. *Am J Rhinology* 1994;8(6):275–8.
26. Kumar N, Sindwani R. Bipolar microdebrider may reduce intraoperative blood loss and operative time during nasal polyp surgery. *Ear Nose Throat J* 2012; 91(8):336–44.
27. Tang D, Lobo BC, D’Anza B, Woodard TD, Sindwani R. Advances in Microdebrider Technology: Improving Functionality and Expanding Utility. *Otolaryngol Clin North Am.* 2017;50(3):589–98.
28. Sindwani R, Manz R. Technological innovations in tissue removal during rhinologic surgery. *Am J Rhinol Allergy.* 2012;26(1):65–9.
29. Eviatar E, Pitaro K, Gavriel H, Krakovsky D. Complications following powered endoscopic sinus surgery: An 11 year study on 1190 patients in a single institute

- in Israel. *Isr Med Assoc J.* 2014;16(6):338–40.
30. Cornet ME, Reinartz SM, Georgalas C, van Spronsen E, Fokkens WJ. The microdebrider, a step forward or an expensive gadget? *Rhinology.* 2012;50(2):191–8.
  31. Bruggers S, Sindwani R. Evolving Trends in Powered Endoscopic Sinus Surgery. *Otolaryngol Clin North Am.* 2009;42(5):789–98.
  32. Castelnuovo P, Pistochini A, Locatelli D. Different surgical approaches to the sellar region: Focusing on the “two nostrils four hands technique.” *Rhinology.* 2006;44(1):2–7.
  33. Draf W . Endonasal micro-endoscopic frontal sinus surgery: the Fulda concept. *Op Tech Otolaryngol Head Neck Surg* 1992; 2:234- 240.
  34. Wormald PJ. Powered endonasal dacryocystorhinostomy. *Laryngoscope.* 2002;112:69–71.
  35. Simmen D, Jones N. Extended endoscopic procedures. Medial maxillectomy. En *Manual of endoscopic sinus and skull base surgery 2ª edición.* Thieme 2014. ISBN 978-3-13-130972-3.
  36. Santos J, Ailagás JJ, Morais D, Alonso- Mesonero M., et al. Abordaje endoscópico del seno esfenoidal y la hipófisis. En Morais Pérez. *Avances, límites y retos en cirugía endoscópica nasosinusal.* INDICA 2012. ISBN 9788461581542.
  37. Bolger WE. Endoscopic transpterygoid approach to the lateral sphenoid recess: surgical approach and clinical experience. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 133(1):20–6.
  38. Bignami M, Dallan I, Terranova P, Battaglia P, Miceli S, Castelnuovo P. Frontal sinus osteomas: The window of endonasal endoscopic approach. *Rhinology.* 2007;45(4):315–20.
  39. Tomenzoli D., Castelnuovo P., Pagella F., Berlucchi M., Pianta L., Delù G., Maroldi R., Nicolai P. Different endoscopic surgical strategies in the management of inverted papilloma of the sinonasal tract: experience with 47 patients. *Laryngoscope.* 2004;
  40. Vazquez A, Liu JK, Eloy JA. Endoscopic endonasal surgery of the sphenoid sinus: Extended approaches. *Oper Tech Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2014;25(2):174–9.
  41. Kasemsiri, P, Solares CA, Carrau RL, Prosser JD, Prevedello DM, Otto BA, Old M, Kassam AB. Endoscopic Endonasal Transpterygoid Approaches: Anatomical Landmarks for Planning the Surgical Corridor. *Laryngoscope* 2013;123:811–815.

42. May M, Hoffmann DF, Sobol SM (1990) Video endoscopic sinus surgery: a two-handed technique. *Laryngoscope* 100: 430-432.
43. Briner HR, Simmen D, Jones N. Endoscopic sinus surgery: advantages of the bimanual technique . *Am J Rhinol* . 2005;19:269–73.
44. Casiano RR. Instrumentation, set up and patient positioning. En Casiano RR. *Endoscopic sinonasal dissection guide*. Thieme 2012. ISBN 978-1-60406-578-9.
45. Martins C, Alencastro LF CA, Al. E. Anatomy of the nasal cavity and paranasal sinus. En Stamm AC. *Transnasal endoscopic skull base and brain surgery. Tips and Pearls*. Thieme ISBN 978-1-60406-310-3. 2011.
46. Rouviere, H., Delmas A. *Anatomía humana*. 9ª. Masson; 1988.
47. Hadad G, Bassagasteguy L, Carrau RL, Mataza JC, Kassam A, Snyderman CH et al. A novel reconstructive technique after endoscopic expanded endonasal approaches: vascular pedicle nasoseptal flap. *Laryngoscope* 2006; 116(10):1882-1886.
48. Hadad G, Rivera-Serrano CM, Bassagaisteguy LH, Carrau RL, Fernandez-Miranda J, Prevedello DM KA. Anterior pedicle lateral nasal wall flap: a novel technique for the reconstruction of anterior skull base defects. *Laryngoscope*. 2011 Aug;121(8):1606-.
49. Simal Julian JA, Miranda LP, Cardenas Ruiz-Valdepenas E, Barges CJ, Beltran GA, Botella AC. Middle turbinate vascularized flap for skull base reconstruction after an expanded endonasal approach. *Acta Neurochir (Wien)* 2011; 153(9):1827-1832.
50. Fortes FS, Carrau RL, Snyderman CH, Prevedello D, Vescan A, Mintz A et al. The posterior pedicle inferior turbinate flap: a new vascularized flap for skull base reconstruction. *Laryngoscope* 2007; 117(8):1329-1332.
51. Lund VJ, Stammberger H, Fokkens WJ, Beale T, Bernal-Sprekelsen M, Eloy P, et al. European position paper on the anatomical terminology of the internal nose and paranasal sinuses. *Rhinol Suppl*. 2014;50(24):1–34.
52. Ellis M. The treatment of frontal sinusitis. *J Laryngol Otol* 1954;68:478-90.
53. Bent JP, Cuijly-Siller C, Kuhn FA. The frontal cell as a cause of frontal sinus obstruction. *Am J Rhinol* 1994; 8(4):185–191.
54. Wormald PJ. The agger nasi cell: the key to understanding the anatomy of the frontal recess. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;129(5):497–507.
55. Fernández-Miranda JC, Prevedello DM, MadhoK M, et al. Sphenoid septations and their relationship with internal carotid arteries. Anatomical and radiological study. *Laryngoscope* 2009;119:1893-1896.

56. Wang J, Bidari S, Inoue K, Yang H, Rhoton A. Extensions of the sphenoid sinus: A new classification. *Neurosurgery*. 2010;66(4):797–816.
57. Kim HU, Kim SS, Kang SS, Chung IH, Lee JG, Yoon JH. Surgical anatomy of the natural ostium of the sphenoid sinus. *Laryngoscope* 2001;11:1599-1602.
58. Herzallah IR, Casiano RR. Endoscopic endonasal study of the internal carotid artery course and variations. *Am J Rhinol* 2007;21:262-270.
59. Rhoton AL. The anterior and middle cranial base. *Neurosurgery*. 2002;51(4 SUPPL.):273–302.
60. Testut L. Latarjet A. *Tratado de Anatomía humana. Tomo I.* 1977 ISBN 84-345-1145-2.
61. Patel CR, Fernandez-Miranda JC, Wang WH, Wang EW. Skull Base Anatomy. *Otolaryngol Clin North Am*. 2016;49(1):9–20.
62. Martin-Duverneuil N, Sarrazin JL, Gayet-Delacroix M, Marsot-Dupuch K, Plantet MM. The foramen rotundum. *Anatomy and radiological explorations. Pathology. J Neuroradiol*. 2000;27:2-14.
63. Khan AA, Asari MA, Hassan A. Anatomic Variants of Foramen Ovale and Spinosum in Human Skulls. *Int J Morphol*. 2012;30(2):445–9.
64. Somesh MS, Sridevi HB, Prabhu L V., Swamy MSG, Krishnamurthy AK, Murlimanju B V., et al. A morphometric study of foramen ovale. *Turk Neurosurg*. 2011;21(3):378–83.
65. Ryu S, Park M, Lee U, Kwak H. Incidence of pterygospinous and pterygoalar bridges in dried skulls of Koreans. 2016;143–50.
66. Pastor Vázquez JF, Gil-Verona JA, De Paz Fernández FJ. *Atlas de variaciones epigenéticas craneales.* Universidad de Valladolid 2001. ISBN 84-8448-117-4.
67. Rai AL, Gupta N, Rohatgi R. Anatomical Variations of Foramen Spinosum. *Innov J Med Heal Sci*. 2012;86–8.
68. Chaisuksunt V, Kwathai L, Namonta K, Rungruang T, Apinhasmit W, Chompoopong S. Occurrence of the Foramen of Vesalius and Its Morphometry Relevant to Clinical Consideration. *Sci World J*. 2012;2012:1–5.
69. Arslan M, Deda H, Avci E, Elhan A, Tekdemir I, Tubbs SR, et al. Anatomy of Meckel's cave and the trigeminal ganglion: Anatomical landmarks for a safer approach to them. *Turk Neurosurg*. 2012;22(3):317–23.
70. Osawa S, Rhoton AL, Seker A, Shimizu S, Fujii K, Kassam AB. Microsurgical and endoscopic anatomy of the vidian canal. *Neurosurgery*. 2009;64(SUPPL. 5):385–412.

71. Pinheiro-Neto CD, Fernandez-Miranda JC, Rivera-Serrano CM, Paluzzi A, Snyderman CH, Gardner PA, et al. Endoscopic anatomy of the palatovaginal canal (palatosphenoidal canal): A landmark for dissection of the vidian nerve during endonasal transpterygoid approaches. *Laryngoscope*. 2012;122(1):6–12.
72. Rumboldt Z, Castillo M, Smith JK. The palatovaginal canal: Can it be identified on routine CT and MR imaging? *Am J Roentgenol*. 2002;179(1):267–72.
73. Herzallah IR, El-hariri MA, Casiano RR. Endoscopic Identification of the Pharyngeal ( Palatovaginal ) Canal : An Overlooked Area. 2012;1(212):352–7.
74. Leuwer R. Anatomy of the Eustachian Tube. *Otolaryngol Clin North Am*. 2016;49(5):1097–106.
75. Ho B, Jang DW, Van Rompaey J, Figueroa R, Brown JJ, Carrau RL, et al. Landmarks for endoscopic approach to the parapharyngeal internal carotid artery: A radiographic and cadaveric study. *Laryngoscope*. 2014;124(9):1995–2001.
76. Fortes FSG, Sennes LU, Carrau RL, Brito R, Ribas GC, Yasuda A, et al. Endoscopic Anatomy of the Pterygopalatine Fossa and the Transpterygoid Approach: Development of a Surgical Instruction Model. *Laryngoscope*. 2008;118(1):44–9.
77. Alfieri A, Jha H-D, Schettino R, Tschabitscher M. Endoscopic endonasal approach to the pterygopalatine fossa: anatomic study. *Neurosurgery* 2003;52:374–378.
78. Falcon RT, Rivera-Serrano CM, Miranda JF, Prevedello DM, Snyderman CH, Kassam AB, et al. Endoscopic endonasal dissection of the infratemporal fossa: Anatomic relationships and importance of eustachian tube in the endoscopic skull base surgery. *Laryngoscope*. 2011;121(1):31–41.
79. Mahajan A, Verma R, Kumar S, Mehra RD. Evaluation of osteologic parameters of jugular foramen and its significance with respect to expanded endoscopic endonasal approach. *Eur J Anat*. 2017;21(3):225–33.
80. Bulsara KR, Asaoka K, Aliabadi H, Kanaly C, Friedman A, Fukushima T. Morphometric three-dimensional computed tomography anatomy of the hypoglossal canal. *Neurosurg Rev*. 2008;31(3):299–302.
81. Sreenath SB, Recinos PF, McClurg SW, Thorp BD, McKinney KA, Klatt-Cromwell C, et al. The Endoscopic Endonasal Approach to the Hypoglossal Canal. *JAMA Otolaryngol Neck Surg*. 2015;27599(10):1.
82. Chethan P, Prakash KG, Murlimanju B V., Prashanth KU, Prabhu L V., Saralaya V V., et al. Morphological analysis and morphometry of the foramen Magnum: An anatomical investigation. *Turk Neurosurg*. 2012;22(4):416–9.
83. Naidoo N, Lazarus L, Ajayi NO, Satyapal KS. An anatomical investigation of the

- carotid canal. *Folia Morphol (Warsz)*. 2017;76(2):289–94.
84. Shaikh VG, Kulkarni PR. a Study of Morphology, Morphometry, Symmetry and Development of External Opening of Carotid Canal With Comparison in Male, Female and Foetus. *Int J Anat Res*. 2014;2(4):797–805.
  85. Pastor Vázquez JF, Gil Verona JA GPM. Carotid canal dehiscence in the human skull. *Neuroradiol* 1999 Jun;41(6)447-9.
  86. Iyal IMZ, Tunçalp O, Zgen Ä, Ekhar LNS, Zcan Ä, Ekirge SÇ. Proposed Classification of Segments of the Internal Carotid Artery : Anatomical Study With Angiographical Interpretation. 2005;184–91.
  87. Prescher A. Anatomy of anterior, central and posterior skull base. En *Endonasal endoscopic surgery of skull base tumors: An interdisciplinary approach*. 1st ed. Thieme, editor. 2015. 10-54 p.
  88. Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification. *Neurosurgery* 1996;38:425–433.
  89. Herzallah IR, Casiano RR. Endoscopic endonasal study of the internal carotid artery course and variations. *Am J Rhinol*. 2007;21(3):262–70.
  90. Fortes FSG, Pinheiro-Neto CD, Carrau RL, Brito R V., Prevedello DM, Sennes LU. Endonasal endoscopic exposure of the internal carotid artery: An anatomical study. *Laryngoscope*. 2012;122(2):445–51.
  91. Waitz G, Wigand ME. Results of endoscopic sinus surgery for the treatment of inverted papillomas. *Laryngoscope* 1992;102(8):917-22.
  92. Busquets JM, Hwang PH. Endoscopic Resection of Sinonasal Inverted Papilloma: A Meta-analysis. *Otolaryngol Neck Surg*. 2006 Mar 1;134(3):476–82.
  93. Tomenzoli D, Castelnuovo P, Pagella F, et al. Different endoscopic surgical strategies in the management of inverted papilloma of the sinonasal tract: experience with 47 patients. *Laryngoscope* 2004;114(2):193-200.
  94. Lee JT, Keschner DB, Kennedy D. Endoscopic resection of juvenile nasopharyngeal angiofibroma. *Oper Tech Otolaryngol* 21, 56-65. 2009;118(11):764–8.
  95. Lund V, Howard DJ, Wei WI. Endoscopic resection of malignant tumors of the nose and sinuses. *Am J Rhinol* 2007; 21: 89–94.
  96. Santos J, Fernández A et al. Patología lacrimal y orbitaria. En *Morais D. Cirugía endoscópica Nasosinusal*. 2016. ISBN 978-84-608-9936-5.
  97. Banks CA, Palmer JN, Chiu AG, et al: Endoscopic closure of CSF rhinorrhea: 193 cases over 21 years. *Laryngoscope* 140:826-833, 2009.

98. Hegazy HM, Carrau RL, Snyderman CH, Kassam A, Zweig J. Transnasal endoscopic repair of cerebrospinal fluid rhinorrhea: a meta-analysis. *Laryngoscope* 2000; 110(7):1166-1172.
99. Psaltis AJ, Schlosser RJ, Banks CA, Yawn J, Soler ZM. A Systematic Review of the Endoscopic Repair of Cerebrospinal Fluid Leaks. *Otolaryngol Neck Surg*. 2012 Jun 15;147(2):196–203.
100. Prevedello DM, Doglietto F, Jane J a., Jagannathan J, Han J, Laws ER. History of endoscopic skull base surgery: its evolution and current reality. *J Neurosurg*. 2007;107(1):206–13.
101. Apuzzo ML, Heifetz MD, Weiss MH, Kurze T. Neurosurgical endoscopy using the side-viewing telescope. *J Neurosurg* 1977;46:398-400.
102. Jankowski R, Auque J, Simon C, Marchal JC, Hepner H, Wayoff M. Endoscopic pituitary tumor surgery. *Laryngoscope* 1992;102:198-202.
103. Jho HD, Carrau RL. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery: experience with 50 patients. *J Neurosurg* 1997; 87:44–51.
104. Casiano RR, Numa WA, Falquez AM. Endoscopic resection of esthesioneuroblastoma. *Am J Rhinol* 2001; 15: 271–279.
105. Castelnuovo P, Battaglia P, Locatelli D, Delù G, Sberze F, Bignami M. Endonasal micro-endoscopic treatment of malignant tumors of the paranasal sinuses and anterior skull base. *Oper Tech Otolaryngol Neck Surg*. 2006;17(3):152–67.
106. Kassam A, Snyderman CH, Mintz A, Gardner P, Carrau RL. Expanded endonasal approach: the rostrocaudal axis. Part I. Crista galli to the sella turcica. *Neurosurg Focus*. 2005;19(1):E3.
107. Kassam A, Snyderman CH, Mintz A, Gardner P, Carrau RL. Expanded endonasal approach: the rostrocaudal axis. Part II. Posterior clinoids to the foramen magnum. *Neurosurg Focus*. 2005;19(1):E4.
108. Kassam AB, Prevedello DM, Carrau RL, et al. Endoscopic endonasal skull base surgery: analysis of complications in the authors' initial 800 patients. *J Neurosurg* 2011;114:1544–1568.
109. Ainsworth T, Tessema B, Brown SM. Overview of endonasal corridors to intracranial targets. *Oper Tech Otolaryngol - Head Neck Surg*. 2011;22(3):194–9.
110. Castelnuovo P, Battaglia P, Locatelli D, et al. Endonasal microendoscopic treatment of the malignant tumours of paranasal sinuses and anterior skull base. *Oper Tech Otolaryngol*. 2006;17(3):152–67.

111. Koutourousiou M, Fernandez-Miranda JC, Wang EW, Snyderman CH, M.B.A., Gardner PA. Endoscopic endonasal surgery for olfactory groove meningiomas: outcomes and limitations in 50 patients. *Neurosurg Focus*. 2014;37(4):E8.
112. Paluzzi A, Fernandez-Miranda JC, Tonya Stefko S, Challinor S, Snyderman CH, Gardner PA. Endoscopic endonasal approach for pituitary adenomas: A series of 555 patients. *Pituitary*. 2014;17(4):307–19.
113. Zacharia BE, Amine M, Anand V, Schwartz TH. Endoscopic Endonasal Management of Craniopharyngioma. *Otolaryngol Clin North Am*. 2016;49(1):201–12.
114. Koutourousiou M, Snyderman CH, Fernandez-Miranda J, Gardner PA. Skull base chordomas. *Otolaryngol Clin North Am*. 2011;44(5):1155–71.
115. Schwartz, T. H., Fraser J.F., Brown S. et al. Endoscopic cranean base surgery: Classification of operative approaches. *Neurosurgery*. 2008;62(5):991–1005.
116. Van Rompaey J, Suruliraj A, Carrau R, Panizza B, Solares CA. Access to the parapharyngeal space: An anatomical study comparing the endoscopic and open approaches. *Laryngoscope*. 2013;123(10):2378–82.
117. Kasemsiri P, Solares CA, Carrau RL, Prosser JD, Prevedello DM, Otto BA, et al. Endoscopic endonasal transpterygoid approaches: Anatomical landmarks for planning the surgical corridor. *Laryngoscope*. 2013;123(4):811–5.
118. Pinheiro-Neto CD, Kasemsiri P, Carrau RL et al. Transpterygoid Approaches. En Draf W, Carrau RL, Bockmuhl U, Kassam AB, Vajkoczy P. *Endonasal Endoscopic Surgery of Skull Base Tumors: An Interdisciplinary Approach*. Thieme 2015.
119. Santos J, Casasola SM et al. Maxilectomía medial endoscópica. Abordaje de la fosa pterigopalatina e infratemporal. Abordajes transmaxilares y transpterygoideos. En Morais D. *Cirugía endoscópica nasosinusal*. 2016. p 213-31.
120. Battaglia P, Turri-Zanoni M, Dallan I et al. Endoscopic endonasal transpterygoid transmaxillary approach to the infratemporal and upper parapharyngeal tumors. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014;150(4):696-702.
121. Cunningham K, Welch K, Endoscopic medial maxilectomy. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2010; 21: 111-116.
122. Brors D, Draf W: The treatment of inverted papilloma. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 7:33-38, 1999.
123. Castelnuovo P. Transpterygoid Approach to the Lateral Recess of the Sphenoid Sinus. En Myers EN, Snyderman CH, Gardner PA. *Master techniques in otolaryngology-head and neck surgery. Skull base surgery*. Wolters Kluwer 2015.

124. Gore MR, Zanation AM, Ebert CS, Senior BA. Cholesterol granuloma of the petrous apex. *Otolaryngol Clin North Am*. 2011 Oct;44(5):1043-58.
125. Koutourousiou M, Snyderman CH, Fernandez-Miranda J, Gardner PA. Skull Base Chordomas. *Otolaryngol Clin N Am* 2011; 44:1155–1171.
126. Al-Sheibani S, Zanation AM, Carrau RL, et al. Endoscopic endonasal transpterygoid nasopharyngectomy. *Laryngoscope* 2011;121:2081–2089.
127. Pinheiro-Neto CD, Fernandez-Miranda JC, Prevedello DM, Carrau RL, Gardner PA, Snyderman CH. Transposition of the pterygopalatine fossa during endoscopic endonasal transpterygoid approaches. *J Neurol Surgery, Part B Skull Base*. 2013;74(5):266–70.
128. Kassam AB, Vescan AD, Carrau RL, Prevedello DM, Gardner P, Mintz AH, et al: Expanded endonasal approach: vidian canal as a landmark to the petrous internal carotid artery. *J Neurosurg* 2008;108:177–183.
129. Kassam AB, Prevedello DM, Carrau RL, Snyderman CH, Gardner P, Osawa S, et al. The front door to Meckel’s cave: An anteromedial corridor via expanded endoscopic endonasal approach-technical considerations and clinical series. *Neurosurgery*. 2009;64(3 SUPPL.):71–83.
130. Hofstetter CP, Singh A, Anand VK, Kack A, Schwartz TH. The endoscopic, endonasal, transmaxillary transpterygoid approach to the pterygopalatine fossa, infratemporal fossa, petrous apex, and the Meckel cave. *J Neurosurg* 2010;113:967–974.
131. Castelnuovo P, Nicolai P, Turri-Zanoni M, Battaglia P, Bolzoni Villaret A, Gallo S, et al. Endoscopic endonasal nasopharyngectomy in selected cancers. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;149(3):424–30.
132. Wen YH, Wen WP, Chen HX, Li J, Zeng YH, Xu G. Endoscopic Nasopharyngectomy for Salvage in Nasopharyngeal Carcinoma: A Novel Anatomic Orientation. *Laryngoscope* 2010;120:1298–1302.
133. Schaberg MR, Evans JJ, Rosen MR. Endoscopic approaches to the petrous apex. *Oper Tech Otolaryngol - Head Neck Surg*. 2011;22(4):269–73.
134. Kennedy DW. Functional Endoscopic Sinus Surgery. Technique. *Arch Otolaryngol*. 1985;111:643–9.
135. Wigand ME, Steiner W, Jaumann MP. Endonasal sinus surgery with endoscopical control: from radical operation to rehabilitation of the mucosa. *Endoscopy*. 1978;10(4):255–60.
136. Anteroposterior vs.posteroanterior approach . En Casiano RR. Endoscopic sinonasal dissection guide. Thieme 2012. ISBN 978-1-60406-578-9.

137. May M, Schaitkin B, Kay SL. Revision endoscopic sinus surgery: six friendly surgical landmarks. *Laryngoscope* 1994;104:766–767.
138. May M, Sobol SM, Korzec K. The location of the maxillary os and its importance to the endoscopic sinus surgeon. *Laryngoscope* 1990;100 :1037– 1042.
139. Anterior to posterior approach. En Schaefer SD, Rice DH. *Endoscopic Paranasal Sinus surgery*. Raven Press 1993. ISBN 0-88167-946-1.
140. Schaefer SD. An anatomic approach to endoscopic intranasal ethmoidectomy. *Laryngoscope* 1998;108:1628–1634.
141. Casiano RR. A stepwise surgical technique using the medial orbital floor as the key landmark in performing endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 2001;111 (6):964–97.
142. Casiano RR, Herzallah IR, Anstead AS, Eloy JA, Folbe A, Lemonnier L, Tessema B. Basic endoscopic sinonasal dissection. En Casiano RR. *Endoscopic sinonasal dissection guide*. Thieme ISBN 978-1-60406-587-9 2011;5:19-59.
143. Wormald PJ The Agger Nasi Cell. The key to understanding the anatomy of the frontal recess. *Otolaryngol Head Neck* 2003; 129: 497-507.
144. Stamm AC, Pignatari SN, Timperley D, Balleiro FO, Santos FP. Sphenoid sinus in skull base surgery. En Stamm AC. *Transnasal endoscopic skull base and brain surgery. Tips and Pearls*. Thieme ISBN 978-1-60406-310-3.
145. Tomovic S, Esmaeili A, Chan NJ, Shukla PA, Choudhry OJ, Liu JK, et al. High-resolution computed tomography analysis of variations of the sphenoid sinus. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2013;74(2):82–90.
146. Enatsu K, Takasaki K, Kase KI, Jinnouchi S, Kumagami H, Nakamura T, et al. Surgical anatomy of the sphenoid sinus on the CT using multiplanar reconstruction technique. *Otolaryngol - Head Neck Surg*. 2008;138(2):182–6.
147. Araújo Filho BC, Pinheiro Neto CD, Weber R, Voegels RL. Sphenoid sinus symmetry and differences between sexes. *Rhinology*. 2008;46(3):195–9.
148. Llorente JL, López F, Suárez V, Costales M, Moreno C, Suárez C. Endoscopic craniofacial resection. Indications and technical aspects. *Acta otorrinolaringológica española*. 2012;63(6):413–20.
149. Knisely A, Barham HP, Harvey RJ, Sacks R. Outside-in frontal drill-out: How I do It with illustration and video. *Am J Rhinol Allergy*. 2015;29(5):397–400.
150. Upadhyay S, Buohliqah L, Vieira Junior G, Otto BA, Prevedello DM et al. First olfactory fiber as an anatomical landmark for frontal sinus surgery. *Laryngoscope*. 2016 May;126(5):1039-45.

151. Oakley GM, Harvey RJ. Endoscopic Resection of Pterygopalatine Fossa and Infratemporal Fossa Malignancies. *Otolaryngol Clin North Am.* 2017;50(2):301–13.
152. Kassam AB, Gardner P, Snyderman C, Mintz A, Carrau R. Expanded endonasal approach: fully endoscopic, completely transnasal approach to the middle third of the clivus, petrous bone, middle cranial fossa, and infratemporal fossa. *Neurosurg Focus.* 2005;19(1):1–10.
153. Wang X, Yu H, Cai Z, Wang Z, Ma B, Zhang Y, et al. Anatomical study on meckel cave with endoscopic endonasal, endo-maxillary sinus, and endo-ptyerygoid process approaches. *PLoS One.* 2014;9(3).
154. Mohebbi A, Rajaeih S, Safdarian M, Omidian P. ARTICLE IN PRESS +Model The sphenoid sinus, foramen rotundum and vidian canal: a radiological study of anatomical relationships ARTICLE IN PRESS PALAVRAS-CHAVE. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2016;83(4):381–7.
155. Air EL, Leach JL, Warnick RE, McPherson CM. Comparing the risks of frameless stereotactic biopsy in eloquent and noneloquent regions of the brain: a retrospective review of 284 cases. *J Neurosurg.* 2009 May 1;111(4):820–4.
156. Casiano RR, Numa WA. Efficacy of Computed Tomographic Image – Guided Endoscopic Sinus Surgery in Residency Training Programs. 2000;(August):1277–82.
157. Ramakrishnan VR. Does Image-Guided Surgery Reduce Complications? *Otolaryngol Clin NA.* 2015;48(5):851–9.
158. Wen Y, Wen W, Chen H, Li J, Zeng Y. Endoscopic Nasopharyngectomy for Salvage in Nasopharyngeal Carcinoma : A Novel Anatomic Orientation. 2010;(2):1298–302.
159. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2001. URL <http://www.R-project.org/>.
160. Yang HA, Yang Y, Wang HW, Meng QL, Ren XH, Liu YG. A comparative study of digital and anatomical techniques in skull base measurement. *J Int Med Res.* 2010 Jan-Feb;38(1):78-85.
161. Citardi MJ, Herrmann B, Hollenbeak CS, Stack BC, Cooper M, Bucholz RD. Comparison of Scientific Calipers and Computer-Enabled CT Review for the Measurement of Skull Base and Craniomaxillofacial Dimensions. *Skull Base.* 2001;11(1):5–11.
162. Grybauskas S, Balciuniene I, Vetra J. Validity and reproducibility of cephalometric measurements obtained from digital photographs of analogue headfilms. *Stomatologija.* 2007;9(4):114–20.

163. Jain R, Gandhi D, Gujar S, Mukherji SK. Case 67: Persistent Stapedial Artery1. *Radiology*. 2004;230(2):413–6.
164. Keshelava G, Mikadze M, Abzianidze G, Kikalishvili L, Kakabadze Z. Surgical anatomy of petrous part of the internal carotid artery. *Neuroanatomy*. 2009;8:3.
165. Leonetti JP, Smith PG, Linthicum FH. The petrous carotid artery : Anatomic relationships in skull base surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1990;102. :3–12.
166. Osawa S, Rhoton AL, Tanriover N, Shimizu S, Fujii K. Microsurgical anatomy and surgical exposure of the petrous segment of the internal carotid artery. *Neurosurgery*. 2008;63(4 SUPPL.):210–39.
167. Zhen G, Fang-Lu C, Pei-Dong D. The anatomic relationship around the horizontal segment of petrous internal carotid artery: A study based on reconstructed computed tomography angiography. *Surg Radiol Anat*. 2012;34(8):695–700.
168. Gao Z, Chi FL. Anatomy Relationship around Internal Carotid Artery in the Endoscopic Surgery of Nasopharynx: A Study Based on Computed Tomography Angiography. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2015;76(3):176–82.
169. Mason E, Gurrola J, Reyes C, Brown JJ, Figueroa R, Solares CA. Analysis of the petrous portion of the internal carotid artery: Landmarks for an endoscopic endonasal approach. *Laryngoscope*. 2014;124(9):1988–94.
170. Villavicencio AT, Leveque J, Al. B et. Three-dimensional Computed Tomographic Cranial Base Measurements for Improvement of Surgical Approaches to the Petrous Carotid Artery and Apex Regions. *Neurosurgery*. 2001;49(2):342–52.
171. Asian A, Balyan FR, Taibah A, Sanna M. Anatomic relationships between surgical landmarks in type b and type c infratemporal fossa approaches. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 1998;255(5):259–64.
172. Guo YX, Sun ZP, Liu XJ, Bhandari K, Surgical CBG. Surgical safety distances in the infratemporal fossa : three- dimensional measurement study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017;44(5):555–61.
173. Ozturk K, Snyderman CH, Gardner PA, Fernandez-Miranda JC. The anatomical relationship between the eustachian tube and petrous internal carotid artery. *Laryngoscope*. 2012;122(12):2658–62.
174. Kantola VE, McGarry GW, Rea PM. Endonasal, transmaxillary, transpterygoid approach to the foramen ovale: radio-anatomical study of surgical feasibility. *J Laryngol Otol*. 2013;127(11):1093–102.
175. Lee DLY, Mccoul ED, Schwartz TH. Endoscopic Endonasal Access to the Jugular Foramen : Defining the Surgical Approach. *J Neurol Surg B*.

2012;1(212):342–51.

176. Ishwarkumar YS, Naidoo N, Lazarus L, Pillay P, Satyapal KS. An Osteometric Evaluation of the Jugular Foramen. *Int J Morphol*. 2015;33(1):251–4.
177. Somesh MS, Sridevi HB, Murlimanju BV, Pai SR Morphological and morphometric study of carotid canal in Indian population. *Int J Biomed Res*, 2014; 5(7): 455-460.
178. Amores-Ampuero A. Sexual dimorphism in base of skull. *Anthropol Anzeiger*. 2017;74(1):9–14.
179. Hosseini SS,, Mclaughlin N CR et al. . Endoscopic transpterygoid nasopharyngectomy: Correlation of surgical anatomy with multiplanar CT. *Head Neck* 2013 May;35(5)704-14. 2013;36(10):1391.
180. Al-Sheibani S, Zanation AM, Carrau RL, Prevedello DM, Prokopakis EP, McLaughlin N, et al. Endoscopic endonasal transpterygoid nasopharyngectomy. *Laryngoscope*. 2011;121(10):2081–9.
181. Resección endoscópica de la trompa y el espacio postnasal. En *Worldmad PJ. Cirugía endoscópica sinusal*. Amolca 2010. ISBN 978-958-8473-03-1.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Figuras con las distintas distancias medidas y resultados principales



*Distancia entre ala interna y externa de apófisis pterigoides (verde).*



*Distancia entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y conducto del nervio hipogloso [1].*



*Distancia entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y agujero rasgado [3].*



*Distancia entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y conducto carotídeo [4].*



*Distancia entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y agujero yugular [2].*



*Distancia entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y agujero oval [6].*



*Distancia entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y agujero espinoso [7].*



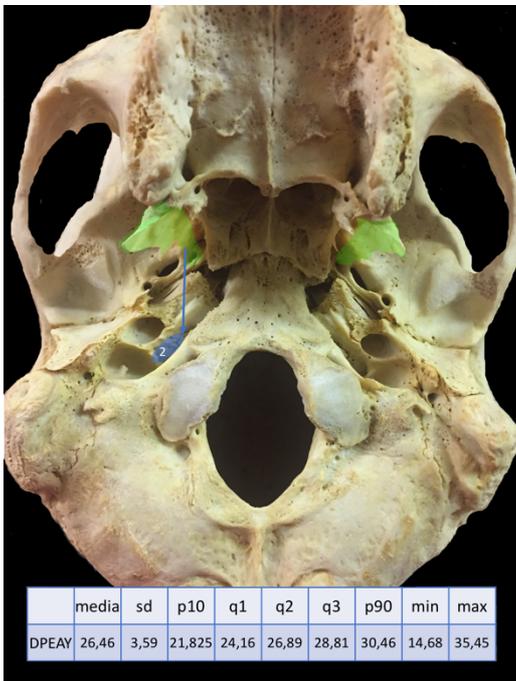
*Distancia entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y conducto tubárico [5].*



*Distancia entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y apófisis estiloides [8].*



*Distancia entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y conducto carotídeo [4].*



*Distancia entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y agujero yugular [2].*



*Distancia entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y agujero oval [6].*



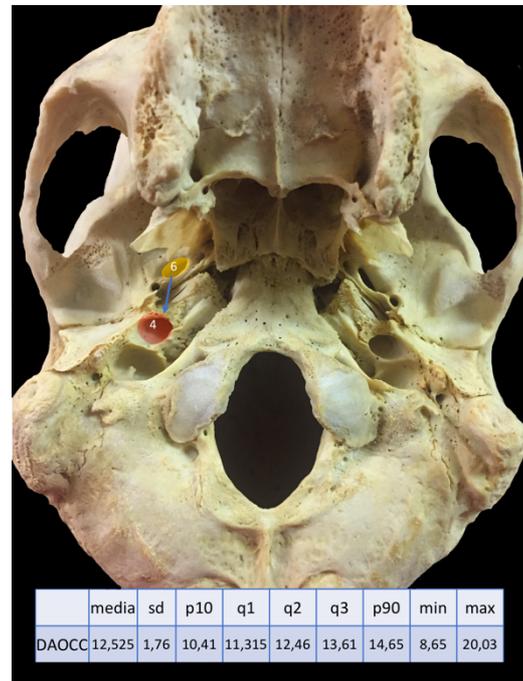
*Distancia entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y agujero espinoso [7].*



*Distancia entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y c. tubárico [5].*



*Distancia entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y ap. estiloides [8].*



*Distancia entre agujero oval [6] y conducto carotídeo [4].*



*Distancia entre agujero oval [6] y conducto tubárico [5].*



*Distancia entre agujero oval [6] y agujero espinoso [7].*



*Distancia entre agujero oval [6] y agujero yugular [2].*



*Distancia entre agujero rasgado [3] y agujero oval [6].*



*Distancia entre agujero rasgado [3] y conducto carotídeo [4].*



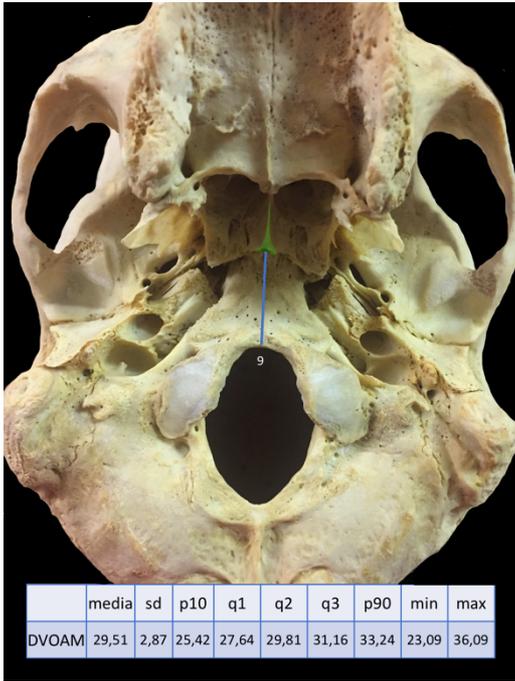
*Distancia entre agujero rasgado [3] y agujero yugular [2].*



*Distancia entre conducto tubárico [5] y conducto carotídeo [4].*



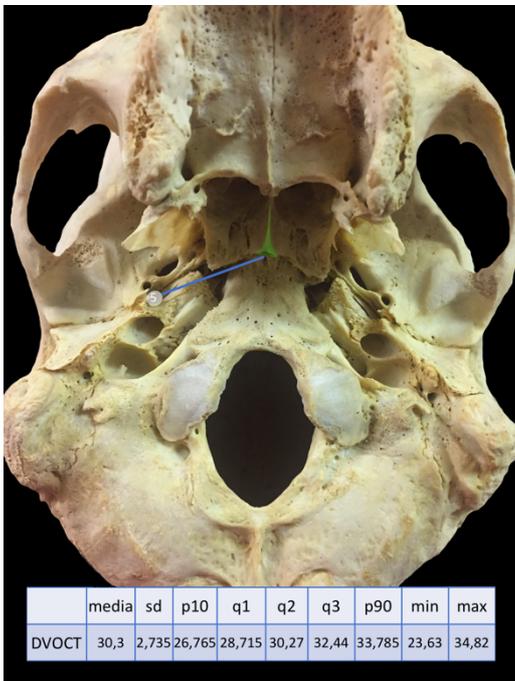
*Distancia entre conducto carotídeo [4] y agujero yugular [2].*



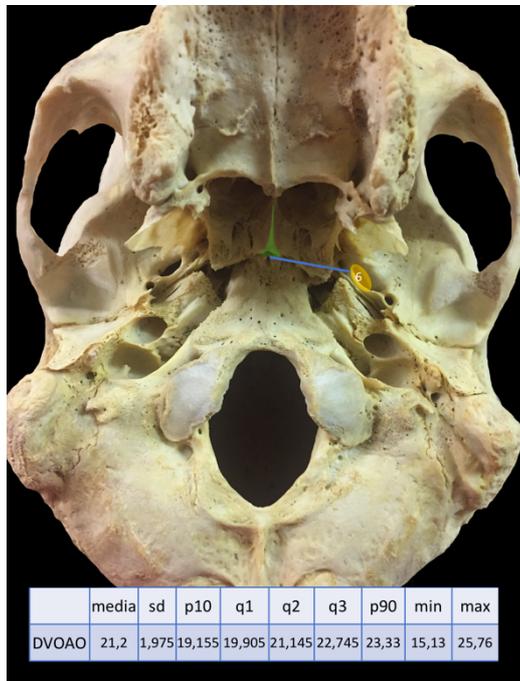
*Distancia entre vómer (verde) y agujero magno [9].*



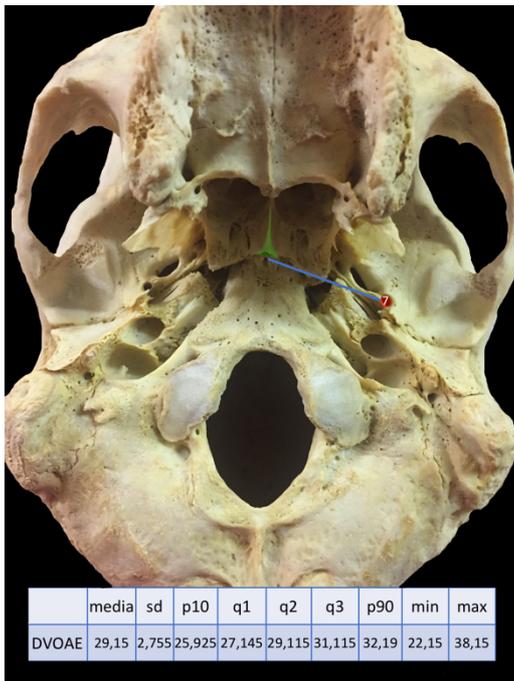
*Distancia entre vómer (verde) y conducto carotídeo [4].*



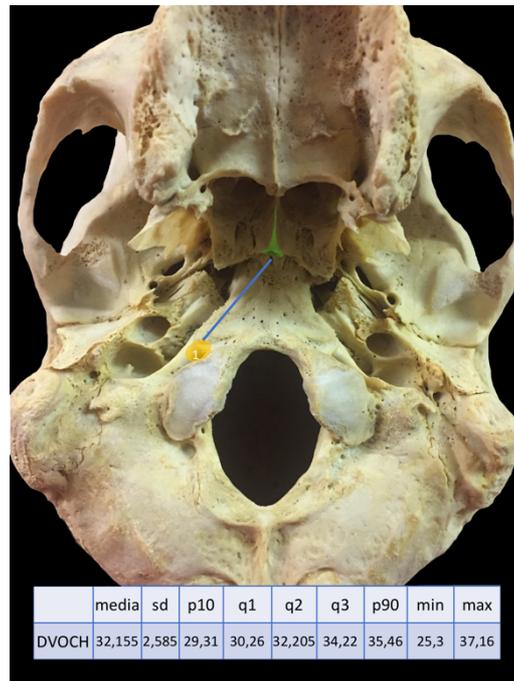
*Distancia entre vómer (verde) y conducto tubárico [5].*



*Distancia entre vómer (verde) y agujero oval [6].*



*Distancia entre vómer (verde) y agujero espinoso [7].*



*Distancia entre vómer (verde) y C. del nervio hipogloso [1].*



*Distancia entre vómer (verde) y apófisis estiloides [8].*



*Distancia entre vómer (verde) y agujero rasgado [3].*

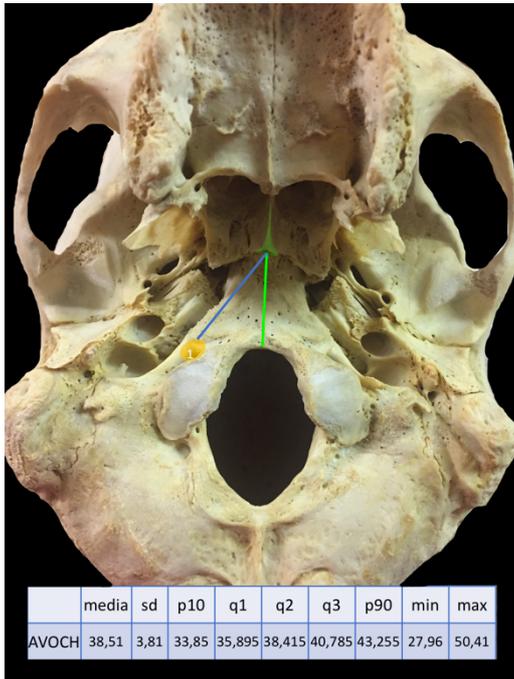


*Distancia entre vómer (verde) y agujero yugular [2].*

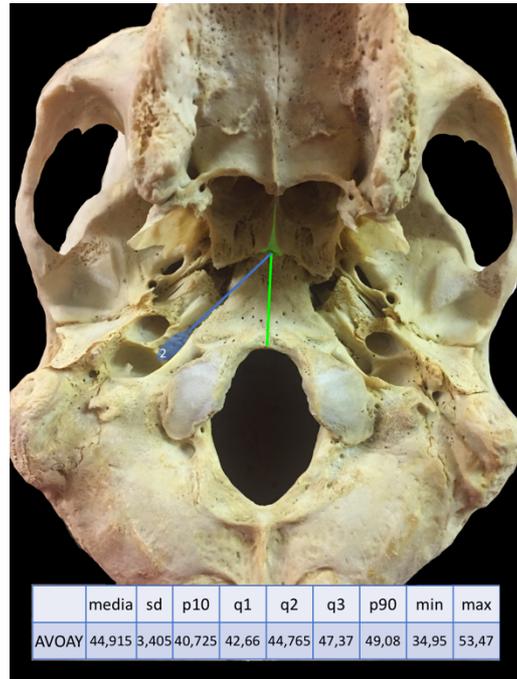
**Anexo 2. Tabla de resultados globales de distancias. CV: Coeficiente de variación. ENN: Evidencia No Normalizada.**

	media	sd	min	p10	p25	p50	p75	p90	max	CV	ENN	COTA <95%
DPIPE	8,63	2,12	4,15	6,735	7,505	8,36	9,445	10,675	17,43	24,565	*	4
DPICH	26,085	2,215	20,66	23,165	24,8	25,97	27,5	29,07	31,78	8,491		21,686
DPIAR	5,43	2,145	0,97	3,12	3,88	4,925	6,54	8,855	10,74	39,503	*	0,892
DPICC	22,54	2,155	18,47	19,6	21,05	22,345	24,07	25,37	28,34	9,561		18,681
DPIAY	29,435	2,535	22,77	26,46	27,65	29,07	31,2	32,62	36,54	8,612		24,794
DPIAO	9,055	1,565	5,32	7,175	7,895	8,97	10,385	11,08	12,01	17,283		5,509
DPIAE	16,985	2,17	11,98	14,07	15,59	17,055	18,48	19,775	22,63	12,776		11,99
DPICT	18,84	2,735	12,17	15,23	16,72	18,785	21,12	22,46	23,81	14,517		13,618
DPIST	35,175	2,925	28,85	31,12	33	35,265	37,195	38,67	41,34	8,316		30,014
DPECC	19,91	2,89	9,79	16,75	18,28	19,985	21,605	22,875	28,5	14,515	*	9,725
DPEAY	26,46	3,59	14,68	21,825	24,16	26,89	28,81	30,46	35,45	13,568		14,451
DPEAO	2,575	1,87	0	0,165	1,2	2,2	3,88	4,935	8,81	72,621		-0,392
DPEAE	10,74	2,75	2,97	7,345	9,24	10,775	12,02	14,22	17,1	25,605	*	2,81
DPECT	13,845	3,24	7,44	9,775	11,67	13,42	15,7	17,8	22,9	23,402		8,042
DPEST	29,655	4,15	18,85	23,66	27,39	30,41	32,42	34,17	37,31	13,994		18,801
DAOCC	12,525	1,76	8,65	10,41	11,315	12,46	13,61	14,65	20,03	14,052		8,724
DAOCT	5,235	2,155	1,12	2,49	3,615	5,21	6,63	8,105	11,07	41,165		0,7
DAOAE	2,915	1,67	0,41	1,1	1,61	2,605	3,935	5,135	8,7	57,29		0,18
DAOAY	19,2	2,49	12,29	15,665	18,025	19,36	20,805	22,01	25,45	12,969	*	12,845
DARAO	8,31	1,79	4,31	6,455	7,15	8,275	9,4	10,265	14,99	21,54	*	4,607
DARCC	17,615	1,75	13,9	15,4	16,275	17,815	19,015	19,71	21,36	9,935		14,139
DARAY	24,675	2,65	16,09	21,35	23,435	25,065	26,41	27,4	30,63	10,74		16,203
DCTCC	4,945	1,165	1,75	3,63	4,23	4,745	5,74	6,53	7,61	23,559		2,01
DCCAAY	1,79	0,94	0,19	0,745	1,07	1,57	2,49	3,1	5,11	52,514		0,083
DVOAM	29,51	2,87	23,09	25,42	27,64	29,81	31,16	33,24	36,09	9,726		23,09
DVOCC	31,88	2,365	25,11	28,905	30,36	32,165	33,265	34,425	38,86	7,418		24,962
DVOCT	30,3	2,735	23,63	26,765	28,715	30,27	32,44	33,785	34,82	9,026		23,654
DVOAO	21,2	1,975	15,13	19,155	19,905	21,145	22,745	23,33	25,76	9,316		14,974
DVOAE	29,15	2,755	22,15	25,925	27,145	29,115	31,115	32,19	38,15	9,451		22,287
DVOCH	32,155	2,585	25,3	29,31	30,26	32,205	34,22	35,46	37,16	8,039		25,484
DVOST	45,45	3,3	36,12	41,555	43,145	45,98	47,59	49,375	52,1	7,261		36,57
DVOAR	11,955	1,59	8,44	9,885	10,885	11,925	12,985	14,075	15,09	13,3		8,462
DVOAY	37,805	2,705	30,52	34,5	36,27	37,88	39,75	41,285	42,76	7,155		30,382

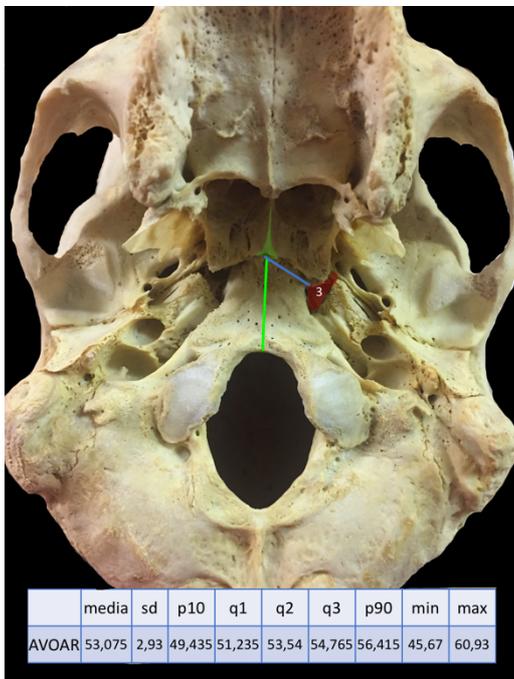
**Anexo 3. Figuras con las distintos ángulos medidos y resultados principales**



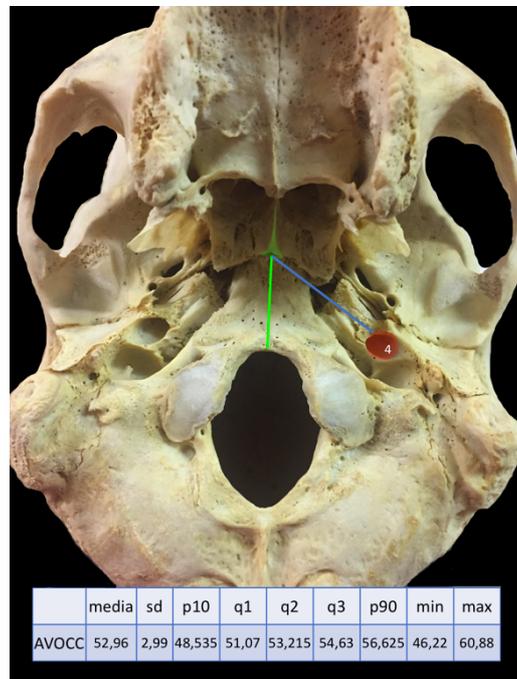
Ángulo entre vómer (verde) y conducto del nervio hipogloso [1].



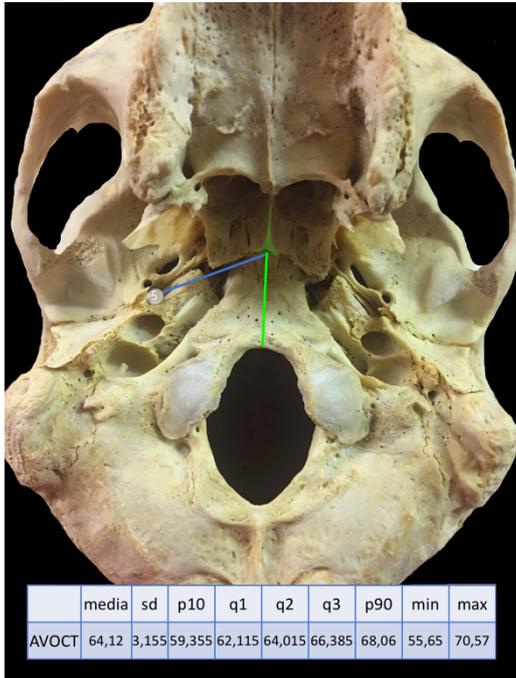
Ángulo entre vómer (verde) y agujero yugular [2].



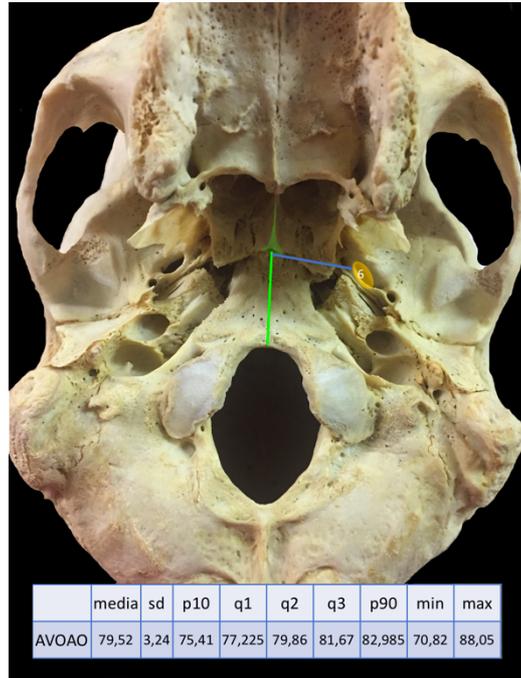
Ángulo entre vómer (verde) y agujero rasgado [3].



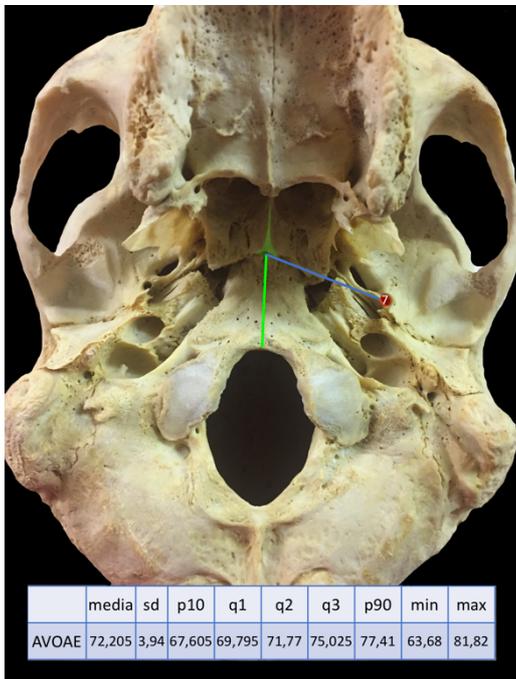
Ángulo entre vómer (verde) y conducto carotídeo [4].



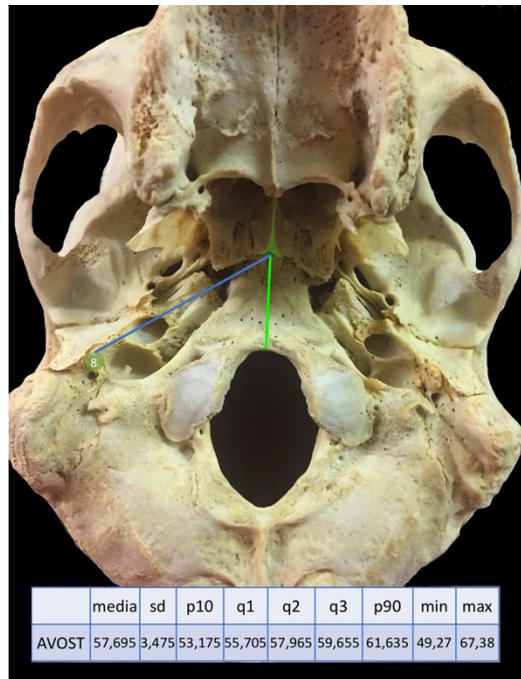
Ángulo entre vómer (verde) y conducto tubárico [5].



Ángulo entre vómer (verde) y agujero oval [6].



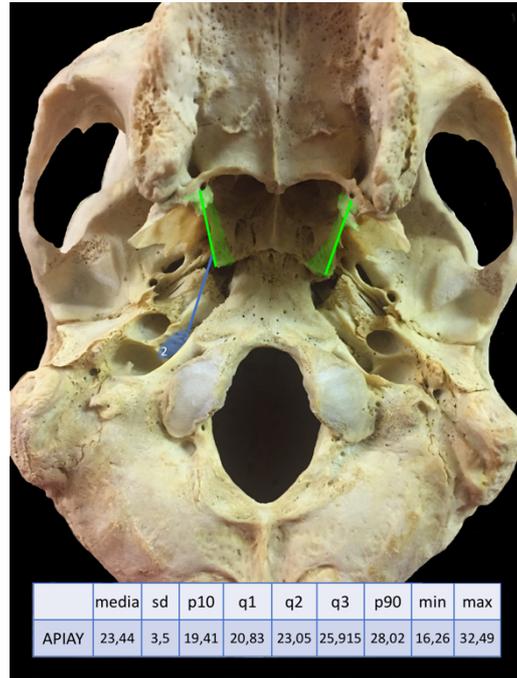
Ángulo entre vómer (verde) y agujero espinoso [7].



Ángulo entre vómer (verde) y apófisis estiloides [8].



Ángulo entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y c. del nervio hipogloso [1].



Ángulo entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y agujero yugular [2].



Ángulo entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y agujero rasgado [3].



Ángulo entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y conducto carotídeo [4].



Ángulo entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y conducto tubárico [5].



Ángulo entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y agujero oval [6].



Ángulo entre ala interna de apófisis pterigoides(verde) y agujero espinoso [7].



Ángulo entre ala interna de apófisis pterigoides (verde) y apófisis estiloides [8].



Ángulo entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y agujero yugular [2].



Ángulo entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y conducto carotídeo [4].



Ángulo entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y conducto tubárico [5].



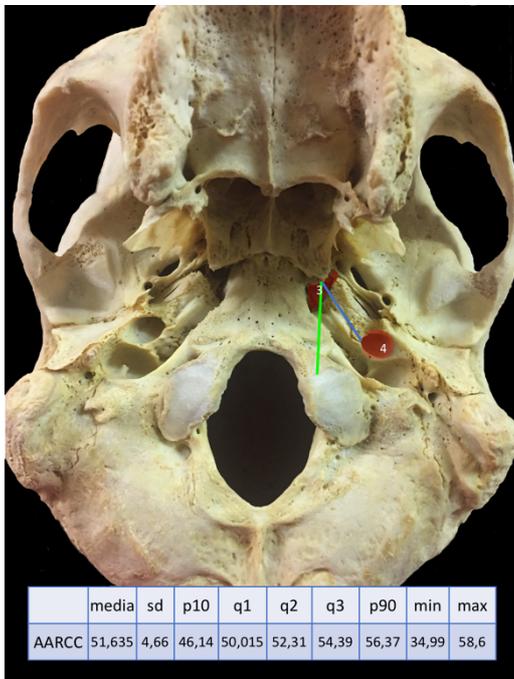
Ángulo entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y agujero oval [6].



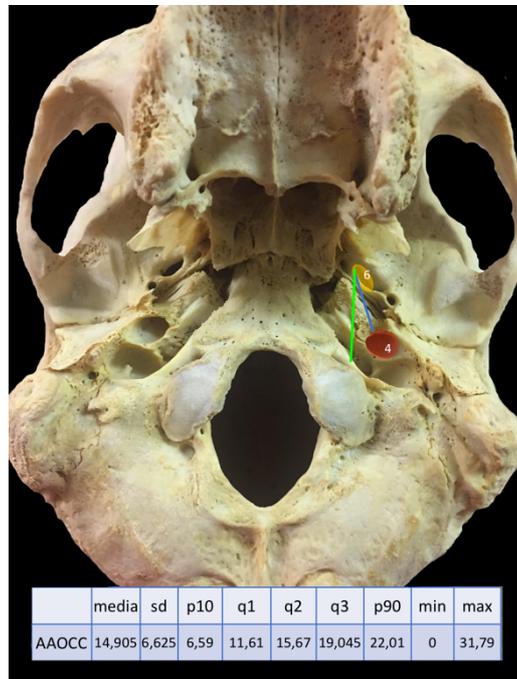
Ángulo entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y agujero espinoso [7].



Ángulo entre ala externa de apófisis pterigoides (verde) y apófisis estiloides [8].



Ángulo entre agujero rasgado [3] y conducto carotídeo [4].



Ángulo entre agujero oval [6] y conducto carotídeo [4].



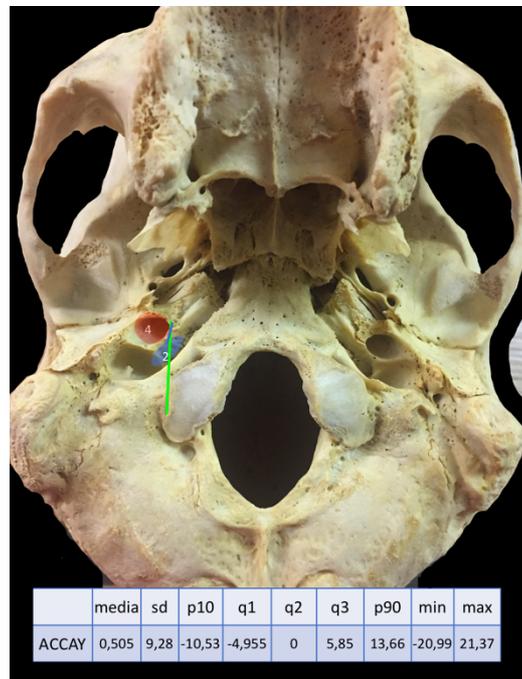
Ángulo entre agujero oval [6] y agujero espinoso [7].



Ángulo entre agujero oval [6] y conducto tubárico [5].



Ángulo entre conducto tubárico [5] y conducto carotídeo [4].



Ángulo entre conducto carotídeo [4] y agujero yugular [2].

**Anexo 4. Tabla de resultados globales de ángulos. CV: Coeficiente de variación. ENN: Evidencia no normalizada**

	media	sd	min	p10	p25	p50	p75	p90	max	CV	ENN	COTA INF 95%
<b>AVOCH</b>	38,51	3,81	27,96	33,85	35,895	38,415	40,785	43,255	50,41	9,894		27,481
<b>AVOAY</b>	44,915	3,405	34,95	40,725	42,66	44,765	47,37	49,08	53,47	7,581		36,298
<b>AVOAR</b>	53,075	2,93	45,67	49,435	51,235	53,54	54,765	56,415	60,93	5,52		45,478
<b>AVOCC</b>	52,96	2,99	46,22	48,535	51,07	53,215	54,63	56,625	60,88	5,646		46,519
<b>AVOCT</b>	64,12	3,155	55,65	59,355	62,115	64,015	66,385	68,06	70,57	4,92		56,859
<b>AVOAO</b>	79,52	3,24	70,82	75,41	77,225	79,86	81,67	82,985	88,05	4,074		71,124
<b>AVOAE</b>	72,205	3,94	63,68	67,605	69,795	71,77	75,025	77,41	81,82	5,457		65,336
<b>AVOST</b>	57,695	3,475	49,27	53,175	55,705	57,965	59,655	61,635	67,38	6,023		49,844
<b>APICH</b>	10,35	3,745	0,64	5,1	8,215	10,595	12,865	15,145	17,3	36,184		1,73
<b>APIAY</b>	23,44	3,5	16,26	19,41	20,83	23,05	25,915	28,02	32,49	14,932		15,937
<b>APIAR</b>	0,78	2,77	-16,09	0	0	0	1,5	3,735	8,37		*	-8,915
<b>APICC</b>	30,18	2,445	21,86	27,065	28,79	30,355	31,545	32,715	37,98	8,101	*	21,625
<b>APICT</b>	39,875	3,63	31,32	35,555	37,485	40,255	41,755	44,355	51,83	9,103		30,852
<b>APIAO</b>	49,605	9,695	27,7	37,43	44,505	49,415	55,825	59,69	75,38	19,544		30,438
<b>APIAE</b>	50,82	5,19	36,31	44,835	47,245	50,395	53,79	57,325	65,06	10,213		36,666
<b>APIST</b>	43,065	3,505	35,43	39,275	40,745	42,705	45,12	47,62	55,11	8,139		35,172
<b>APECH</b>	1,6	1,565	0	0,365	0,91	1,56	2,255	2,87	4,01	97,812	*	
<b>APEAY</b>	7,43	4,87	-11,11	2,31	4,685	7,55	11,02	12,55	18,84			-2,755
<b>APEAR</b>											*	
<b>APECC</b>	9,91	4,865	0	1,195	7,755	10,73	12,82	15,635	18,11	49,092	*	-0,41
<b>APECT</b>	16,15	7,295	-9,15	6,695	10,535	17,125	21,25	24,48	31,27			-2,226
<b>APEAO</b>	1,305	7,13	-44,31	0	0	0	3,055	7,98	19,87		*	-41,467
<b>APEAE</b>	26,14	8,1	6,75	15,275	21,37	27,21	30,35	34,61	54,46	30,987		8,504
<b>APEST</b>	31,625	5,125	19,82	25,325	28,19	31,765	34,53	37,505	50,59	16,206		19,868
<b>AARCC</b>	51,635	4,66	34,99	46,14	50,015	52,31	54,39	56,37	58,6	9,025	*	34,782
<b>AAOCC</b>	14,905	6,625	0	6,59	11,61	15,67	19,045	22,01	31,79	44,448		-0,947
<b>AAOAE</b>	53,81	10,375	20,36	40,795	48	54,78	60,285	65,65	79,86	19,281		26,218
<b>AAOCT</b>	29,525	9,575	6,59	16,825	24,195	30,555	35,84	40,85	50,66	32,43		9,918
<b>ACTCC</b>	1,19	2,71	-2,81	0	0	0	1,005	5,305	14,71		*	-1,659
<b>ACCAY</b>	0,505	9,28	-20,99	-10,53	-4,955	0	5,85	13,66	21,37		*	-19,125

## Anexo 5. Resultados de distancias según grupos de edades

	n_<55	media_<55	sd_<55	n_55_70	media_55_70	sd_55_70	n_>=70	media_>=70	sd_>=70	p-valor
DPIPE	18	8,77	2,96	16	8,57	1,06	21	8,58	1,72	0,4745
DPICH	18	26,66	2,38	15	25,54	2,14	21	26,01	1,94	0,4263
DPIAR	18	6,22	1,97	16	4,83	1,65	21	5,21	2,33	0,1043
DPICC	18	23,23	2,1	16	21,76	2,3	21	22,55	1,79	0,4578
DPIAY	18	29,6	2,12	16	29,15	2,82	21	29,51	2,27	0,7227
DPIAO	17	9,18	1,42	16	9,02	1,28	21	9	1,55	0,8233
DPIAE	16	16,79	2,55	16	17,23	1,37	21	16,93	1,87	0,7726
DPICT	18	18,68	2,81	16	18,68	2,65	21	19,1	2,7	0,7405
DPIST	18	35,77	2,59	16	34,48	3,01	21	35,19	2,92	0,3988
DPECC	18	20,26	3,43	16	19,16	2,62	21	20,17	2,09	0,6619
DPEAY	18	25,99	4,28	16	26,3	3,48	21	26,99	2,61	0,5079
DPEAO	18	2,41	2,14	16	2,74	1,66	21	2,59	1,22	0,8522
DPEAE	18	10,4	3,31	16	11,22	2,42	21	10,67	1,86	0,9523
DPECT	18	12,9	3,13	16	13,43	3,15	21	14,97	2,88	0,0926
DPEST	18	30,22	4,1	16	29,95	3,75	21	28,95	4,05	0,325
DAOCC	18	13,39	1,89	16	11,6	1,33	21	12,49	1,41	0,1703
DAOCT	18	5,36	2,6	16	4,71	1,73	21	5,53	1,76	0,6711
DAOAE	18	3,34	1,73	16	3,05	1,33	21	2,46	1,3	0,0208
DAOAY	18	19,82	2,53	16	18,41	2,26	21	19,27	2,27	0,3342
DARAO	17	8,69	2,15	16	7,97	1,13	21	8,27	1,66	0,8542
DARCC	18	17,83	1,74	16	17,13	1,5	21	17,81	1,75	0,8405
DARAY	18	24,41	2,11	16	24,74	3,1	21	24,86	2,35	0,7594
DCTCC	18	5,42	1,22	16	4,69	0,91	21	4,73	1,08	0,124
DCCAY	18	1,99	0,66	16	1,9	0,97	21	1,53	0,78	0,0214
DVOAM	18	30,32	3,2	16	28,88	2,73	21	29,29	2,64	0,1758
DVOCC	18	32,68	2,84	16	31,26	1,75	21	31,67	2,03	0,2257
DVOCT	18	30,25	2,96	16	30,32	3,04	21	30,33	2,29	0,9397
DVOAO	17	21,58	2,29	15	21,34	1,55	21	20,82	1,72	0,3047
DVOAE	18	29,58	3,07	15	29,81	2,54	21	28,26	1,94	0,0603
DVOCH	18	32,56	2,49	15	31,6	3,11	21	32,19	2,09	0,5977
DVOST	17	46,66	3,39	15	45,08	3,53	21	44,73	2,6	0,0348
DVOAR	18	12,28	1,38	15	12,08	1,71	21	11,59	1,48	0,167
DVOAY	18	37,64	2,76	15	37,76	3,37	21	37,99	1,9	0,9863

## Anexo 6. Resultados de ángulos según grupos de edades

	n_<55	media_<55	sd_<55	n_55_70	media_55_70	sd_55_70	n_>=70	media_>=70	sd_>=70	p-valor
AVOCH	18	37,93	3,11	16	38,88	4,54	21	38,71	3,52	0,6184
AVOAY	18	44,4	2,41	16	44,83	2,88	21	45,42	3,73	0,251
AVOAR	18	52,51	3,19	16	54,05	2,63	21	52,82	2,32	0,6737
AVOCC	18	52,73	3,28	16	53,56	3,01	21	52,7	2,32	0,8265
AVOCT	18	63,78	3,19	16	64,92	2,62	21	63,8	2,97	0,9278
AVOAO	16	78,72	3,69	16	79,26	2,27	21	80,24	3,14	0,1171
AVOAE	17	71,84	3,96	16	71,63	2,66	21	73,12	3,55	0,4591
AVOST	18	57,4	3,25	16	57,57	3,41	21	58,04	3,32	0,484
APICH	18	10,21	2,79	16	11,31	3,11	21	9,75	3,89	0,2997
APIAY	18	23,07	2,46	16	23,36	3,18	21	23,82	3,34	0,6523
APIAR	18	0,82	2,52	16	-0,08	2,34	21	1,4	2,02	0,4829
APICC	18	29,8	1,67	16	30,46	2,84	21	30,29	2,4	0,6803
APICT	18	39,53	2,62	16	40,79	4,23	21	39,48	3,36	0,9765
APIAO	16	49,02	11,64	16	47,95	7,17	21	51,24	9,02	0,1522
APIAE	17	50,06	3,36	16	49,92	5	21	52,28	4,84	0,1741
APIST	18	42,65	2,92	16	42,83	3,49	21	43,61	3,34	0,5727
APECH	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
APEAY	18	6,52	3,54	16	7,84	3,63	21	8,07	4,28	0,1478
APEAR	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
APECC	18	8,73	4,94	16	10,08	5,12	21	10,79	3,81	0,1552
APECT	18	14,91	7,74	16	17,61	6,87	21	16,11	5,83	0,3503
APEAO	16	1,2	2,13	16	1,22	2,74	21	1,4	10,22	0,7221
APEAE	17	24,35	4,79	16	27,26	8,81	21	26,53	7,62	0,298
APEST	18	31,32	4,35	16	31,61	4,81	21	31,9	4,55	0,8483
AARCC	18	52,04	5,05	16	52,05	4,29	21	50,97	4,06	0,2826
AAOCC	16	13,03	6,22	16	15,04	8,04	21	16,23	4,42	0,1871
AAOAE	16	51,76	8,85	16	54,83	7,58	21	54,53	9,48	0,7584
AAOCT	16	28,22	9,65	16	32,22	10,64	21	28,46	6,73	0,9545
ACTCC	18	1,52	3,11	16	0,44	1,29	21	1,49	2,12	0,6753
ACCAY	18	-1,07	5,16	16	-0,56	8,18	18	3,03	9,79	0,0788

## Anexo 7. Coeficientes de correlación entre ángulos

	AVOCH	AVOAY	AVOAR	AVOCC	AVOCT	AVOAO	AVOAE	AVOST	APICH	APIAY	APIAR	APICC	APICT	APIAO	APIAE	APIST	APECH	APEAY	APEAR	APECC	APECT	APEAO	APEAE	APEST	AARCC	AAOCC	AAOAE	AAOCT	ACTCC	ACCAY	
AVOCH	1	0.786	0.513	0.655	0.563	0.103	0.397	0.729	0.46	0.278	-0.05	0.429	0.173	-0.16	0.027	0.574	0.462	0.166	NA	0.223	0.178	0.079	0.111	0.494	0.464	0.124	0.293	0.129	0.153	0.018	
AVOAY	0.786	1	0.523	0.632	0.577	0.252	0.396	0.751	0.253	0.452	0.078	0.462	0.199	0.01	0.078	0.649	0.205	0.316	NA	0.196	0.142	0.008	0.099	0.511	0.305	0.164	0.184	0.104	0.177	0.24	
AVOAR	0.513	0.523	1	0.701	0.558	0.335	0.381	0.437	0.036	-0.06	-0.01	0.326	0.12	-0.13	-0.16	0.149	-0.15	0.033	NA	0.274	0.212	0.072	0.066	0.261	0.081	0.169	-0.06	0.096	0.092	-0.14	
AVOCC	0.655	0.632	0.701	1	0.764	0.101	0.44	0.615	0.161	0.049	-0.14	0.614	0.327	-0.15	0.06	0.43	-0.21	-0.06	NA	0.355	0.23	-0.07	0.001	0.38	0.497	0.36	0.202	0.198	0.203	-0.32	
AVOCT	0.563	0.577	0.558	0.764	1	0.326	0.545	0.589	0.279	0.101	-0.14	0.448	0.507	-0.02	0.233	0.41	-0.21	0.073	NA	0.236	0.318	0.012	0.219	0.408	0.31	0.109	0.153	0.235	0.03	-0.18	
AVOAO	0.103	0.252	0.335	0.101	0.326	1	0.63	0.193	-0.03	0.101	0.223	0.078	0.196	0.467	0.32	0.042	-0.36	0.027	NA	-0.07	-0.01	0.113	0.051	-0.15	-0.16	-0.25	-0.29	-0.23	0.045	0.13	
AVOAE	0.397	0.396	0.381	0.44	0.545	0.63	1	0.472	0.174	0.08	0.164	0.263	0.157	0.091	0.447	0.236	-0.56	0	NA	0.113	0.094	0.037	0.199	0.106	0.159	0.108	0.336	0.029	0.138	-0.04	
AVOST	0.729	0.751	0.437	0.615	0.589	0.193	0.472	1	0.187	0.248	0.146	0.407	0.171	-0.05	0.133	0.667	0.154	0.112	NA	0.168	0.108	-0.04	0.083	0.483	0.243	0.105	0.237	-0.04	0.205	-0.03	
APICH	0.46	0.253	0.036	0.161	0.279	-0.03	0.174	0.187	1	0.358	-0.22	0.343	0.292	0.07	0.244	0.351	-0.1	0.107	NA	0.075	0.067	-0.07	0.045	0.267	0.335	-0.02	0.195	0.115	-0.01	0.098	
APIAY	0.278	0.452	-0.06	0.049	0.101	0.101	0.08	0.248	0.358	1	0.303	0.404	0.343	0.344	0.402	0.621	-0.41	0.58	NA	0.103	0.131	-0.02	0.11	0.37	0.176	-0.01	0.047	0.019	-0.09	0.55	
APIAR	-0.05	0.078	-0.01	-0.14	-0.14	0.223	0.164	0.146	-0.22	0.303	1	-0.06	-0.08	0.195	0.141	0.111	NA	0.309	NA	0.132	-0.11	0.317	0.092	-0.02	-0.11	0.189	0.031	-0.06	0.108	0.325	
APICC	0.429	0.462	0.326	0.614	0.448	0.078	0.263	0.407	0.343	0.404	-0.06	1	0.642	0.269	0.452	0.649	-0.21	0.236	NA	0.588	0.455	0.134	0.225	0.604	0.486	0.436	0.154	0.18	0.249	-0.1	
APICT	0.173	0.199	0.12	0.327	0.507	0.196	0.157	0.171	0.292	0.343	-0.08	0.642	1	0.514	0.541	0.463	-0.56	0.374	NA	0.512	0.671	0.226	0.436	0.519	0.207	0.094	-0.03	0.32	-0.18	-0.06	
APIAO	-0.16	0.01	-0.13	-0.15	-0.02	0.467	0.091	-0.05	0.07	0.344	0.195	0.269	0.514	1	0.643	0.312	-0.87	0.072	NA	-0.07	0.093	0.183	0.066	0.029	-0.16	-0.28	-0.42	-0.33	-0.17	0.273	
APIAE	0.027	0.078	-0.16	0.06	0.233	0.32	0.447	0.133	0.244	0.402	0.141	0.452	0.541	0.643	1	0.475	-0.87	0.091	NA	0.059	0.184	0.063	0.347	0.229	0.027	-0.05	0.204	-0.09	-0.04	0.167	
APIST	0.574	0.649	0.149	0.43	0.41	0.042	0.236	0.667	0.351	0.621	0.111	0.649	0.463	0.312	0.475	1	0.051	0.3	NA	0.268	0.223	0.036	0.205	0.658	0.339	0.097	0.241	-0.05	0.122	0.22	
APECH	0.462	0.205	-0.15	-0.21	-0.21	-0.36	-0.56	0.154	-0.1	-0.41	NA	-0.21	-0.56	-0.87	-0.87	0.051	1	0.308	NA	0.564	0.205	0.688	-0.05	0.205	0.564	0.359	-0.05	0.103	0.363	-0.15	
APEAY	0.166	0.316	0.033	-0.06	0.073	0.027	0	0.112	0.107	0.58	0.309	0.236	0.374	0.072	0.091	0.3	0.308	1	NA	0.557	0.574	0.387	0.501	0.516	-0.01	0.295	0.196	0.425	-0.18	0.528	
APEAR	NA	NA																													
APECC	0.223	0.196	0.274	0.355	0.236	-0.07	0.113	0.168	0.075	0.103	0.132	0.588	0.512	-0.07	0.059	0.268	0.564	0.557	NA	1	0.771	0.443	0.567	0.624	0.339	0.696	0.246	0.569	0.097	-0.14	
APECT	0.178	0.142	0.212	0.23	0.318	-0.01	0.094	0.108	0.067	0.131	-0.11	0.455	0.671	0.093	0.184	0.223	0.205	0.574	NA	0.771	1	0.435	0.672	0.632	0.17	0.389	0.133	0.6	-0.23	-0.15	
APEAO	0.079	0.008	0.072	-0.07	0.012	0.113	0.037	-0.04	-0.07	-0.02	0.317	0.134	0.226	0.183	0.063	0.036	0.688	0.387	NA	0.443	0.435	1	0.357	0.206	-0	0.1	-0.12	0.066	0.041	0.109	
APEAE	0.111	0.099	0.066	0.001	0.219	0.051	0.199	0.083	0.045	0.11	0.092	0.225	0.436	0.066	0.347	0.205	-0.05	0.501	NA	0.567	0.672	0.357	1	0.645	0.003	0.283	0.361	0.452	-0.19	0.126	
APEST	0.494	0.511	0.261	0.38	0.408	-0.15	0.106	0.483	0.267	0.37	-0.02	0.604	0.519	0.029	0.229	0.658	0.205	0.516	NA	0.624	0.632	0.206	0.645	1	0.341	0.277	0.314	0.3	0.01	0.108	
AARCC	0.464	0.305	0.081	0.497	0.31	-0.16	0.159	0.243	0.335	0.176	-0.11	0.486	0.207	-0.16	0.027	0.339	0.564	-0.01	NA	0.339	0.17	-0	0.003	0.341	1	0.273	0.233	0.133	0.168	-0.27	
AAOCC	0.124	0.164	0.169	0.36	0.109	-0.25	0.108	0.105	-0.02	-0.01	0.189	0.436	0.094	-0.28	-0.05	0.097	0.359	0.295	NA	0.696	0.389	0.1	0.283	0.277	0.273	1	0.454	0.668	0.121	-0.16	
AAOAE	0.293	0.184	-0.06	0.202	0.153	-0.29	0.336	0.237	0.195	0.047	0.031	0.154	-0.03	-0.42	0.204	0.241	-0.05	0.196	NA	0.246	0.133	-0.12	0.361	0.314	0.233	0.454	1	0.435	0.143	-0.01	
AAOCT	0.129	0.104	0.096	0.198	0.235	-0.23	0.029	-0.04	0.115	0.019	-0.06	0.18	0.32	-0.33	-0.09	-0.05	0.103	0.425	NA	0.569	0.6	0.066	0.452	0.3	0.133	0.668	0.435	1	-0.3	-0.11	
ACTCC	0.153	0.177	0.092	0.203	0.03	0.045	0.138	0.205	-0.01	-0.09	0.108	0.249	-0.18	-0.17	-0.04	0.122	0.363	-0.18	NA	0.097	-0.23	0.041	-0.19	0.01	0.168	0.121	0.143	-0.3	1	-0.05	
ACCAY	0.018	0.24	-0.14	-0.32	-0.18	0.13	-0.04	-0.03	0.098	0.55	0.325	-0.1	-0.06	0.273	0.167	0.22	-0.15	0.528	NA	-0.14	-0.15	0.109	0.126	0.108	-0.27	-0.16	-0.01	-0.11	-0.05	1	

## Anexo 8. Coeficientes de correlación entre distancias

	DPIPE	DPICH	DPIAR	DPICC	DPIAY	DPIAO	DPIAE	DPICT	DPIST	DPECC	DPEAY	DPEAO	DPEAE	DPECT	DPEST	DAOCC	DAOCT	DAOAE	DAOAY	DARAO	DARCC	DARAY	DCTCC	DCCAY	DVOAM	DVOCC	DVOCT	DVOAO	DVOAE	DVOCH
DPIPE	1	-0.33	-0.12	-0.08	0.02	0.3	0.05	0.03	-0.05	-0.42	-0.29	-0.44	-0.47	-0.28	-0.4	-0.27	-0.33	-0.23	-0.09	0.16	0.19	0.13	-0.02	0.1	-0.31	-0.11	0.03	0.33	0.17	-0.19
DPICH	-0.33	1	0.26	0.62	0.59	-0.02	0.33	0.26	0.51	0.43	0.51	0.2	0.46	0.35	0.45	0.36	0.19	0.17	0.34	-0.01	0.21	0.27	-0	0.11	0.35	0.32	0.14	-0.13	0.19	0.59
DPIAR	-0.12	0.26	1	0.5	0.44	0.24	0.28	0.45	0.51	0.17	0.14	0.24	0.28	0.09	0.29	0.07	0.15	0.11	0.06	0.15	0.08	0.04	0.03	-0.01	0.18	0.24	0.24	-0.08	-0.02	0.04
DPICC	-0.08	0.62	0.5	1	0.69	0.22	0.24	0.51	0.78	0.55	0.44	0.23	0.26	0.42	0.44	0.45	0.3	0.03	0.29	0.07	0.61	0.3	0.11	-0.16	0.45	0.58	0.44	0.07	0.13	0.53
DPIAY	0.02	0.59	0.44	0.69	1	0.06	0.42	0.48	0.72	0.39	0.59	0.08	0.4	0.43	0.43	0.29	0.3	0.15	0.5	-0.08	0.41	0.6	-0.11	0.13	0.4	0.5	0.42	-0.04	0.23	0.57
DPIAO	0.3	-0.02	0.24	0.22	0.06	1	0.33	0.37	0.11	-0.18	-0.26	-0.11	-0.33	-0.11	-0.02	0.05	0.13	-0.23	-0.06	0.41	0.31	-0.06	0.03	0.01	-0.23	0.08	0.07	0.38	0.11	-0.07
DPIAE	0.05	0.33	0.28	0.24	0.42	0.33	1	0.48	0.42	-0.03	0.12	0.01	0.48	0.2	0.3	0.05	0.23	0.4	0.08	-0	0.27	0.17	-0.21	0.22	0.23	0.3	0.29	0.18	0.52	0.41
DPICT	0.03	0.26	0.45	0.51	0.48	0.37	0.48	1	0.53	0.13	0.24	0.17	0.24	0.51	0.26	0.08	0.53	-0.02	0.06	0.11	0.39	0.2	-0.34	-0.09	0.31	0.44	0.66	0.21	0.12	0.36
DPIST	-0.05	0.51	0.51	0.78	0.72	0.11	0.42	0.53	1	0.37	0.38	0.13	0.27	0.32	0.57	0.3	0.34	0.21	0.32	0.06	0.49	0.38	-0.07	0.07	0.45	0.59	0.51	0.16	0.3	0.61
DPECC	-0.42	0.43	0.17	0.55	0.39	-0.18	-0.03	0.13	0.37	1	0.73	0.44	0.46	0.46	0.62	0.51	0.28	0.02	0.33	-0.13	0.27	0.13	0.27	-0.2	0.4	0.4	0.12	-0.24	-0.05	0.42
DPEAY	-0.29	0.51	0.14	0.44	0.59	-0.26	0.12	0.24	0.38	0.73	1	0.22	0.52	0.61	0.59	0.37	0.32	-0.03	0.56	-0.24	0.19	0.5	0.02	0.03	0.4	0.45	0.22	-0.24	0.02	0.53
DPEAO	-0.44	0.2	0.24	0.23	0.08	-0.11	0.01	0.17	0.13	0.44	0.22	1	0.43	0.22	0.29	0.06	0.16	-0	-0.17	-0.07	-0.09	-0.25	0.09	-0.25	0.08	0.02	0.04	-0.28	-0.17	0.04
DPEAE	-0.47	0.46	0.28	0.26	0.4	-0.33	0.48	0.24	0.27	0.46	0.52	0.43	1	0.56	0.51	0.14	0.27	0.4	0.15	-0.26	0.04	0.16	-0.18	0.07	0.45	0.22	0.17	-0.37	0.13	0.37
DPECT	-0.28	0.35	0.09	0.42	0.43	-0.11	0.2	0.51	0.32	0.46	0.61	0.22	0.56	1	0.38	0.16	0.61	-0.05	0.18	-0.21	0.21	0.25	-0.42	-0.1	0.33	0.29	0.44	-0.15	-0.13	0.31
DPEST	-0.4	0.45	0.29	0.44	0.43	-0.02	0.3	0.26	0.57	0.62	0.59	0.29	0.51	0.38	1	0.44	0.43	0.24	0.36	-0.06	0.17	0.14	0.08	0.16	0.39	0.37	0.23	-0.16	0.11	0.48
DAOCC	-0.27	0.36	0.07	0.45	0.29	0.05	0.05	0.08	0.3	0.51	0.37	0.06	0.14	0.16	0.44	1	0.43	0.33	0.67	0.08	0.36	0.19	0.35	-0.01	0.43	0.38	0.08	0.11	-0.01	0.43
DAOCT	-0.33	0.19	0.15	0.3	0.3	0.13	0.23	0.53	0.34	0.28	0.32	0.16	0.27	0.61	0.43	0.43	1	0.18	0.32	0.02	0.2	0.09	-0.28	0.09	0.4	0.35	0.48	0.02	-0.11	0.3
DAOAE	-0.23	0.17	0.11	0.03	0.15	-0.23	0.4	-0.02	0.21	0.02	-0.03	-0	0.4	-0.05	0.24	0.33	0.18	1	0.3	-0.07	-0.02	0.03	-0.02	0.22	0.56	0.23	0.16	0.01	0.43	0.36
DAOAY	-0.09	0.34	0.06	0.29	0.5	-0.06	0.08	0.06	0.32	0.33	0.56	-0.17	0.15	0.18	0.36	0.67	0.32	0.3	1	0.01	0.21	0.58	0.2	0.23	0.45	0.43	0.08	0.07	0.12	0.54
DARAO	0.16	-0.01	0.15	0.07	-0.08	0.41	-0	0.11	0.06	-0.13	-0.24	-0.07	-0.26	-0.21	-0.06	0.08	0.02	-0.07	0.01	1	0.19	0.04	0.19	0.03	-0.12	-0.02	0.08	0.39	0.19	-0.03
DARCC	0.19	0.21	0.08	0.61	0.41	0.31	0.27	0.39	0.49	0.27	0.19	-0.09	0.04	0.21	0.17	0.36	0.2	-0.02	0.21	0.19	1	0.47	0.19	0	0.33	0.59	0.38	0.31	0.24	0.45
DARAY	0.13	0.27	0.04	0.3	0.6	-0.06	0.17	0.2	0.38	0.13	0.5	-0.25	0.16	0.25	0.14	0.19	0.09	0.03	0.58	0.04	0.47	1	-0.06	0.31	0.27	0.38	0.24	0.02	0.25	0.49
DCTCC	-0.02	-0	0.03	0.11	-0.11	0.03	-0.21	-0.34	-0.07	0.27	0.02	0.09	-0.18	-0.42	0.08	0.35	-0.28	-0.02	0.2	0.19	0.19	-0.06	1	-0.12	0	0.04	-0.39	0.08	-0.12	0.03
DCCAY	0.1	0.11	-0.01	-0.16	0.13	0.01	0.22	-0.09	0.07	-0.2	0.03	-0.25	0.07	-0.1	0.16	-0.01	0.09	0.22	0.23	0.03	0	0.31	-0.12	1	0.13	0.12	0.05	0.01	0.27	0.24
DVOAM	-0.31	0.35	0.18	0.45	0.4	-0.23	0.23	0.31	0.45	0.4	0.4	0.08	0.45	0.33	0.39	0.43	0.4	0.56	0.45	-0.12	0.33	0.27	0	0.13	1	0.68	0.52	-0.04	0.31	0.72
DVOCC	-0.11	0.32	0.24	0.58	0.5	0.08	0.3	0.44	0.59	0.4	0.45	0.02	0.22	0.29	0.37	0.38	0.35	0.23	0.43	-0.02	0.59	0.38	0.04	0.12	0.68	1	0.68	0.34	0.54	0.68
DVOCT	0.03	0.14	0.24	0.44	0.42	0.07	0.29	0.66	0.51	0.12	0.22	0.04	0.17	0.44	0.23	0.08	0.48	0.16	0.08	0.08	0.38	0.24	-0.39	0.05	0.52	0.68	1	0.4	0.5	0.39
DVOAO	0.33	-0.13	-0.08	0.07	-0.04	0.38	0.18	0.21	0.16	-0.24	-0.24	-0.28	-0.37	-0.15	-0.16	0.11	0.02	0.01	0.07	0.39	0.31	0.02	0.08	0.01	-0.04	0.34	0.4	1	0.55	0.04
DVOAE	0.17	0.19	-0.02	0.13	0.23	0.11	0.52	0.12	0.3	-0.05	0.02	-0.17	0.13	-0.13	0.11	-0.01	-0.11	0.43	0.12	0.19	0.24	0.25	-0.12	0.27	0.31	0.54	0.5	0.55	1	0.42
DVOCH	-0.19	0.59	0.04	0.53	0.57	-0.07	0.41	0.36	0.61	0.42	0.53	0.04	0.37	0.31	0.48	0.43	0.3	0.36	0.54	-0.03	0.45	0.49	0.03	0.24	0.72	0.68	0.39	0.04	0.42	1

## Anexo 9. Coeficientes de correlación entre ángulos y distancias

	DPIPE	DPICH	DPIAR	DPICC	DPIAY	DPIAO	DPIAE	DPIC1	DPIC2	DPECC	DPEAY	DPEAO	DPEAE	DPECT	DPEST	DAOCC	DAOCT	DAOAE	DAOAY	DARAO	DARCC	DARAY	DCTCC	DCCAY	DVOAM	DVOCC	DVOCT	DVOAO	DVOAE	DVOCH	DVOST	DVOAR	DVOAY	
AVOCH	0.447	-0.22	-0.02	-0.06	-0.17	0.179	0.16	0.067	-0.09	-0.21	-0.27	-0.09	-0.08	-0.02	-0.16	-0.18	-0.12	-0.15	-0.33	0.109	0.033	-0.13	-0.03	-0.15	-0.23	-0.15	0.07	0.351	0.117	-0.27	0.002	-0.16	-0.15	
AVOAY	0.43	-0.2	-0.07	-0.03	-0.14	0.126	0.034	-0.04	-0.1	-0.25	-0.26	-0.23	-0.19	-0.07	-0.19	-0.07	-0.23	-0.18	-0.13	0.067	0.042	-0.01	0.039	-0.2	-0.32	-0.2	-0.01	0.321	0.071	-0.25	-0.05	-0.17	-0.11	
AVOAR	0.132	-0.26	-0.24	-0.25	-0.29	0.039	-0.11	-0.07	-0.26	-0.26	-0.29	-0.16	-0.16	0.03	-0.22	-0.25	-0.19	-0.33	-0.37	-0.08	-0.07	-0.25	-0.06	-0.22	-0.44	-0.23	-0.01	0.252	-0.05	-0.43	-0.18	-0.36	-0.27	
AVOCC	0.389	-0.16	-0.08	-0.13	-0.26	0.158	0.012	-0.08	-0.11	-0.3	-0.33	-0.2	-0.23	-0.14	-0.21	-0.33	-0.34	-0.22	-0.41	0.144	-0.02	-0.26	0.025	-0.13	-0.36	-0.18	0.074	0.412	0.197	-0.36	-0.06	-0.19	-0.15	
AVOCT	0.349	-0.2	-0.11	-0.29	-0.31	0.095	-0.03	-0.17	-0.22	-0.31	-0.42	-0.2	-0.25	-0.36	-0.25	-0.21	-0.48	-0.13	-0.33	0.235	-0.09	-0.18	0.166	-0.12	-0.46	-0.38	-0.19	0.321	0.107	-0.33	-0.19	-0.33	-0.29	
AVOAO	-0.03	-0.22	-0.21	-0.23	-0.15	-0.11	-0.21	-0.11	-0.21	-0.07	-0.16	-0.27	-0.11	0.016	-0.15	0.237	0.118	0.083	0.141	0.224	-0.01	0.067	-0.02	-0.19	-0.18	-0.31	-0.2	0.107	-0.22	-0.19	-0.22	-0.36	-0.14	
AVOAE	0.123	-0.04	-0.14	-0.13	-0.1	0.005	-0.07	-0.13	-0.18	-0.04	-0.12	-0.2	-0.12	0.023	-0.13	0.124	-0.12	0.002	-0.01	0.274	0.017	-0.04	0.054	-0.22	-0.17	-0.28	-0.17	0.218	-0.03	-0.2	-0.16	-0.34	-0.08	
AVOST	0.284	-0.16	-0.13	-0.16	-0.21	0.049	0.055	-0.17	-0.25	-0.15	-0.2	-0.12	-0.12	-0.11	-0.26	-0.14	-0.31	-0.19	-0.23	0.047	-0.07	-0.15	0.131	-0.29	-0.28	-0.24	-0.14	0.256	0.031	-0.29	-0.19	-0.12	-0.2	
APICH	0.294	-0.23	-0.13	-0.1	-0.16	0.059	-0.11	-0.08	-0.1	-0.04	-0.14	-0.16	-0.1	-0.1	0.008	-0.08	-0.14	0.06	-0.11	-0.07	-0.01	0.026	0.121	0.159	0.095	-0.1	-0.13	-0.04	-0.04	-0.03	-0.01	-0	-0.18	
APIAR	0.256	-0.37	-0.18	-0.21	-0.19	-0.01	-0.11	-0.1	-0.21	-0.23	-0.12	-0.25	-0.1	-0.09	-0.19	-0.06	-0.09	-0.01	0.101	0.018	-0.06	0.138	-0.09	0.135	0.027	-0.17	-0.04	0.027	-0.02	-0.07	-0.07	0.102	-0.03	
APIAY	-0.31	0.13	-0.07	-0.02	-0.02	-0.09	-0.09	-0.13	-0.09	0.119	0.125	0.045	0.112	0.069	0.009	0.093	0.058	-0.1	0.106	-0.15	-0.14	0.02	-0.06	-0.14	-0.01	-0.23	-0.34	-0.3	-0.26	0.032	-0.23	-0.06	-0.03	
APICC	0.237	-0.12	-0.17	-0	-0.2	0.113	-0.07	0.001	-0	-0.1	-0.19	-0.17	-0.14	0.016	-0.12	-0.1	-0.14	-0.07	-0.21	0.239	0.102	-0.1	0.09	-0.16	0.013	-0.05	0.137	0.19	0.08	-0.12	-0.07	-0.01	-0.09	
APICT	-0.05	-0.08	-0.1	-0.17	-0.23	-0.02	-0.08	0.085	-0.05	-0.06	-0.14	-0.04	-0.03	-0.06	-0.01	-0.11	-0.05	-0.02	-0.12	0.301	-0.04	-0.01	0.057	0.061	-0.02	-0.09	0.1	0.231	0.09	-0.04	0.003	0.081	-0.2	
APIAO	-0.09	-0.24	-0.14	-0.13	-0.33	0.059	-0.37	0.039	-0.18	-0.15	-0.3	-0.2	-0.31	-0.02	-0.23	0.077	0.235	-0.07	0.02	0.376	-0.03	-0.01	-0.03	0.033	0.019	-0.2	-0	0.068	-0.28	-0.12	-0.21	-0.04	-0.33	
APIAE	0.02	-0.06	-0.2	-0.19	-0.24	0.02	-0.14	-0.13	-0.15	-0.06	-0.19	-0.14	-0.1	-0.02	-0.12	0.012	-0.03	0.053	-0.02	0.48	-0.12	-0.02	-0.11	0.097	0.025	-0.3	-0.12	0.048	0.022	-0.04	-0.17	-0.06	-0.15	
APIST	0.252	-0.28	-0.09	-0.17	-0.29	0.05	-0.06	-0.12	-0.18	-0.22	-0.3	-0.05	-0.14	-0.18	-0.29	-0.14	-0.24	-0.08	-0.24	0.195	-0.05	-0.04	0.027	-0.02	-0.09	-0.16	0.041	0.182	0.091	-0.23	-0.11	0.035	-0.15	
APECH	-0.67	-0.36	0.308	0.667	0.308	0.205	0.103	0.41	0.872	0.564	0.308	0.667	0.308	0.205	0.564	0.359	0.051	0.872	0.308	-0.31	0.564	-0.05	0.564	-0.36	0.667	0.667	0.051	0.051	0.872	0.667	-0.46	0.667		
APEAY	-0.14	0.063	0.05	0.111	0.177	-0.18	-0.02	0.158	-0.02	0.215	0.291	0.17	0.344	0.313	0.094	0.05	-0.1	0.126	-0.16	0.056	0.26	-0.08	-0.06	0.073	-0.08	0.104	-0.25	-0.19	0.077	-0.04	0.157	0.109		
APEAR	NA	NA																																
APECC	-0.24	0.19	0.159	0.182	0.108	-0.06	0.112	0.212	0.172	0.331	0.217	0.279	0.36	0.299	0.27	0.054	0.1	0.076	-0.06	-0.07	0.072	-0.03	0.039	-0.2	0.167	0.1	0.265	-0.13	-0.01	0.014	-0.01	0.168	0.063	
APECT	-0.2	0.065	0.054	0.09	0.016	-0.03	0.137	0.308	0.056	0.237	0.131	0.221	0.289	0.244	0.184	0.047	0.106	0.026	-0.06	0.115	0.112	-0.01	0.044	-0.16	0.121	0.093	0.324	0.141	0.1	0.011	0.044	0.162	-0.01	
APEAO	-0.24	0.229	0.186	0.261	0.191	0.246	0.029	0.405	0.216	0.268	0.057	0.317	0.246	0.221	0.262	0.153	0.271	-0.14	-0.05	0.238	0.16	0.043	0.065	-0.24	0.027	-0.07	0.097	-0.09	-0.22	0.101	-0.04	-0.04	-0.03	
APEAE	-0.23	0.226	-0.12	-0.15	-0.02	-0.13	0.247	0.06	-0.13	0.105	0.042	0.096	0.323	0.122	0.087	0.047	0.021	0.255	-0.04	0.063	-0.11	0.04	-0.1	0.043	0.037	-0.15	0.073	-0.11	0.166	0.087	-0.1	0.114	-0.03	
APEST	0.1	-0	-0.06	-0.08	-0.08	0.015	0.097	0.049	-0.11	-0.02	-0.06	-0.02	0.057	0.023	-0.15	-0.05	-0.16	-0.02	-0.08	0.045	-0.07	0.023	0.066	-0.03	-0.04	-0.02	0.144	0.168	0.157	-0.06	0.034	0.16	-0.09	
AARCC	0.261	-0.06	0.322	0.059	-0.06	0.281	0.24	0.068	0.077	-0.24	-0.29	-0.08	-0.07	-0.29	-0.1	-0.13	-0.2	0.221	-0.15	0.201	0.014	-0.2	0.179	-0.02	0.087	0.009	0.059	0.205	0.228	-0.13	0.118	0.157	-0.05	
AAOCC	-0.05	0.378	0.026	0.406	0.225	-0.03	0.26	0.119	0.326	0.259	0.203	0.138	0.268	0.284	0.262	0.015	-0.01	0.098	-0.09	-0.24	0.265	-0.03	-0.09	-0.12	0.209	0.176	0.277	-0.19	0.155	0.221	0.066	0.038	0.328	
AAOAE	0.069	0.369	-0.07	0.106	0.17	-0.19	0.219	-0.11	0.021	0.162	0.238	0.164	0.323	0.128	0.107	-0.03	-0.22	0.154	-0.02	-0.04	0.069	0.11	-0.05	0.082	0.157	0.057	0.014	-0.11	0.316	0.25	0.088	0.035	0.26	
AAOCT	-0.06	0.231	-0.02	0.169	0.211	-0.1	0.355	0.233	0.208	0.205	0.185	0.166	0.35	0.225	0.338	-0.07	0.018	0.185	-0.06	-0.29	0.117	0.055	-0.24	-0.01	0.16	0.209	0.342	-0.04	0.337	0.244	0.221	0.116	0.247	
ACTCC	0.087	0.147	-0.04	0.089	-0.05	0.139	-0.14	-0.27	0.031	0.164	0.121	0.103	-0.11	-0.08	0.108	0.168	-0.15	-0.14	0.147	0.24	0.03	0.002	0.358	-0.12	-0.21	-0.01	-0.34	-0.1	-0.15	-0.05	-0.13	-0.11	-0.05	
ACCAY	-0.09	-0.07	-0.11	-0.01	-0.03	-0.07	-0.22	-0.12	-0.14	-0.05	0.015	-0.05	0	0.112	-0.02	0.139	0.083	-0.08	0.128	0.031	-0.09	0.194	-0.16	0.027	-0.1	-0.21	-0.09	-0.22	-0.25	0.002	-0.1	-0.16	0.05	

Los coeficientes de correlación en estas tablas con valores por encima de 0.30, en valor absoluto, son estadísticamente significativos.