

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

Estudio de las relaciones y disposición espacial del  
conducto auditivo interno y de sus elementos anatómicos

Dr. Luciano Martín Esborrat  
Cátedra “C” de Anatomía

2006

# Introducción

El conocimiento de la disposición espacial del conducto auditivo interno, de sus relaciones y de los elementos anatómicos que discurren dentro del mismo adquiere especial importancia en el tratamiento quirúrgico de las patologías de aquel, concretamente de los tumores del VIII par craneal, generalmente schwannomas originados en la porción vestibular de dicho nervio, que si bien son poco frecuentes representan aproximadamente el 8% de los tumores endocraneales. Con mucha menor frecuencia, se requiere abordar quirúrgicamente el VIII par para tratar ciertos vértigos de origen otológico que no ceden con medidas conservadoras, procediéndose en estos casos a la sección de su componente vestibular (neurectomía vestibular) (1,2,3).

El conducto auditivo interno puede ser abordado quirúrgicamente por 3 vías distintas: translaberíntica, retrosigmoidea, y por fosa craneal media, cada una de las cuales presenta indicaciones precisas. En líneas generales y sintetizando podemos decir que para el caso de pacientes con schwannomas del VIII par, aquellos tumores de más de 2,5 cm, donde la audición está muy comprometida, la vía translaberíntica es la de elección; mientras que los tumores menores de 2,5 cm con buena audición son candidatos para el abordaje por las 2 restantes vías (1,2,4,5).

Para el caso de la neurectomía vestibular, esta puede ser realizada por vía retrosigmoidea, abordando el VIII par justo al salir del conducto auditivo interno, o bien abordando el conducto por fosa craneal media. Estos 2 procedimientos se realizan solo para tratar quirúrgicamente aquellos pacientes con vértigo con buena audición (1,4).

Por lo anteriormente expuesto, podemos afirmar que los abordajes quirúrgicos del conducto auditivo interno por las vías retrosigmoidea y por fosa craneal media son de elección cuando se intenta conservar el resto auditivo del paciente, ya que no implican la ablación del bloque laberíntico, como se hace en un abordaje por vía translaberíntica, y además porque permiten actuar selectivamente sobre la porción vestibular del VIII par craneal, conservando la porción coclear (1,2,4).

La vía retrosigmoidea es la más difundida en casi todo el mundo y cuenta con la ventaja de ofrecer mayor seguridad con respecto al nervio facial, pero dificulta notablemente la visualización del fondo del conducto auditivo interno, pudiendo entonces dificultar la resección de porciones de un tumor en ese sector; así como también impedir la individualización de las porciones coclear y vestibular del VIII par a la hora de intentar hacer una sección quirúrgica de esta última para tratar un vértigo. Esto último es debido a que ambas porciones se unen a una distancia variable a lo largo del nervio (1,6).

La vía de la fosa craneal media está mucho menos difundida entre los otoneurocirujanos, a excepción de 2 grandes centros de referencia a nivel mundial: El House Ear Institute en Los Angeles, USA; y el Centro de Otolología García-Ibáñez en Barcelona, España. Esta última vía es la única que permite visualizar el fondo del conducto auditivo interno, y si bien conlleva un cierto riesgo de lesión del nervio facial, en manos experimentadas suele ser muy segura. Para la ejecución de esta técnica quirúrgica se requiere un profundo conocimiento anatómico del hueso temporal, así como de las estructuras de la fosa craneal media que constituyen reparos anatómicos para hallar el conducto auditivo interno desde aquella (1,2,6).

La relación de estos últimos reparos anatómicos con el conducto auditivo interno, la disposición espacial del conducto y de sus elementos anatómicos han sido objeto de varios

estudios, no obstante, revisando la literatura específica nacional e internacional se constata la escasez de datos concretos con respecto a 2 puntos principales: las relaciones anatómicas de la pared posterior del conducto auditivo interno con el vestíbulo, y las distintas formas de división del VIII par dentro del conducto y a lo largo del mismo. Dado que estos 2 últimos factores son esenciales para comprender el fundamento del abordaje del conducto por fosa craneal media y dada la escasa práctica de esta técnica quirúrgica en nuestro medio, es necesario efectuar un detallado estudio anatómico de los mismos.

## Anatomía del conducto auditivo interno

El conducto auditivo interno (CAI) es un conducto óseo que nace en la parte anterior de la fosa craneal posterior y corre luego hacia fuera por el espesor del peñasco, atravesándolo transversalmente.

**Origen:** nace en la cara posterosuperior del peñasco por un orificio circular llamado poro acústico. Este mide aproximadamente 4 a 6 mm de diámetro. Testut describe un reborde saliente que limita superiormente este orificio y lo llama eminencia supraauditiva (7).

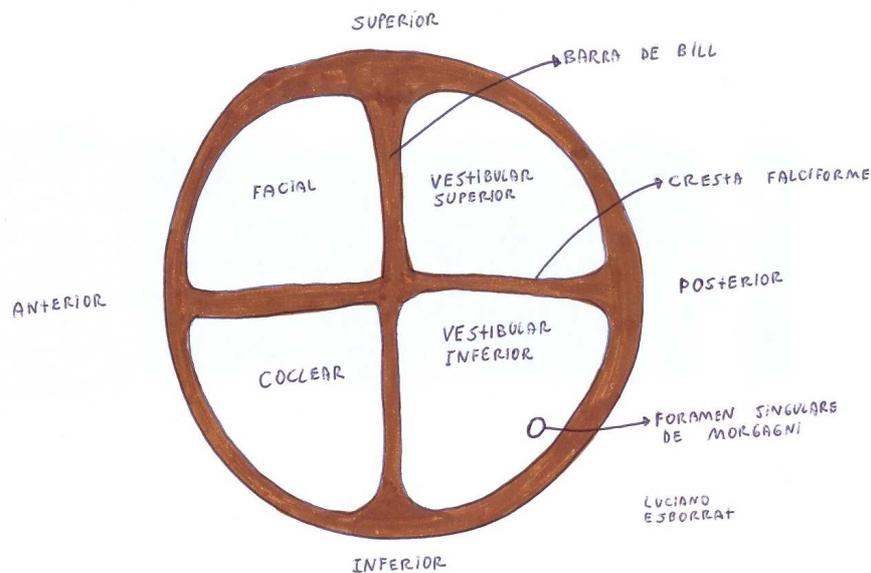


*Poro acústico sobre la cara posterosuperior del peñasco en un temporal izquierdo*

**Medidas:** mide 6 a 10 mm de longitud (7,8,9,10,11,12,13,14). Con respecto a su diámetro este es de 4 a 6 mm. En un estudio de 121 pares de huesos temporales, Papangelou ha encontrado una variación importante, reportando entre 2 y 7 mm para su diámetro vertical (con una media de 4,6 mm) y 3 a 7 mm para su diámetro horizontal (con una media de 4,5 mm)(15).

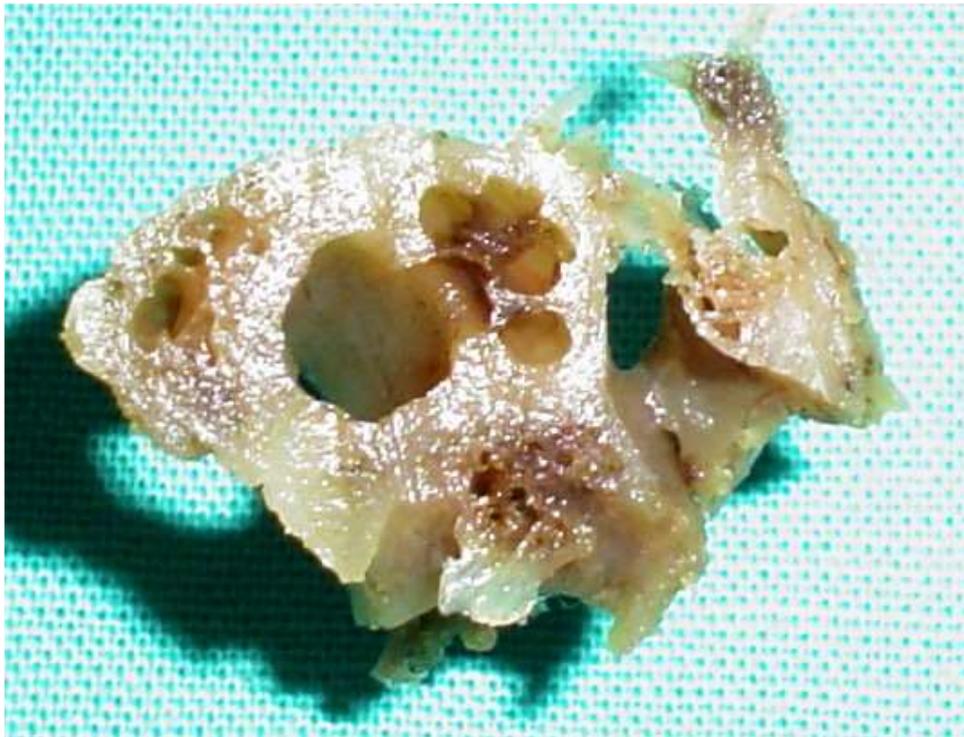
**Dirección:** se dirige horizontalmente de adentro hacia fuera y adelante atrás.

**Terminación:** el CAI termina lateralmente en un fondo de saco llamado fundus. Este sitio presenta 2 crestas que se cruzan perpendicularmente en su parte media y así determinan 4 fositas. La cresta horizontal es muy marcada y se denomina cresta falciforme, mientras que la vertical es mucho más marcada por arriba, donde recibe el nombre de barra de Bill, que por debajo. La fosita anterosuperior está ocupada por el orificio del acueducto de Falopio, por donde pasan el nervio facial y el intermediario de Wrisberg. La fosita anteroinferior está llena de pequeños orificios que dan paso a los filetes del nervio coclear. La fositas posterosuperior y posteroinferior también poseen múltiples orificios para el paso de los filetes de los nervios vestibular superior y vestibular inferior respectivamente. Entre el fundus y la pared posterior del CAI se encuentra además un orificio que comunica con un conductillo óseo para el paso del nervio que proviene de la ampolla del conducto semicircular posterior. Es el foramen singulare de Morgagni.





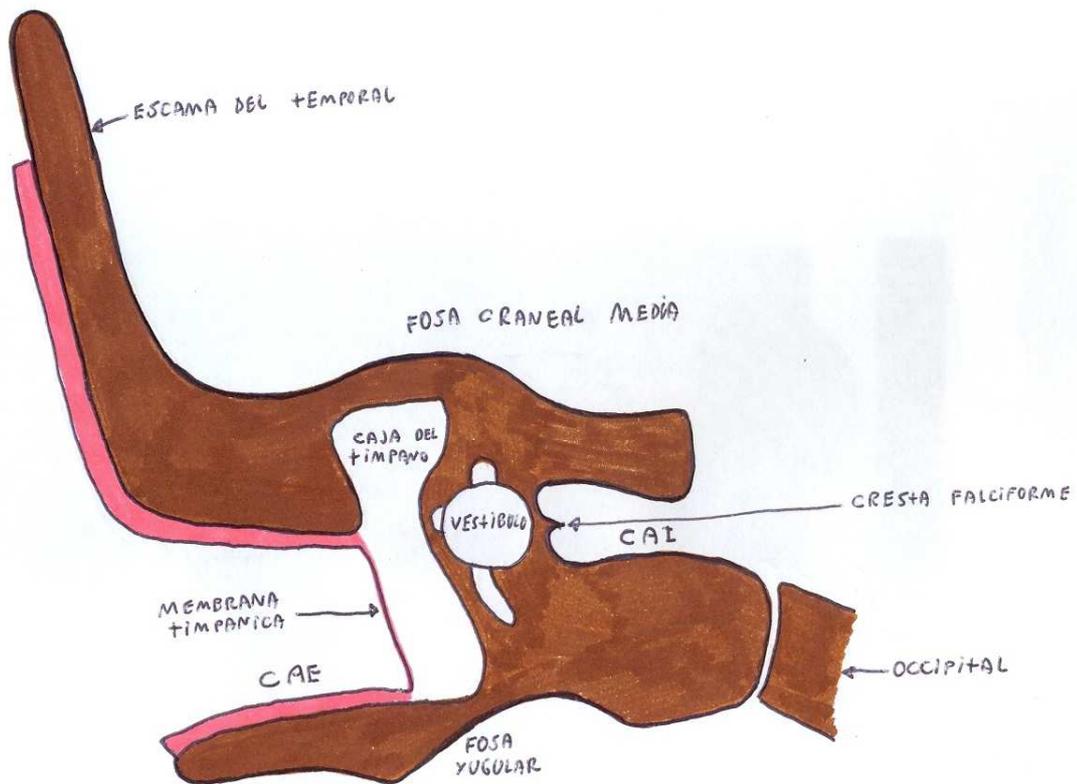
*Esquema y fotografía del fundus del CAI*



*Corte del peñasco perpendicular a su eje mayor que pasa por el segmento anterior del fundus del CAI. Puede verse la fosita coclear y la cóclea.*

**Relaciones:** las relaciones anatómicas del CAI son complejas pero pueden entenderse fácilmente en cortes axiales y coronales del hueso temporal, tanto en piezas anatómicas como en tomografías computadas.

En el siguiente esquema se aprecian claramente las relaciones superior e inferior. Hacia arriba encontramos la fosa craneal media, ocupada por las meninges y el lóbulo temporal. Hacia abajo, una capa de hueso lo separa de la fosa yugular, ocupada por los elementos anatómicos que atraviesan el agujero rasgado posterior. Las mismas relaciones se ven en el corte de una pieza anatómica y en una tomografía computada.

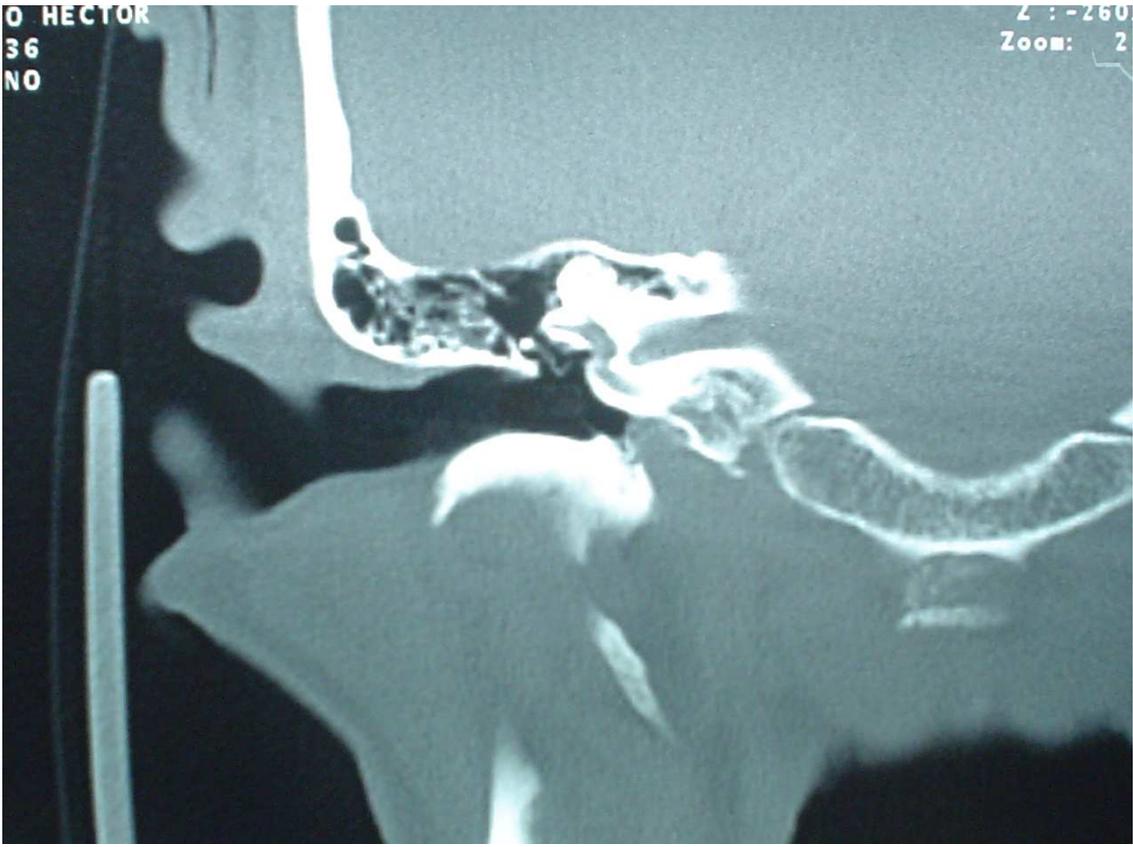


LUCIANO  
ESBORRAT

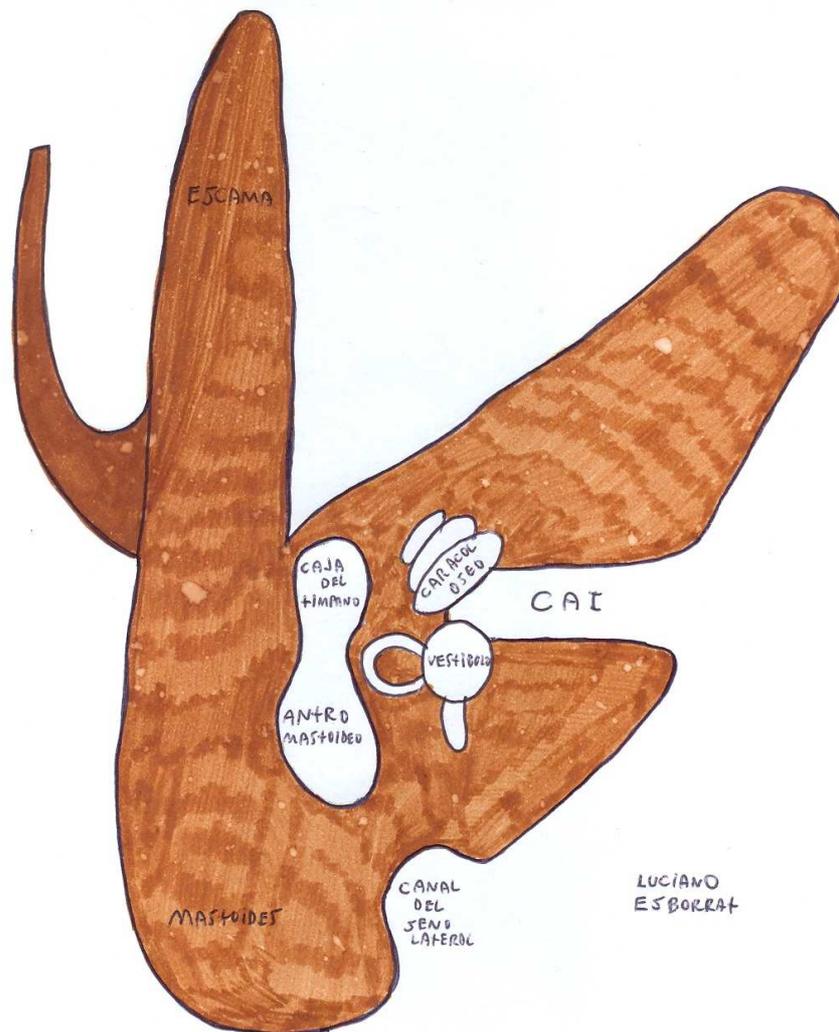


O HECTOR  
36  
NO

Z : -260  
Zoom: 2



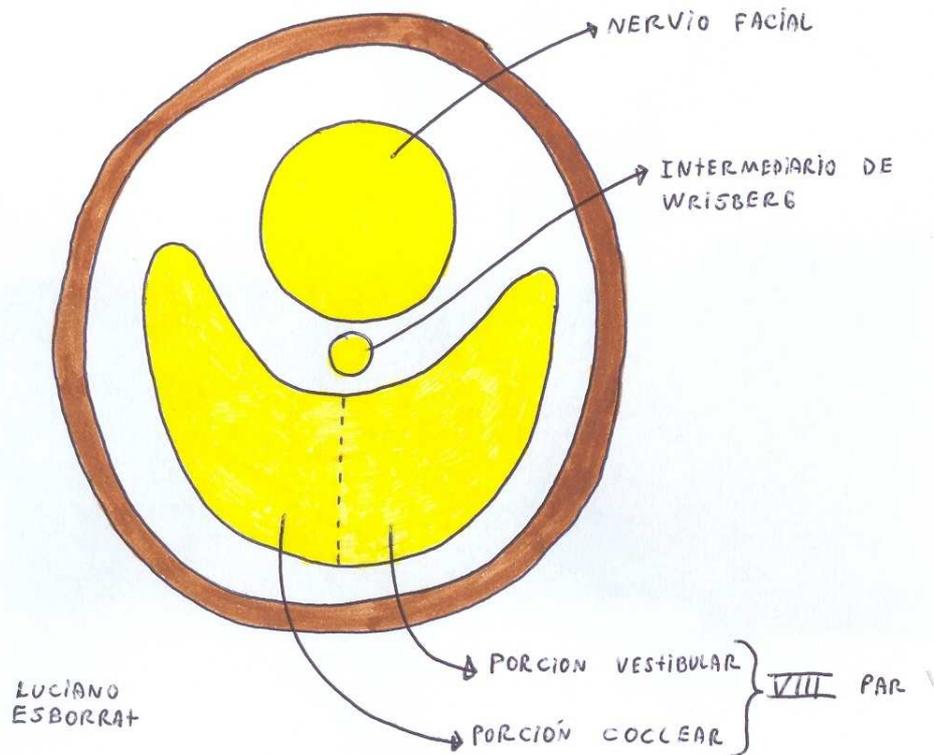
En el siguiente esquema se aprecian las relaciones anterior y posterior. Por delante una zona de hueso esponjoso lo separa del conducto carotídeo, mientras que por detrás una capa de hueso pertoso muy denso lo separa de la fosa craneal posterior. Obsérvese que el CAI se encuentra en su extremo lateral enclavado a modo de cuña entre el vestíbulo óseo y la cóclea. Las mismas relaciones se ven en el corte de una pieza anatómica y en una tomografía computada. Esta última es particularmente útil para apreciar las diferentes densidades óseas.







**Contenido:** el CAI da paso al nervio facial, al intermediario de Wrisberg, al VIII par, y a los vasos auditivos internos. Cuando estas estructuras ingresan (o salen) del poro acústico se disponen del modo que se ilustra en el siguiente esquema.



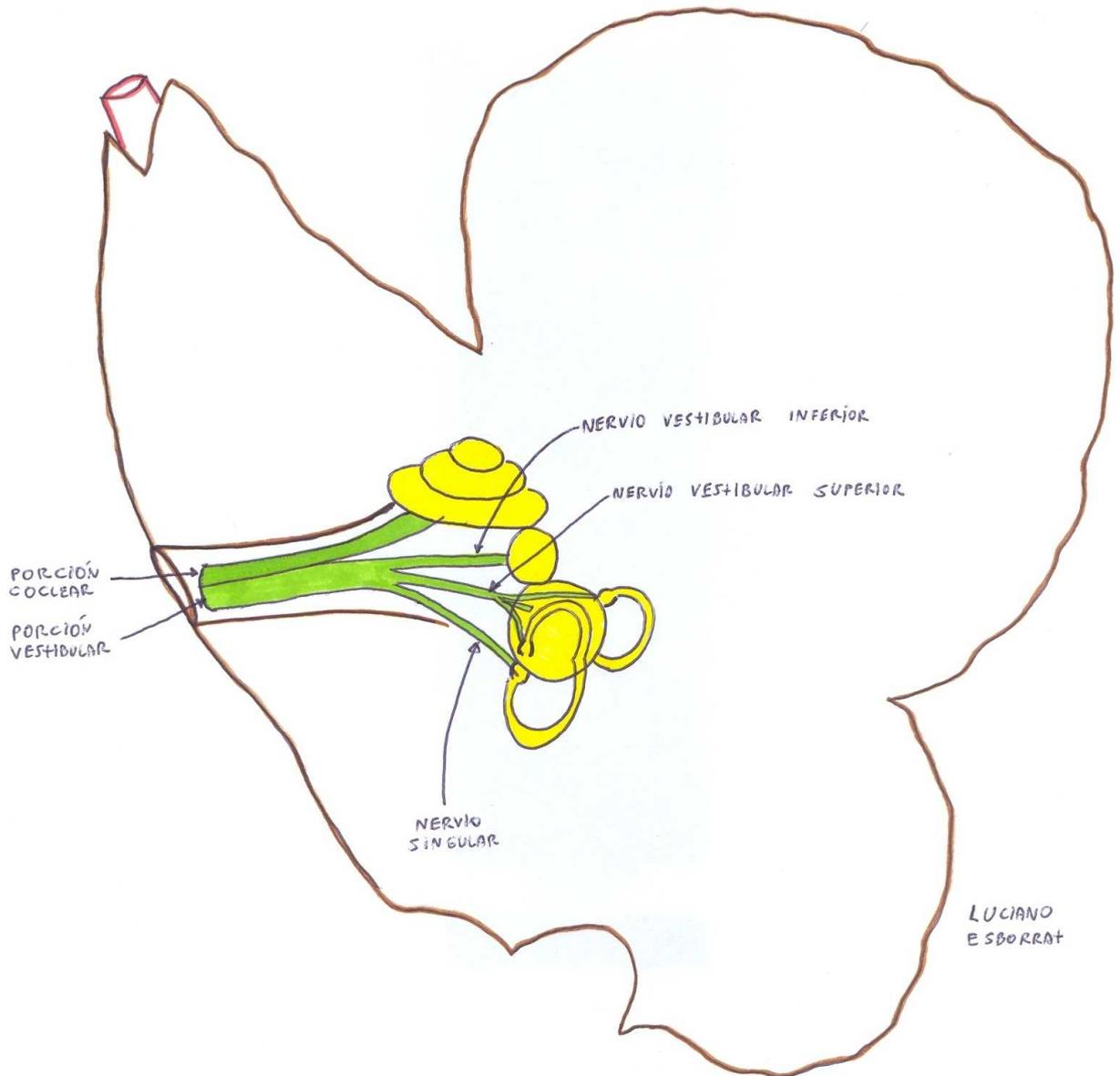
El facial corre superiormente, mientras que el VIII par lo hace por debajo, adoptando forma de canal para recibirlo. Entre ambos camina el intermediario de Wrisberg, justificando en parte su denominación. Al llegar al fundus, el facial se dirige hacia la fosita anterosuperior, mientras que las ramas de VIII par se dirigen hacia las fositas ya mencionadas. Obsérvese que a lo largo del CAI, estos nervios tienden a rotar 90° siguiendo el eje longitudinal del aquel. Cada uno de estos nervios tiene una vaina propia de piamadre, mientras que la aracnoides forma una vaina común. La duramadre forma un manguito fuertemente adherido al periostio (7).

A medida que nos acercamos al fundus del CAI, las ramas del VIII par se separan del siguiente modo:

- Las ramas que salen de la cóclea se ubican en posición anteroinferior, formando el nervio coclear.
- Las ramas que salen de la mácula del utrículo, y de las ampollas de los conductos semicirculares superior y externo se ubican en posición posterosuperior, formando el nervio vestibular superior.
- Las ramas que salen de la mácula de sáculo se ubican en posición posteroinferior, formando el nervio vestibular inferior.
- Las ramas que salen de la ampolla del conducto semicircular posterior forman el nervio singular, que se ubica bien posteriormente en el CAI.

El punto en el cual se reúnen las ramas del VIII par al abandonar el laberinto es muy variable, no encontrándose en la literatura datos estadísticos.

El siguiente esquema ilustra el modo de formación del tronco del VIII par:



La siguiente fotografía muestra los troncos nerviosos que forman el VIII par, expuestos al fresa el techo del CAI en la fosa craneal media.



#### *Referencias*

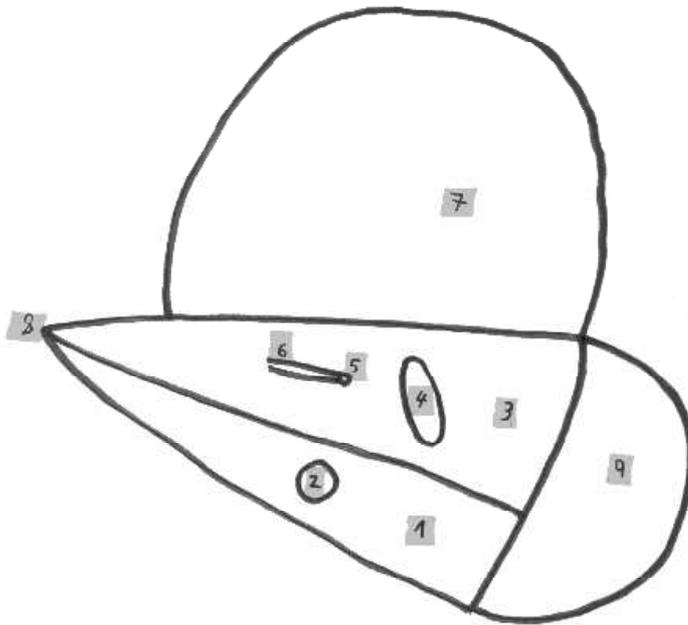
- 1) *Cóclea*
- 2) *Nervio facial*
- 3) *Nervio coclear*
- 4) *Nervio vestibular superior*
- 5) *Nervio vestibular inferior*

En el trayecto de la porción vestibular del VIII par se encuentra el ganglio de Scarpa.

La arteria auditiva interna puede ser rama del tronco basilar, de la arteria vertebral, o de la cerebelosa anteroinferior. Penetra en el CAI por el poro acústico y se dirige hacia el laberinto, donde se distribuye. Ocasionalmente la arteria cerebelosa anteroinferior puede formar un bucle de variada longitud que penetra por el poro acústico y recorre parte del CAI. Rhoton ha observado este bucle arterial penetrando en el CAI en 22 al 32 % de los casos (16).

## Bases anatómicas del abordaje del CAI por fosa craneal media

A nivel de la fosa craneal media, los principales elementos anatómicos que hallamos por debajo de la duramadre son, de adelante atrás, la fosita del ganglio de Gasser, los nervios petrosos superficiales, y la eminencia arcuata (que corresponde según los clásicos al conducto semicircular superior). Los 2 últimos afectan relaciones bastante constantes con el CAI, y constituyen los únicos reparos anatómicos para hallarlo desde la fosa craneal media.

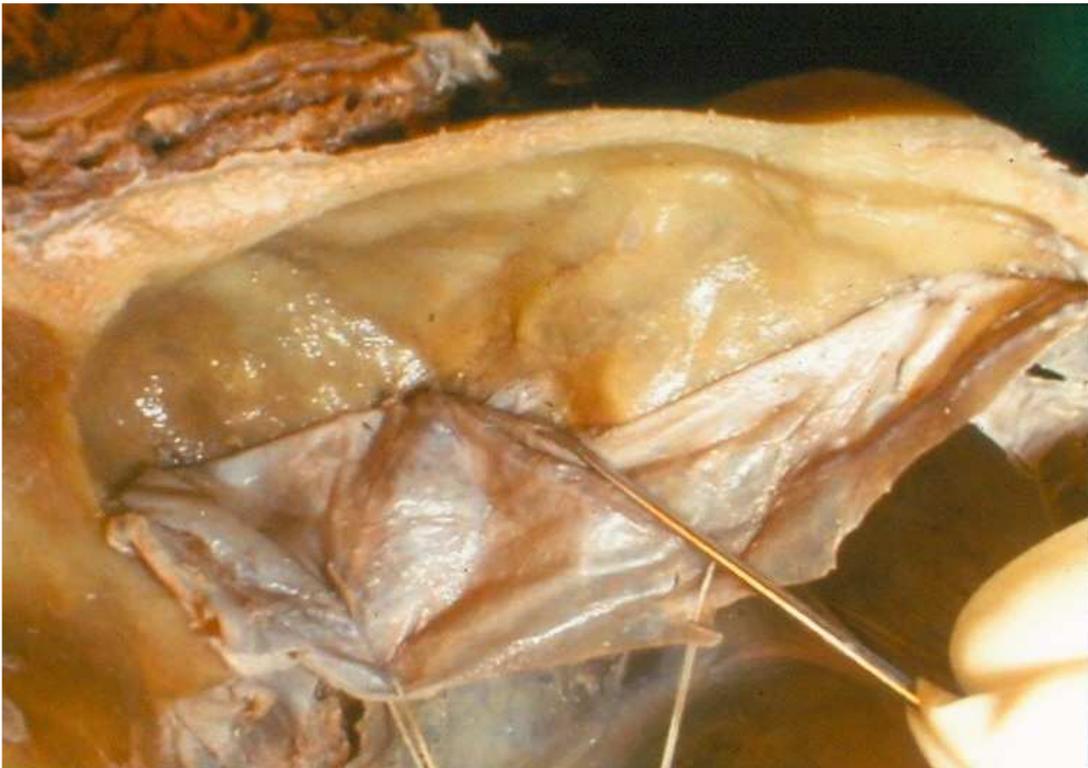


*Esquema de la vista interna de un hueso temporal derecho*

- 1) *Cara posterosuperior del peñasco*
- 2) *Conducto auditivo interno*
- 3) *Cara anterosuperior del peñasco*
- 4) *Eminencia arcuata*
- 5) *Ganglio geniculado*
- 6) *Nervio petroso superficial mayor*
- 7) *Escama del temporal (cara interna)*
- 8) *Ápex petroso*
- 9) *Mastoides (cara interna)*

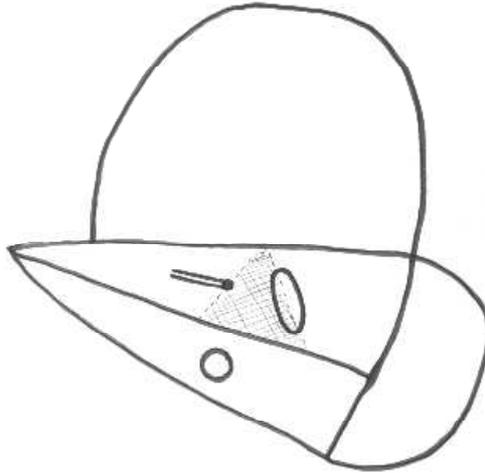


*Fosa craneal media cubierta por duramadre.*

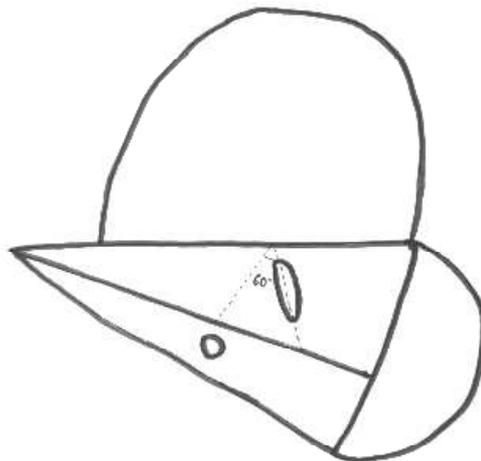


*Al decolar la duramadre se observan los nervios petrosos y la eminencia arcuata*

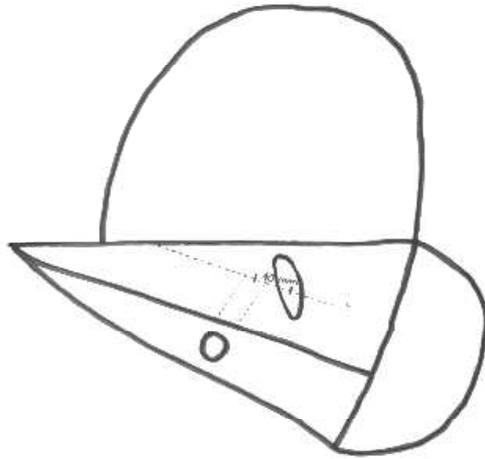
Estas relaciones han sido expresadas de distinta forma por diversos autores. Prades ha descrito su triángulo mudo, el cual está comprendido entre el borde superior del peñasco, la eminencia arcuata, y el ganglio geniculado. El CAI se encontraría precisamente en dicho triángulo. (17,18)



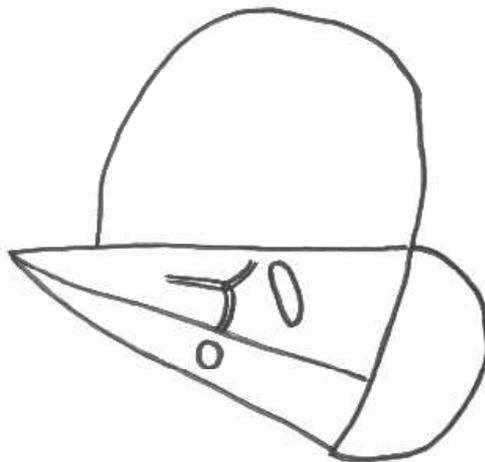
Fisch ha observado que el CAI se encuentra formando un ángulo de  $60^\circ$  con el conducto semicircular superior, siendo respectivamente los brazos anterior y posterior de dicho ángulo. Este autor también ha advertido que la relación entre eminencia arcuata y conducto semicircular superior puede ser variable, por lo tanto sugiere comenzar a fresar un poco más atrás de la eminencia arcuata y siempre en sentido postero-anterior. Lo ideal sería poder identificar la línea azul que indica la luz del conducto, lo cual se asocia con altísimo riesgo de cofosis por apertura accidental de la luz o por el trauma sonoro causado con la fresa (14,18,19).



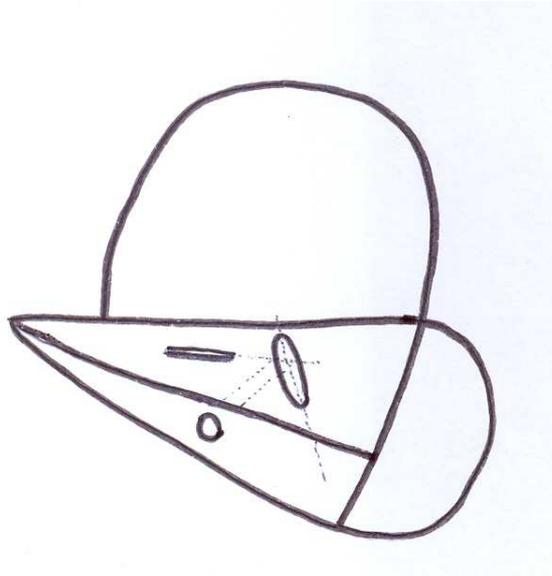
Portman y Cohadon refieren que el CAI se encuentra a 10 mm. (+/- 2 mm.) por delante de la eminencia arcuata, a lo largo de una línea paralela al borde superior del peñasco, pero que pase por el ápex del conducto semicircular superior.



House y Glascock buscan el nervio petroso superficial mayor a su salida del foramen de Falopio, llegando luego al ganglio geniculado, al facial, y finalmente al CAI. Esta técnica implica obviamente la exposición de la porción laberíntica del facial y por lo tanto conlleva el riesgo de lesionarla.



García-Ibañez establece como referencias topográficas iniciales el nervio petroso y la eminencia arcuata. Al trazar 2 líneas que sigan el eje longitudinal de aquellas estructuras se forma un ángulo de 120°, en cuya bisectriz se halla el CAI



Pialoux, Freyss, y cols. en 1972 han observado que la dirección del CAI coincide con la del CAE, por lo tanto el eje que atraviesa longitudinalmente el CAE pasa por la parte central del CAI. Estos autores también observaron que la parte más medial del laberinto jamás se encuentra medialmente con respecto a un plano ubicado a 28 mm de la cara interna de la escama del temporal. También midieron el espesor del techo del CAI, es decir de la lámina ósea que lo separa del piso de la fosa craneal media, obteniendo un rango de 3,5 a 7 mm, con un promedio de 5mm (20).

En resumen, existen distintos métodos para localizar el CAI debajo de la capa de hueso que lo separa de la fosa craneal media, basados en los distintos elementos anatómicos presentes. Cada uno de estos métodos tiene ventajas y desventajas (21,22). Recientemente un grupo de investigadores coreanos ha descrito un nuevo método para localizar el CAI basado en referencias internas y externas. Estos autores se basan en la raíz de la apófisis zigomática, el agujero redondo menor y el agujero oval (23).

La vía de la fosa craneal media es la única que permite llegar al fundus del CAI y es la mejor elección en el caso de tumores que alcanzan este sitio (6,24), puesto que una vez retraído el cerebro, decolada la duramadre, y fresado el techo del conducto, nada se interpone entre aquel y el cirujano. Sin embargo los neurinomas del VIII par suelen rechazar el nervio facial hacia arriba, exponiéndolo fácilmente a su lesión al intentar separarlo del tumor. También debe tenerse en cuenta que el extremo lateral del CAI se halla a 0,6 mm de la cóclea por delante, y a 1,5 mm de la ampolla del conducto semicircular superior, que se convierten en sitios potenciales de lesión (25).

## Bases anatómicas del abordaje del CAI por vía retrosigmoidea

En esta técnica se accede a la fosa craneal posterior mediante una craneotomía suboccipital, entre el cerebelo por dentro y el seno lateral por fuera. Luego se fresa sobre la

cara posterosuperior del peñasco a la altura del poro acústico, y se abre el CAI a través de su pared posterior.

Con respecto a esta vía de abordaje del CAI hay que efectuar 2 consideraciones anatómicas importantes:

- 1) Las relaciones anatómicas entre el extremo lateral del CAI con el vestíbulo
- 2) El nivel al cual se reúnen las distintas porciones del VIII par antes de salir por el poro acústico.

En cuanto al primer punto, se ha señalado que el CAI penetra lateralmente como una cuña entre la cóclea por delante y el vestíbulo por detrás, como puede observarse muy bien en un corte axial horizontal del peñasco, tanto en la pieza anatómica como en la tomografía computada. Por lo tanto al fresar la pared posterior del CAI se interpone el vestíbulo antes de que se pueda visualizar el fundus del CAI (14,26). La mayoría de los especialistas coinciden en que no es posible alcanzar el fundus del CAI por esta vía sin lesionar el vestíbulo (1,2,27). Silverstein y cols. han propuesto buscar desde atrás el conducto singular (que da paso al nervio ampular posterior) como referencia anatómica para localizar el vestíbulo y evitar abrirlo (28).

Ekinci y cols. estudiaron 100 oídos normales en tomografías computadas de 50 individuos con un rango de edad entre 15 y 72 años (media: 39 años), y midieron la distancia entre el borde medial de la pared posterior del CAI (borde posterior del poro acústico) y la pared interna del vestíbulo. Obtuvieron una distancia promedio de 9,7 mm. Esta medida corresponde a la distancia que puede fresarse la pared posterior del CAI antes de alcanzar el vestíbulo (29).

En la siguiente fotografía puede verse un hueso temporal en el cual se ha abierto la pared posterior del CAI y se ha penetrado al vestíbulo óseo. Solo así puede alcanzarse desde atrás el fundus.



Con respecto a la segunda cuestión planteada, se dispone de menos información en la literatura. Silverstein y cols. han estudiado extensamente el VIII par al salir del poro acústico, describiendo 4 variantes anatómicas:

- Porción coclear y porción vestibular completamente separadas: 34 % de los casos.
- Porción coclear y porción vestibular separadas por un tabique identificable: 31 % de los casos.
- Porción coclear y porción vestibular separadas por un tabique incompleto: 15 % de los casos.
- Porción coclear y porción vestibular totalmente fusionadas sin identificar ninguna separación entre ellas: 20 % de los casos.

Por lo tanto, estos investigadores concluyen que pueden individualizarse las 2 porciones del nervio al salir del poro acústico en el 80 % de los casos (14).

Megerian y cols. han realizado abordajes del CAI por vía retrosigmoidea, sin fresar la pared posterior, en 36 cadáveres encontrado un plano de clivaje entre las porciones coclear y vestibular del VIII par a la salida del poro acústico en 75 % de los 72 nervios estudiados, y concluyen que puede prescindirse de este fresado en la mayoría de los casos para identificar ambas porciones del nervio(30).

Se conocen muchos trabajos publicados sobre el modo en que se disponen las 2 porciones del nervio **al salir** del poro acústico, pero en cambio, son escasos los estudios anatómicos que se ocupan de la formación del tronco del VIII par **en el interior** del CAI.

## Objetivos

El objetivo del presente trabajo es estudiar la disposición espacial y las relaciones del conducto auditivo interno y sus elementos anatómicos prestando especial atención a los aspectos relevantes para su abordaje quirúrgico por fosa craneal media y por vía retrosigmoidea. Se analizarán sucesivamente:

- 1) CAI: dirección, longitud, calibre y espesor de paredes posterior y superior.
- 2) Eminencia arcuata: orientación, dimensiones y relaciones con el conducto semicircular superior y con el CAI.
- 3) Conducto semicircular superior: orientación y relación con el CAI.
- 4) Segmento laberíntico del acueducto de Falopio: relación con el CAI.
- 5) Cóclea: relación con el CAI.
- 6) Relaciones entre pared posterior del CAI y vestíbulo óseo.
- 7) Nervios petrosos: relación con el CAI.
- 8) Formación del tronco del VIII par antes de salir del poro acústico.

## Material y métodos

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Técnicas Anatómicas de la Cátedra "C" de Anatomía de la Facultad de Ciencias Médicas de la U.N.L.P.

Se utilizaron 72 huesos temporales secos pertenecientes a 36 cráneos adultos de ambos sexos. Este material fue previamente examinado excluyéndose aquellos cráneos que evidenciaban patología localmente. Se extrajeron cuidadosamente los huesos temporales mediante sierras y pinzas. Luego se procedió a la limpieza de los mismos con agua y detergente y posteriormente se trataron con agua oxigenada de 5 volúmenes para aclararlos. En algunos huesos se trabajó mediante fresado con motor colgante de 20000 revoluciones por minuto para exponer las distintas estructuras desde la fosa craneal media. Otros huesos fueron descalcificados mediante pasos sucesivos en ácido nítrico al 5 % (31,32,33). Finalmente, en otros huesos se inyectó a través del conducto auditivo externo una resina acrílica para llenar con la misma el laberinto óseo, y exponer el conducto semicircular superior desde la fosa craneal media previa corrosión del hueso con ácido clorhídrico (34,35).

Los cortes en huesos descalcificados fueron realizados mediante una hoja perfectamente afilada de 22 cms de largo y 0,8 mm de espesor montada en un sistema de guías para evitar imperfecciones del corte. Las mediciones se realizaron con un calibre de precisión. Los ángulos se midieron con un instrumento especialmente construido para ese fin, consistente en 2 varillas de acero de 0,7 mm de diámetro articuladas entre si en uno de sus extremos y montada sobre un transportador.



*Corte axial*



*Corte vertical*

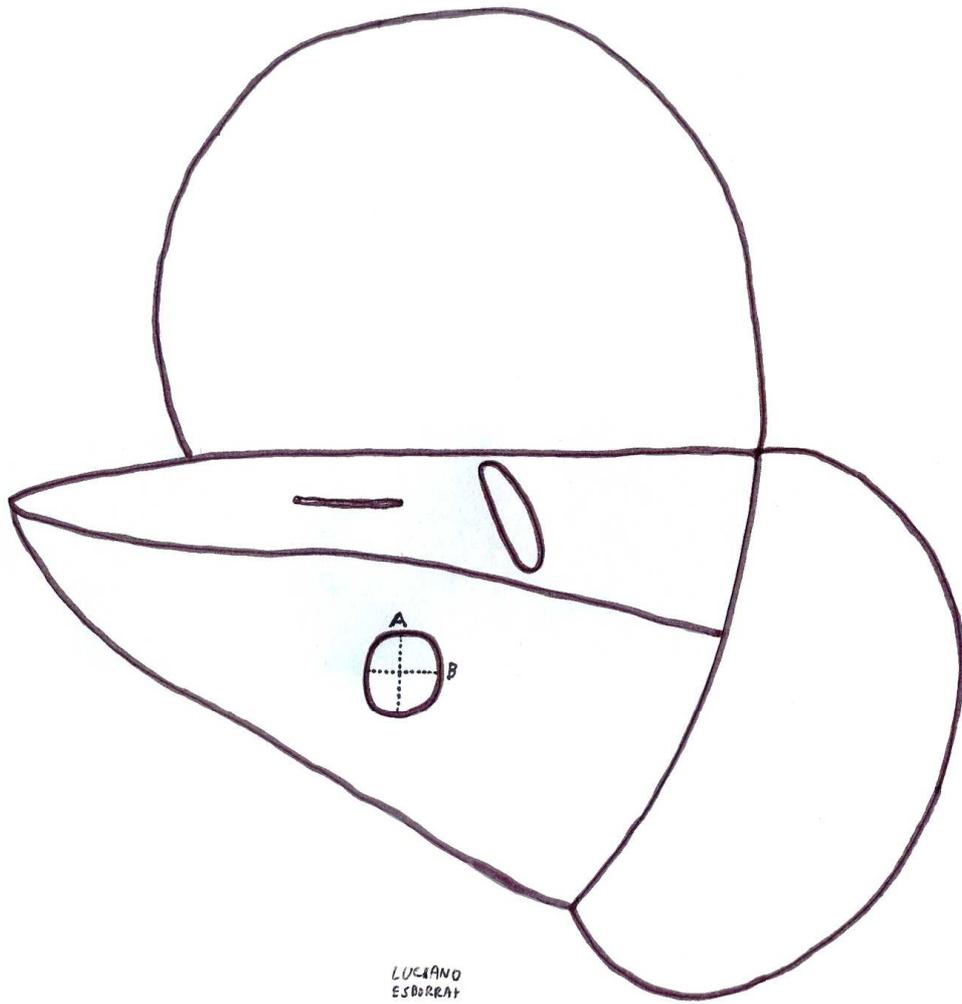
Para el estudio del VIII par dentro del CAI y de los nervios petrosos en la fosa craneal media se utilizaron 24 huesos temporales formolizados al 10% pertenecientes a 12 cráneos adultos de ambos sexos.

Las medidas tomadas fueron volcadas en una planilla de Excel 2003 y posteriormente analizadas estadísticamente.

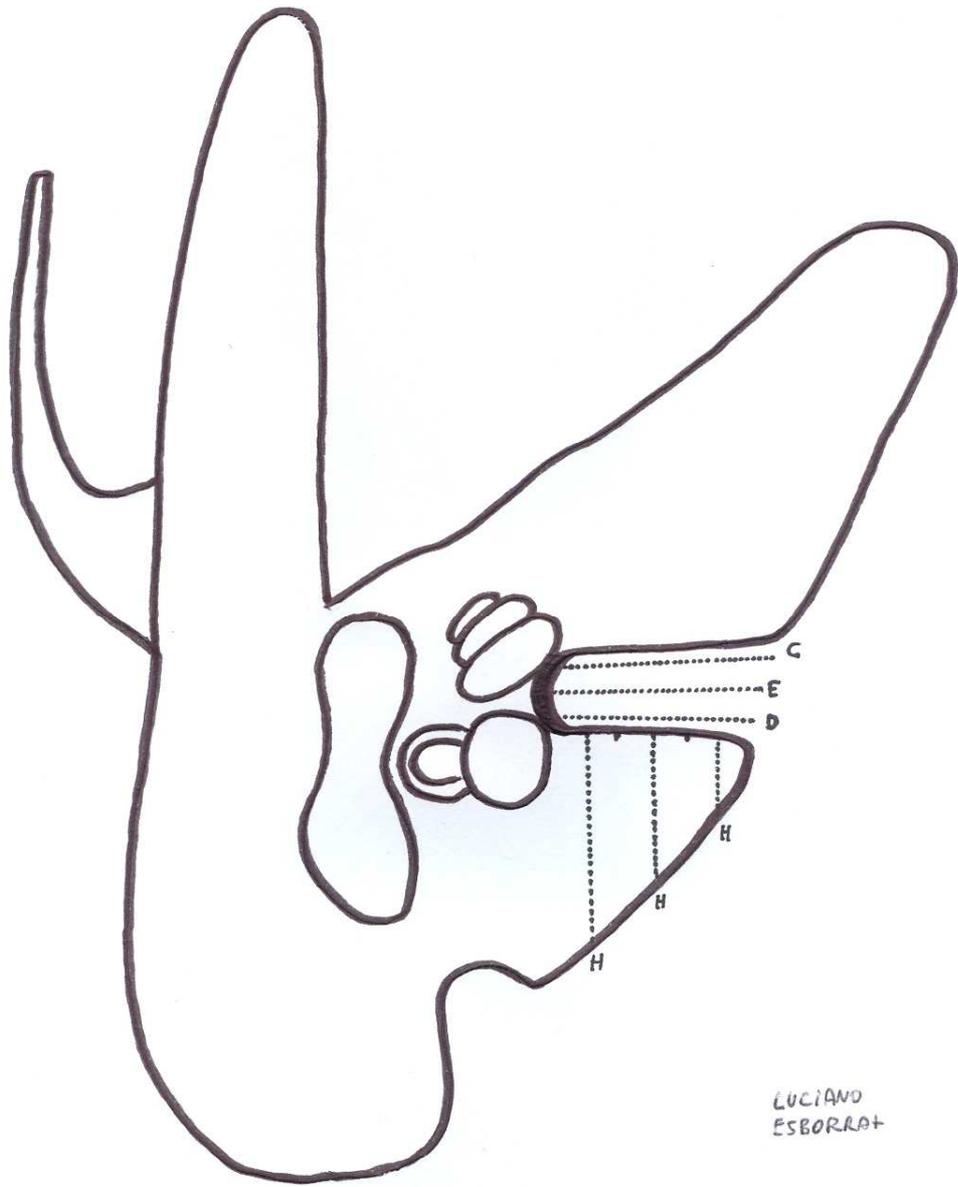
### **Conducto auditivo interno**

Se estudiaron los siguientes parámetros, en 72 huesos secos:

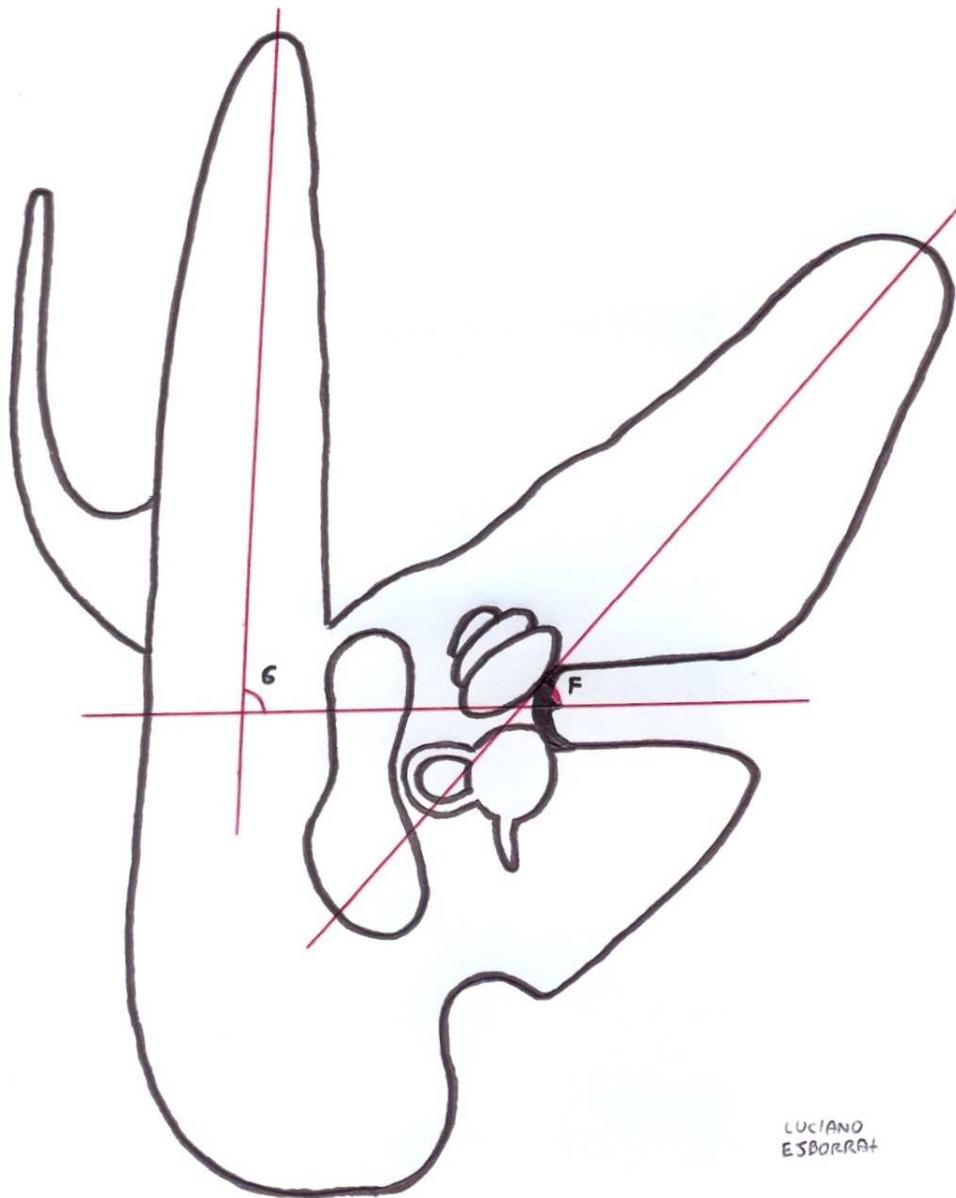
- a) Diámetro vertical
- b) Diámetro horizontal.
- c) Longitud de pared anterior: medida desde el extremo anterior de la cresta falciforme hasta el reborde anterior del poro acústico.
- d) Longitud de pared posterior: medida desde el extremo posterior de la cresta falciforme hasta el reborde posterior del poro acústico.
- e) Longitud media: medida desde el punto medio de la cresta falciforme hasta el punto medio del poro acústico.
- f) Dirección en el plano horizontal con respecto al eje del peñasco: medición del ángulo formado entre las 2 líneas que siguen el eje mayor de dichas estructuras.
- g) Dirección en el plano horizontal con respecto al plano de la escama: medición del ángulo formado entre las 2 líneas que siguen el eje mayor de dichas estructuras.



LUCIANO  
ESBORRAT



LUCIANO  
ESBORRAT

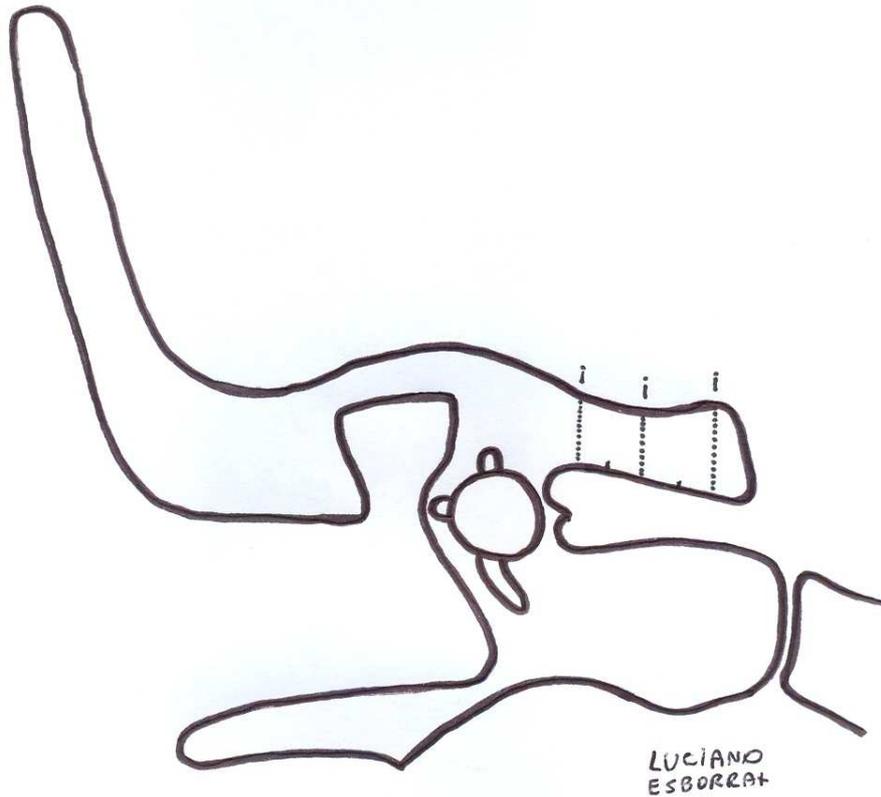


LUCIANO  
ESBORRA+

Con respecto al espesor de las paredes posterior y superior del CAI, fueron estudiados 34 cortes axiales y 34 cortes verticales practicados en huesos descalcificados, siguiendo el eje del CAI. Se registraron las siguientes medidas:

- h) Espesor de pared posterior del CAI, medida en un corte axial que pasa por el eje del CAI, en el punto medio de cada uno de sus tercios (interno, medio y externo), y el promedio entre estas 3 medidas.

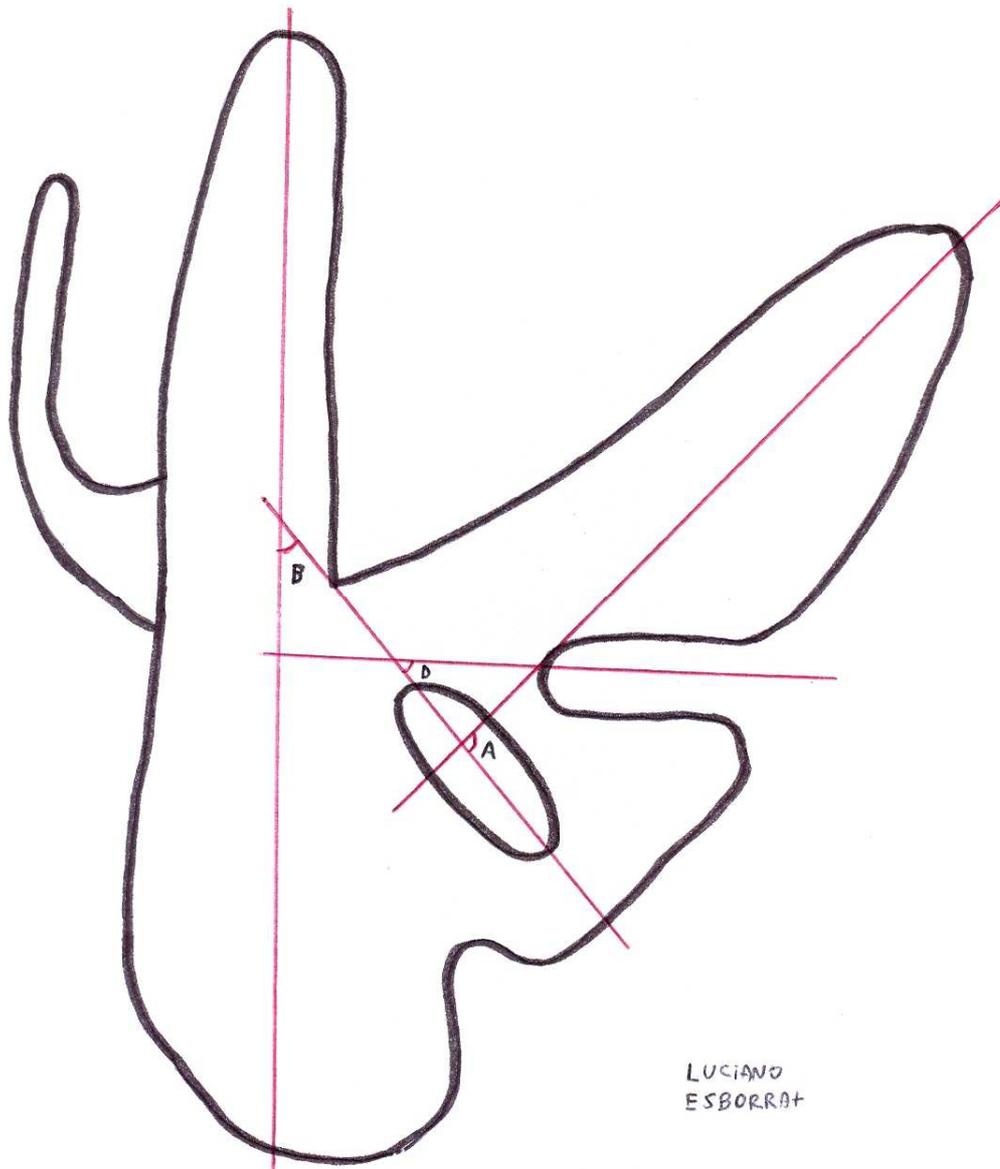
- i) Espesor de pared superior del CAI, medida en un corte vertical que pasa por el eje del CAI, en el punto medio de cada uno de sus tercios (interno, medio y externo), y el promedio entre estas 3 medidas.



### **Eminencia arcuata**

Se estudiaron los siguientes parámetros, en 72 huesos secos:

- a) Orientación con respecto al eje del peñasco: medición del ángulo formado entre las 2 líneas que siguen el eje mayor de dichas estructuras.
- b) Orientación con respecto al plano de la escama: medición del ángulo formado en el plano horizontal entre las 2 líneas que siguen el eje mayor de dichas estructuras.
- c) Dimensiones: ancho, alto y largo.
- d) Relación entre eminencia arcuata y CAI: medición del ángulo formado entre las 2 líneas que siguen el eje mayor de dichas estructuras.

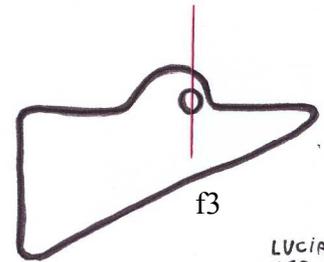
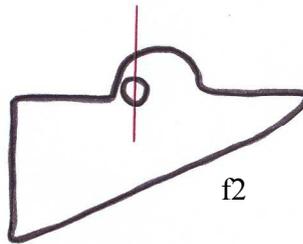
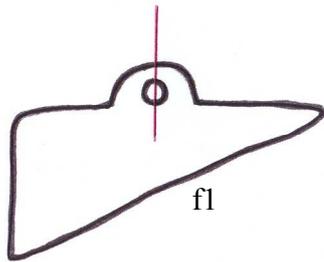
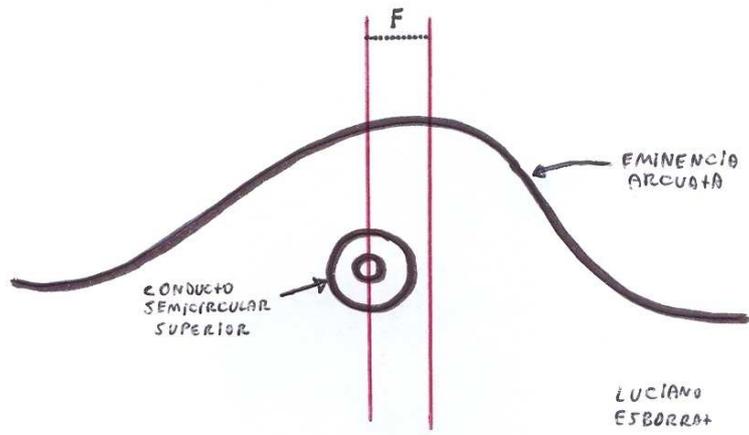


Con respecto a las relaciones entre eminencia arcuata y conducto semicircular superior, estas fueron estudiadas en 34 huesos descalcificados, evaluándose:

- e) Relación entre las 2 líneas que siguen el eje mayor de dichas estructuras, en el plano axial. En este caso fueron también incluidos 4 huesos previamente inyectados con una resina acrílica para visualizar el conducto semicircular superior, y 8 huesos formalizados (total 46 casos). Se trabajó marcando sobre la superficie ósea el contorno de la eminencia arcuata y luego exponiendo el conducto semicircular.
- f) Ubicación del conducto semicircular superior en un corte vertical, perpendicular al eje mayor de la eminencia arcuata, que pasa por el punto más elevado de la misma. El CSCS puede coincidir con la EA (f1), estar desviado hacia la base (f2), o hacia el ápex petroso (f3).



LUCIANO  
ESBORRAT

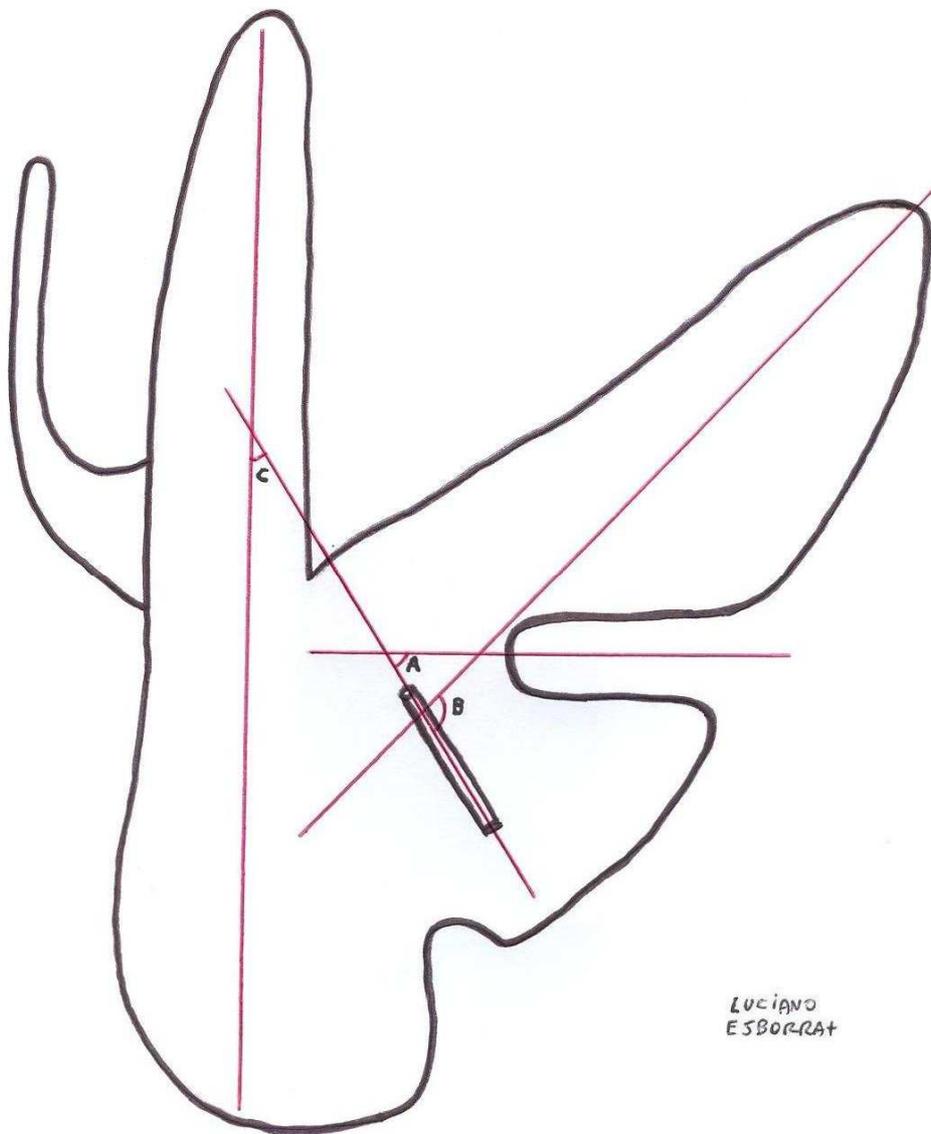


LUCIANO ESBORRAT

### Conducto semicircular superior

Se estudiaron los siguientes parámetros, en 42 huesos. 30 fueron descalcificados, 4 fueron fresados y 8 formolizados:

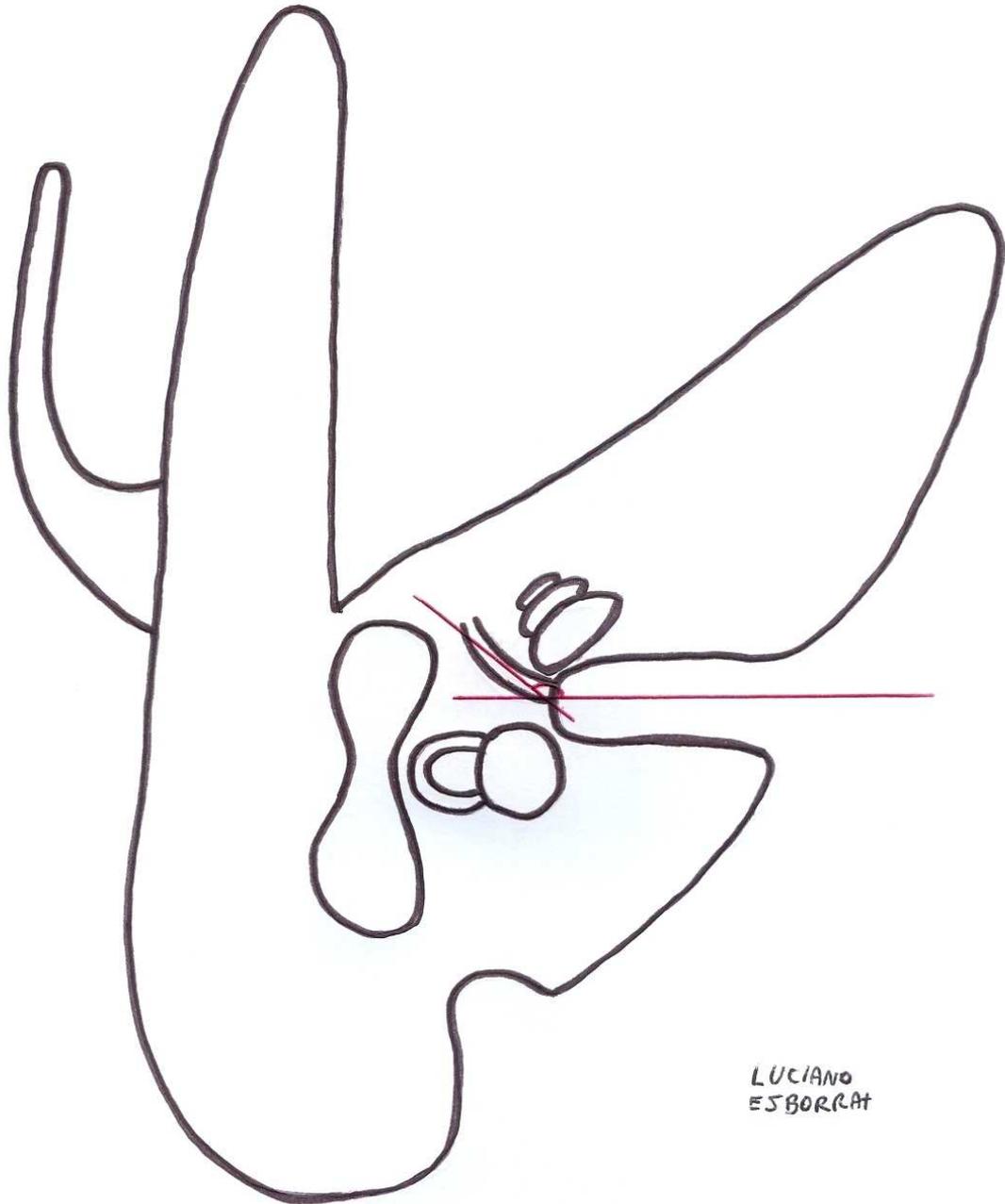
- Orientación con respecto al CAI: medición del ángulo formado entre las 2 líneas que siguen dichas estructuras.
- Orientación con respecto al eje del peñasco: medición del ángulo formado entre las 2 líneas que siguen dichas estructuras.
- Orientación con respecto al plano de la escama: medición del ángulo formado entre las 2 líneas que siguen dichas estructuras.



LUCIANO  
ESBORRAT

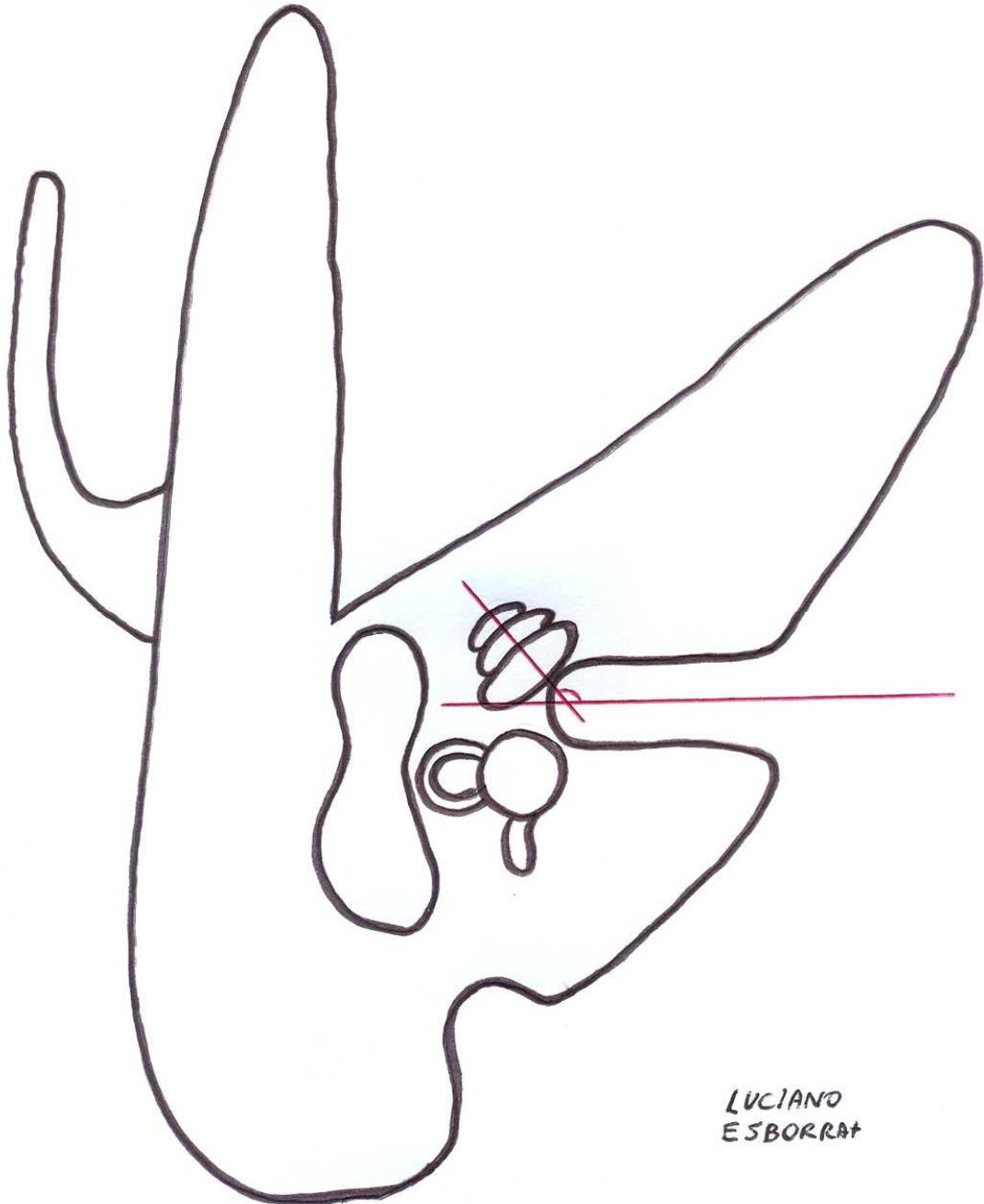
### 1º porción del acueducto de Falopio

Se estudió en 42 huesos, 4 fueron fresados, 30 descalcificados, y 8 formolizados. Se midió el ángulo formado entre la 1º porción del acueducto de Falopio y el eje del CAI.



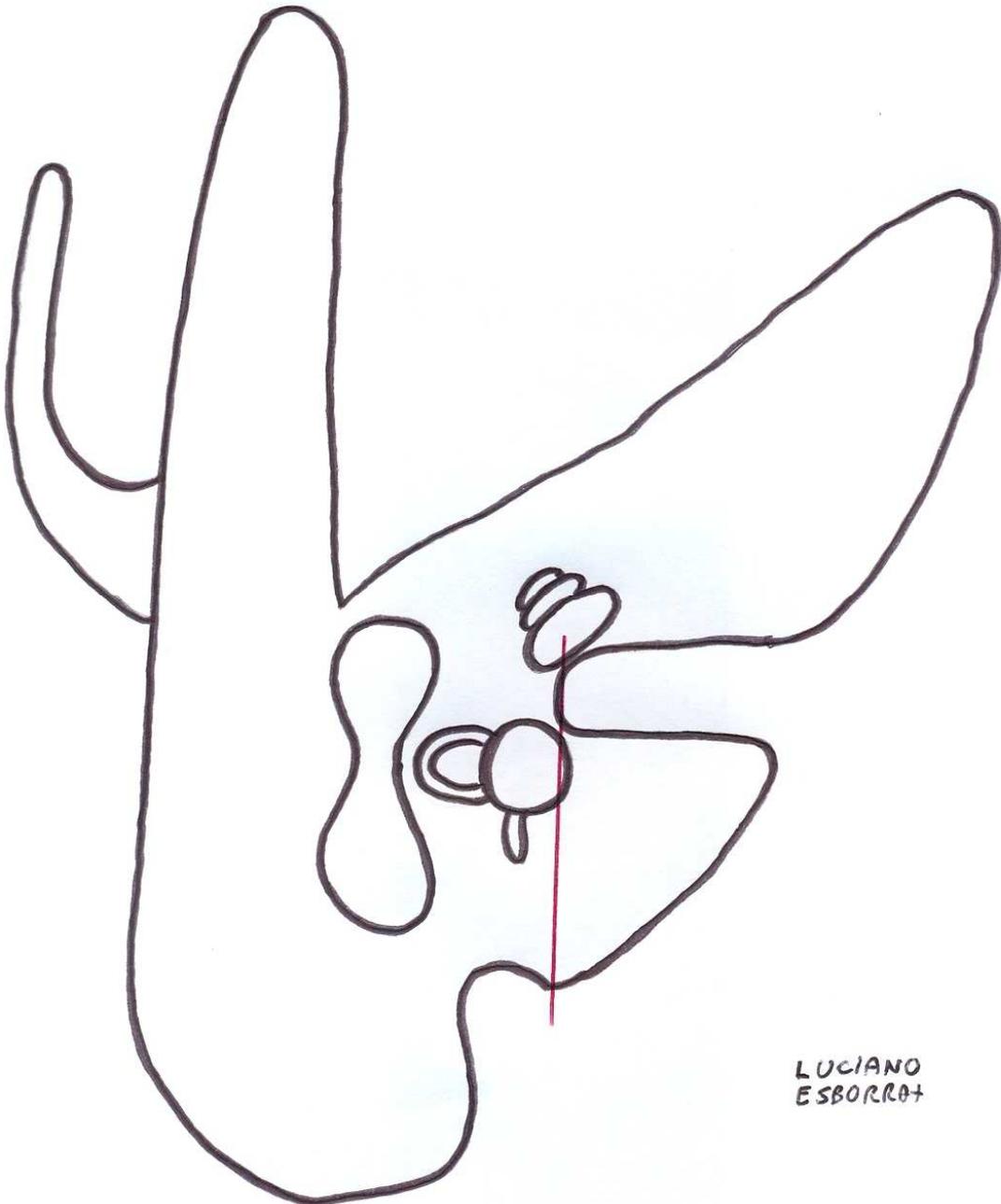
### Relaciones entre cóclea y CAI

Se midió el ángulo formado entre el eje de la columela y del CAI, y la distancia entre dichas estructuras en 34 huesos descalcificados cortados axialmente a la altura del CAI.



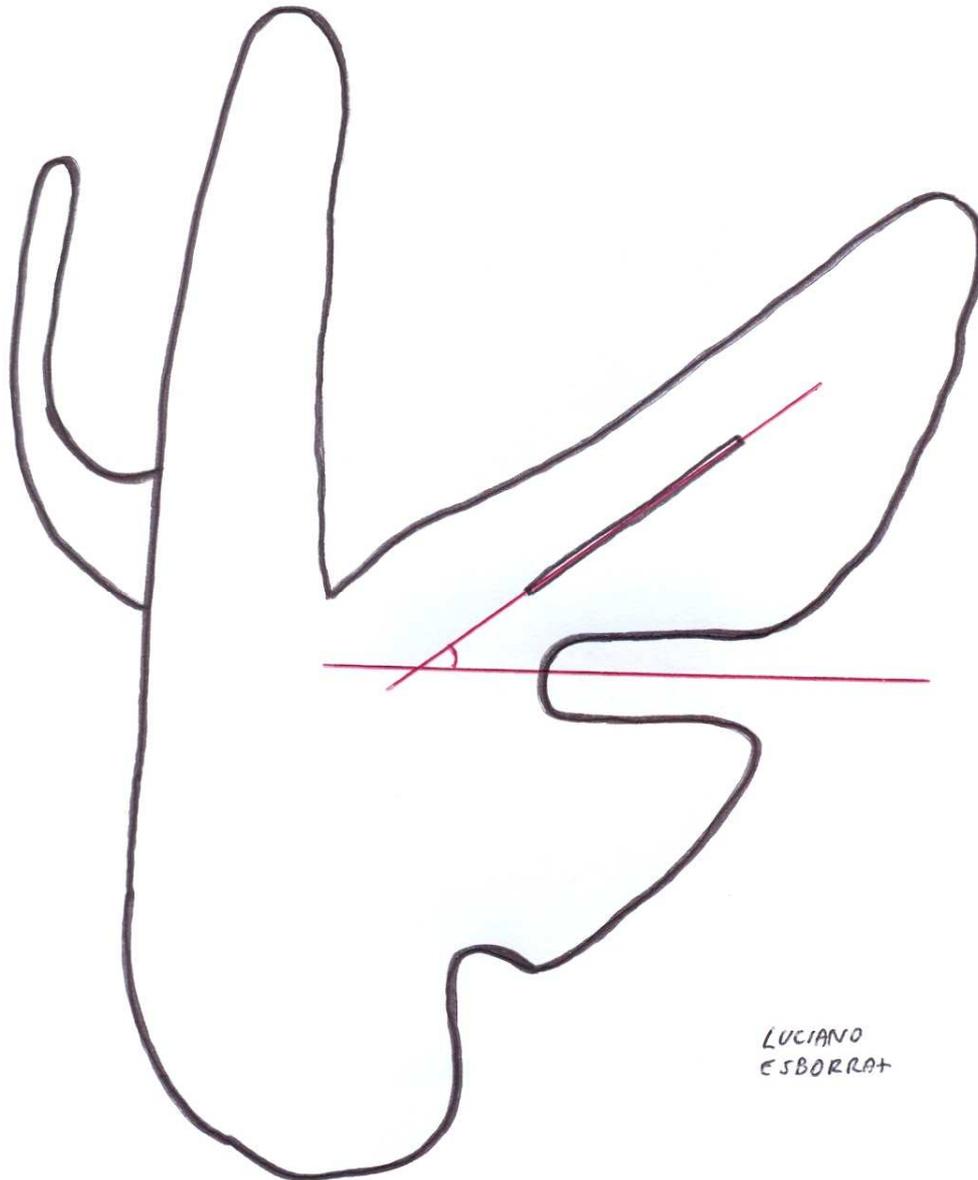
### Relaciones entre vestíbulo óseo y CAI

Se estudió en 34 cortes axiales de huesos descalcificados. Se trazó una línea que une el fondo del CAI con el borde interno del canal del seno lateral. Luego se midió la distancia entre dicha línea y el punto más interno del vestíbulo óseo.



### **Relación entre los nervios petrosos y el CAI**

Se estudiaron 24 huesos temporales pertenecientes a 12 cráneos adultos de ambos sexos formolizados al 10 %. Después de decolar la duramadre y exponer los nervios petrosos se midió el ángulo formado entre el eje del CAI y la línea que sigue la dirección de dichos nervios cuando corren por la fosa craneal media.



### **Formación del tronco del VIII par antes de salir por el poro acústico**

Se estudió en 17 casos de huesos temporales adultos de ambos sexos, pertenecientes a 12 cráneos adultos de ambos sexos, formolizados al 10 %. Se fresó el techo del CAI para exponer por completo los elementos que corren dentro de él y estudiar los distintos patrones de formación del tronco nervioso.

## Resultados

### Conducto auditivo interno

El siguiente cuadro resume las medidas obtenidas de los diámetros, longitudes, y ángulos formados con el eje del peñasco y con el plano de la escama:

	Diámetro vertical en mm	Diámetro horizontal en mm	Longitud de pared anterior en mm	Longitud de pared posterior en mm	Longitud media en mm	Ángulo formado con eje mayor del peñasco	Ángulo formado con el plano de la escama
Nº de casos	72	72	72	72	72	72	72
Promedio	4,67	4,73	13,94	10,03	12,13	35,46°	81°
Rango	3,01-6,32	2,99-6,5	7,98-18,6	5,6-14,1	6,8-16,9	24°-45,8°	67°-98°
Desvío estándar	0,75	0,79	2,69	2,23	2,37	4,51°	6,92°
Coefficiente de variación	16,06%	16,7%	19,3%	22,23%	19,54%	12,72%	8,54%

Como puede observarse estas medidas son muy variables. Las siguientes fotografías ilustran algunos ejemplos



*CAI largo y de calibre uniforme*



*CAI corto y ancho, con un amplio poro acústico. Posee forma de embudo, estrechándose hacia afuera*



*CAI con diámetro horizontal mayor que el vertical.*



*CAI muy corto y ancho. Puede verse el fundus con la cresta falciforme.*

En este otro cuadro podemos apreciar las medidas de las paredes superior y posterior:

	Esesor de pared posterior en tercio interno en mm	Esesor de pared posterior en tercio medio en mm	Esesor de pared posterior en tercio externo en mm	Esesor promedio de pared posterior en mm	Esesor de pared superior en tercio interno en mm	Esesor de pared superior en tercio medio en mm	Esesor de pared superior en tercio externo en mm	Esesor promedio de pared superior en mm
Nº de casos	34	34	34	34	34	34	34	34
Promedio	3,85	5,85	8,96	6,22	5,08	5,64	6,35	5,69
Rango	2-4,8	4,7-7,62	7,2-10,76	5,2-7,66	3,1-8,52	3,69-8,94	3,5-10,76	3,66-8,66
Desvío estándar	0,6	0,69	0,85	0,53	1,63	1,45	1,53	1,32
Coefficiente de variación	15,58%	11,79%	9,49%	8,52%	32,09%	25,71%	24,09%	23,2%

La pared posterior se va haciendo más gruesa en sentido lateral, tal como se aprecia en todos los cortes axiales. En cambio la pared superior tiene un espesor mas uniforme, y es algo más delgada en el tercio medio del CAI. No obstante nótese que el espesor de la pared superior es en toda la longitud del CAI mucho más variable que la pared posterior, como lo demuestran sus altos coeficientes de variación.



La pared posterior es mas ancha por fuera que por dentro



La pared superior es de espesor bastante uniforme, o algo más delgada el tercio medio del CAI

### Eminencia arcuata

El siguiente cuadro resume las medidas obtenidas de las dimensiones y los ángulos formados con el eje del peñasco, el CAI y el plano de la escama

	Ángulo formado con eje mayor del peñasco	Ángulo formado con el plano de la escama	Ancho en mm	Alto en mm	Largo en mm	Ángulo formado con el CAI
Nº de casos	60 *	60 *	60*	65**	60*	60*
Promedio	88,82°	42,13°	4,89	2,73	11,63	58,77°
Rango	44°-144°	5°-79	2,2-7,2	0,7-4,5	5,5-16	29°-102°
Desvío estándar	16,43°	13,08°	1	0,88	2,44	12,3°
Coefficiente de variación	18,5%	31,05%	20,45%	32,23%	20,98%	20,93%

\* En 7 casos no se encontró una EA clara sobre la cara anterosuperior del peñasco, y en 5 casos esta fue circular, por lo que no pueden definirse largo, ancho, ni ejes. Estos 12 casos no pudieron medirse, por lo que solo se tuvieron en cuenta para estas mediciones los 60 restantes.

\*\* En el caso de las EA circulares sí puede establecerse la altura, por lo que se cuentan 65 casos.

Con respecto a las relaciones que afectan la EA y el CSCS en el plano axial, medida en 46 casos, se encontró que ambos ejes eran coincidentes en 14 casos, no coincidentes en 21 casos, y en los 11 casos restantes no pudo establecerse esta relación (en 7 huesos no se encontró EA y en 4 era circular).

En cuanto a la posición del CSCS en los 34 cortes de peñasco perpendiculares al eje mayor de la EA, podemos agrupar los resultados en 3 categorías:

- La luz del CSCS coincide con el punto mas elevado de la EA: 13 casos (38,24%)

- La luz del CSCS se encuentra en dirección a la base del peñasco con respecto al punto mas elevado de la EA: 10 casos (29,41%)
- La luz del CSCS se encuentra en dirección a la punta del peñasco con respecto al punto mas elevado de la EA: 11 casos (32,35%)

Es importante aclarar que en este grupo de 34 huesos que se cortaron de este modo no se incluyó ninguno de los huesos que no presentaban EA. En este caso es obvio que no podríamos hablar de relación entre EA y CSCS.

Se ilustran algunos ejemplos:



*EA circular, de solo  
0,9 mm de altura*



*EA de 2,1 mm de altura formando  
un ángulo de 77° con el eje  
mayor del peñasco*



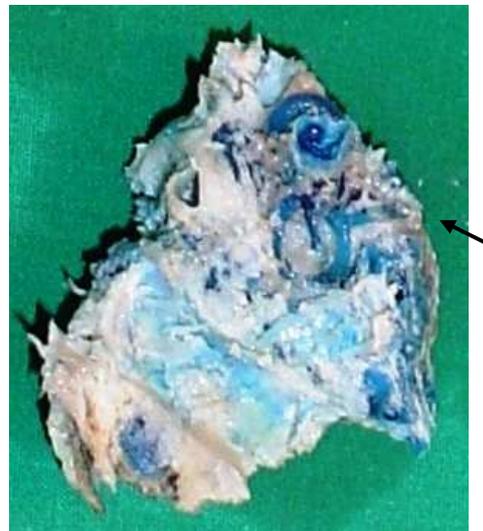
*No se reconoce EA*



*EA de gran tamaño: 4,2 mm de  
altura, formando un ángulo de 68°  
con el eje mayor del peñasco*



*EA formando un ángulo de 137°  
con eje del peñasco*



*Este temporal fue inyectado por el conducto auditivo externo con resina acrílica y luego tratado con ácido clorhídrico. Al eliminar la capa de hueso de la eminencia arcuata se encuentra el CSCS repleto de resina. El mismo se señala con una flecha. Ambas imágenes muestran el mismo hueso en distintas etapas de la disección. En la segunda imagen pueden verse los 3 conductos y la cóclea.*



*Corte vertical perpendicular al eje mayor de EA. El CSCS coincide con el punto mas elevado de la EA.*



*Corte vertical perpendicular al eje mayor de EA. El CSCS esta desplazado hacia la base del peñasco.*



*Corte vertical perpendicular al eje mayor de EA. El CSCS esta desplazado hacia la punta del peñasco*

### Conducto semicircular superior

El siguiente cuadro resume los resultados obtenidos de los ángulos medidos

	Ángulo formado con el CAI	Ángulo formado con eje mayor del peñasco	Ángulo formado con el plano de la escama
Nº de casos	42	42	42
Promedio	57,02°	90,44°	41,43°
Rango	36°-69°	71°-99°	32,5°-60°
Desvío estándar	6,31°	5,46°	5,24°
Coefficiente de variación	11,07%	6,04%	12,65%



*Apertura de la luz del CSCS.  
El ángulo eje petroso-CSCS  
es de 94°*



*Apertura de la luz del CSCS y del  
CAI. El ángulo entre ambos es de 56°*

### 1º porción del acueducto de Falopio

Las medidas del ángulo formado con el eje del CAI son:

Promedio: 134,12°

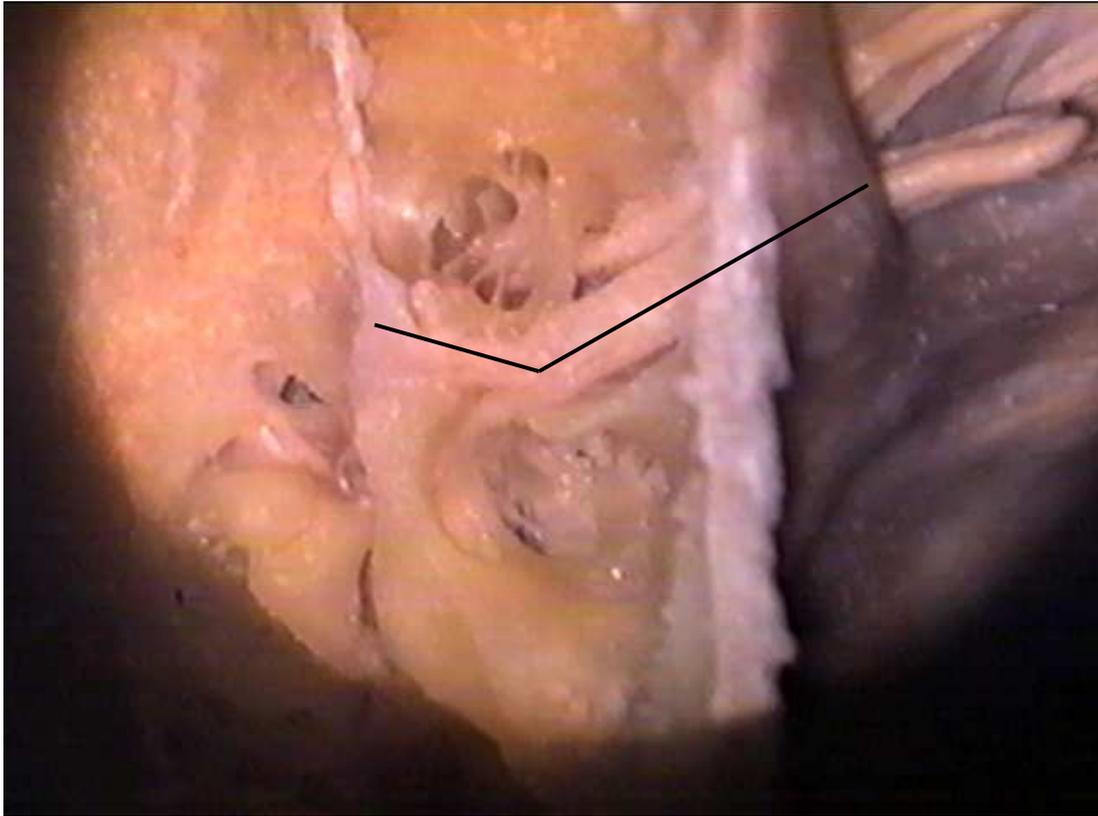
Total casos: 42

Desvío estándar: 7,11°

Rango: 119°-152°

Coefficiente de variación: 5,3%

Es interesante señalar que en un caso se detectó una dehiscencia ósea cocleofacial, en forma de una pequeña solución de continuidad entre la cóclea y el acueducto de Falopio. Se cree que son importantes porque podrían explicar los fenómenos de estimulación del nervio facial con los implantes cocleares.



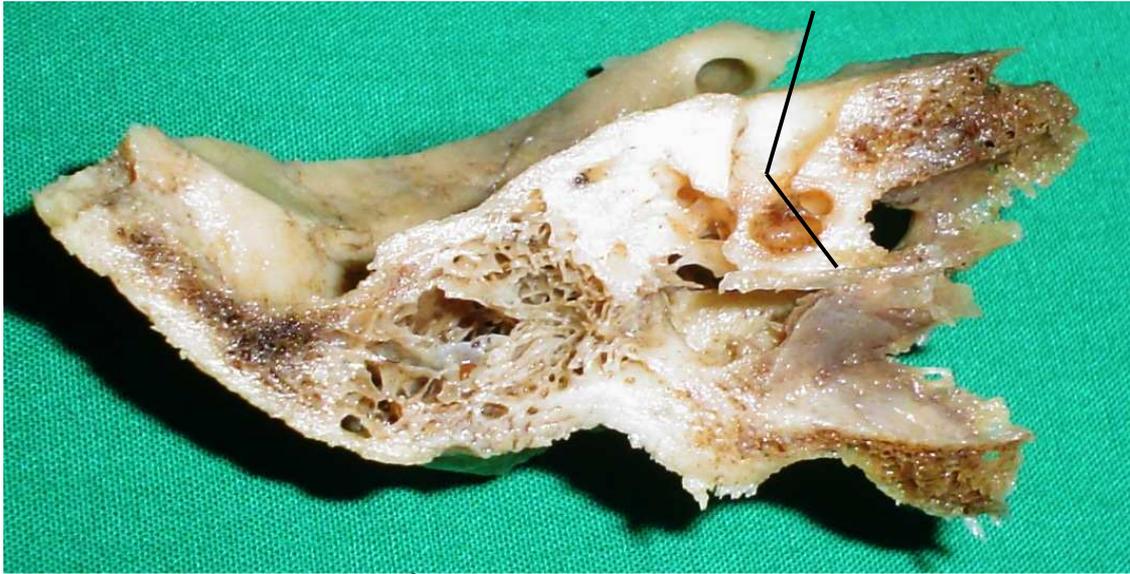
*Disección de fosa craneal media. La primera porción del acueducto de Falopio forma en este caso un ángulo de 130° con el eje del CAI*

### **Relaciones entre cóclea y CAI**

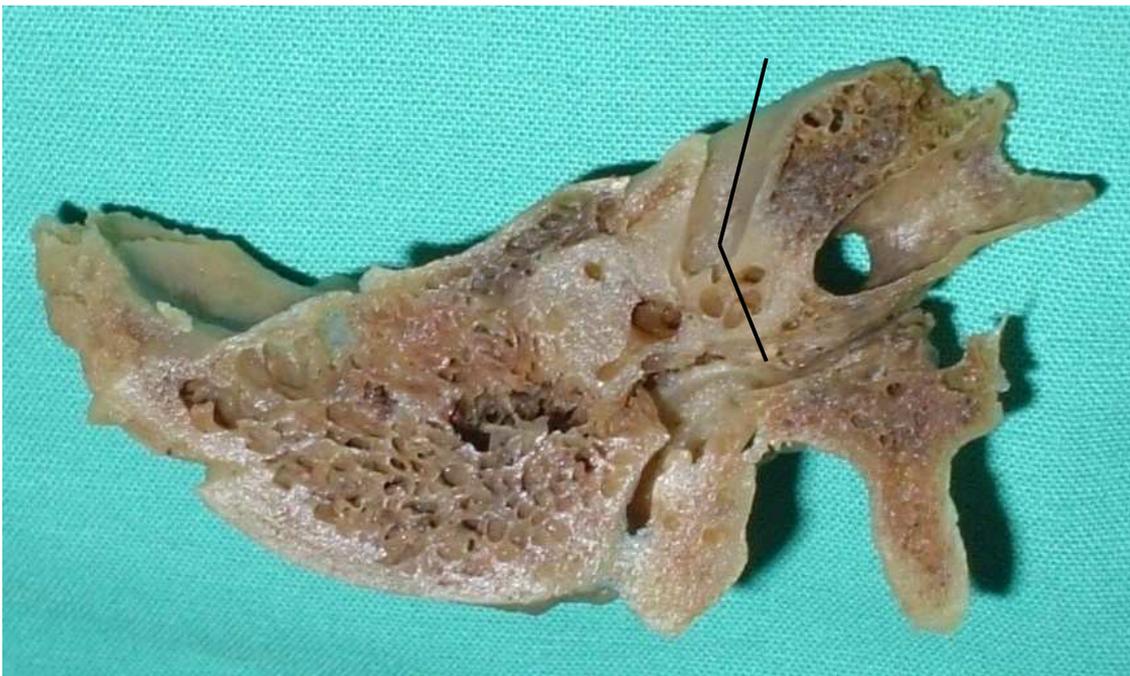
El siguiente cuadro resume los resultados obtenidos de las mediciones de los ángulos entre el eje de la cóclea y el CAI, y la distancia entre dichas estructuras medidas en el corte axial

	Ángulo formado entre cóclea y CAI	Distancia en mm entre cóclea y CAI medida en el corte
<b>N° de casos</b>	<b>34</b>	<b>27*</b>
<b>Promedio</b>	<b>134,74°</b>	<b>0,83</b>
<b>Rango</b>	<b>116°-148°</b>	<b>0,17-1,7</b>
<b>Desvío estándar</b>	<b>9,29°</b>	<b>0,39</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>6,89%</b>	<b>46,98%</b>

\* En 7 casos no fue posible tomar esta medida por la ubicación de las estructuras en el corte



*Ángulo cóclea-CAI de 128°*



*Ángulo cóclea-CAI de 142°*

### **Relaciones entre vestíbulo óseo y CAI**

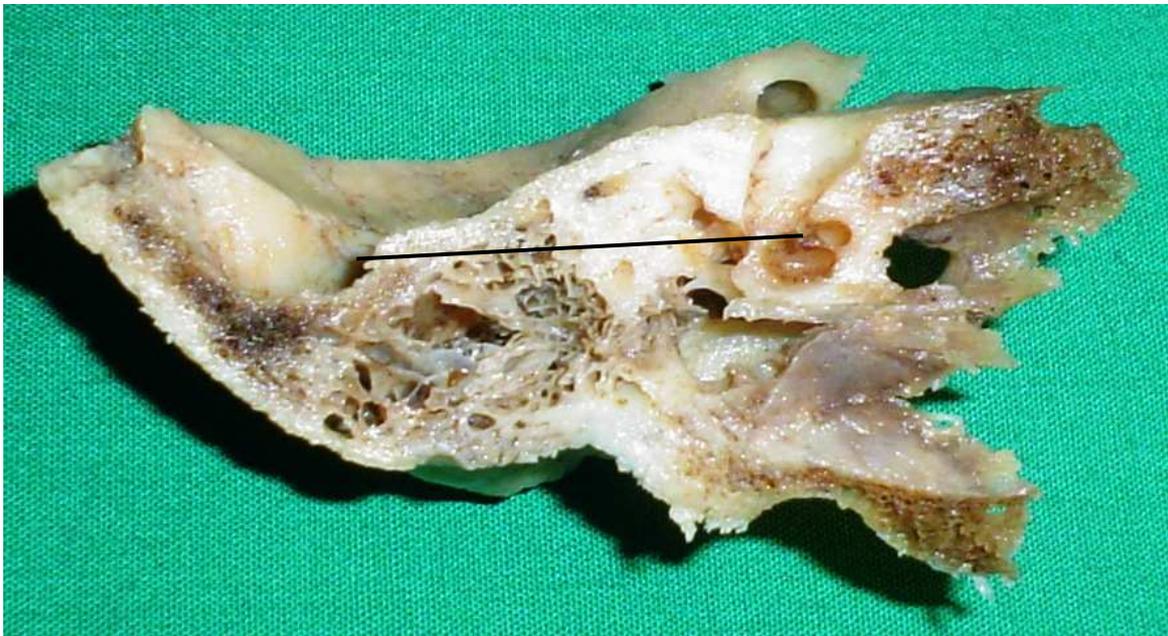
Al trazar la mencionada línea que une el borde interno del canal del seno lateral con el fondo del CAI en los cortes axiales, pueden ocurrir 2 posibilidades:

- a) Que el vestíbulo óseo quede situado completamente afuera de esa línea. En este caso sería teóricamente posible llegar al fondo del CAI fresando su pared posterior, por vía retrosigmoidea, sin lesionar el vestíbulo.

b) Que el vestíbulo óseo sobrepase medialmente esa línea. En este caso sería teóricamente imposible llegar al fondo del CAI fresando su pared posterior, por vía retrosigmoidea, ya que el plano que pasa por el punto mas interno del vestíbulo óseo está por dentro de la línea trazada, y obviamente sería abierta la luz de aquel antes de llegar al fondo del CAI.

La primera variedad (a) se halló en 9 casos (26,47 %). La distancia promedio fue de 0,79 mm, con un rango de 0,1-1,3 mm, un desvío estándar de 0,41 mm, y un coeficiente de variación de 51,9 %.

La segunda variedad (b) se halló en 25 casos (73,53 %). La distancia promedio fue de 1,67 mm, con un rango de 0-3,11 mm, un desvío estándar de 0,84 mm, y un coeficiente de variación de 50,3 %.



*El vestíbulo óseo sobrepasa medialmente la línea*



*El vestíbulo óseo queda situado completamente afuera de la línea*

### **Relación entre los nervios petrosos y el CAI**

Esta medida ha sido muy difícil de obtener por 3 razones:

- Al decolar la duramadre, la tracción ejercida puede modificar los ángulos de medición.
- Como se tomó sobre huesos cuyo CAI estaba ocupado por los nervios correspondientes, se puso gran cuidado de no lesionarlos con el instrumento de medición, dificultándose la tarea.
- Los nervios petrosos suelen estar envueltos en una vaina dural muy ancha.

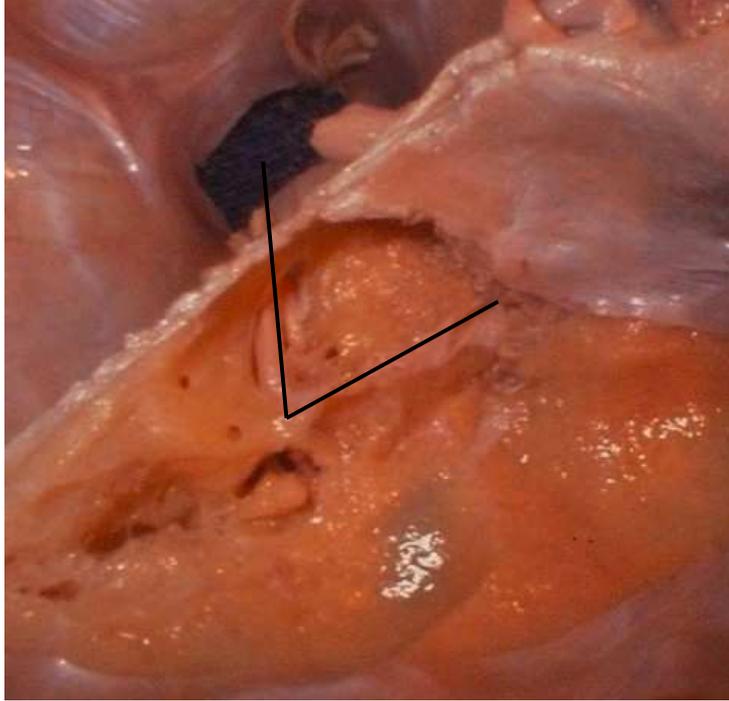
Sobre 24 casos estudiados, los resultados son los siguientes:

Promedio: 65,42°

Rango: 50°-88°

Desvío estándar: 9,19°

Coefficiente de variación: 14,05%



*Los nervios petrosos forman un ángulo de 64° con el eje del CAI*

**Formación del tronco del VIII par antes de salir por el poro acústico**

Se prestó especial atención al punto en el cual se forma un único tronco nervioso con las fibras cocleares y vestibulares. En 13 casos (76,47 %) este pudo reconocerse recién en el tercio interno del CAI, mientras que en los 4 restantes (23,53 %) dicho tronco se constituía más medialmente. En todos los casos al salir del poro acústico se encontraba un único tronco reuniendo las fibras cocleares y vestibulares.



*Disección del VIII par dentro del CAI. El tronco nervioso se constituye en el tercio interno de aquel*

## Conclusiones

Se ha estudiado la disposición espacial y las relaciones del CAI, con especial interés en aquellos elementos anatómicos que deben tenerse en cuenta para el abordaje quirúrgico del mismo por vía retrosigmoidea o de la fosa craneal media.

Con respecto a las medidas del CAI, es interesante destacar que la pared superior es de espesor muy variable, especialmente en su tercio interno. Esto es de gran importancia para el abordaje por fosa craneal media, ya que indica la profundidad a la que se encuentra el conducto. Las medidas de la pared posterior han sido en general menos variables que la superior. No obstante, casi las  $\frac{3}{4}$  partes de los casos presentan un vestíbulo óseo que sobresale medialmente antes de alcanzar el fondo del CAI, por lo que es poco probable que pueda llegarse al fondo del CAI fresando por vía retrosigmoidea la pared posterior del CAI. Los pacientes con neurinomas del VIII par que serán operados por vía retrosigmoidea deberían ser estudiados previamente mediante una resonancia nuclear magnética, para establecer si el tumor llega al fondo del CAI, y con una tomografía computada, para evaluar la pared posterior del CAI y su relación con el vestíbulo óseo.

La eminencia arcuata ha demostrado ser una estructura muy variable, incluso puede faltar o ser circular. Por lo tanto no siempre es un reparo confiable para buscar el CAI por FCM. Las relaciones del CSCS con el CAI son mucho mas constantes que las que mantiene con él la EA. Si se miden los ángulos formados entre estas estructuras y el CAI, los coeficientes de variación son casi el doble en el caso de la EA. Además debe señalarse que la EA no siempre representa al CSCS, pudiendo este estar por delante o por detrás. Por estas razones es mas confiable fresar la FCM hasta encontrar la “línea azul”, determinada por la luz del CSCS, que puede considerarse mas confiable.

Los nervios petrosos han sido estructuras relativamente constantes, pero su medición ha resultado especialmente difícil.

El conocimiento de las relaciones del CAI con la primera porción del acueducto de Falopio y con la cóclea son importantes para minimizar el riesgo de lesión de estas estructuras al fresar anteriormente la FCM.

En mas de las  $\frac{3}{4}$  partes de los casos el tronco del VIII par se forma recién en el tercio interno del CAI, es decir que en el tercio medio de este aún pueden reconocerse separadamente las porciones coclear y vestibular, por lo que es factible realizar una neurectomía vestibular fresando solo la mitad de la pared posterior del CAI. Sin embargo el bajo número de casos estudiado permite extraer conclusiones menos firmes.

Finalmente no puede dejar de mencionarse que el método de los cortes de hueso descalcificado ha resultado sumamente satisfactorio, ya que las delicadas estructuras óseas son conservadas indemnes. Si se realizaran cortes con sierra de huesos secos se dañarían considerablemente las delgadas paredes óseas del temporal.

## Referencias bibliográficas

- 1) Papparella M. M. et al. **“Otorrinolaringología”**, Ed. Panamericana, Buenos Aires, 3ª edición, 1994, vol. 2.
- 2) Miglets A. W. et al. **“Atlas de cirugía del oído”**, Ed. Panamericana, Buenos Aires, 4ª edición, 1996.
- 3) Goodhil V. **“El oído”**, Ed. Salvat, Buenos Aires, 1987.
- 4) V. G. Diamante, **“Otorrinolaringología y afecciones conexas”**, Ed. Promedicina, 2ª edición, 1992
- 5) Seco F. A. et al. “Elementos anatómicos a tener en cuenta en el abordaje del conducto auditivo interno por vía translaberíntica”, **II Congreso de Anatomía del Cono Sur, XXI Congreso Chileno de Anatomía, y XXXVII Congreso Rioplatense de Anatomía**. Santiago de Chile, noviembre del 2000.
- 6) García Ibáñez E. **Comunicación personal**, Barcelona, marzo del 2001.
- 7) J. Testut y A. Latarjet. **“Anatomía humana”**, Ed. Salvat, 9ª edición, 1988.
- 8) F. Orts Lorca. “Anatomía humana”. Ed. Científico Médica, 5ª edición, 1981.
- 9) H. Gray. “Anatomía humana”, Ed. Salvat, 36ª edición, 1985.
- 10) H. Rouviere, “Anatomía humana”. Ed. Bailly-Baillere. 3ª edición, 1953,
- 11) Moore, K. L. "Anatomía con orientación clínica ". Ed. Panamericana. 3º edición.1993.
- 12) O’Rahilly R. “Anatomía” Ed. Interamericana, 5ª edición, 1986.
- 13) Sobota J. “Atlas de anatomía humana” Ed. Panamericana, 20ª edición, 1994
- 14) Manrique Rodríguez M. J. **“Guía para la disección del hueso temporal”**, Ed. Bibliostm, Barcelona,1998.
- 15) Papangelou L. **“Study of the human internal auditory canal”**. Laryngoscope. 1972 Apr;82(4):617-24.
- 16) Rhoton A.L. **“Microsurgical anatomy of the brainstem surface facing an acoustic neuroma”** Surg Neurol. 1986 Apr;25(4):326-39.
- 17) Bosch J. Y Yáñez C. **“Atlas de disección quirúrgica del hueso temporal”** , Ed. Doyma. Buenos Aires 1989.
- 18) Diamante V., Sastre R. **“Hueso temporal. Anatomía quirúrgica aplicada a la microcirugía”**, Buenos Aires, 1998.
- 19) Bartual Pastor J. y Perez Fernandez N. **“El sistema vestibular y sus alteraciones”** Ed. Biblio stm, Barcelona 1999.
- 20) Pialoux P, Freyss G, Narcy P, de Saint-Macary M, y Davaine F **“Stereotactic anatomy of the internal auditory meatus”** Ann Otolaryngol Chir Cervicofac. 1973 Jul-Aug;90(7):409-22
- 21) Esborrat L. M. et al. “Elementos anatómicos a tener en cuenta en el abordaje del conducto auditivo interno por fosa craneal media”, **II Congreso de Anatomía del Cono Sur, XXI Congreso Chileno de Anatomía, y XXXVII Congreso Rioplatense de Anatomía**. Santiago de Chile, noviembre del 2000.
- 22) Esborrat L. M. Et al. “Bases anatómicas del abordaje del conducto auditivo interno por fosa craneal media” **Revista de la Sociedad de Neurocirugía de La Plata**, 4, (1): 30-32, 2001.

- 23) Lee H.K., Kim I.S., y Lee W.S. **“New method of identifying the internal auditory canal as seen from the middle cranial fossa approach”** Ann Otol Rhinol Laryngol. 2006 Jun;115(6):457-60.
- 24) Coletti V. y Fiorino F. **“Is the middle fossa approach the treatment of choice for intracanalicular vestibular schwannoma?”** Otolaryngol Head Neck Surg. 2005 Mar;132(3):459-66.
- 25) Angeli Luciani S., Chiossone Lares E., y Henriquez Leon O. **“El abordaje de la fosa media craneana en neurología”** Revista colombiana de Otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. Vol. 27, 1999.
- 26) Ammirati M, Ma J, Cheatham ML, Maxwell D, Bloch J, Becker DP **“Drilling the posterior wall of the petrous pyramid: a microneurosurgical anatomical study”**. J Neurosurg. 1993 Mar;78(3):452-5.
- 27) Urculo E, Alfaro R, Arrazola M, Rejas G, Proano J, Igartua J **“Anatomical landmarks and surgical limits in the suboccipital transmeatal approach to the acoustic neuroma”** Neurocirugía Asturiana. 2003 Apr;14(2):107-15
- 28) Silverstein H, Norrell H, Smouha E, y Haberkamp T. **“The singular canal: a valuable landmark in surgery of the internal auditory canal”** Otolaryngol Head Neck Surg. 1988 Feb;98(2):138-43
- 29) Ekinci G, Koc A, Baltacioglu F, Veyseller B, Altintas O, y Han T **“Temporal bone measurements on high-resolution computed tomography”** J Otolaryngol. 2004 Dec;33(6):387-9
- 30) Megerian CA, Hanekamp JS, Cosenza MJ, y Litofsky NS **“Selective retrosigmoid vestibular neurectomy without internal auditory canal drill-out: an anatomic study”** Otol Neurotol. 2002 Mar;23(2):218-23
- 31) Esborrat L. M y cols. **“Presentación de técnicas anatómicas utilizadas en la Cátedra C de Anatomía”** XXXVI Congreso de la Asociación Rioplatense de Anatomía, XX Congreso Chileno de Anatomía, y I Congreso de Anatomistas del Cono Sur. Mendoza 1999
- 32) Esborrat, L.M.; Seco F.A.; Fontana A.M.; Caturla N.; Gadea F. **“Preparaciones Anatómicas de oído”**. III Congreso de Anatomía del Cono Sur, XXXVIII Congreso de la Asociación Argentina de Anatomía, XXII Congreso Chileno de Anatomía, y I Reunión de Terminología Anatómica en América Hispana. Buenos Aires 2001.
- 33) Guirao Gea M. **“Técnica Anatómica. Guía para la macrotécnica orgánica”** Ed. Científico-Médica. Barcelona 1953.
- 34) Binignat O. **“Fundamentos físicos y Químicos de algunas técnicas anatómicas”**. III Congreso de Anatomía del Cono Sur, XXXVIII Congreso Argentino de Anatomía, XXII Congreso Chileno de Anatomía y I Reunión de Terminología Anatómica en América Hispana. Buenos Aires, 22 al 25 de octubre de 2001.
- 35) Binignat O. Comunicación personal. Buenos Aires 22 de octubre de 2001.