

**MORFOMETRÍA DEL OÍDO MEDIO Y DE ESTRUCTURAS
ESTOMATOGNÁTICAS COMUNES: UN ESTUDIO DIRECTO EN ADULTOS.**

LUIS MIGUEL RAMIREZ ARISTEGUIETA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
MAESTRÍA EN CIENCIAS BÁSICAS BIOMÉDICAS
BUCARAMANGA
2009**

**MORFOMETRÍA DEL OÍDO MEDIO Y DE ESTRUCTURAS
ESTOMATOGNÁTICAS COMUNES: UN ESTUDIO DIRECTO EN ADULTOS.**

LUIS MIGUEL RAMIREZ ARISTEGUIETA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
magíster en ciencias básicas biomédicas.**

Director

**Luis Ernesto Ballesteros Acuña. MD., MSc.
Magíster en Ciencias Básicas Biomédicas**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
MAESTRÍA EN CIENCIAS BÁSICAS BIOMÉDICAS
BUCARAMANGA
2009**

DEDICATORIA

A mis padres, soy y tengo lo que ellos me mostraron desde su faro.

A Maria Cecilia, esposa, amiga, por tu interminable ternura, intuición y coraje.

A Luis Miguel y Miguel Alejandro por darle un significado único a la palabra compromiso.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su gratitud:

Al Grupo Variaciones Anatómicas de la Facultad de Salud de la UIS, por su aval, préstamo de equipos y guía.

Al Dr. Carlos Conde Cotes por su valioso acompañamiento y asesoría en la construcción y edición de este documento.

Al Dr. Javier Gómez Ramírez por el préstamo del video-microscopio del Laboratorio de Biomateriales de la UIS.

Al Instituto de Medicina Legal por las donaciones de los especímenes necesarios para la ejecución de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
3. OBJETIVOS	21
a. OBJETIVO GENERAL	21
b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
4. MARCO CONCEPTUAL	22
a. LIGAMENTOS	22
b. MÚSCULOS	24
c. CADENA OCSICULAR Y MEMBRANA TIMPÁNICA	27
5. DISEÑO METODOLÓGICO	31
a. TIPO DE ESTUDIO	31
b. POBLACIÓN ACCESIBLE	31
c. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	31
d. MUESTRA	31
e. PROCEDIMIENTO	31
f. RECOLECCIÓN Y PLAN DE ANÁLISIS	34
g. CONSIDERACIONES ÉTICAS	34
6. RESULTADOS	35
a. LIGAMENTOS	35
b. MÚSCULOS	43
c. HUESECILLOS	47
i. MARTILLO	47
ii. YUNQUE	51
iii. ESTRIBO	58
d. MEMBRANA TIMPÁNICA	61
e. LONGITUD TOTAL INCUDO-ESTRIBO	62
f. ANGULO INTERCRURAL	65
g. CORRELACIONES	66
h. DIFERENCIA DE LADO	72
7. DISCUSION	75

a. LIGAMENTOS	75
b. MÚSCULOS	80
c. HUESECILLOS Y MEMBRANA TIMPÁNICA	84
d. CORRELACIONES	87
8. CONCLUSIONES	92
9. BIBLIOGRAFÍA	94

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Medidas de longitud y tracción de los LDM y LMA	40
Tabla 2. Medidas de longitud de los músculos tensor y estribo	43
Tabla 3. Medidas del martillo en 23 muestras	47
Tabla 4. Medidas del martillo en 23 muestras	49
Tabla 5. Medidas del martillo en 23 muestras	50
Tabla 6. Medidas del yunque en 23 muestras	51
Tabla 7. Medidas del yunque en 23 muestras	53
Tabla 8. Medidas del yunque en 23 muestras	54
Tabla 9. Medidas del yunque en 23 muestras	55
Tabla 10. Medidas del yunque en 23 muestras	57
Tabla 11. Medidas del estribo en 23 muestras	58
Tabla 12. Medidas del estribo en 23 muestras	59
Tabla 13. Medidas de longitud de la membrana timpánica	61
Tabla 14. Longitud de platina estribo-apófisis larga yunque	62
Tabla 15. Ángulo entre inclinaciones crurales del estribo	65
Tabla 16. Correlación entre áreas articulares de los oscículos	66
Tabla 17. Estadística descriptiva de áreas articulares osculares	67
Tabla 18. Correlación de las principales variables incluidas	70

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista superior y posterior de ATM y oído medio	36
Figura 2. Vista superior y antero-medial caja timpánica-ATM izq	36
Figura 3. Vista medial ATM, y oído medio izquierdo	37
Figura 4. Vistas del poro anterior de la cuerda del tímpano	38
Figura 5. Vista supero-postero-medial caja timpánica-ATM der	39
Figura 6. Vista supero-antero-medial caja timpánica-ATM izq	41
Figura 7. Vista supero-antero-medial caja timpánica-ATM izq	42
Figura 8. Vista anterior de fisura petrotimpánica, tuba y músculos	44
Figura 9. Vista medial de tuba auditiva y intra y extratimpánicos	45
Figura 10. Vista anterior de fisura petrotimpánica, tuba y músculos	45
Figura 11. Vista anterior de fisura petrotimpánica, tuba y músculos	46
Figura 12. Músculos intra y extratimpánicos retirados	46
Figura 13. Complejo músculo-esquelético estapedio-estribo	47
Figura 14. Medidas del martillo	48
Figura 15. Medidas del martillo	49
Figura 16. Medidas del martillo	51
Figura 17. Medidas del yunque	52
Figura 18. Medidas del yunque	53
Figura 19. Medidas del yunque	55
Figura 20. Medidas del yunque	56
Figura 21. Medidas del yunque	57
Figura 22. Medidas del estribo	59
Figura 23. Medidas del estribo	60

Figura 24. Medidas del tímpano	62
Figura 25. Longitud total incudo-estribo	63
Figura 26. Angulación inter.-crural del estribo	65

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Grafica 1. Distancia incudo-estribo para prótesis estapedial	64
Grafica 2. Relación de áreas articulares en mm ² de los oscículos	68
Grafica 3. Relación de áreas articulares en porcentajes	69
Grafica 4. Relación de lado de las variables medidas	72
Grafica 5. Relación de lado de las variables medidas	73
Grafica 6. Relación de lado entre áreas articulares	74

LISTA DE ABREVIATURAS

ATM – Articulación temporomandibular

DTM – Desorden temporomandibular

LDM – Ligamento disco-maleolar

LMA – Ligamento maleolar anterior

LEM – Ligamento esfeno-mandibular

RESUMEN

Título: MORFOMETRÍA DEL OÍDO MEDIO Y DE ESTRUCTURAS ESTOMATOGNÁTICAS COMUNES: UN ESTUDIO DIRECTO EN ADULTOS.*

Autor: LUIS MIGUEL RAMIREZ ARISTEGUIETA.**

Palabras claves: Cadena Osicular, articulación temporomandibular, ligamento disco-maleolar, ligamento maleolar anterior, ligamento eseno-mandibular, músculo del martillo, músculo del estribo, músculo tensor del velo del paladar.

Descripción: Se utilizaron 23 bloques de hueso temporal humanos. Se realizaron medidas digitales de cada estructura y se verificó la movilidad de la cabeza del martillo ante fuerzas de tracción originadas en la mandíbula. Se observó la presencia de los ligamentos comunes del sistema estomatognático y del oído medio en todos los especímenes. La longitud promedio del ligamento disco-maleolar fue de 6.88 mm DE 0.81 y del ligamento maleolar anterior de 4.22mm DE 1.17 sin diferencia significativa de lado ($P = 0.119$). En el 30.5 % de los casos se encontró movilidad del martillo ante fuerzas de tracción desde la mandíbula. Se encontró correlación entre la longitud del ligamento disco-maleolar y la movilidad del martillo ($R^2 = -0.499$, $p < 0.05$). Se halló conexión entre los músculos tensor del velo del paladar y tensor del martillo en la totalidad de las muestras estudiadas. La longitud promedio del músculo del estribo fue de 5.8 mm DE 0.61 y la del tensor del martillo fue de 19.69 mm DE 1.07. En los oscículos se registró la longitud total incudo-estribo desde el ápice de la apófisis larga en 4.61 mm DE 0.34. Se midió el ángulo intercrural que fue de 29.01 grados DE 2.93. En relación a la membrana timpánica, la mayoría tenían forma de óvalo por diferencias de longitudes perpendiculares que promediaban en 1.91 mm DE 0.08. Hubo dos excepciones que tendían a una forma circular del tímpano (longitudes perpendiculares de 0.08 y 0.6 mm respectivamente). El área timpánica fue de 190.9 mm² DE 6.9 mientras el promedio de las áreas de la articulación incudo-maleolar, incudo-estapedial y estribo-oval respectivamente fueron de 5.82%, 1.27% y 6.23% de la membrana timpánica. El área de la articulación incudo-maleolar en el yunque si mostró diferencia pareada.

* Proyecto de Grado: Morfometría del oído medio y de estructuras estomatognáticas comunes: Un estudio directo en adultos.

** Facultad de Salud. Escuela de Medicina. Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas.
Director: Dr. Luis Ernesto Ballesteros Acuña.

ABSTRACT

Title: MIDDLE EAR AND COMMON STOMATOGNATHIC STRUCTURES MORPHOMETRY: A DIRECT STUDY IN ADULTS.

Author: LUIS MIGUEL RAMIREZ ARISTEGUIETA.**

Key words: Ossicular chain, temporomandibular joint, disco-malleolar ligament, anterior maleolar ligament, spheno-mandibular ligament, malleus muscle, stapedial muscle, tensor veli palatini muscle.

Description: It was obtained 23 human temporal bones. Digital measures were done in each structure and malleus mobility was registered by mandible movements. Common stomatognathic and middle ear ligaments were observed in all the specimens. Disco-malleolar ligament mean longitude was 6.88 mm SD 0.81 anterior maleolar ligament was 4.22mm SD 1.17 without side significative difference (P = 0.119). It was observed malleus mobility by mandibular traction in 30.5 % of the samples. There was correlation between disco-malleolar ligament longitude and malleus mobility (R2=-0.499, p<0.05). In all the samples there were connections between tensor veli palatini and tensor tympani muscles. Stapes muscle mean longitude was 5.8 mm SD 0.61 and tensor tympani 19.69 mm SD 1.07. It was obtained an incudo-stapedial apical long process total longitude of 4.61 mm SD 0.34. Intercrural angle was 29.01 grades SD 2.93. Ovale form was observed in the majority of tympanic membranes with perpendicular longitudes of 1.91 mm SD 0.08 with two exceptions with dimensions of 0.08 and 0.6 mm respectively. Tympanic area was 190.9 mm² +/- 6.9 while incudo-malleolar, incudo-stapedial y stape-oval joint areas were respectively +/- 5.82%, 1.27% y 6.23% from the tympanic membrane area. Incudo-malleolar area in the incus showed a paired difference.

Magister grade project: Middle ear and common stomatognathic structures morphometry: a direct study in adults.

** Health Faculty. Medicine School. Biomedic basic sciences maestry. Director: Dr. Luis Ernesto Ballesteros Acuña.

INTRODUCCIÓN

Algunos síntomas óticos tienen una viable explicación en los desordenes temporomandibulares (DTM) debido a conexiones anatómicas vasculares, neurológicas, musculares y ligamentarias que parecen tener sobre estos síntomas óticos. Los ligamentos disco-maleolar y maleolar anterior del oído medio así como estructuras musculares de este, la articulación temporomandibular (ATM) y la mandíbula comparten un origen embriológico común. Los ligamentos disco-maleolar y maleolar anterior, y el músculo del martillo han sido señalados como responsables biomecánicos de síntomas óticos. La extensión de patologías vecinas de la articulación temporomandibular como desordenes articulares inflamatorios a través del poro anterior de la cuerda del tímpano deben ser también tenidos en cuenta.

Los ligamentos disco-maleolar y maleolar anterior fueron descritos anatómica e histológicamente por Pinto en 1962 y posteriormente por otros autores (1,2,3,4,5), sin embargo los textos anatómicos clásicos y especializados omiten su existencia. Cuando estos ligamentos son movilizadlos manualmente desde su origen en la ATM y cuerpo mandibular hasta su inserción en la cadena osicular pueden alterar el equilibrio de los huesecillos del oído (6,7,8,9,10,11,12).

El conocimiento morfométrico de varias estructuras del oído medio, incluidas los huesecillos, el músculo del martillo, músculo del estribo, músculo tensor del velo palatino y los ligamentos intra y extraóticos que parecen estar biomecánicamente relacionados es de vital importancia. La información obtenida de la anatomía de los huesecillos del oído medio es igualmente importante en el estudio y construcción de modelos virtuales y protésicos que quieran estudiar la mecánica de la transmisión de la energía sonora. Esto puede ser útil para otorrinolaringólogos y otólogos ya que permite observar variaciones en forma y tamaño en población colombiana. Las medidas obtenidas pueden ser correlacionadas ipsi y

contralateralmente y permitiendo algunas el entendimiento de algunas relaciones mecánicas en la conducción de la energía sonora.

Igualmente la descripción morfológica y morfométrica de los músculos intra y extra timpánicos abre la posibilidad de conocer mejor sus características anatómicas y sus implicaciones fisiológicas en normalidad así como los efectos patológicos y su posible implicación fisiopatológica en la función auditiva alterada. Los músculos tensor del velo palatino y tensor del martillo han sido ampliamente propuestos como etiología de la disfunción auditiva. Las medidas del músculo del estribo, que es el músculo esquelético más pequeño del cuerpo, brinda la posibilidad de comprender y ahondar en su fisiología a partir de datos anatómicos crudos, además de poder ser correlacionados estos datos con las demás medidas que se registran en este proyecto.

En este trabajo realizado mediante microdissección de bloques de hueso temporal obtenidos de especímenes cadavéricos frescos y con abordaje a través de la fosa craneal media, se pretendió hacer énfasis en la dimensión anatómica morfométrica y la funcionalidad de estructuras pertenecientes al oído medio pero también de aquellas comunes al oído medio y del sistema estomatognático. El área morfológica y la comunidad médica (otorrinolaringológica y otológica) y odontológica son las directas beneficiadas de los resultados obtenidos que se reflejarán en la profundización de la anatomía y en el manejo interdisciplinario y en el enriquecimiento de la comprensión de los síntomas señalados (tinitus, vértigo, oído tapado, otalgia, hipoacusia, entre otros).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En todo el mundo es alta la incidencia-prevalencia de síntomas óticos originados por DTM (13,14). La conexión anatómica y embriológica entre la ATM y oído medio ha sido estudiada, sin embargo aun persiste la controversia en la literatura con relación a la anatomía, embriología y sintomatología clínica que las relacionan. Usualmente las relaciones compartidas entre el oído medio y el sistema masticatorio se expresan desde una perspectiva ligamentaria y otra muscular.

En atención a la primera, hay ligamentos en común entre el sistema masticatorio y el oído medio. El ligamento maleolar anterior (LMA) y el disco-maleolar (LDM) tienen su origen en la cadena osicular del oído medio, específicamente en el proceso anterior del martillo para luego emerger hacia la fisura petrotimpánica en el poro anterior de la cuerda del tímpano (conocido como el canal de Huguier) hacia la ATM. El ligamento maleolar anterior se une con el ligamento esfeno-mandibular (LEM) en la cara interna de la mandíbula. Ambos ligamentos traerían implicaciones clínicas en sintomatología compartida de oído y ATM al ser traccionados en patologías inherentes al sistema masticatorio.

El músculo tensor del martillo y tensor del velo del paladar son embriológicamente músculos de la masticación pero anatómica y fisiológicamente, músculos del oído medio ya que se ven activos durante movimientos masticatorios y velo faríngeos inherentes al acto de masticar y tragar. Estos dos músculos parecen estar unidos anatómica y funcionalmente lo que traería consecuencias mayores en DTM o durante fases de bruxismo que pueden modificar la posición del martillo, la cadena de huesecillos y la membrana timpánica

La mayoría de los estudios revisados reportan datos morfométricos parciales sin describir las relaciones entre cada uno de los elementos estudiados (15,16,17,18,19,20,21,22). Desde ese punto de vista, el presente estudio abarcó la mayoría de las variables consideradas por otros trabajos pero adicionando la descripción de las posibles interrelaciones entre tales variables, tanto ipsi como contralateralmente, en una muestra de piezas anatómicas de cadáveres colombianos. Se hizo énfasis en las relaciones entre áreas articulares y los componentes muscular y ligamentoso.

Por lo anterior, este estudio profundizó la relación biomecánica de estos ligamentos con la ATM y oído medio en población colombiana, lo cual contribuye a una mejor interpretación anatómica y a un adecuado manejo terapéutico de los eventos clínicos que comprometen a ambas estructuras. Este estudio además de contribuir a una mejor comprensión de la relación entre el área otorrinolaringológica y odontológica, también brinda información morfométrica del oído medio que es de utilidad para morfólogos, odontólogos y especialidades otológicas y otorrinolaringológicas.

Los beneficiados a partir de este trabajo original y de ciencias básicas van a ser los clínicos que se desempeñan en el diagnóstico y tratamiento de patologías que involucran la ATM y el oído medio.

Este estudio pretende abordar las siguientes preguntas:

¿Existe un vínculo anatómico ligamentario entre el oído medio y la mandíbula?

¿Puede este vínculo anatómico generar efectos mecánicos en el oído medio?

¿Están unidos los músculos tensor del velo del paladar y tensor del martillo?

¿Son considerables las variaciones en forma y tamaño de los huesecillos del oído medio?

¿Están relacionadas las diferentes superficies timpánico-ovales y articulares osiculares bajo una relación de áreas y palancas efectiva?

¿Hay correlación entre cada una de las variables medidas en este estudio?

¿Hay diferencias de lado entre las medidas registradas?

OBJETIVOS

Objetivo General:

Contribuir a la descripción anatómica de las relaciones de las estructuras del oído medio y de estructuras estomatognáticas asociadas a partir de muestras de cadáveres colombianos.

Objetivos Específicos:

Describir morfológicamente la presencia de los ligamentos maleolar anterior y disco-maleolar en una perspectiva macroscópica.

Determinar movilidad maleolar posterior a la tracción del disco y cuerpo de la mandíbula.

Describir las características morfométricas y morfológicas de las estructuras del oído medio: membrana timpánica, músculo tensor del martillo, del estribo y tensor del velo palatino, martillo, yunque, estribo.

Correlacionar las medidas morfométricas de las diferentes estructuras y la movilidad de los ligamentos.

MARCO CONCEPTUAL

El oído medio y el sistema estomatognático están estrechamente relacionados. Myrhaug (23) afirmaba que la cadena osicular y los músculos del oído medio, pertenecen embriológicamente al sistema masticatorio, que posteriormente se transforman y sirven al sentido de la audición. En la actualidad se hace innegable que embriológica, fisiológica y anatómicamente la vecindad de la ATM y el oído medio hacen de estas estructuras “vecinas de patio”, aunque funcionalmente estén destinados para tareas diferentes (Figura 1).

En el ser humano, el desarrollo de la ATM y de estructuras como la faringe, tuba auditiva y cavidad timpánica es compleja y todavía materia de controversia. El primer arco branquial en el que se encuentra el cartílago de Meckel forma la mandíbula y el maxilar. Del primero y segundo arco se forma la cadena osicular, perteneciendo al primer arco el martillo, yunque y proceso (crura) anterior del estribo. De esta el maléolo o martillo se encuentra estrechamente relacionado con el blastema condilar de la ATM (primero en aparecer) y el blastema temporal de la ATM (primero en calcificarse) por medio de conexiones fibrosas que pasan a través de la fisura petrotimpánica y que Rees en 1954 denominó el ligamento discomaleolar (24). Estas conexiones fibrosas del músculo pterigoideo lateral en el cartílago de Meckel forman el disco interarticular por estimulación mecánica de este músculo (25).

a) Ligamentos:

La conexión neurológica, vascular y ligamental entre ATM y oído medio persiste a través del desarrollo de la articulación por continuidad en el cartílago de Meckel a través de la fisura petrotimpánica que en el adulto presenta un cierre incompleto. Existe una conexión filogenética evidente en

lo que respecta a la inervación, irrigación y formación de las estructuras articulares, faríngeas y auriculares incluida la tuba auditiva (26,27,28).

Disecciones en cadáveres humanos realizadas por Pinto, komori y posteriormente por otros investigadores en adultos y en fetos (2,3,4,5,8) establecieron un vínculo anatómico preciso entre la ATM, el ligamento esfenomandibular y el oído medio por los ligamentos disco-maleolar y el ligamento maleolar anterior que se unen al martillo separadamente en el proceso anterior o processus gracilis para conformar el ligamento anterior del martillo (29). El ligamento maleolar anterior es una continuación del esfenomandibular; estos según komori y col. (8), y luego ratificado por Ogutcen-toller (30) se fijan en la superficie ventral del martillo para luego salir formando una “v” horizontal por la fisura petrotimpánica. Según Pinto (9) el ligamento discomaleolar se encuentra más externo y se inserta al borde postero-supero-medial del ligamento capsular y al disco y según komori y col., (8) se inserta solo a la zona retrodiscal postero-supero-medial y a la cápsula articular.

El ligamento maleolar anterior se encuentra más medial y se une al ligamento esfenomandibular acompañado por la cuerda del tímpano (originado del nervio intermediario de Wrisberg). Burch (31) sugiere que el ligamento discomaleolar es una continuación del esfenomandibular. El ligamento esfenomandibular se inserta en la llingula de la mandíbula y se origina en el martillo, parte de la espina del esfenoides y zona más medial de la fisura petrotimpánica (32). El ligamento maleolar anterior es un remanente en el desarrollo embriológico del cartílago de Meckel y el disco-maleolar del músculo pterigoideo lateral. Pinto y posteriormente de manera mas detallada komori muestran como por la fisura petrotimpánica emerge la cuerda del tímpano de la cavidad timpánica en el iter chordae anterioris o poro anterior de la cuerda del tímpano, pasando estos dos ligamentos conjuntamente por este pasaje anatómico (que en adelante lo denominaremos canal de Huguier para facilitar su lectura), y que son

separados por un reborde óseo de base triangular en su trayecto emergente del oído medio. Según Eckerdal (33) la libertad de movimiento de estos ligamentos depende de la conexión fibrosa de estos en las paredes de la fisura petrotimpánica, corroborando los hallazgos de Coleman en 1970 (5).

Loughner y Col. (11) advierten que en cirugías de ATM en donde se realizan distracciones condilares de más de 10 mm se pueden lesionar la cadena osicular por tracción extrema de estos ligamentos sobre el proceso anterior del martillo e inclusive nervios adyacentes. Sugieren que en presencia de otitis media infecciosa se pueda involucrar la ATM y generar capsulitis, especialmente en lactantes en donde la conexión entre oído medio y la ATM es más amplia a través de una fisura petrotimpánica más amplia. Marasa y Ham., (34) explicaron que la inflamación producida por un desorden inflamatorio o funcional de la ATM puede propagarse a través de la fisura petrotimpánica al oído medio y generar otitis media no infecciosa.

b) Músculos:

La función normal de la tuba auditiva es la de balancear la presión del oído medio con la ambiental. El músculo tensor del velo palatino dilata la tuba auditiva y comunica la nasofaringe. Esta apertura de la tuba por el tensor del velo del paladar, es asistida por el músculo elevador del velo palatino durante los movimientos velo-faríngeos como tragar y la fase inhalatoria de la respiración (18,35,36,37,38). La contracción refleja del músculo del estribo y el tensor del martillo se produce con sonidos fuertes e inmediatamente antes de hablar (39). Kamerer (40) afirma que el músculo del estribo también mejora la vocalización externa reduciendo el efecto enmascarador del sonido autógeno. Williams y Col. (41) afirman igualmente que el músculo tensor del martillo responde a estímulos externos activados por la vocalización, la masticación, la deglución y el movimiento de los músculos faciales.

El músculo tensor del martillo es un músculo alargado y delgado que se ubica en un semicanal óseo que acompaña por encima y posteriormente a la porción ósea de la tuba auditiva. Este músculo se origina en la porción cartilaginosa de la tuba auditiva, su propio semicanal y la región adyacente del ala mayor del esfenoides. Este se dirige en sentido lateral hasta formar un tendón que se orienta perpendicularmente a sus fibras en el proceso cocleariforme o pico de cuchara, insertándose en el cuello del martillo. El músculo del estribo es bipeniforme y se encuentra en una cavidad cónica casi paralela al conducto del nervio facial y en la pared posterior de la cavidad timpánica. Su tendón emerge a través de un orificio de la apófisis piramidal y de manera perpendicular dirige sus fibras, hacia el estribo (29).

Rood y Doyle (42) encuentran en adultos y fetos la anatomía del músculo tensor del velo palatino compuesta por una porción medial o “dilatador de la tuba” -descrita por Williams y Col. (29)-, una porción externa compuesta por el músculo tensor del velo palatino y una intra-timpánica compuesta por el músculo tensor del martillo que entremezcla sus fibras con la zona externa del músculo tensor del velo palatino (21,43). La zona lateral del tensor del velo palatino se origina en la espina del esfenoides, la fosa escafoidea, en el músculo tensor del martillo y todo el reborde óseo lateral del surco esfenoideo. La zona medial de este músculo se origina en el tercio posterior y medio de la pared membranosa lateral de la tuba auditiva. Estos músculos descienden y convergen en el hamulus pterigoideo formando un fuerte tendón que se curva alrededor de este proceso para insertarse de manera horizontal en el paladar blando como aponeurosis palatina.

Los patrones de movimiento como el bostezo, reír, tragar y toser involucran músculos faríngeos y laríngeos que activan el músculo tensor del martillo. Kamerer (40) en 1978 expresó la necesidad de una teoría unificada para estos músculos que comparten una relación anatómica estrecha y probó electromiográficamente cuando el tensor del martillo y el tensor del velo palatino funcionaron simultáneamente durante la deglución y asisten en la

ventilación de la tuba auditiva, similar a una bomba de aire. El músculo tensor del martillo durante su contracción recíproca con el músculo tensor del velo palatino, produce una deflexión interna de la membrana timpánica que rompe el sello de las membranas mucosas del istmo de la tuba auditiva. Esta acción expulsa aire y contribuye a la ventilación del oído medio (44).

Más que la cercanía y contacto funcional de dos músculos (hipomoclia) el tensor del velo del paladar y el músculo tensor del martillo han mostrado ser prácticamente el mismo músculo por continuidad. Ambos músculos por separado cumplen funciones diferentes y su disfunción es capaz de alterar la fisiología normal de la tuba auditiva y de los huesecillos del oído medio. Schames y Col. (26) explican como puede suceder una contracción miofibrótica secundaria a puntos gatillos y adhesiones en el músculo tensor del martillo y al músculo tensor del velo palatino debido a la disfunción e hiperactividad muscular generada en un DTM. Lo anterior complica más la relación anatómica y funcional de esta conexión y la sintomatología ótica debido a la consecuente reducción en la longitud de la fibra muscular en esta patología.

La interacción neuromuscular compleja entre los músculos de la masticación y el oído fue denominado "Síndrome Otognático" por Myrhaug (23) en 1964 y posteriormente "síndrome otomandibular" por Bernstein en 1969 (69) y por Arlen en 1977 (45). Los pacientes con síndrome otomandibular presentan uno o más síntomas óticos, sin patología localizada en oído, nariz o garganta, pero con uno o más músculos de la masticación en estado de constante espasmo. Parece que hay afinidad entre el Síndrome de Meniere y los DTM, mostrando como el dolor muscular craneofacial y los desordenes musculares cervicales presentes en los DTM pueden producir sensación de pérdida auditiva fluctuante, vértigo y tinnitus hallando una fuerte correlación entre la hipoacusia y los DTM asociados a vértigo y a tinnitus.

Ogutcen-Toller y Juniper (46) notaron que las estructuras que conducen el sonido en el oído medio pueden ser afectadas por la contracción refleja del tensor del martillo por DTM. Schames y Col, (26) Myrhaug, (23) afirman que la disfunción del tensor del martillo y el tensor del velo del paladar juegan un papel importante en la relación de los DTM y los síntomas óticos además de denominarlos músculos accesorios de la masticación (21).

c) Cadena ocsicular y membrana timpánica.

La membrana timpánica separa la cavidad timpánica del oído externo, es semitransparente, delgada y tiene forma oval. Es algo más estrecha por arriba que por abajo y forma con el suelo del conducto un ángulo de 55 grados. El rodete anular la rodea en todo su perímetro para insertarse en el surco timpánico. Está compuesta por una membrana superior flácida (limitada por los ligamentos tímpano-maleolares anterior y posterior) y una membrana tensa e inferior a esta que representa la mayoría de la membrana timpánica. El mango o manubrio del martillo está firmemente unido a su cara interna hasta su centro u ombligo que se encuentra inflexo hacia la cavidad timpánica, haciendo de esta convexa hacia adentro. Tiene tres estratos o capas de afuera hacia adentro: epitelial, fibroso y mucoso. A partir del martillo, el yunque se une a este y a su vez al estribo a través de las articulaciones sinoviales incudo-maleolar e incudo-estapedial respectivamente. Los huesecillos logran romper la impedancia acústica que se genera en la energía acústica de un medio aéreo a uno líquido en el que rebota en su gran mayoría, así estos desplazan mecánicamente la perilinfa en la ventana oval. Entonces, la membrana timpánica y los huesecillos generan un ajuste de impedancias aérea y líquidas. El mecanismo osicular convierte el movimiento aéreo de baja densidad en movimientos análogos de mayor densidad en el líquido coclear. El mango del martillo reproduce los movimientos de la membrana timpánica, mientras que el martillo y el yunque rotan juntos alrededor de un eje que va desde la apófisis corta y el

ligamento posterior del yunque al ligamento anterior del martillo, así cuando la membrana y el manubrio se desplazan en dirección medial, la apófisis larga del yunque se mueve en la misma dirección empujando la base del estribo hacia el laberinto y la perilinfa. En la base del estribo la fuerza por unidad de superficie del área oscilante aumenta 20-22 veces en comparación con la de la membrana timpánica ya que hay 15-17 veces más área en la membrana timpánica que en la ventana oval. Si la cadena ocsicular no estuviera presente más del 90 % de la energía sonora no se transmitiría (normalmente es el 60 % lo transmisible de la energía sonora) (29,47,48,49).

La morfología de los huesecillos no es simétrica y tiene características particulares. El martillo tiene una cabeza grande y ovoide, un mango o manubrio que esta adherido a la membrana timpánica y un cuello delgado que contiene dos apófisis, una anterior y una lateral. La carilla articular de este hueso se ubica en la cabeza. El yunque se parece más a un diente premolar achatado con dos raíces divergentes que son las apófisis superior o corta e inferior o larga. Tiene dos carillas, una anterior para el martillo en forma de silla de montar y una inferior o lenticular para el estribo que se ubica perpendicularmente al eje de la apófisis larga del yunque que a su vez se ubica paralela y medial al mango del martillo y la membrana timpánica. El estribo tiene una cabeza, dos brazos o apófisis (cruras) anterior y posterior y una base o platina que se fija con el ligamento anular a la ventana oval del oído interno. La cabeza, contraria a la platina, tiene una dirección lateral y perpendicular a la membrana timpánica, mango del martillo y apófisis larga del yunque. La cabeza contiene la carilla que articula con la apófisis lenticular del yunque. A partir de la cabeza y en dirección medial hacia el pie o platina del estribo se curvan las apófisis anterior y posterior. La apófisis anterior es menos curva y larga que la apófisis posterior (29,47,48,49).

Se han estudiado tanto la estructura como la función de los huesecillos del oído medio en humanos involucrando las dimensiones de la membrana timpánica (50). Igualmente las dimensiones y peso de estos comparados entre fetos, adultos y niños que ha mostrado un crecimiento después del nacimiento (47,48). Los patrones de transmisión de fuerzas y su mecánica han sido también estudiados con modelos matemáticos que reconstruyen las formas particulares de los huesecillos para su posterior procesamiento con estudios de elemento finito (51,52,53,54,55). Parece haber un interés común en la morfología y Morfometría de la cadena de oscículos del oído medio en humanos con fines quirúrgicos pero también en el diseño y la reconstrucción de implantes electromagnéticos, usando medidas precisas que logren reproducir la transmisión de la energía sonora (56,57,58,59,60,61,62,63,64).

Es común que estos huesecillos no sean simétricos y su morfología sea ligeramente heterogénea en algunos aspectos antropométricos. Se han encontrado unas sutiles variaciones de forma para el martillo (en la angulación del mango), el yunque (con ranuras en su apófisis corta) y el estribo (en la angulación de sus cruras e inserción del tendón estribo), con mas variaciones en el martillo y el estribo y menos en el yunque (65,66). Crevecoeur (67) con una visión antropológica estudia la Morfometría y la relación filogenética del homínido de diferentes épocas evolutivas midiendo los oscículos desde antes del Neandertal, pasando por el paleolítico y llegando hasta el humano moderno, concluyendo que estos huesecillos son morfométricamente muy estables tanto en poblaciones pre-históricas como históricas como aquellas étnica y geográficamente diferentes, matizando igualmente que el tamaño del cráneo y el cuerpo no guardan correlación con el de los oscículos, lo que tiene un valor sustancial filogenético. Esto se debe traducir en muy pocas variaciones anatómicas para estas estructuras óseas.

El registro de todas estas medidas óseas, musculares y ligamentarias busca corroborar o aportar a lo encontrado en otras investigaciones. De esta forma se amplía la información desde una perspectiva étnica y geográfica diferente ya que no hay trabajos parecidos en territorio colombiano. Finalmente un análisis correlacional de todas estas variables buscare encontrar explicaciones a esta compleja y sorprendente dinámica del oído medio y sus estructuras vecinas.

DISEÑO METODOLOGICO

TIPO DE ESTUDIO.

Este es un estudio descriptivo observacional con un componente analítico (correlacional), que determinó las características morfológicas del oído medio y de los ligamentos que relacionan al oído medio con la ATM.

POBLACION ACCESIBLE

Bloques de temporales frescos de cadáveres no reclamados a quienes se les practicó necropsia en el Instituto de Medicina Legal de Bucaramanga. El Instituto de Medicina Legal de Bucaramanga suministró los bloques temporales.

CRITERIOS DE INCLUSION

Bloques temporales de porción petrosa y fosa craneal media de sujetos de sexo masculino y femenino sin lesiones de trauma y que ingresaron al Instituto de Medicina Legal para la correspondiente necropsia.

MUESTRA

23 bloques de huesos temporales frescos donados por el Instituto de Medicina Legal.

PROCEDIMIENTO.

Para la extracción de los huesos temporales se utilizó una incisión biauricular del escalpo con separación de los colgajos temporo-frontal y temporo-occipital en sentido anterior y posterior respectivamente, luego se practicó resección de la calvaria mediante corte horizontal del cráneo y

posterior extracción del encéfalo, con lo cual quedó descubierta la base del cráneo. El bloque temporal se extrajo mediante un abordaje a través de la fosa craneal media.

Con sierra eléctrica se practicó un primer corte coronal de 7 cm, desde el borde posterior del proceso mastoideo hasta la pared lateral del cuerpo del hueso esfenoidal. Un segundo corte coronal y ventral, distante 7 cm del anterior; y un tercer corte sagital de 7 cm que unió los extremos mediales de los primeros dos cortes. Para liberar el bloque se usó un corte horizontal a nivel del ángulo goniaco mandibular, que incluyó la totalidad del cóndilo mandibular y los fascículos del músculo pterigoideo lateral, medial y masetero. La muestra de cada bloque temporal y su tejido acompañante (bloque de 7 cm de lado) se preservó mediante congelación. Posteriormente se descongelaron y sumergieron en 1:10.000 Timerozal y 0.9% solución salina una semana antes de su disección y con el propósito de mantener frescos los tejidos. Se evitó el uso de formaldehído por sus efectos fijadores de las muestras cadavéricas. La vía de acceso para estas disecciones se hizo con tres abordajes: uno superior a través de la fosa craneal media para las estructuras a medir del oído medio; uno lateral en el conducto auditivo externo para el registro de las medidas de la membrana timpánica; y una anterior en la fisura petrotimpánica. En el abordaje superior se eliminó cuidadosamente el tegmen timpani para liberar el receso epitimpánico y sus estructuras vecinas rostrales a la cavidad timpánica y la ATM para hacer un abordaje ordenado de superior a inferior en los que se tomaron medidas con calibrador electrónico (Mitutoyo) en la manera en que se accedían a las estructuras a estudiar. En el acceso lateral se amplió las dimensiones del meato auditivo externo para hacer accesible el rodete timpánico.

El abordaje de este bloque temporal se hizo con aumento de 15x, instrumental manual y micro-motor con frezas redondas de diferentes dimensiones. Primero se tomaron los registros que debían ser medidos in situ (membrana timpánica, tendón del músculo del martillo, ligamento disco-

maleolar y maleolar anterior) para no perder la disposición espacial y mantener su morfología inalterada. Con la intención de observar la movilidad de la cabeza del martillo al ser traccionado el ligamento maleolar anterior y con el cóndilo en su posición mas posterior y asentado en la fosa mandibular, se traccionó (previa fijación mecánica del bloque) el ramo de la mandibular en sentido latero-medial y en sentido superior emulando un cierre extremo de la mandíbula (sobremordida vertical). Para observar esta misma movilización del martillo pero a través de la conexión del ligamento disco-maleolar, se traccionó el complejo cóndilo-disco articular en una posición extrema postero-anterior o protrusiva. Con aumento de 15x se registro el movimiento ocsicular ante la tracción del cuerpo mandibular del bloque temporal fijado mecánicamente y de manera previa con cuatro tornillos a una base de madera para asegurar la fijación de toda la muestra ante esta tracción. En segunda instancia y posterior a las medidas in situ, se avanzó en el abordaje en mayor profundidad y buscando separar el bloque a través de la fisura petro-timpánica para el acceso a los músculos tensor del martillo y tensor del velo del paladar en relación a la tuba auditiva. Posterior a estos registros se extrajo el martillo y el yunque de la cadena osicular, dejando atrás el estribo con la intención de medir el tendón del estapedio antes de extraerlo. Por último se disecó el estribo y el músculo del estribo guiados por el canal del nervio facial (canal de Falopio) en su recorrido intra-petroso y se tomaron medidas in situ. Con cámara digital se registraron las imágenes paso a paso de las estructuras a estudiar en diferentes posiciones con el objetivo de cubrir varios planos del sistema. El registro de cada medida se consignó en un formato de recolección de estos datos. Con video-microscopio se hizo el registro fotográfico de los huesecillos con aumento de 50-100x.

RECOLECCION DE DATOS Y PLAN DE ANALISIS

Los resultados obtenidos fueron registrados en una base de datos. Estos fueron sometidos a las pruebas paramétricas o no paramétricas con un componente analítico (correlacional).

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para la manipulación de los órganos, objeto de estudio, se cumplieron en forma estricta las normas reglamentarias y éticas establecidas por el ministerio de la Protección Social con relación a la extracción de especímenes cadavéricos con fines docentes y de investigación, contempladas en el Capítulo VIII de la resolución 002640 de 2005. La propuesta fue sometida al Comité de Ética de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander, el cual avaló su viabilidad. Adicionalmente, cumplió con la resolución 008430 de 1993, del decreto 2164 de 1992 y la Ley 10 de 1990 del Ministerio de Salud que resuelve lo referente a las generalidades éticas para este tipo de investigación en Colombia con el Título II “de la investigación en seres humanos”, capítulo VI “de la investigación en órganos, tejidos y sus derivados, productos y cadáveres de seres humanos”, artículos 47 y 48.

RESULTADOS

Ligamentos:

La cercanía entre la ATM y oído medio se hizo evidente al disecar la pared timpánica anterior que las separaba (Figura 1). Se observó la morfología del LDM con una disposición triangular de vértice en el proceso anterior del martillo y una base que se fusiona con la porción bilaminar del disco y cápsula de la ATM (Figura 2). Este LMA se une al aspecto lateral del LEM desde la espina del esfenoides hasta la lín-gula de la rama mandibular (Figura 3). En su trayecto por el canal de Huguier (Figura 4) se separa del LMA por una cresta ósea del piso del canal de Huguier (fisura petrotimpánica) para dirigirse hacia la pared posterior de la capsula y superficie posterior-supero-medial de la zona bilaminar del disco de la ATM. El LMA cursa en la zona medial del canal de Huguier y posteriormente y con dirección medial en la fisura petrotimpánica hasta que se oculta con la cuerda del tímpano en su trayecto hacia la espina del esfenoides.

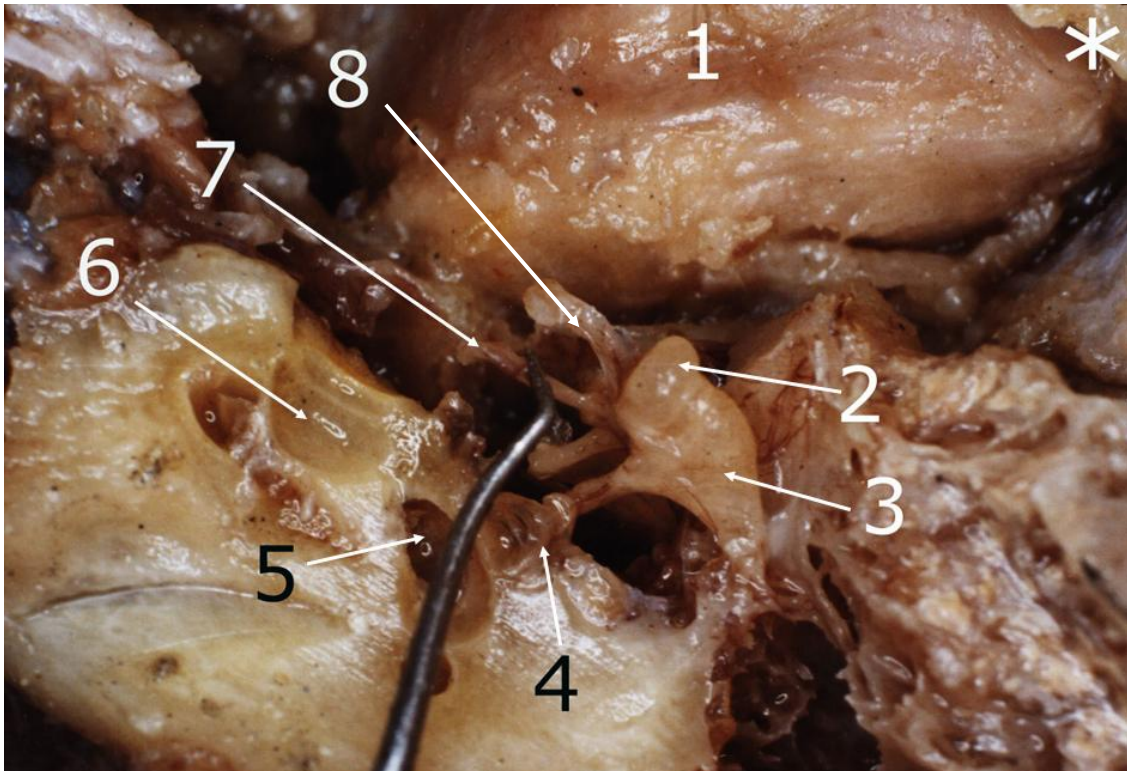


Figura 1. Vista superior y posterior de ATM y oído medio. * Orientación antero-lateral de la muestra. 1. Disco ATM, 2. Cabeza del martillo, 3. Yunque, 4. Estructura (ligamento), 5. Vestíbulo, 6. Cóclea, 7. Nervio cuerda del tímpano cortado y retraído medialmente con instrumento, 8. Ligamento maleolar anterior y disco-maleolar (cortados en su segmento pre-septal) y emergiendo del proceso anterior del martillo.

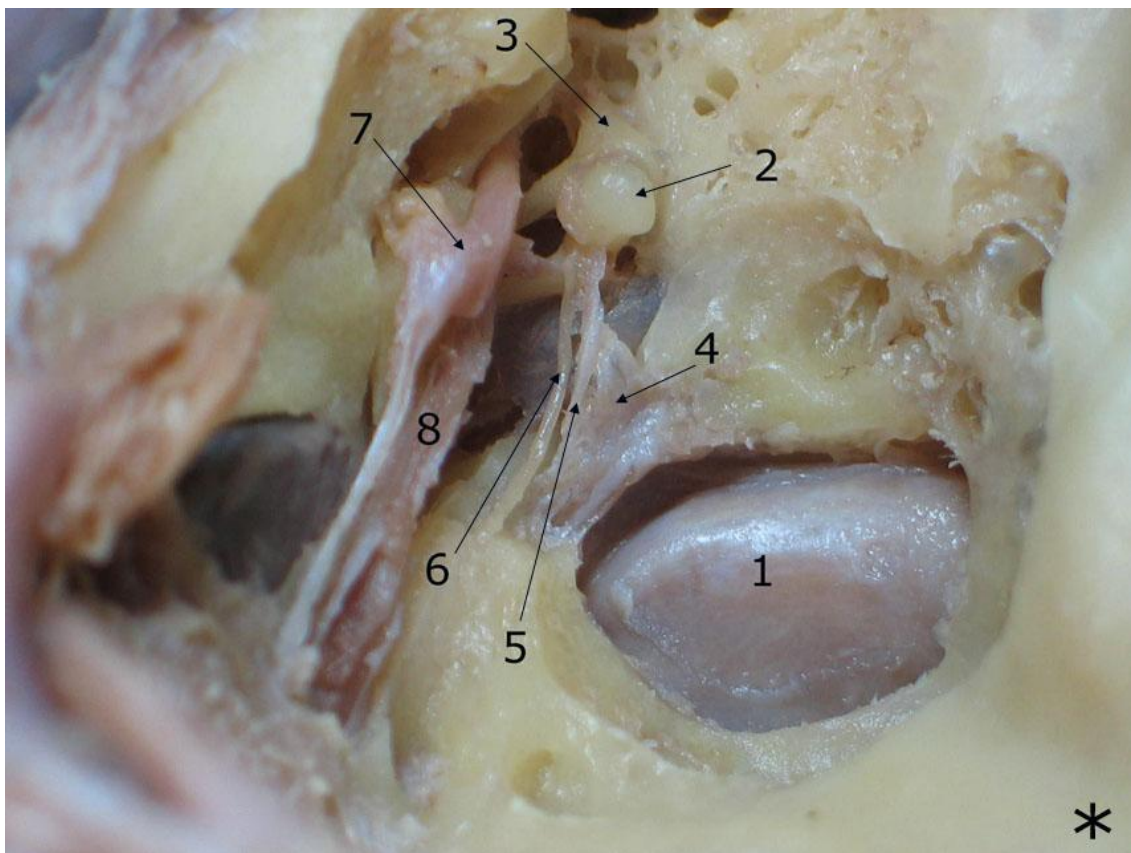


Figura 2. Vista superior y antero-medial de caja timpánica y ATM izquierda. * Orientación antero-lateral de la muestra. 1. Disco de ATM, 2. Cabeza del martillo, 3. Yunque, 4. LDM, 5. LMA, 6. Nervio cuerda del tímpano, 7- Ganglio geniculado del par VII, 8- Músculo del martillo.

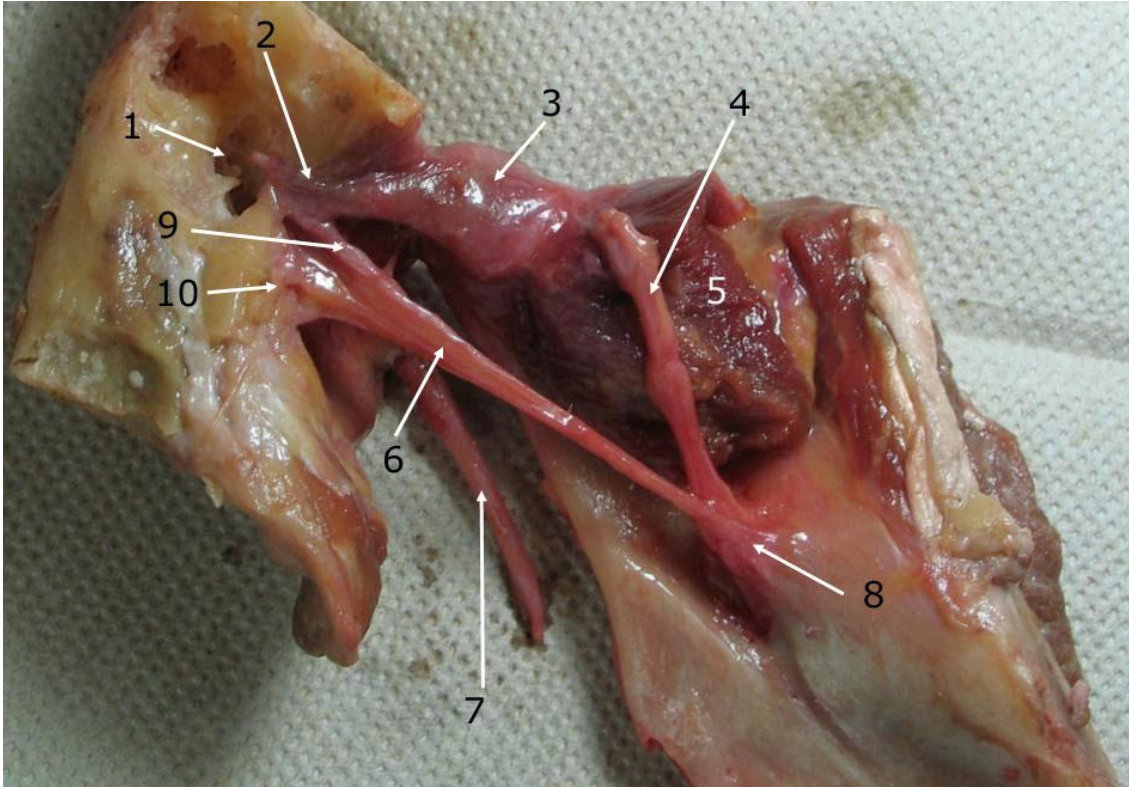


Figura 3. Vista medial de ATM, rama mandibular y oído medio de lado izquierdo. 1. Cavidad timpánica, 2. Ligamento disco-maleolar uniéndose a zona bilaminar, 3. Disco ATM, 4. Nervio Alveolar cortado y superpuesto en músculo Pterigoideo lateral, 5. Músculo pterigoideo lateral, 6. LEM, 7. Apófisis estiloides, 8. Lín-gula mandibular, 9. LMA uniéndose a superficie lateral del LEM, 10. Espina del esfenoides.

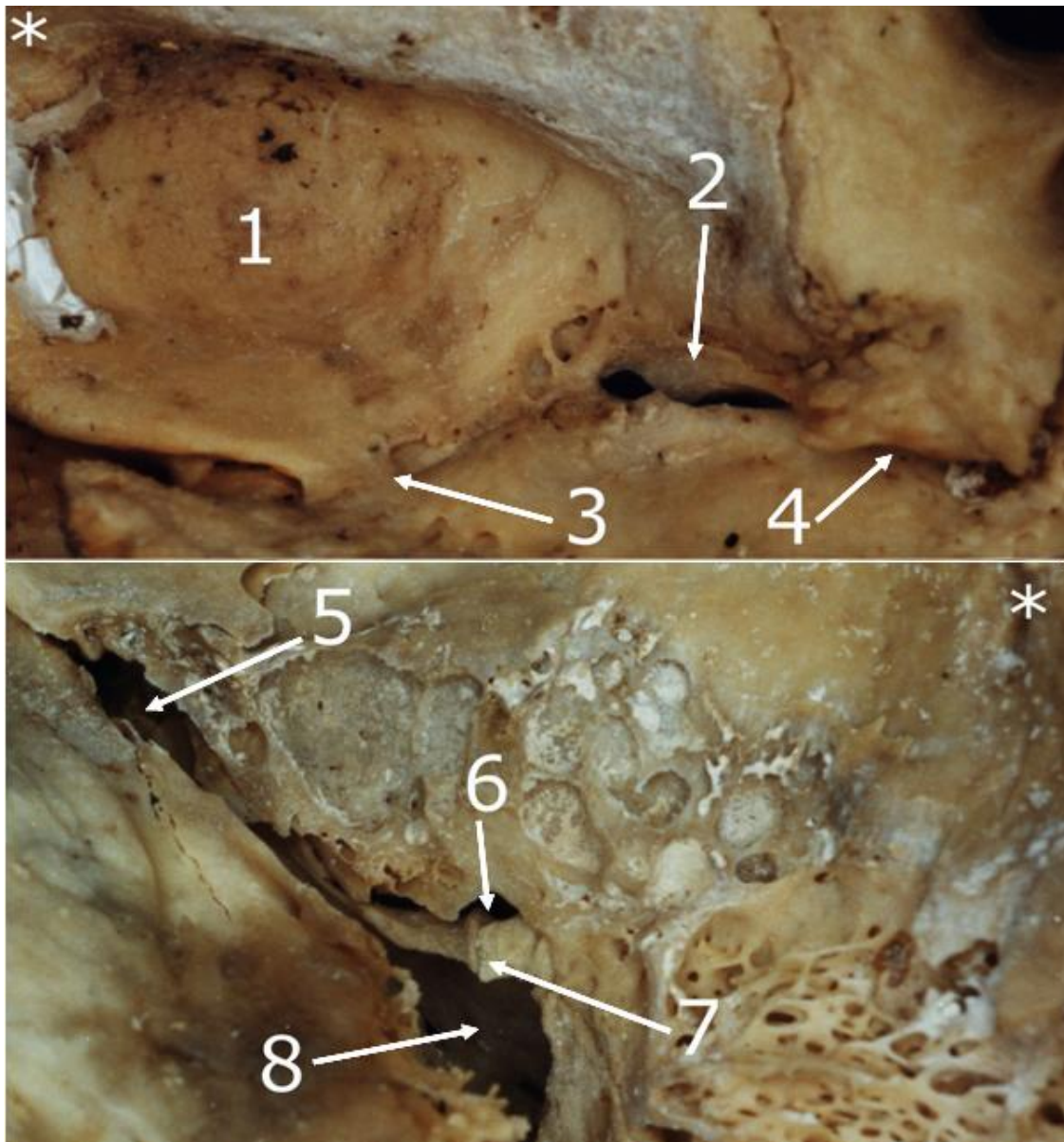


Figura 4. Vista interna (en oído medio) y externa (en ATM) del poro anterior de la cuerda del tímpano. * Orientación antero-lateral de la muestra. 1. ATM, 2. Vista externa del poro anterior de la cuerda del tímpano, 3. Fisura escamo-timpánica, 4. Fisura petro-timpánica, 5. Porción ósea tuba auditiva, 6. Vista interna del poro anterior de la cuerda del tímpano, 7. Septum del poro anterior de la cuerda del tímpano, 8. Cavidad timpánica.

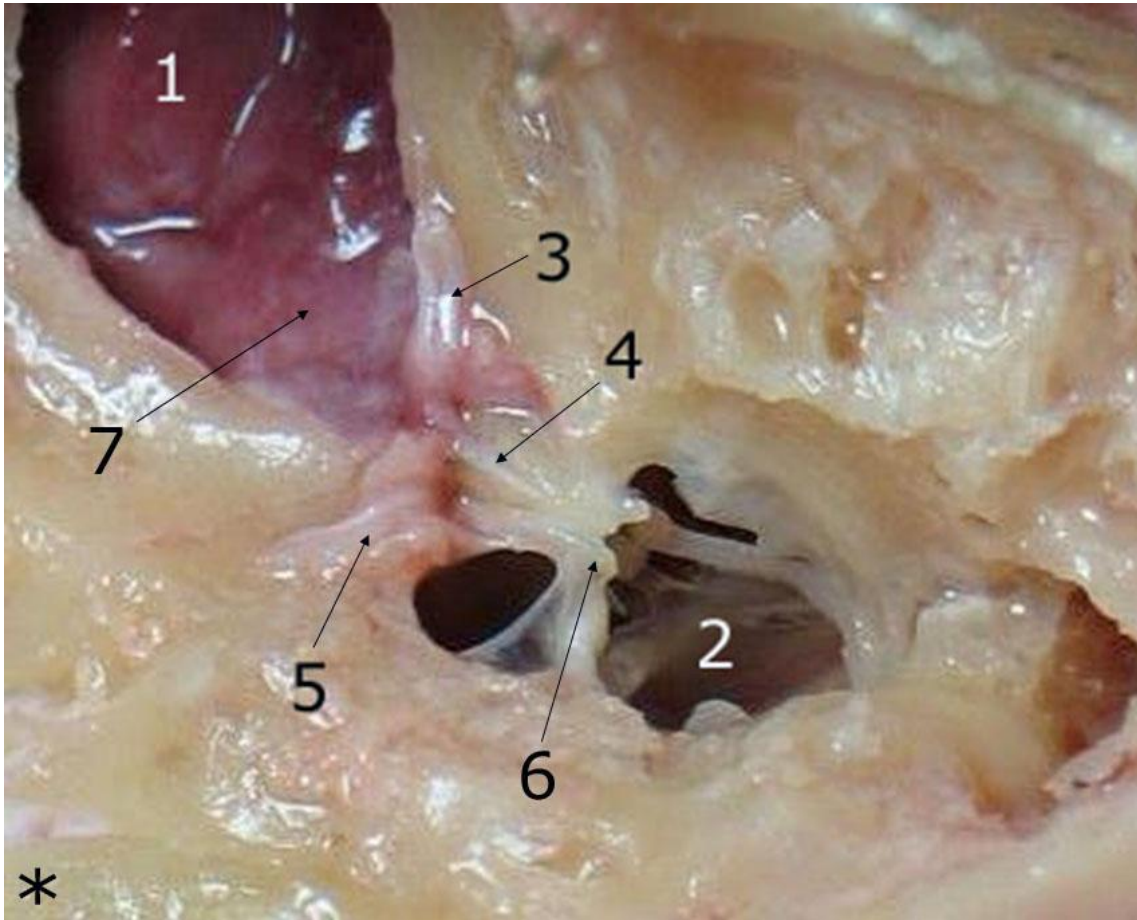


Figura 5. Vista superior y postero-medial de caja timpánica y ATM derecha. * Orientación postero-medial de la muestra. 1. Disco de ATM, 2. Cavidad timpánica, 3. LDM separado antero-lateralmente del canal lateral del poro anterior de la cuerda del tímpano, 4. Septum óseo divisorio de LDM y LMA, 5. LMA separado antero-medialmente del canal lateral del poro anterior de la cuerda del tímpano, 6. Cuerda del tímpano en su porción supra-septal, 7. Zona bilaminar de ATM.

Se observó la presencia del LDM y LMA en todas las piezas evaluadas, originándose del proceso anterior del martillo y cursando ambos en el canal de Huguier en dirección lateral hacia la ATM para el LDM y medialmente (acompañado del nervio cuerda del tímpano) para el LMA. Las longitudes promedio (Tabla 1) de ambos ligamentos fueron registradas: ligamento

disco-maleolar fue de 6.88 mm DE 0.81 y del ligamento maleolar anterior de 4.22mm DE 1.17. El septum óseo de la pared timpánica que separa la ATM y el oído medio sirve de reparo para el registro de las medidas pre-septales y supra-septales del LDM y LMA a partir del proceso anterior del martillo (Figura 6). Del LDM la longitud pre-septal fue de 1.45 mm DE 0.19 y post-septal 5.42 mm DE 0.61, sin diferencia significativa con relación al lado (t paired test= 0.809, p=0.44). La longitud del LMA y de la cuerda del tímpano se registraron desde el proceso anterior del martillo en dirección medial (porción pre-septal) y sobre la fisura petrotimpánica (porción supra-septal) en su porción visible y antes de que se oculten dentro del surco de la fisura petrotimpánica en dirección a la espina del esfenoides. Estas longitudes fueron de 1.45 mm DE 0.19 en su porción pre-septal y de 2.77 mm DE 0.98 en su porción supra-septal, sin diferencia significativa con relación al lado (t paired test: 0.492, p=0.63).

Muestra	Genero	Lado	Cierre	Protrucion	LMA Pre-Sept	LMA Supra-Sept	LMA Total	LDM Pre-Sept	LDM Post-Sept	LDM Total
1	M	I	N	S	1,46	2,38	3,84	1,46	5,74	7,20
2	M	I	N	N	1,45	2,77	4,22	1,45	5,42	6,87
3	M	D	N	N	1,62	0,96	2,58	1,62	5,14	6,76
4	M	I	N	N	1,38	2,14	3,52	1,38	4,84	6,22
5	M	D	N	N	1,58	4,84	6,42	1,58	4,52	6,10
6	F	D	N	N	1,44	1,10	2,54	1,44	5,12	6,56
7	F	I	N	N	1,48	1,18	2,66	1,48	5,02	6,50
8	M	D	N	N	1,60	2,12	3,72	1,60	6,36	7,96
9	M	I	N	N	1,60	2,12	3,72	1,60	5,10	6,70
10	M	I	N	S	1,54	3,22	4,76	1,54	5,34	6,88
11	M	D	N	S	1,50	3,60	5,10	1,50	5,86	7,36
12	M	I	N	S	1,10	2,90	4,00	1,10	6,04	7,14
13	M	D	N	N	1,08	3,40	4,48	1,08	5,54	6,62
14	M	D	N	N	1,60	2,18	3,78	1,60	6,16	7,76
15	M	I	N	N	1,68	2,02	3,70	1,68	5,10	6,78
16	M	I	N	S	1,56	3,22	4,78	1,56	5,34	6,90
17	M	D	N	S	1,40	3,80	5,20	1,40	5,98	7,38
18	M	I	N	S	1,12	3,28	4,40	1,12	7,04	8,16
19	M	D	N	N	1,12	3,40	4,52	1,12	5,54	6,66
20	M	D	N	N	1,42	1,16	2,58	1,42	5,34	6,76
21	M	I	N	N	1,34	2,22	3,56	1,34	4,84	6,18
22	M	I	N	N	1,58	4,84	6,42	1,58	4,52	6,10
23	M	D	N	N	1,78	4,76	6,54	1,78	4,82	6,60
Prom					1,45	2,77	4,22	1,45	5,42	6,88
DE					0,19	0,98	1,17	0,19	0,61	0,81

Tabla 1. Medidas de longitud en mm de los LDM y LMA (medida Pre-Septal, Post-Septal y total) (ver Figura 6). Resultados a la tracción de los ligamentos al cierre y protrusión del cuerpo mandibular.

LMA Pre-Sept: Ligamento maleolar anterior porción pre-septal.

LMA Supra-Sept: Ligamento maleolar anterior porción supra-septal.

LMA Total: Ligamento maleolar anterior longitud total (pre-septal + supra-septal).

LDM Pre-Sept: Ligamento disco-maleolar pre-septal.

LDM Supra-Sept: Ligamento disco-maleolar porción supra-septal.

LDM Total: Ligamento disco-maleolar longitud total (pre-septal + supra-septal).

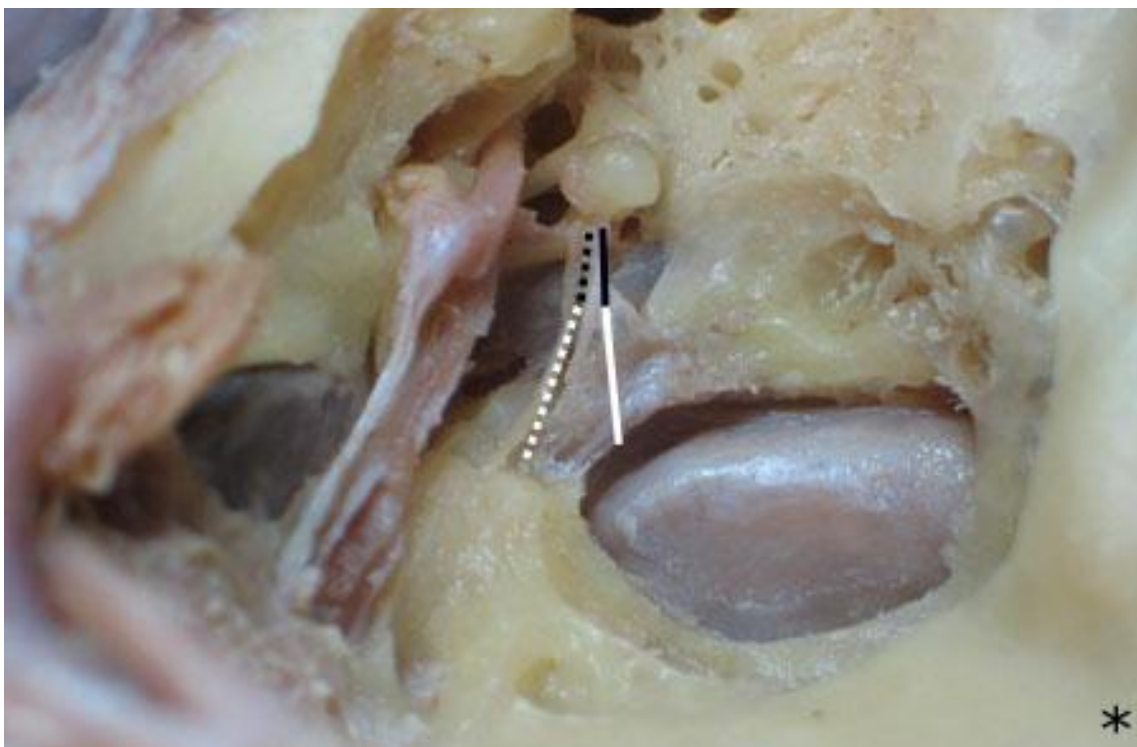


Figura 6. Vista superior y antero-medial de caja timpánica y ATM izquierda. * Orientación antero-lateral de la muestra. Línea negra continua: Porción pre-septal LDM, Línea blanca continua: porción post-septal de LDM, Línea segmentada negra: porción pre-septal LMA, Línea segmentada blanca: porción supra-septal de LMA.

Se observó la movilidad de la cabeza del martillo en un 30.5 % de los casos ante fuerzas de tracción originadas en movimientos protrusivos de cada articulación temporomandibular sobre el LDM (Figura 7). Se observó correlación entre la movilidad del martillo y la longitud del LDM ($R^2=-0.499$, $p<0.05$). En ninguno de los movimientos laterales y de cierre en sobremordida se logro movilizar el martillo a partir del LMA-

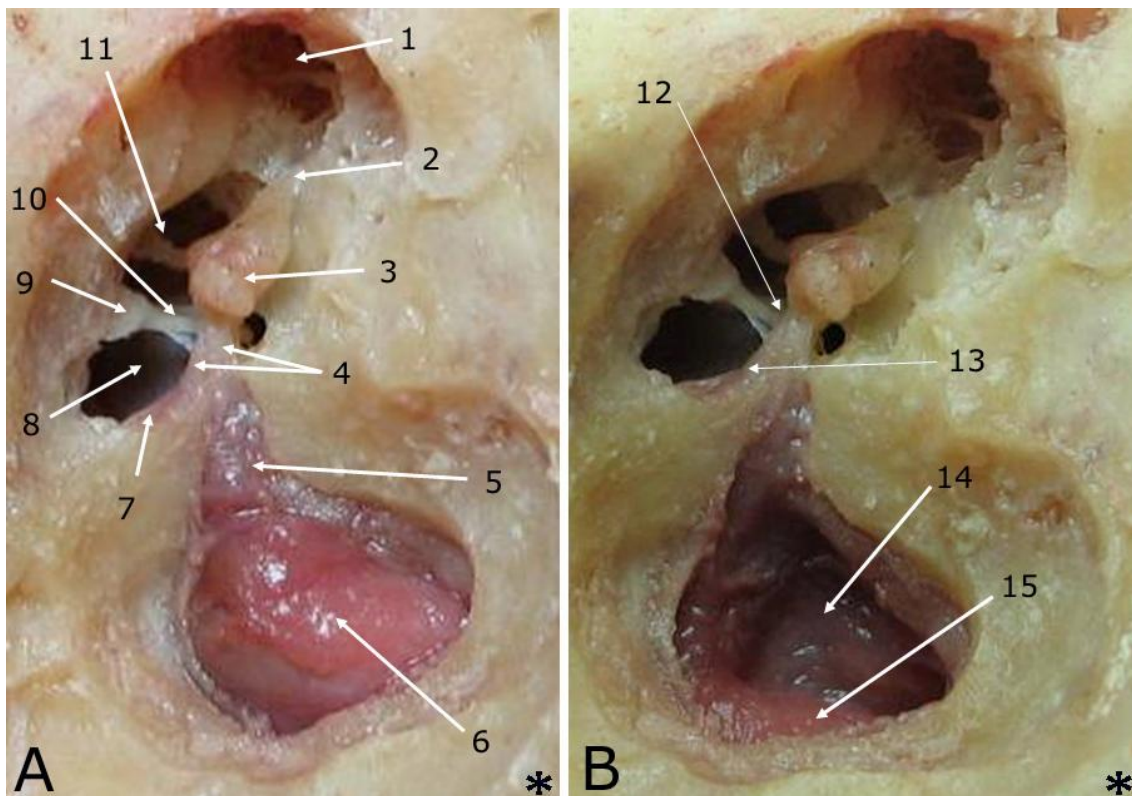


Figura 7. Vista superior y antero-medial de caja timpánica y ATM izquierda. * Orientación antero-lateral de la muestra. Figura A, 1. Aditus mastoideo, 2. Fosa incúdica de apófisis corta de yunque, 3. Articulación incudo-maleolar (Yunque-Martillo), 4. LDM (flecha corta) y LMA (flecha larga) emergiendo de proceso anterior del martillo, 5. LDM uniéndose a zona bilaminar de ATM, 6. Disco ATM, 7. LMA en su trayecto medial supra-septal, 8. Cara interna de membrana timpánica, 9. Proceso cocleariforme, 10. Tendón del músculo del martillo, 11. Articulación incudo-estapedial (Yunque-Estribo), 12. Cuerda del tímpano en su trayecto supratendinoso del martillo, 13. Cuerda del tímpano en su trayecto medial supra-septal y acompañando a LMA, 14. Zona bilaminar retrodiscal

estirada en movimiento excursivos de ATM, 15. Disco ATM en movimiento limite protrusivo.

Morfología y Morfometría de Músculos:

Muestra	Genero	Lado	Union	TM-TVP	Tend TM Lon	Musc TM-Lon	TM-Lon Total	Musc EST-Lon	Tend EST-Lon	EST Lon-Total
1	M	I	S		2,52	16	18,52	4	1,5	5,5
2	M	I	S		2,56	17	19,56	4,5	1,3	5,8
3	M	D	S		3,2	17	20,2	4	1,4	5,4
4	M	I	S		2,86	18	20,86	4,5	1,1	5,6
5	M	D	S		2,64	16	18,64	4	1	5
6	F	D	S		2,16	18	20,16	4	1,5	5,5
7	F	I	S		2,38	17	19,38	4,5	1,3	5,8
8	M	D	S		2,46	18	20,46	4,5	1,5	6
9	M	I	S		2,9	16	18,9	4,5	1,1	5,6
10	M	I	S		2,52	17	19,52	5	1,3	6,3
11	M	D	S		2,3	18	20,3	5	1	6
12	M	I	S		2,24	17	19,24	5	1,4	6,4
13	M	D	S		2,18	17	19,18	5	1,3	6,3
14	M	D	S		2,46	18	20,46	4,5	1,5	6
15	M	I	S		2,92	16	18,92	4,5	1,2	5,7
16	M	I	S		2,56	17	19,56	5	1	6
17	M	D	S		2,3	18	20,3	5	1	6
18	M	I	S		2,2	17	19,2	5	1,5	6,5
19	M	D	S		2,18	18	20,18	5	1,5	6,5
20	M	D	S		3,2	17	20,2	4	1,2	5,2
21	M	I	S		2,84	18	20,84	4,5	1,2	5,7
22	M	I	S		2,64	16	18,64	4	1,5	5,5
23	M	D	S		2,64	17	19,64	4	1	5
Prom					2,56	17,13	19,69	4,52	1,27	5,80
DE					0,31	0,76	1,07	0,41	0,20	0,61

Tabla 2. Medidas de longitud en mm de los músculos Tensor del Martillo (TM) y Del estribo (medida fibra muscular, tendinosa y total). Resultados de la presencia de unión de los músculos tensor del martillo (TM) y tensor del velo del paladar (TVP). (Ver Figuras 8 y 13)

Unión TT-TVP: Unión del músculo tensor del martillo y tensor del velo palatino. (1 en Figura 8)

Tend TM Lon: Longitud del tendón del músculo tensor del martillo. (2 en Figura

Musc TM-Lon: Longitud de las fibras esqueléticas del músculo tensor del martillo. (TM en Figura 8)

TM-Lon Total: Longitud total (tendón y fibras del músculo tensor del martillo).

Musc EST-Lon: Longitud del tendón del músculo del estribo. (4 en Figura xx) (1 en Figura 13)

Tend EST-Lon: Longitud de las fibras esqueléticas del músculo del estribo. (3 en Figura 13)

EST Lon-Total: Longitud total (tendón y fibras del músculo del estribo).

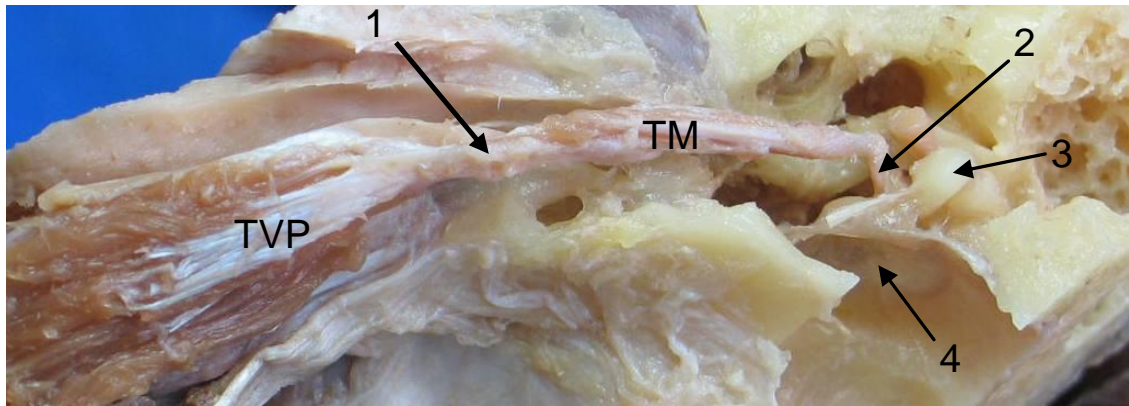


Figura 8. Vista anterior de fisura petrotimpánica disecada exponiendo tuba auditiva y músculos intra y extratimpánicos. 1. Tendón conjunto entre músculos tensor del martillo (TM) y tensor del velo palatino (TVP), 2. Tendón del músculo tensor del martillo llegando al martillo (3), 3. Cabeza del martillo, 4. Membrana timpánica.

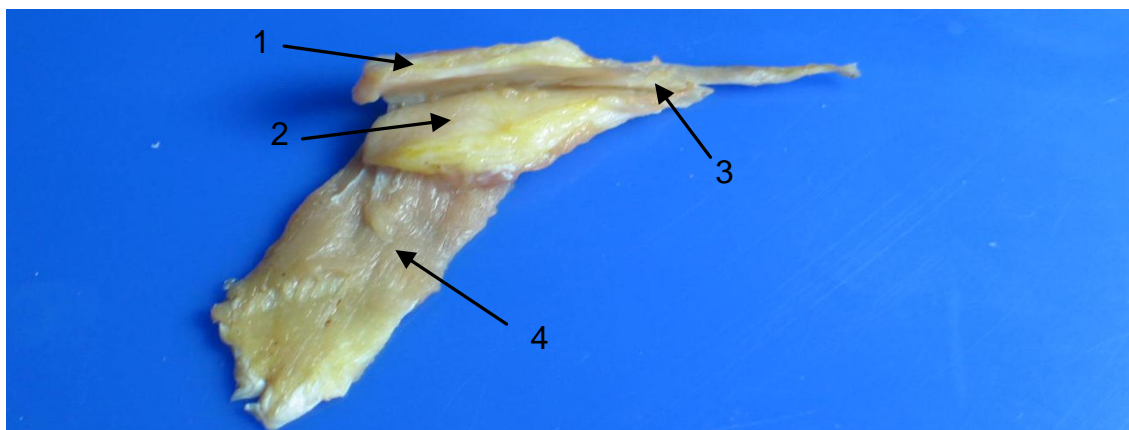


Figura 9. Vista medial de la porción cartilaginosa y mucosa de la tuba auditiva disecada y retirada del bloque temporal con músculos intra y extratimpánicos adheridos a esta. 1. Pared medial de tuba auditiva abierta, 2. Pared medial de tuba auditiva abierta recibiendo la inserción del músculo tensor del velo palatino (ver 4), 3. Músculo tensor del martillo, 4. Músculo tensor de velo palatino.

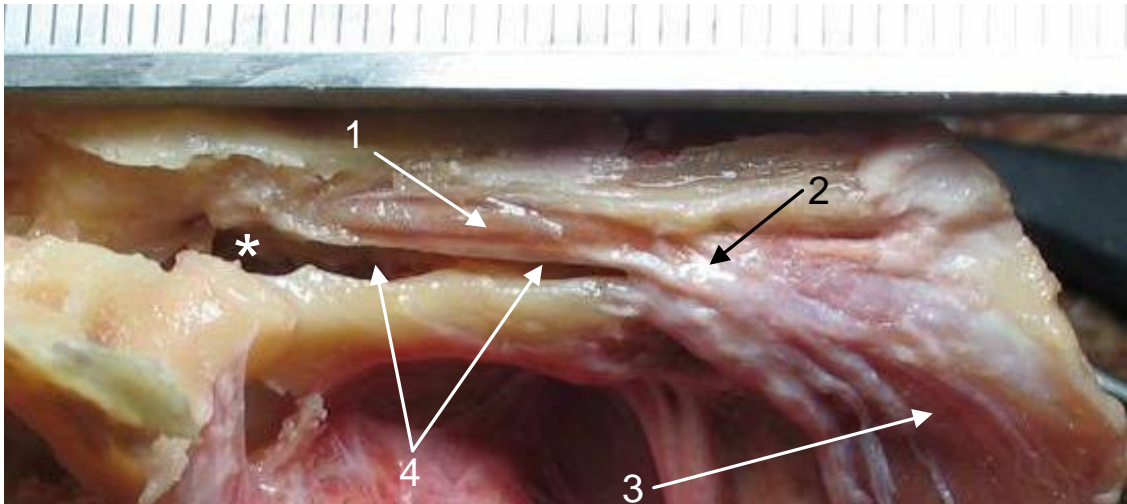


Figura 10. Vista anterior de fisura petrotimpánica disecada exponiendo tuba auditiva y músculos intra y extratimpánicos . 1. Músculo tensor del martillo, 2. Zona tendinosa que une músculos tensor del martillo (ver 1) y tensor del velo palatino (ver 3), 3. Músculo tensor de velo palatino, 4. Porción ósea de la tuba auditiva. * Cavidad timpánica expuesta.

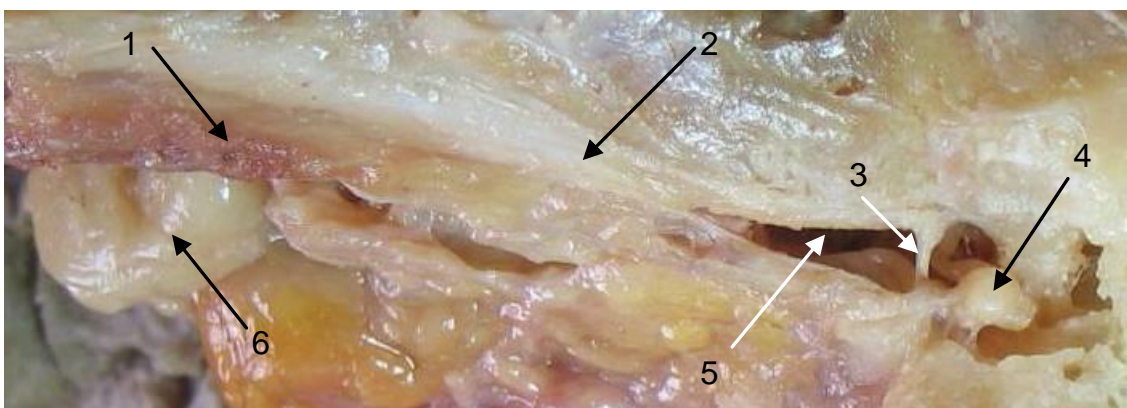


Figura 11 Vista anterior de fisura petrotimpánica disecada exponiendo tuba auditiva y músculos intra y extratimpánicos . 1. Músculo tensor de velo palatino, 2. Músculo tensor del martillo, 3. Tendón del músculo del martillo, 4. Cabeza del martillo, 5. Cavityad timpánica, 6. Paquete adiposo de Osstman.

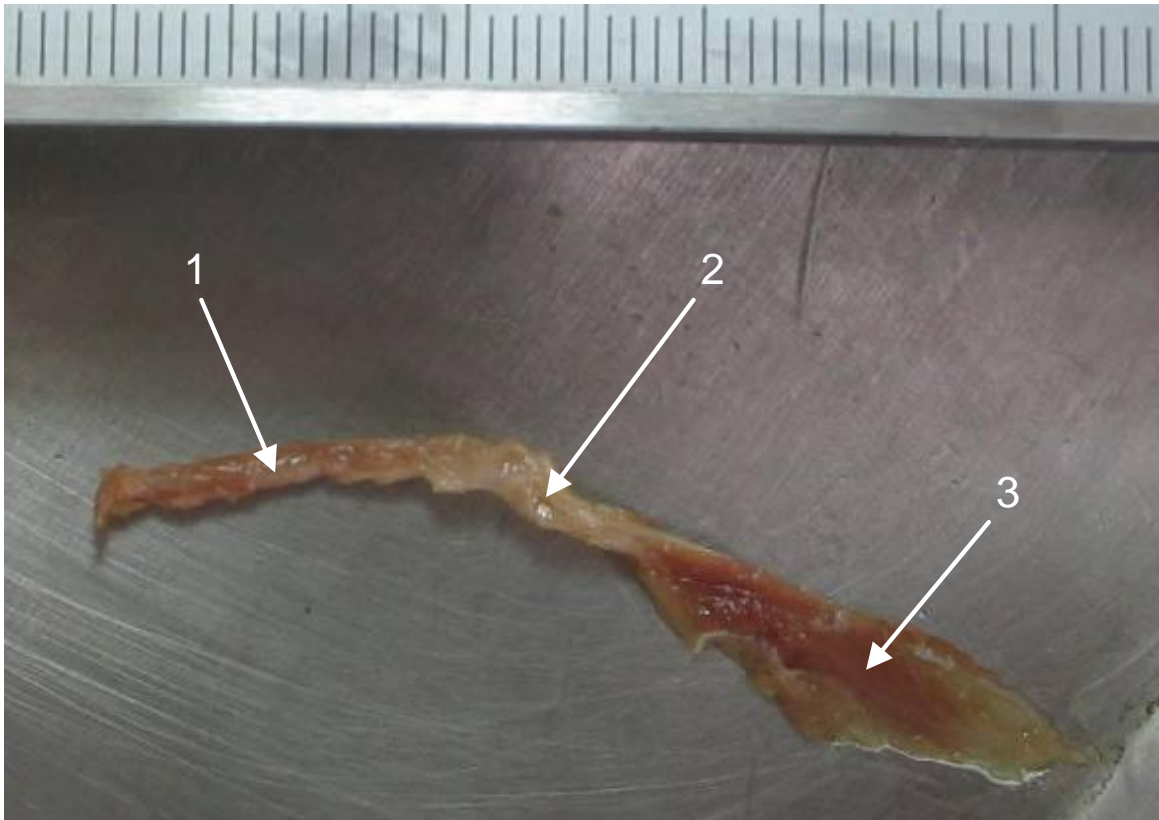


Figura 12. Músculos intra y extratimpánicos retirados del bloque temporal. 1. Músculo tensor del martillo, 2. Unión tendinosa del músculo tensor del martillo y tensor del velo palatino, 3. Músculo tensor de velo palatino.

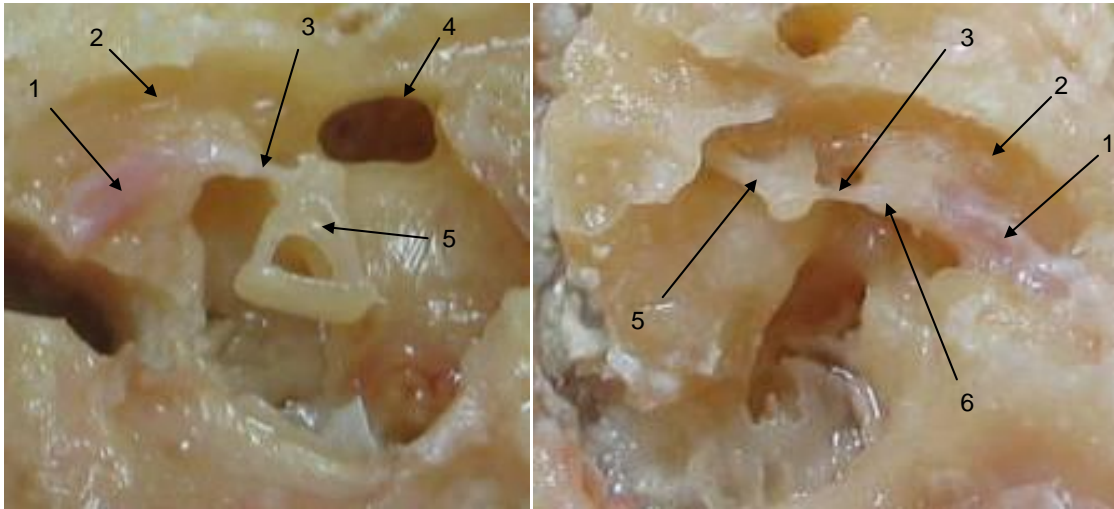


Figura 13. Complejo músculo-esquelético estapedio-estribo. 1. Músculo esquelético del estribo, 2. Canal del facial (Contiene el nervio facial), 3. Tendón del músculo del estribo, 4. Ventana oval, 5 Estribo, 6. Proceso piramidal.

c. Huesecillos:

Morfometría del Martillo

Muestra	Genero	Lado	Cabeza M-L	Cabeza A-P	Art Ancho Lat	Art Ancho- 1/2	Art Ancho Medial	Art largo M-L	Cuello A-P	Cuello M-L
1	M	I	2,76	1,72	2,42	1,68	2,01	2,94	1,69	0,80
2	M	I	2,48	1,76	1,87	1,34	1,87	2,45	1,46	0,79
3	M	D	2,85	1,92	1,53	1,49	1,74	2,74	1,53	0,61
4	M	I	2,72	1,88	2,33	1,82	2,16	2,72	1,41	0,85
5	M	D	2,37	1,68	1,54	1,26	1,64	2,76	1,56	0,84
6	F	D	2,56	1,86	2,24	1,31	1,5	2,72	1,68	1,08
7	F	I	2,42	1,84	2,02	1,55	1,52	2,28	1,4	0,74
8	M	D	2,47	1,91	1,47	1,36	1,55	2,14	1,43	1,08
9	M	I	2,45	1,91	1,63	1,52	1,49	2,46	1,40	1,01
10	M	I	2,61	1,74	1,92	1,24	1,65	2,83	1,49	0,94
11	M	D	2,58	1,7	1,74	1,57	1,86	2,96	1,76	0,91
12	M	I	2,61	1,81	1,58	1,49	1,85	2,78	1,60	1,09
13	M	D	2,73	1,79	1,64	0,96	1,37	3,25	1,53	1,08
14	M	D	2,42	1,95	2,1	1,64	1,84	2,39	1,32	0,9
15	M	I	2,36	1,83	2,22	1,42	1,58	2,76	1,46	1,02
16	M	I	2,37	1,76	1,99	1,98	1,45	2,29	1,45	0,85
17	M	D	2,37	1,98	1,49	1,85	1,65	1,98	1,31	0,84
18	M	I	2,69	1,75	2,06	1,62	1,78	2,5	1,47	1,12
19	M	D	2,39	1,66	1,78	1,93	1,54	2,67	1,84	1,09
20	M	D	2,55	1,77	1,92	1,47	1,56	2,75	1,90	1,08
21	M	I	2,54	1,76	1,79	1,68	1,50	2,89	1,79	1,15
22	M	I	2,76	1,87	1,52	1,71	1,98	2,4	1,3	0,98
23	M	D	2,53	1,9	2,01	2	1,64	2,25	1,4	0,95
Prom			2,55	1,82	1,86	1,56	1,68	2,60	1,53	0,95
DE			0,15	0,09	0,29	0,26	0,20	0,30	0,17	0,14

Tabla 3. Medidas del martillo en 23 muestras. (Ver Figura 14)

Cabeza M-L: Ancho medio-lateral de la cabeza. (1 en Figura 14)

Cabeza A-P: Ancho Antero-posterior de la cabeza. (2 en Figura 14)

Art Ancho Lat: Ancho de la carilla articular en su porción lateral. (3 en Figura 14)

Art Ancho- ½: Ancho de la carilla articular en su porción media. (4 en Figura 14)

Art Ancho Medial: Ancho de la carilla articular en su porción medial. (5 en Figura 14)

Art largo M-L: Longitud medio-lateral de toda la carilla articular. (6 en Figura 14)

Cuello A-P: Ancho antero-posterior del cuello. (7 en Figura 14)

Cuello M-L: Ancho medio-lateral del cuello. (8 en Figura 14)

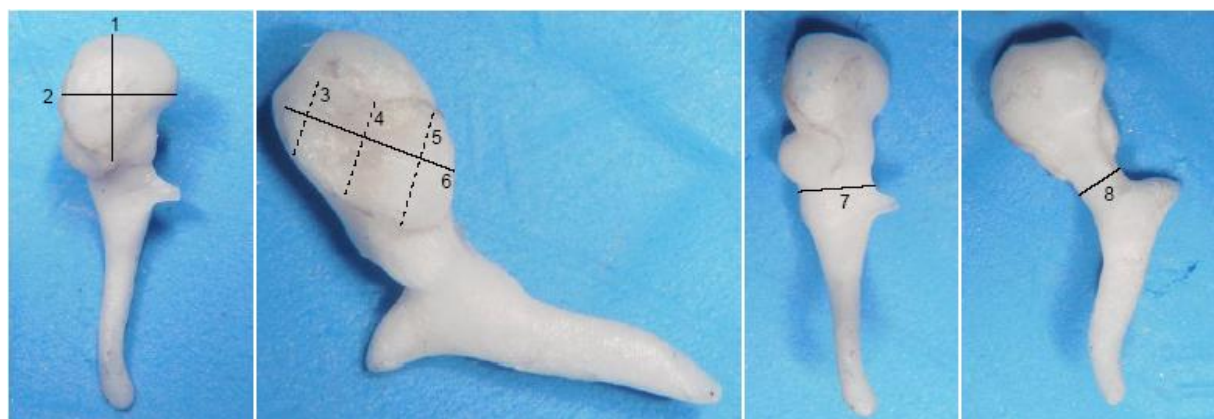


Figura 14

Muestra	Genero	Lado	Proceso Ant	Proceso Lat	Manubrio-Lat	Manub-Cabeza	Manub-Ant
1	M	I	0,81	0,85	5,32	8,45	4,76
2	M	I	0,7	0,8	5,14	7,94	4,71
3	M	D	0,25	0,82	4,75	8,31	4,65
4	M	I	0,28	0,74	4,81	8,19	4,69
5	M	D	0,44	0,73	5,08	8,12	4,82
6	F	D	0,64	0,82	4,43	8,22	4,75
7	F	I	0,63	0,71	4,45	8,3	4,66
8	M	D	0,55	1,07	4,83	8,38	4,91
9	M	I	0,66	0,80	4,91	8,17	4,82
10	M	I	0,4	0,88	4,91	8,28	4,85
11	M	D	0,22	0,96	4,53	8,39	4,73
12	M	I	1,04	1,07	5,12	8,38	4,75
13	M	D	0,85	1,04	5,10	8,44	4,98
14	M	D	0,42	1,35	4,92	7,67	4,42
15	M	I	0,69	1,23	4,74	7,68	4,38
16	M	I	0,48	0,84	4,85	7,93	4,70
17	M	D	0,31	0,99	4,86	7,83	4,44
18	M	I	0,78	1,2	5,24	7,98	4,77
19	M	D	0,74	1,43	4,8	8,45	4,96
20	M	D	0,83	1,44	4,68	8,07	4,59
21	M	I	0,70	1,23	5,15	8,21	4,96
22	M	I	0,58	1,04	5,25	8,2	4,8
23	M	D	0,62	0,93	5,09	8,49	5,05
Prom			0,59	1,00	4,91	8,18	4,75
DE			0,21	0,22	0,25	0,24	0,17

Tabla 4. Medidas del martillo en 23 muestras. (Ver imagen 15)

Proceso Ant: Longitud del proceso anterior desde el cuello. (1 en Figura 15)

Proceso Lat: Longitud del proceso lateral desde el eje mayor del cuello. (2 en Figura 15)

Manubrio-Lat: Longitud desde la punta del manubrio hasta el proceso lateral. (3 en Figura 15)

Manub-Cabeza: Longitud desde la punta del manubrio hasta la zona más rostral de la cabeza. (4 en Figura 15)

Manub-Ant: Longitud desde la punta del manubrio hasta la punta del proceso anterior. (5 en Figura 15)

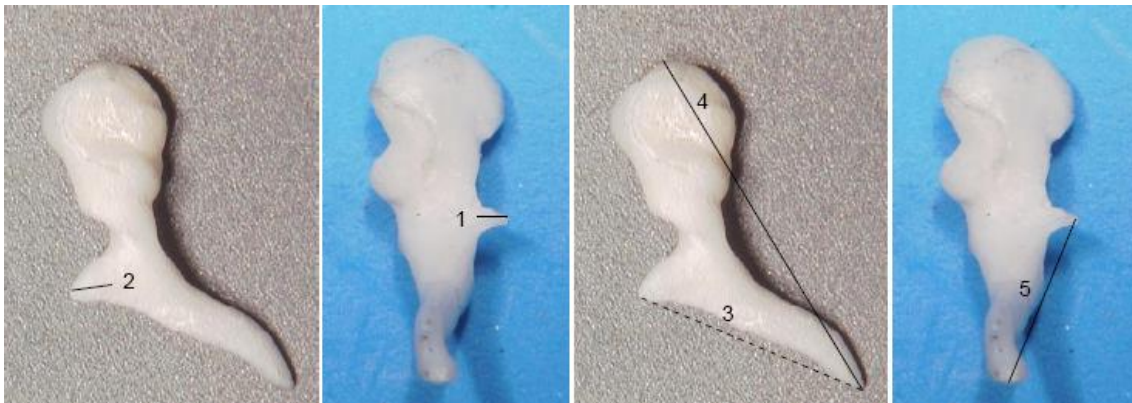


Figura 15.

Muestra	Genero	Lado	Ancho (R-C) Man Rost	Ancho (R-C) Man 1/2	Ancho (R-C) Man Caud	Grosor (A-P) Man Rost	Grosor (A-P) Man 1/2	Grosor (A-P) Man Caud
1	M	I	0,95	1,25	0,73	0,79	0,71	0,61
2	M	I	1,17	1	0,75	0,77	0,75	0,64
3	M	D	0,98	0,97	0,64	0,86	0,68	0,66
4	M	I	0,92	0,99	0,71	0,71	0,67	0,67
5	M	D	1,11	1,11	0,79	0,77	0,63	0,54
6	F	D	1,29	0,93	0,67	0,87	0,8	0,58
7	F	I	0,77	0,65	0,64	1,01	0,84	0,59
8	M	D	1,05	1,06	0,65	0,89	0,75	0,70
9	M	I	0,76	1,08	0,55	0,77	0,70	0,70
10	M	I	1,13	0,84	0,63	0,88	0,65	0,73
11	M	D	1,09	0,77	0,68	0,54	0,62	0,77
12	M	I	1,21	1,04	0,76	0,96	0,66	0,70
13	M	D	1,06	1,50	0,55	0,90	0,54	0,76
14	M	D	1,11	1,04	0,75	0,66	0,65	0,49
15	M	I	0,88	1,08	0,67	0,77	0,63	0,43
16	M	I	1,34	1,01	0,67	0,91	0,70	0,79
17	M	D	1,07	1,15	0,70	0,87	0,78	0,70
18	M	I	1,08	0,97	0,54	0,88	0,63	0,66
19	M	D	1,22	1,12	0,67	0,82	0,56	0,75
20	M	D	1,03	1,21	0,78	1,00	0,59	0,62
21	M	I	1,09	1,17	0,64	0,94	0,90	0,81
22	M	I	1,12	1,1	0,6	0,85	0,68	0,72
23	M	D	1,24	1,17	0,64	0,83	0,61	0,73
Prom			1,07	1,05	0,67	0,84	0,68	0,67
DE			0,15	0,17	0,07	0,11	0,09	0,10

Tabla 5. Medidas del martillo en 23 muestras. (Ver Figura 16)

Ancho (R-C) Man Rost: Ancho (rostro-caudal) del manubrio, porción más superior (proceso lateral). (1 en Figura 16)

Ancho (R-C) Man ½: Ancho (rostro-caudal) del manubrio en su porción media. (2 en Figura 16)

Ancho (R-C) Man Caud: Ancho (rostro-caudal) del manubrio en su porción más inferior. (3 en Figura 16)

Grosor (A-P) Man Rost: Grosor (ant-post) del manubrio en su porción más superior (proceso lateral). (4 en Figura 16)

Grosor (A-P) Man 1/2: Grosor (ant-post) del manubrio en su porción media. (5 en Figura 16)

Grosor (A-P) Man Caud: Grosor (ant-post) del manubrio en su porción más inferior. (6 en Figura 16)

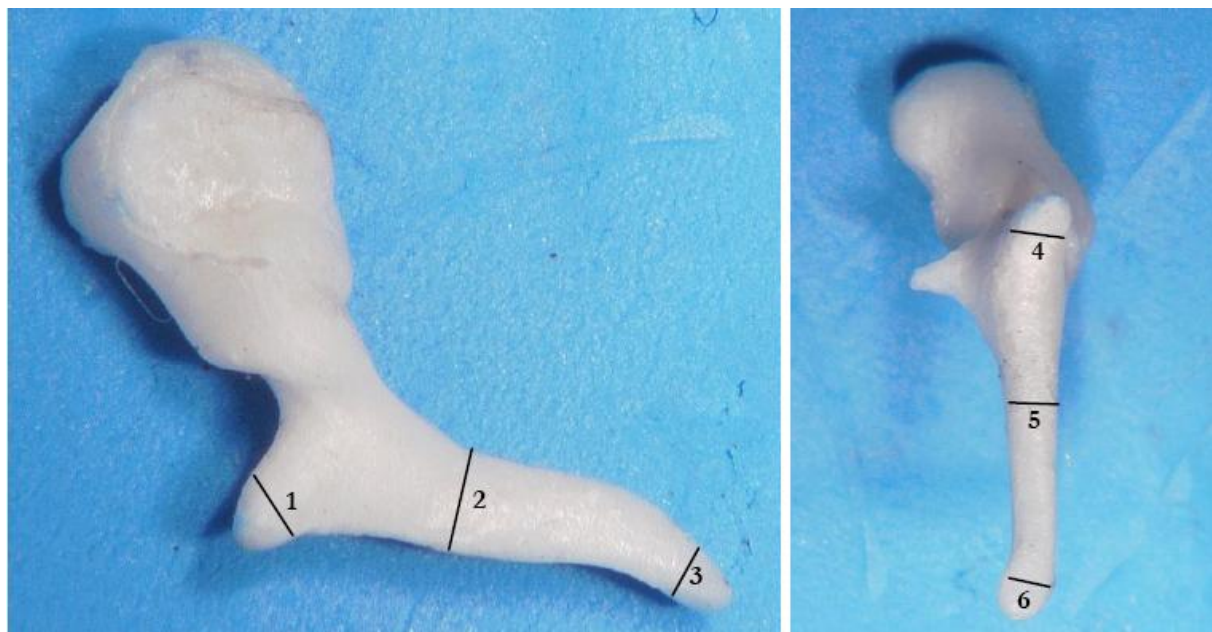


Figura 16.

Morfometría del Yunque

Muestra	Genero	Lado	Ap Larga-Ful	Ap Corta-Ful	Larga-Corta	Ful-Car P	Ful-Car 1/2-R	Ful-Car 1/2-C	Ful-Car A
1	M	I	3,42	2,90	6,23	3,27	1,98	1,57	2,67
2	M	I	3,48	3	6,32	3,67	2,48	1,7	2,7
3	M	D	3,06	2,81	5,79	3,54	2,1	1,09	2,5
4	M	I	3,03	3,19	5,33	3,36	2,22	1,45	2,43
5	M	D	2,69	2,71	6,55	3,64	2,35	1,70	2,74
6	F	D	2,87	2,62	5,32	3,33	1,85	1,34	2,18
7	F	I	3,13	2,63	5,58	3,42	1,89	1,34	2,24
8	M	D	3,22	2,70	6,42	4,01	2,29	1,74	2,58
9	M	I	3,39	2,79	6,37	3,88	2,15	1,63	2,52
10	M	I	3,25	3,08	6,03	3,5	2,21	1,51	2,58
11	M	D	3,04	3,07	6,17	3,79	2,02	1,5	2,63
12	M	I	3,43	2,74	6,31	3,71	2,19	1,62	2,72
13	M	D	3,41	2,92	5,97	3,71	2,02	1,19	2,69
14	M	D	3,43	2,53	6,1	3,7	2,13	1,54	2,31
15	M	I	3,32	2,66	6,43	3,72	2,1	1,46	2,56
16	M	I	3,16	2,79	5,92	3,44	2,13	1,49	2,62
17	M	D	2,84	2,77	5,64	3,65	2,08	1,36	2,44
18	M	I	2,89	2,94	6,1	3,13	1,91	1,34	2,37
19	M	D	3,3	2,47	6,45	3,6	2,46	1,51	2,66
20	M	D	2,88	3,05	5,99	3,71	1,94	1,64	2,37
21	M	I	3,14	2,90	5,90	3,84	2,24	1,62	2,45
22	M	I	3,29	3,07	6,19	3,32	2,17	1,42	2,35
23	M	D	3,56	2,79	6,38	3,81	1,97	1,54	2,45
Prom			3,18	2,83	6,06	3,60	2,13	1,49	2,51
DE			0,24	0,19	0,35	0,22	0,17	0,16	0,16

Tabla 6. Medidas del yunque en 23 muestras (ver Figura 17).

Ap Larga-Ful: Longitud ápice de apófisis corta a fulcro de las dos apófisis. (1 en Figura 17)

Ap Corta-Ful: Longitud ápice de apófisis larga a fulcro de las dos apófisis. (2 en Figura 17)

Larga-Corta: Longitud entre ápices de apófisis larga y apófisis corta. (3 en Figura 17)

Ful-Car P: Longitud desde fulcro a zona más rostral y posterior de carilla articular incudo-maleolar. (4 en Figura 17)

Ful-Car 1/2-R: Longitud desde fulcro a zona media y más rostral (lateral) de carilla articular incudo-maleolar. (5 en Figura 17)

Ful-Car 1/2-C: Longitud desde fulcro a zona media y más caudal (medial) de carilla articular incudo-maleolar. (6 en Figura 17)

Ful-Car A: Longitud desde fulcro a zona más caudal y anterior de carilla articular incudo-maleolar. (7 en Figura 17)

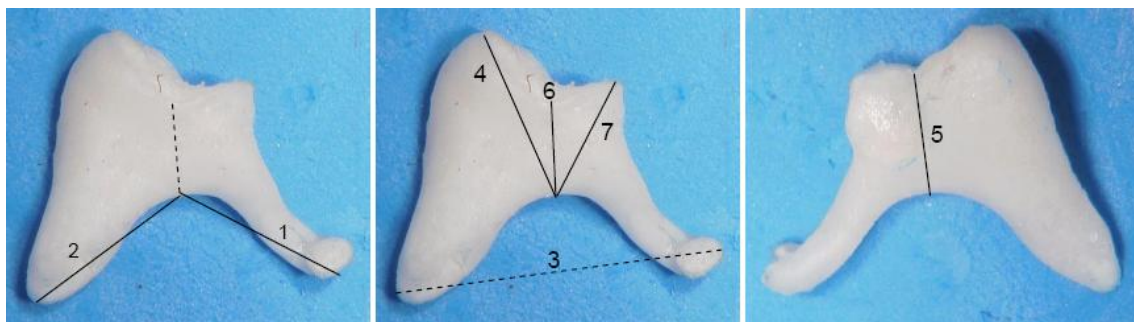


Figura 17.

Muestra	Genero	Lado	Ap Corta Anc (A-P) Api	Ap Corta Gro (M-L) Api	Ap Corta Anc (A-P) Prox	Ap Corta Gro (M-L) Prox	Ap Lar Anc (A-P) Api	Ap Lar Gro (M-L) Api	Ap Lar Anc (A-P) Prox
1	M	I	1,30	0,81	2,15	1,21	0,83	0,65	0,96
2	M	I	1,31	0,86	2,2	1,38	0,74	0,67	0,99
3	M	D	1,12	0,61	2,14	1,28	0,77	0,68	1,09
4	M	I	1,10	0,48	2,37	1,10	0,78	0,65	1,42
5	M	D	1,07	0,75	1,86	1,21	0,78	0,69	1,25
6	F	D	1,27	1	1,49	1,32	0,71	0,77	1
7	F	I	1,31	0,91	1,6	1,18	0,8	0,68	1,45
8	M	D	1,25	0,78	2,02	1,14	0,80	0,72	1,41
9	M	I	1,35	0,72	2,33	1,22	0,71	0,72	1,56
10	M	I	1,15	0,8	1,7	1,33	0,84	0,86	1,61
11	M	D	1,08	0,94	1,9	1,24	0,82	0,95	1,71
12	M	I	1,39	0,75	1,80	1,23	0,82	0,69	1,70
13	M	D	1,46	0,83	1,82	1,39	0,74	0,78	1,33
14	M	D	1,31	0,87	2,09	1,47	0,76	0,93	1,07
15	M	I	1,28	0,87	2,36	1,31	0,75	0,71	1,32
16	M	I	1,29	0,92	1,91	1,34	0,80	0,83	1,08
17	M	D	1,07	0,80	2,12	1,33	0,83	1,07	1,04
18	M	I	1,24	0,83	1,97	1,2	0,76	0,94	1,11
19	M	D	1,33	0,92	2,42	1,04	0,81	0,76	1,3
20	M	D	1,14	0,92	1,87	1,36	0,79	0,73	0,94
21	M	I	0,90	0,89	1,86	1,25	0,75	0,73	1,28
22	M	I	1,24	0,84	1,91	1,37	0,71	0,68	0,93
23	M	D	1,07	0,86	1,91	1,22	0,77	0,72	1,24
Prom			1,22	0,82	1,99	1,27	0,78	0,77	1,25
DE			0,13	0,11	0,25	0,10	0,04	0,11	0,24

Tabla 7. Medidas del yunque en 23 muestras (Ver Figura 18).

Ap Corta Anc (A-P) Api: Ancho apical (antero-posterior) de apófisis corta. (1 en Figura 18)

Ap Corta Gro (M-L) Api: Grosor apical (medio-lateral) de apófisis corta. (2 en Figura 18)

Ap Corta Anc (A-P) Prox: Ancho proximal (antero-posterior) de apófisis corta. (3 en Figura 18)

Ap Corta Gro (M-L) Prox: Grosor proximal (medio-lateral) de apófisis corta. (4 en Figura 18)

Ap Lar Anc (A-P) Api: Ancho apical (antero-posterior) de apófisis larga. (5 en Figura 18)

Ap Lar Gro (M-L) Api: Grosor apical (medio-lateral) de apófisis larga. (6 en Figura 18)

Ap Lar Anc (A-P) Prox: Ancho proximal (antero-posterior) de apófisis larga. (7 en Figura 18)

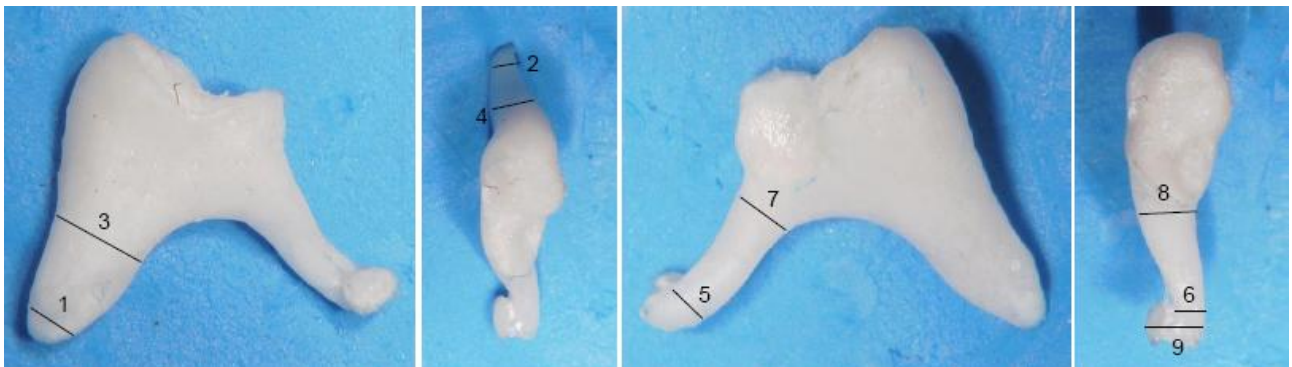


Figura 18.

Muestra	Genero	Lado	Ap Lar Gro (M-L) Prox	Ap Lar Gro (M-L) Api - Lent	Anc Cari-P	Anc M-L Mez P	Anc Car-Med	Anc M-L Mez 1/2	Anc Car-A	Anc M-L Mez A
1	M	I	1,26	1,52	1,19	2,09	1,44	1,78	1,66	1,66
2	M	I	1,54	1,09	1,26	2,1	1,73	2	1,86	1,86
3	M	D	1,41	0,96	1,43	2,09	1,44	1,81	1,81	1,81
4	M	I	1,47	1,20	1,27	2,00	1,68	1,91	1,70	1,70
5	M	D	1,72	1,14	1,43	2,10	1,51	1,95	1,79	1,79
6	F	D	1,44	1,2	1	2,07	0,84	1,93	1,71	1,71
7	F	I	1,39	1,22	1,46	2,08	1,37	1,88	1,52	1,52
8	M	D	1,34	1,06	0,95	2,10	1,45	1,85	1,73	1,73
9	M	I	1,44	1,08	1,39	2,06	1,46	1,85	1,95	1,95
10	M	I	1,66	1,25	1,54	2,19	1,61	2,07	2,08	2,08
11	M	D	1,69	1,28	1,37	2,29	1,24	1,98	1,84	1,84
12	M	I	1,48	0,98	1,77	2,13	1,56	1,66	1,89	1,89
13	M	D	1,43	1,02	1,38	2,07	1,38	1,73	1,85	1,85
14	M	D	1,43	1,12	1,68	2,2	1,53	1,54	1,74	1,74
15	M	I	1,49	1,22	1,76	2,12	1,6	1,63	1,72	1,72
16	M	I	1,35	1,02	1,23	2,09	1,43	1,79	1,99	1,99
17	M	D	1,56	1,21	0,81	2,14	1,20	1,99	2,03	2,03
18	M	I	1,4	1,24	1,8	2,09	1,6	1,96	1,92	1,92
19	M	D	1,34	1,12	1,42	1,91	1,42	1,72	1,7	1,7
20	M	D	1,41	1,00	1,66	2,26	1,11	1,63	1,80	1,80
21	M	I	1,12	0,92	1,52	2,29	1,41	1,72	1,61	1,61
22	M	I	0,94	1,08	1,71	2,23	1,72	1,91	2,06	2,06
23	M	D	1,47	0,96	1,66	2,19	1,52	1,85	1,81	1,81
Prom			1,43	1,13	1,42	2,13	1,45	1,83	1,82	1,82
DE			0,17	0,14	0,27	0,09	0,20	0,14	0,14	0,14

Tabla 8. Medidas del yunque en 23 muestras (ver Figuras 18 y 19).

Ap Lar Gro (M-L) Prox: Grosor apical (medio-lateral) de apófisis larga. (8 en Figura 18)

Ap Lar Gro (M-L) Api-Lent: Grosor apical (medio-lateral) desde apófisis larga a carilla lenticular. (9 en Figura 18)

Anc Cari-P: Ancho de la carilla más posterior de la articulación incudo-maleolar. (1 en Figura 19)

Anc M-L Mez P: Ancho de la meseta más posterior de la articulación incudo-maleolar. (1' en Figura 19)

Anc Car-Med: Ancho de la carilla media de la articulación incudo-maleolar. (2 en Figura 19)

Anc M-L Mez ½: Ancho de la meseta media de la articulación incudo-maleolar. (2' en Figura 19)

Anc Car-A: Ancho de la carilla más anterior de la articulación incudo-maleolar. (3 en Figura 19)

Anc M-L Mez A: Ancho de la meseta más anterior de la articulación incudo-maleolar. (3' en Figura 19)

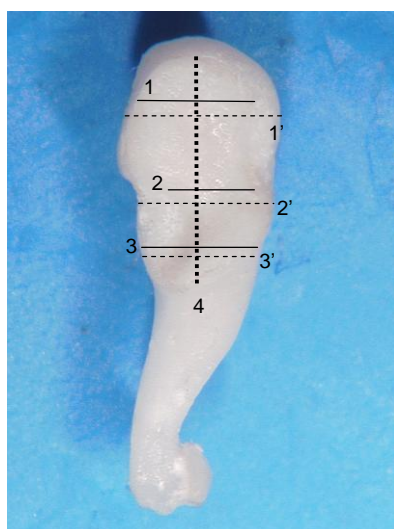


Figura 19.

Muestra	Genero	Lado	Long Car A-P	Ap Corta-Car-P	Ap Corta Car 1/2-R	Ap Corta Car 1/2-C	Ap Corta-Car-A	Ap Larga-Car-P	Ap Larga - Car 1/2-R	Ap Larga - Car 1/2-C	Ap Larga-Car-A
1	M	I	3,07	5,70	4,21	4,18	5,41	6,44	4,80	3,61	4,67
2	M	I	3,05	5	4,23	4,25	5,32	6,98	5,52	4,63	4,99
3	M	D	2,94	5,3	4,32	3,79	5,55	6,19	4,91	4,15	4,64
4	M	I	2,99	5,30	4,42	4,02	5,62	6,33	4,83	3,60	4,78
5	M	D	2,71	5,10	4,07	4,29	5,40	7,05	5,54	4,41	5,32
6	F	D	3,01	5,2	4,36	4,16	5,41	6,14	4,78	3,57	4,38
7	F	I	2,89	5,2	4,27	3,83	5,07	6,54	4,91	3,61	4,52
8	M	D	2,86	5,60	4,60	4,35	5,69	6,81	5,45	4,31	4,67
9	M	I	3,01	5,60	4,72	4,13	5,67	6,93	5,33	3,60	5,28
10	M	I	3,09	5,6	4,38	4,4	5,9	6,31	4,7	3,53	4,44
11	M	D	3,13	5,8	4,61	4,42	5,84	6,49	4,78	3,69	4,47
12	M	I	2,93	5,80	4,39	4,35	5,82	6,69	5,19	4,02	4,96
13	M	D	3,12	5,40	4,69	4,20	5,91	6,86	5,21	4,17	4,95
14	M	D	2,77	5,1	4,03	3,61	4,95	6,39	4,87	3,88	4,34
15	M	I	3,13	5,2	4,03	3,77	5,06	6,45	4,9	3,95	4,47
16	M	I	2,38	4,90	4,28	4,12	5,47	5,66	5,09	3,92	4,75
17	M	D	3,20	5,10	3,94	3,95	5,53	6,58	4,89	3,53	4,64
18	M	I	3,03	5,2	4,54	4,14	5,58	6,19	4,72	3,34	4,33
19	M	D	2,67	5,5	4,43	4,15	5,36	6,75	5,19	4,51	4,76
20	M	D	2,95	5,40	4,45	3,83	5,43	6,42	4,71	4,23	4,37
21	M	I	2,83	5,50	4,56	3,90	5,42	6,62	4,59	4,00	4,23
22	M	I	2,87	5,2	4,52	4,15	5,48	6,27	4,74	3,92	4,35
23	M	D	2,69	5,4	4,02	4,23	5,46	6,75	5,04	3,94	4,78
Prom			2,93	5,35	4,35	4,10	5,49	6,51	4,99	3,92	4,66
DE			0,19	0,25	0,23	0,22	0,25	0,32	0,28	0,35	0,30

Tabla 9. Medidas del yunque en 23 muestras (ver Figuras 19 y 20).

Long Car A-P: Longitud antero-posterior de la carilla de la articulación incudo-maleolar. (4 en Figura 19)

Ap Corta-Car-P: Longitud desde ápice de apófisis corta a carilla incudo-maleolar posterior. (1 en Figura 20)

Ap Corta Car 1/2-R: Longitud desde ápice de apófisis corta a carilla incudo-maleolar media rostral (lateral). (2 en Figura 20)

Ap Corta Car 1/2-C: Longitud desde ápice de apófisis corta a carilla incudo-maleolar media caudal (medial). (3 en Figura 20)

Ap Corta-Car-A: Longitud desde ápice de apófisis corta a carilla incudo-maleolar anterior. (4 en Figura 20)

Ap Larga-Car-P: Longitud desde ápice de apófisis larga a carilla incudo-maleolar posterior. (5 en Figura 20)

Ap Larga - Car 1/2-R: Longitud desde ápice de apófisis larga a carilla incudo-maleolar media rostral (lateral). (6 en Figura 20)

Ap Larga - Car 1/2-C: Longitud desde ápice de apófisis larga a carilla incudo-maleolar media caudal (medial). (7 en Figura 20)

Ap Larga-Car-A: Longitud desde ápice de apófisis larga a carilla incudo-maleolar anterior. (8 en Figura 20)

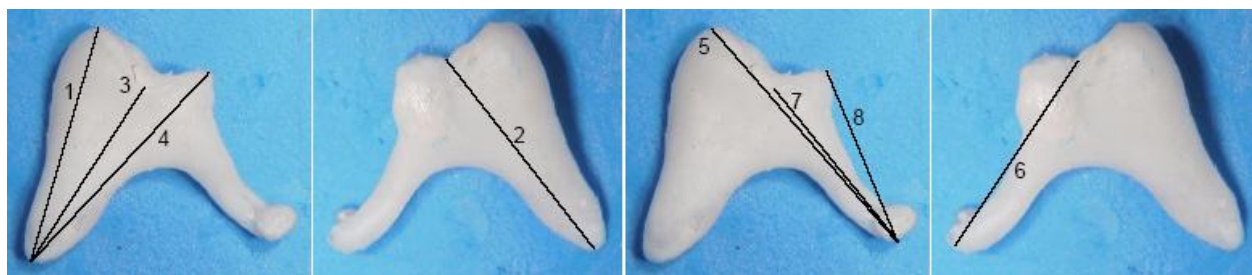


Figura 20.

Muestra	Genero	Lado	Lentic A-P	Lentic -R-C	Cuello Lent A-P	Cuello Lent R-C	Gro Plat + Cuello
1	M	I	0,83	0,68	0,71	0,52	0,87
2	M	I	0,74	0,47	0,63	0,45	0,42
3	M	D	0,91	0,67	0,88	0,55	0,28
4	M	I	0,96	0,48	0,81	0,51	0,55
5	M	D	0,74	0,61	0,63	0,53	0,45
6	F	D	0,72	0,46	0,6	0,38	0,43
7	F	I	0,72	0,54	0,62	0,4	0,54
8	M	D	0,70	0,44	0,66	0,42	0,34
9	M	I	0,64	0,45	0,42	0,37	0,36
10	M	I	0,82	0,55	0,62	0,46	0,39
11	M	D	0,83	0,64	0,4	0,39	0,33
12	M	I	0,82	0,48	0,71	0,37	0,29
13	M	D	0,68	0,48	0,59	0,41	0,24
14	M	D	0,81	0,54	0,7	0,51	0,19
15	M	I	0,84	0,58	0,62	0,59	0,51
16	M	I	0,89	0,70	0,71	0,70	0,19
17	M	D	0,82	0,73	0,67	0,72	0,14
18	M	I	0,83	0,61	0,83	0,53	0,3
19	M	D	0,7	0,48	0,59	0,39	0,36
20	M	D	0,95	0,55	0,90	0,44	0,27
21	M	I	0,87	0,61	0,74	0,38	0,19
22	M	I	1,02	0,67	0,89	0,42	0,4
23	M	D	0,87	0,48	0,61	0,36	0,24
Prom			0,81	0,56	0,68	0,47	0,36
DE			0,10	0,09	0,13	0,10	0,16

Tabla 10. Medidas del yunque en 23 muestras (ver Figura 21).

Lentic A-P: Longitud antero-posterior de carilla lenticular. (1 en Figura 21)

Lentic R-C: Longitud rostro-caudal de carilla lenticular. (2 en Figura 21)

Cuello Lent A-P: Longitud antero-posterior de cuello de carilla lenticular. (3 en Figura 21)

Cuello Lent R-C: Longitud rostro-caudal de cuello de carilla lenticular. (4 en Figura 21)

Gro Plat + Cuello: Grosor de cuello de carrilla lenticular. (5 en Figura 21)

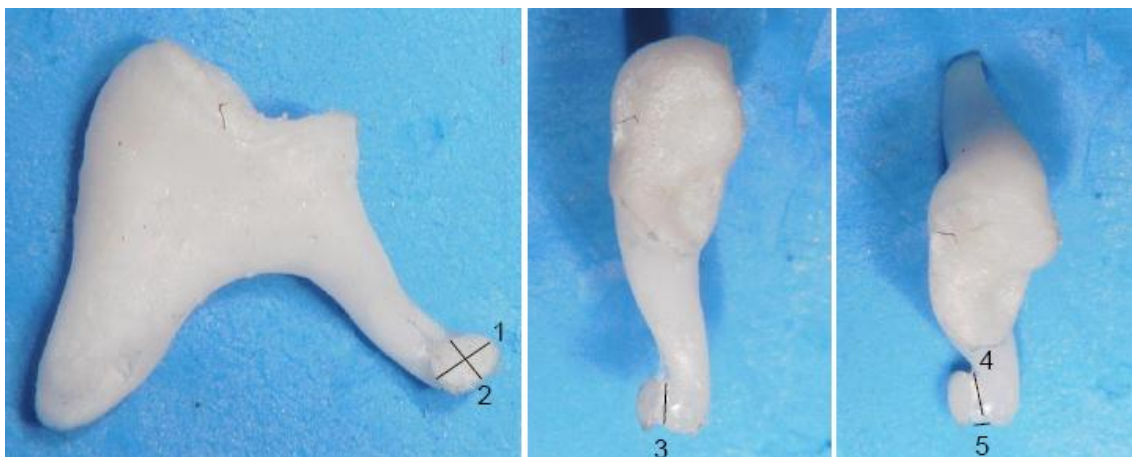


Figura 21.

Morfometría del Estribo

Muestra	Genero	Lado	Largo Platin	Ancho Platin -P	Ancho Platin -M	Ancho Platin -A	Grosor Plat	Dist Interpilar Int	Altura Arco	Alt Artic-Plat
1	M	I	2,70	1,07	1,35	1,41	0,31	1,84	1,93	3,08
2	M	I	2,94	1,02	1,4	1,55	0,28	1,91	1,93	3,1
3	M	D	2,98	1,08	1,46	1,55	0,26	1,91	1,92	3,04
4	M	I	2,94	1,16	1,43	1,36	0,20	1,72	1,81	3,08
5	M	D	2,66	1,01	1,41	1,55	0,41	1,57	2,21	3,29
6	F	D	2,78	1,23	1,41	1,43	0,31	1,6	1,51	3,07
7	F	I	2,86	1,14	1,33	1,35	0,37	1,99	1,87	3,39
8	M	D	3,03	1,07	1,37	1,32	0,29	1,55	1,88	3,35
9	M	I	2,89	1,07	1,29	1,17	0,26	1,58	1,69	3,15
10	M	I	2,92	1,12	1,38	1,56	0,27	1,61	2,01	3,46
11	M	D	2,92	1,08	1,41	1,24	0,29	1,77	1,99	3,18
12	M	I	2,88	1,26	1,41	1,42	0,29	1,57	2,03	3,22
13	M	D	2,92	1,28	1,40	1,40	0,31	1,61	2,06	3,21
14	M	D	2,81	1,24	1,33	1,15	0,23	1,44	1,71	3,11
15	M	I	2,85	1,31	1,25	1,01	0,25	1,42	1,59	2,97
16	M	I	2,85	0,89	1,24	1,02	0,32	1,48	1,74	2,93
17	M	D	2,89	0,91	1,24	1,03	0,34	1,53	1,53	3,18
18	M	I	2,95	1,15	1,38	1,29	0,33	1,85	1,78	3,12
19	M	D	2,88	1,03	1,11	1,19	0,21	1,7	1,86	3,43
20	M	D	2,80	1,40	1,47	1,52	0,33	1,78	1,85	3,35
21	M	I	2,74	1,40	1,44	1,50	0,39	1,51	1,85	3,37
22	M	I	2,99	1,32	1,39	1,09	0,34	1,45	1,56	3
23	M	D	2,9	1,32	1,4	1,19	0,32	1,45	1,58	3,1
Prom			2,87	1,15	1,36	1,32	0,30	1,65	1,82	3,18
DE			0,09	0,14	0,09	0,18	0,05	0,17	0,19	0,15

Tabla 11. Medidas del estribo en 23 muestras (ver Figura 22).

Largo Platin: Longitud antero-posterior de la platina del estribo. (1 en Figura 22)

Ancho Platin-P: Ancho (rostro-caudal) de la porción posterior de la platina del estribo. (2 en Figura 22)

Ancho Platin-M: Ancho (rostro-caudal) de la porción media de la platina del estribo. (3 en Figura 22)

Ancho Platin-A: Ancho (rostro-caudal) de la porción anterior de la platina del estribo. (4 en Figura 22)

Grosor Plat: Grosor de la platina del estribo. (5 en Figura 22)

Dist Interpilar Int: Distancia entre parte interna de la apófisis anterior y posterior del estribo. (6 en Figura 22)

Altura Arco: Distancia entre el arco y la platina del estribo. (7 en Figura 22)

Alt Artic-Plat: Distancia entre la articulación lenticular a la superficie de la platina del estribo. (8 en Figura 22)



Figura 22.

Muestra	Genero	Lado	Artic A-P	Artic R-C	Anch Pilar Ant	Gros Pilar Ant	Anch Pilar Post	Gros Pilar Post	Dist Interpilar Ext
1	M	I	1,26	0,85	0,50	0,32	0,73	0,55	3,07
2	M	I	1,29	1,02	0,42	0,51	0,76	0,75	3,09
3	M	D	1,27	1,02	0,35	0,49	0,76	0,73	3,02
4	M	I	1,23	0,93	0,32	0,49	0,50	0,55	2,54
5	M	D	1,21	0,93	0,27	0,37	0,42	0,60	2,26
6	F	D	0,96	0,76	0,46	0,57	0,52	0,73	2,58
7	F	I	1,14	0,82	0,35	0,56	0,51	0,7	2,85
8	M	D	1,06	0,74	0,35	0,49	0,38	0,69	2,28
9	M	I	1,00	0,79	0,32	0,45	0,45	0,70	2,35
10	M	I	1,12	1,02	0,45	0,5	0,39	0,41	2,45
11	M	D	1,26	0,91	0,28	0,42	0,56	0,64	2,61
12	M	I	1,32	0,92	0,37	0,39	0,45	0,47	2,39
13	M	D	1,12	0,80	0,35	0,56	0,43	0,71	2,39
14	M	D	1,21	0,91	0,41	0,59	0,43	0,69	2,28
15	M	I	1,26	0,87	0,38	0,6	0,46	0,7	2,26
16	M	I	1,14	0,99	0,39	0,56	0,44	0,57	2,31
17	M	D	1,11	0,97	0,49	0,47	0,31	0,57	2,33
18	M	I	1,12	1,03	0,24	0,45	0,39	0,41	2,48
19	M	D	1,09	0,63	0,38	0,28	0,63	0,46	2,71
20	M	D	1,11	0,89	0,34	0,51	0,38	0,50	2,5
21	M	I	1,12	0,79	0,33	0,50	0,38	0,65	2,22
22	M	I	1,29	1,03	0,28	0,46	0,45	0,61	2,18
23	M	D	1,39	1,05	0,28	0,46	0,55	0,62	2,28
Prom			1,18	0,90	0,36	0,48	0,49	0,61	2,50
DE			0,11	0,11	0,07	0,08	0,12	0,11	0,37

Tabla 12. Medidas del estribo en 23 muestras (ver Figura 23).

Artic A-P: Longitud antero-posterior de la articulación lenticular del estribo. (1 en Figura 23)

Artic R-C: Longitud rostro-caudal de la articulación lenticular del estribo. (2 en Figura 23)

Anch Pilar Ant: Ancho rostro-caudal del pilar anterior del estribo. (3 en Figura 23)

Gros Pilar Ant: Grosor antero-posterior del pilar anterior del estribo. (4 en Figura 23)

Anch Pilar Post: Ancho rostro-caudal del pilar posterior del estribo. (5 en Figura 23)

Gros Pilar Post: Grosor antero-posterior del pilar posterior del estribo. (6 en Figura 23)

Dist Interpilar Ext: Distancia entre parte interna de la apófisis anterior y posterior del estribo. (7 en Figura 23)

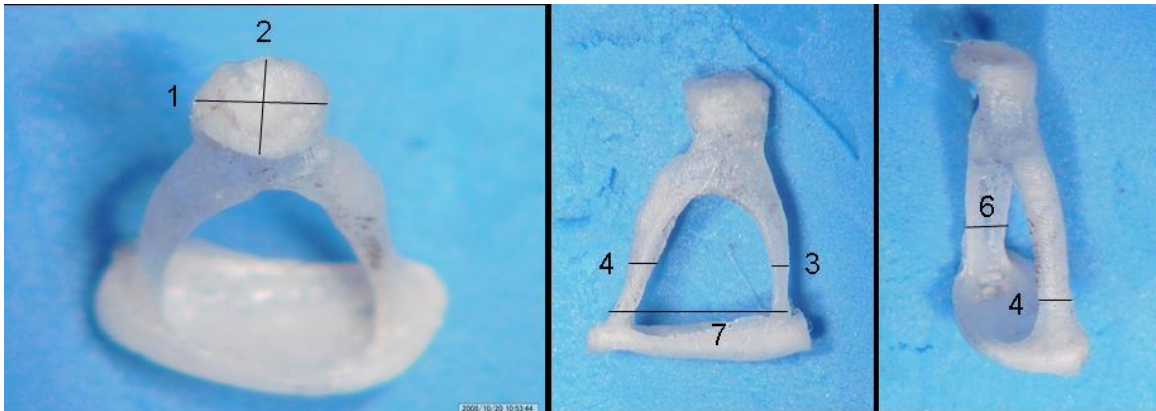


Figura 23.

Morfometría de la Membrana timpánica

Muestra	Genero	Lado	Timp Manub	Timp Perpend	Diferencia
1	M	I	8,42	6,82	1,60
2	M	I	8,79	6,88	1,91
3	M	D	9,36	7,3	2,06
4	M	I	8,20	8,28	-0,08
5	M	D	9,52	7,39	2,13
6	F	D	9,6	7,36	2,24
7	F	I	9,08	6,54	2,54
8	M	D	7,20	5,94	1,26
9	M	I	8,60	5,46	3,14
10	M	I	8,76	7,26	1,5
11	M	D	9,74	7,36	2,38
12	M	I	8,02	5,46	2,56
13	M	D	8,64	6,86	1,78
14	M	D	7,22	5,98	1,24
15	M	I	8,64	5,98	2,66
16	M	I	8,70	7,26	1,44
17	M	D	9,74	7,34	2,40
18	M	I	8,08	5,4	2,68
19	M	D	8,66	6,98	1,68
20	M	D	9,00	7,30	1,70
21	M	I	8,80	8,20	0,60
22	M	I	9,54	7,4	2,14
23	M	D	9,86	7,4	2,46
Prom			8,79	6,88	1,91
DE			0,73	0,82	-0,08

Tabla 13. Medidas de longitud en mm de la membrana timpánica en el eje mayor dado por la proyección del manubrio (M) y una perpendicular a este (P). (Ver Figura 24)

Timp Manub: Longitud timpánica de borde a borde en el eje del manubrio (M en la figura 24)

Timp Perpend: Longitud timpánica de borde a borde y perpendicular al eje del manubrio (P en la figura 24)

Diferencia: Longitud de diferencia entre medidas en los dos ejes.

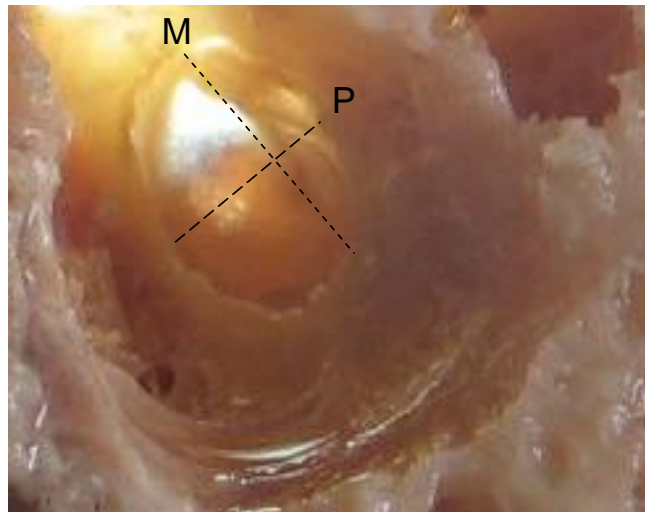


Figura 24.

Longitud total incudo-estribo (desde ápice de apófisis larga) para prótesis estapedial.

Muestra	Genero	Lado	Long Api	Apof Larga + Lent	Alt Artic-Plat	Grosor Plat	Total
1	M	I		1,52	3,08	0,31	4,91
2	M	I		1,09	3,1	0,28	4,47
3	M	D		0,96	3,04	0,26	4,26
4	M	I		1,20	3,08	0,20	4,48
5	M	D		1,14	3,29	0,41	4,84
6	F	D		1,2	3,07	0,31	4,58
7	F	I		1,22	3,39	0,37	4,98
8	M	D		1,06	3,35	0,29	4,70
9	M	I		1,08	3,15	0,26	4,49
10	M	I		1,25	3,46	0,27	4,98
11	M	D		1,28	3,18	0,29	4,75
12	M	I		0,98	3,22	0,29	4,49
13	M	D		1,02	3,21	0,31	4,54
14	M	D		1,12	3,11	0,23	4,46
15	M	I		1,22	2,97	0,25	4,44
16	M	I		1,02	2,93	0,32	4,27
17	M	D		1,21	3,18	0,34	4,73
18	M	I		1,24	3,12	0,33	4,69
19	M	D		1,12	3,43	0,21	4,76
20	M	D		1,00	3,35	0,33	4,68
21	M	I		0,92	3,37	0,39	4,68
22	M	I		1,08	3	0,34	4,42
23	M	D		0,96	3,1	0,32	4,38
Prom				1,13	3,18	0,30	4,61
DE				0,14	0,15	0,05	0,34

Tabla 14. Medidas de longitud (*) en mm desde la superficie interna de la platina del estribo hasta la superficie posterior de la apófisis larga del yunque. (Ver Figura 25)

Long Api Apof Larga + Lent: Longitud de la apófisis lenticular del yunque más la apófisis larga del yunque que la contiene.

Alt Artic-Plat: Longitud del estribo desde la superficie de la platina hasta la cabeza del estribo.

Grosor Plat: Grosor de la platina del estribo

Total: Suma total de las longitudes anteriores (longitud total incudo-estribo) que representan una medida aproximada del corte de la longitud de la prótesis incudo-estribo.

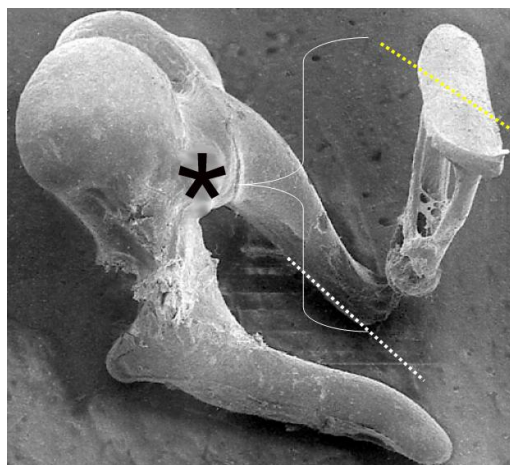
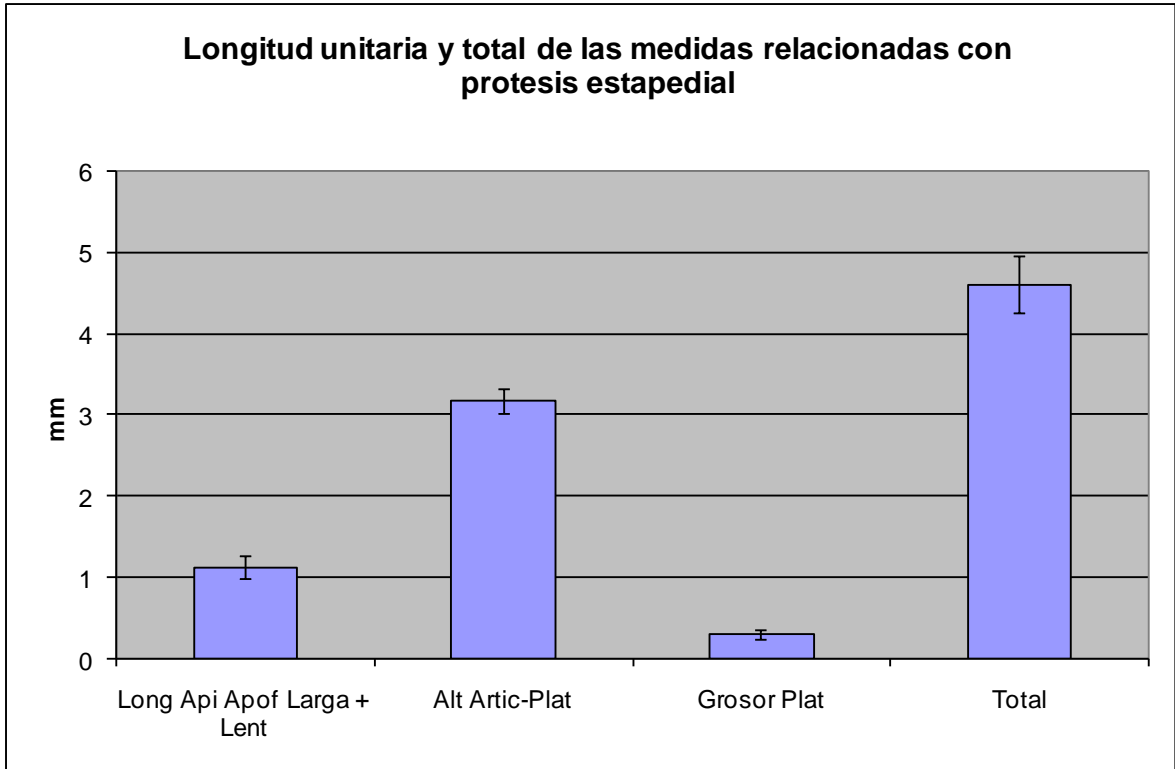


Figura 25. Imagen tomada y modificada de presentación libre en la red.

* - Longitud total incudo-estribo (para prótesis estapedial) desde pared posterior del ápice de apófisis larga del yunque hasta zona interna de la platina del estribo



Grafica 1. Longitudes unitarias y totales de las medidas relacionadas con la distancia incudo-estribo para prótesis estapedial.

Angulación inter-crural del estribo (entre apófisis anterior y posterior)

Muestra	Genero	Lado	Ang Converg Crural
1	M	I	33,26
2	M	I	34,24
3	M	D	34,88
4	M	I	31,20
5	M	D	26,84
6	F	D	29,21
7	F	I	32,72
8	M	D	26,05
9	M	I	28,16
10	M	I	26,19
11	M	D	31,10
12	M	I	27,40
13	M	D	28,16
14	M	D	26,07
15	M	I	26,89
16	M	I	28,35
17	M	D	27,05
18	M	I	33,03
19	M	D	27,84
20	M	D	29,76
21	M	I	25,26
22	M	I	27,17
23	M	D	26,33
Prom			29,01
DE			2,93

Tabla 15. Angulo formado entre las inclinaciones de las cruras del estribo (Ver Figura 26)

Ang Converg Crural: Angulo formado entre la apófisis anterior y posterior del estribo.

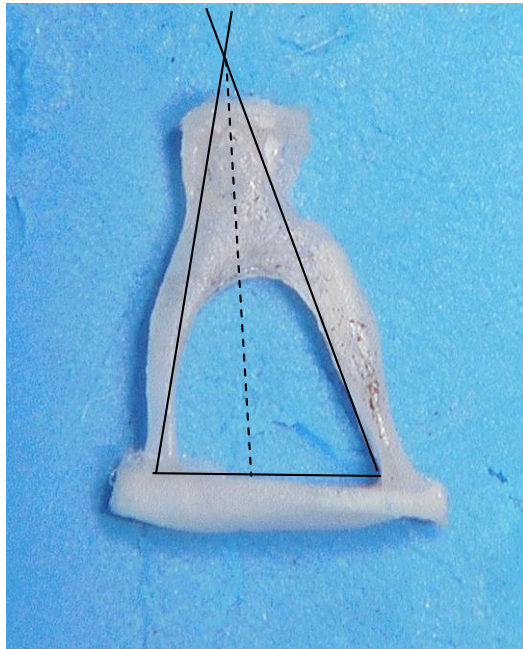


Figura 26.

Correlaciones

- a. Entre las áreas articulares incudo-maleolar, incudo-estapedial y platina del estribo-oval

Áreas de articulaciones osculares obtenidas con la formula de la elipse:

	T	M-Y	Y-M	Y-E	E-Y	E-O
T	1,000					
M-Y	,109	1,000				
Y-M	-,208	,080	1,000			
Y-E	,416	,136	,214	1,000		
E-Y	,222	,011	,489	,515	1,000	
E-O	,210	,032	,226	,034	,435	1,000

n=23

± .413 Valor critico .05 a dos colas

± .526 Valor critico .01 a dos colas

Tabla 16. Matriz de correlación de Pearson entre áreas articulares de los oscículos.

T: Área del tímpano.

M-Y: Área de la articulación incudomaleolar en el martillo.

Y-M: Área de la articulación incudomaleolar en el yunque.

Y-E: Área de la articulación lenticular en el yunque.

E-Y: Área de la articulación lenticular en el estribo.

E-O: Área de la articulación de la platina del estribo en la ventana oval.

	T	M-Y	Y-M	Y-E	E-Y	E-O
n	23	23	23	23	23	23
promedio	190,96	15,87	8,11	1,45	3,35	12,64
varianza	1098,87	7,22	2,97	0,12	0,40	0,99
DE	33,15	2,69	1,72	0,35	0,63	0,99
minimo	134,36	10,42	5,16	0,90	2,16	10,77
maximo	229,22	22,35	11,07	2,15	4,59	14,51
rango	94,86	11,93	5,90	1,24	2,43	3,74
varianza poblacional	1051,10	6,90	2,84	0,12	0,38	0,94
DE poblacional	32,42	2,63	1,69	0,34	0,62	0,97
error estandar del promedio	6,91	0,56	0,36	0,07	0,13	0,21
intervalo de confianza inf 95%	176,62	14,70	7,37	1,30	3,07	12,21
intervalo de confianza sup 95%	205,29	17,03	8,86	1,60	3,62	13,07
intervalo de confianza inf 99%	171,48	14,29	7,10	1,24	2,97	12,06
intervalo de confianza sup 99%	210,44	17,45	9,13	1,65	3,72	13,22
cuartil 1	171,36	14,35	7,17	1,16	2,88	11,85
cuartil 2	198,43	16,16	8,02	1,42	3,46	12,84
cuartil 3	221,40	16,91	9,41	1,67	3,61	13,05
rango intercuartil	50,04	2,55	2,25	0,51	0,74	1,20

Tabla 17. Estadística descriptiva de áreas articulares osiculares.

T: Área del tímpano.

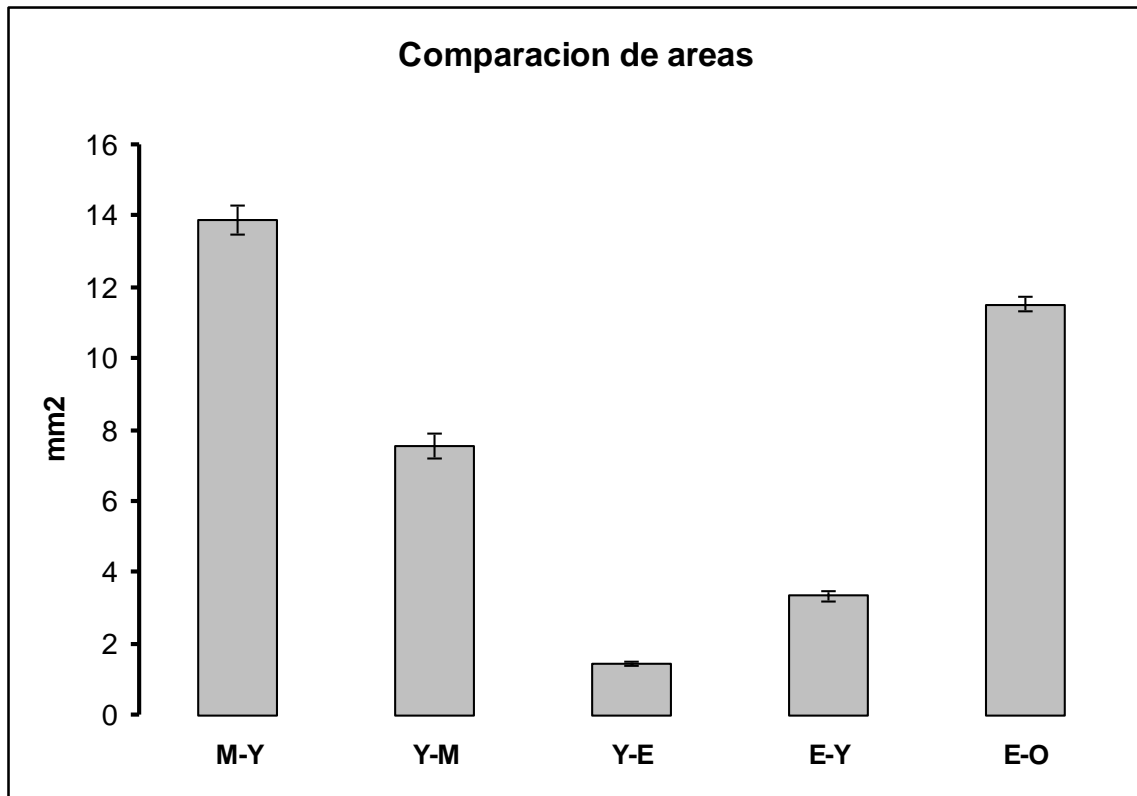
M-Y: Área de la articulación incudomaleolar en el martillo.

Y-M: Área de la articulación incudomaleolar en el yunque.

Y-E: Área de la articulación lenticular en el yunque.

E-Y: Área de la articulación lenticular en el estribo.

E-O: Área de la articulación de la platina del estribo en la ventana oval.



Grafica 2. Relación de áreas articulares en mm² de los oscículos desde la articulación incudo-maleolar hasta la ventana oval. El área del tímpano midió 190.9 mm² +/- 6.9

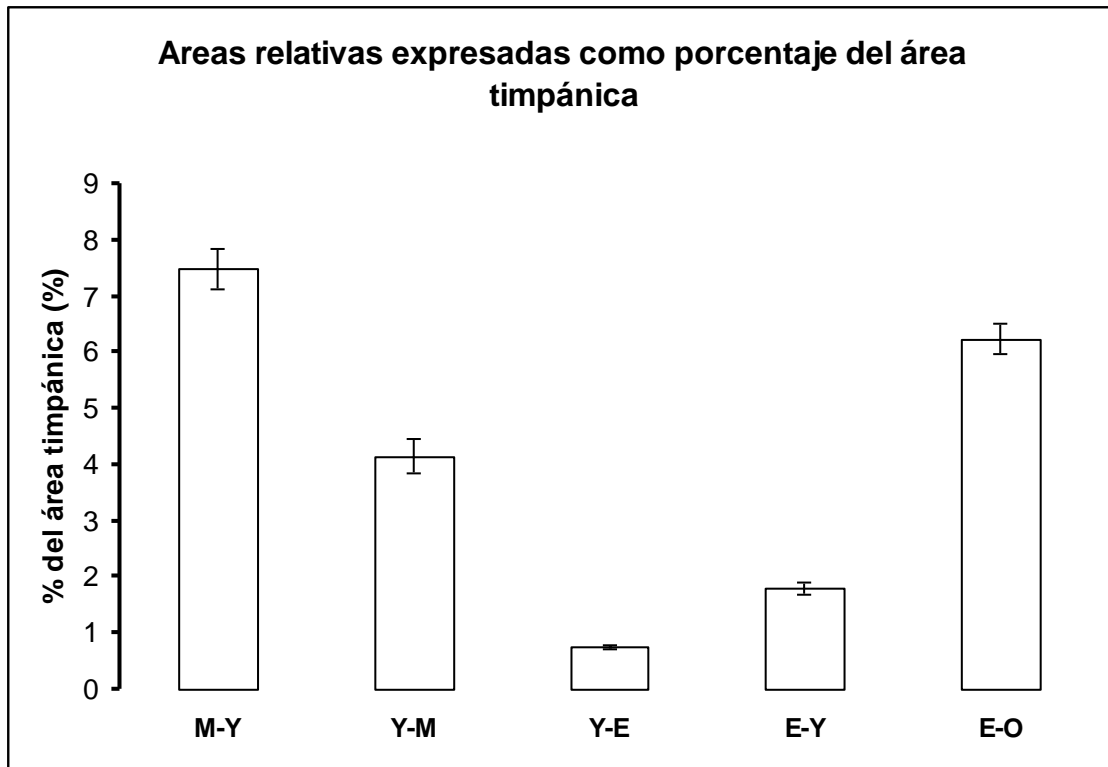
M-Y: Área de la articulación incudomaleolar en el martillo.

Y-M: Área de la articulación incudomaleolar en el yunque.

Y-E: Área de la articulación lenticular en el yunque.

E-Y: Área de la articulación lenticular en el estribo.

E-O: Área de la articulación de la platina del estribo en la ventana oval.



Grafica 3. Relación de áreas articulares expresadas como porcentajes del área del tímpano de los oscículos desde la articulación incudo-maleolar hasta la ventana oval.

b. Correlación entre las variables de salida.

VARIABLES	GENERO	LADO	dm Tot	CT + MA	tot TM	tot estr	Movilidad Protru.	T	M-Y	Y-M	Y-E	E-Y	E-O	Proceso Ant	Manubrio Lat	Larga-Corta	Dist Interpilar	Altura Arco	Alt Artic-Plat	
GENERO	1,000																			
LADO	,013	1,000																		
dm Tot	-,195	,141	1,000																	
CT + MA	-,435	,079	-,109	1,000																
tot TM	,032	,379	,131	-,367	1,000															
tot estr	-,105	-,174	,522	-,067	,102	1,000														
Movilidad Protru.	,204	,255	-,499	-,209	,168	-,470	1,000													
T	,127	,238	-,641	,280	,213	-,505	,098	1,000												
M-Y	-,100	-,272	-,166	-,167	,000	-,054	-,178	,141	1,000											
Y-M	-,372	-,367	-,044	,302	-,409	,100	-,045	-,247	,151	1,000										
Y-E	-,285	-,158	-,053	,229	-,055	-,204	-,385	,416	,210	,194	1,000									
E-Y	-,364	-,188	-,021	,469	-,213	-,263	-,229	,222	,122	,517	,515	1,000								
E-O	,038	,003	-,163	-,274	,171	-,157	,286	,084	,154	,274	-,132	,200	1,000							
Proceso Ant	,063	-,268	,007	-,165	-,404	,188	,048	-,426	,082	,266	-,352	-,229	,183	1,000						
Manubrio-Lat	-,595	-,340	,044	,496	-,437	,050	-,174	-,174	,113	,425	,180	,392	,094	,376	1,000					
Larga-Corta	-,557	,017	,176	,479	-,465	,024	,015	-,374	-,141	,416	-,176	,136	-,147	,317	,463	1,000				
Dist Interpilar	,277	-,098	,092	-,446	,035	,055	-,076	,021	,230	-,167	-,051	,005	,292	,027	-,184	-,241	1,000			
Altura Arco	-,223	,031	-,030	,011	-,120	,168	-,136	-,081	,169	,064	-,183	,001	,330	,080	,173	,274	,408	1,000		
Alt Artic-Plat	,100	,182	-,029	-,104	,233	,244	,065	-,017	-,186	-,101	-,392	-,465	,232	,145	-,142	,100	,190	,489	1,000	
n=23	± .413: Valor crítico .05 a dos colas			± .526: Valor crítico .01 a dos colas																

Tabla 18. Correlación de Pearson de las principales variables incluidas en este estudio. En recuadro negro se encuentran resaltadas las que se consideraron relevantes. En amarillo se resaltan las correlaciones significativas según convención mostrada en la tabla.

dm Tot: Longitud total de ligamento disco-maleolar.

CT + MA: Longitud total de ligamento maleolar anterior.

tot TM: Longitud total del músculo tensor del martillo.

tot estr: Longitud total del músculo del estribo.

Movilidad Protru: Presencia a ausencia de movilidad del martillo ante tracción mecánica del ligamento disco-maleolar.

T: Área del tímpano.

M-Y: Área de la articulación incudomaleolar en el martillo.

Y-M: Área de la articulación incudomaleolar en el yunque.

Y-E: Área de la articulación lenticular en el yunque.

E-Y: Área de la articulación lenticular en el estribo.

E-O: Área de la articulación de la platina del estribo en la ventana oval.

Proceso Ant: Longitud del proceso anterior del martillo.

Manubrio-Lat: Longitud del extremo caudal del manubrio al proceso lateral del martillo.

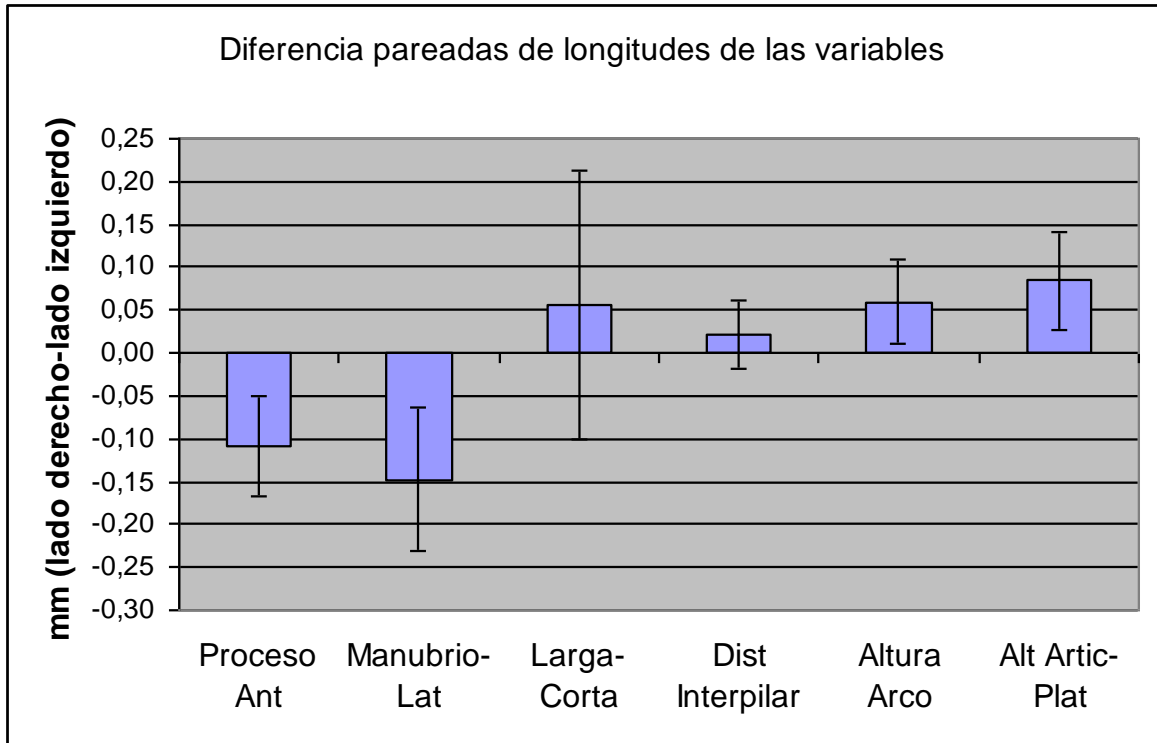
Larga-Corta: Longitud entre los ápices de las apófisis corta y larga del yunque.

Distancia Interpilar: Longitud entre las apófisis anterior y posterior del estribo.

Altura Arco: Longitud entre el arco y la platina del estribo.

Alt Artic-Plat: Longitud entre la articulación lenticular y la platina del estribo.

c. Correlación pareada. Diferencia de lado entre medidas



Grafica 4. Relación de lado de las variables medidas.

Proceso Ant: Longitud del proceso anterior del martillo.

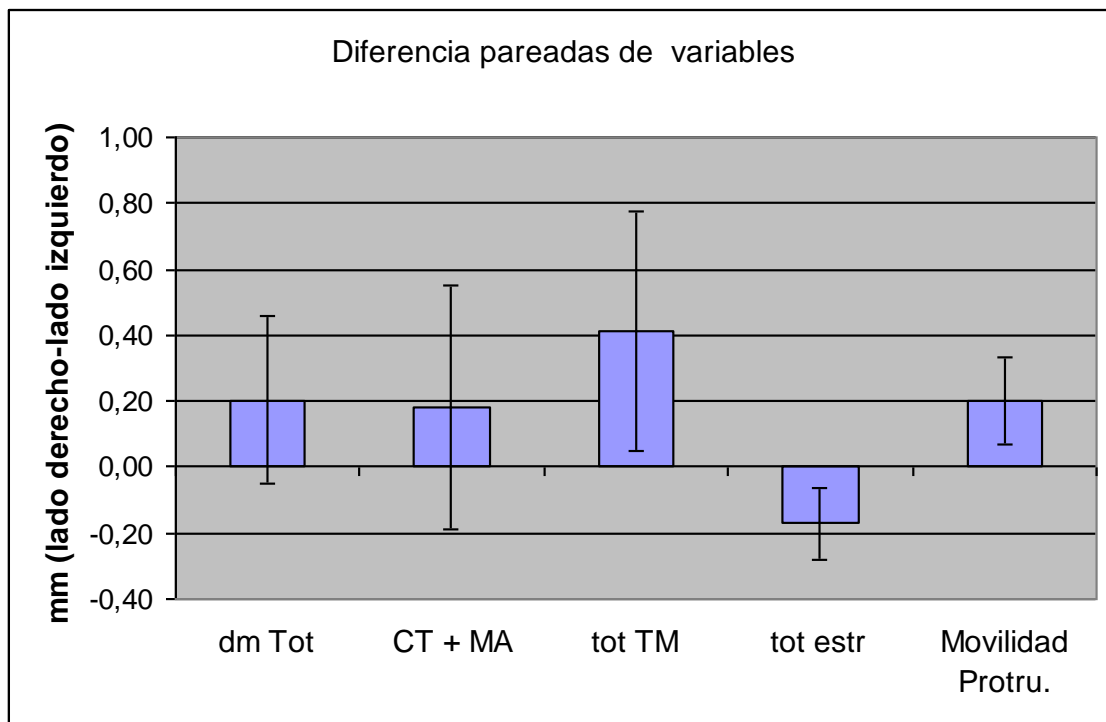
Manubrio-Lat: Longitud del extremo caudal del manubrio al proceso lateral del martillo.

Larga-Corta: Longitud entre los ápices de las apófisis corta y larga del yunque.

Distancia Interpilar: Longitud entre las apófisis anterior y posterior del estribo.

Altura Arco: Longitud entre el arco y la platina del estribo.

Alt Artic-Plat: Longitud entre la articulación lenticular y la platina del estribo.



Grafica 5. Relación de lado de las variables medidas.

D-I: Derecho-Izquierdo

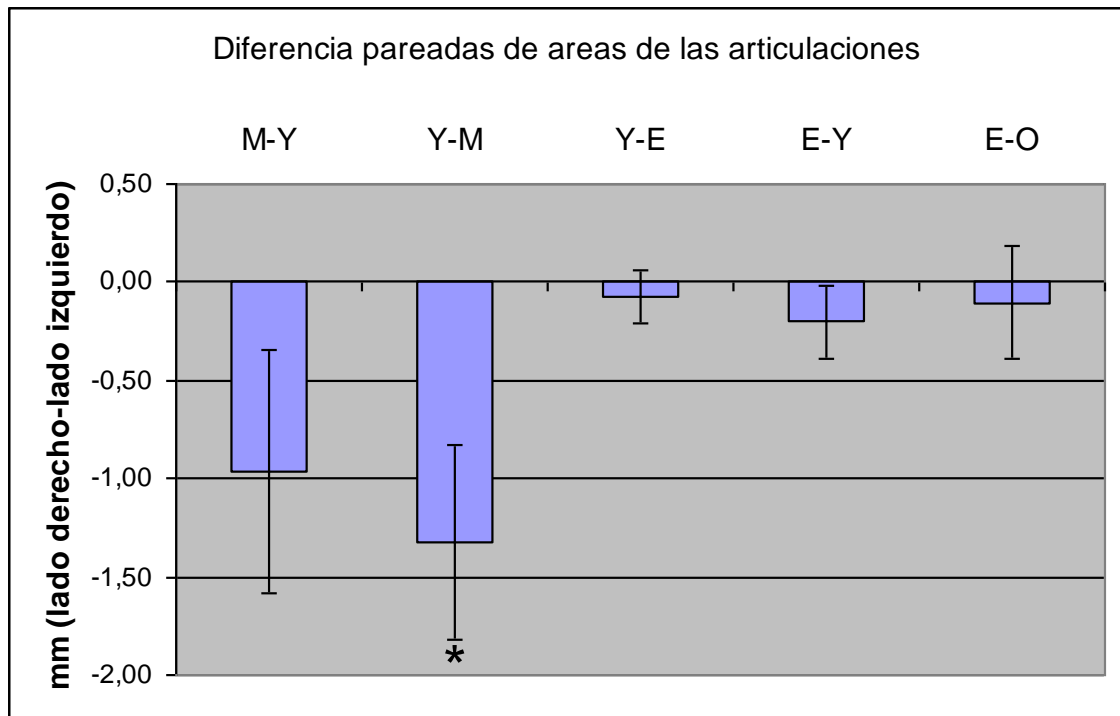
dm Tot: Longitud total de ligamento disco-maleolar.

CT + MA: Longitud total de ligamento maleolar anterior.

Tot TM: Longitud total del músculo tensor del martillo.

Tot est: Longitud total del músculo del estribo.

Movilidad Protru: Presencia a ausencia de movilidad del martillo ante tracción mecánica del ligamento disco-maleolar.



Grafica 6. Relación de lado entre áreas articulares de los oscículos desde la articulación incudo-maleolar hasta la ventana oval.

D-I: Derecho-Izquierdo

M-Y: Área de la articulación incudomaleolar en el martillo.

Y-M: Área de la articulación incudomaleolar en el yunque.

Y-E: Área de la articulación lenticular en el yunque.

E-Y: Área de la articulación lenticular en el estribo.

E-O: Área de la articulación de la platina del estribo en la ventana oval.

DISCUSIÓN

Ligamentos:

Desde hace casi un siglo a los síntomas óticos se les viene atribuyendo una etiología estomatognática. Monson y Wright en 1920 relacionaron la posición de la mandíbula y la ATM con la hipoacusia en población adulta e infantil. En 1933 Goodfriend relacionó los síntomas otológicos con la ATM (68). Finalmente en 1934 Costen (69) asoció la sintomatología ótica con los desordenes articulares (Síndrome de Costen), y fue el primero en describir estos síntomas en pacientes edéntulos parciales o totales (70) Kuttilla y Col. han encontrado que en menos del 50 % de los pacientes con otalgia es posible diagnosticar una patología franca del oído (71,72). Los desordenes funcionales e inflamatorios de la ATM y los músculos de la masticación están muy asociados con síntomas otológicos como tinitus, vértigo, sensación de pérdida auditiva, plenitud ótica y otalgia (6,73,74).

De acuerdo a Eckerdal (33) el rango de movimiento de los LDM y LMA depende de su conexión fibrosa a las paredes de la fisura petrotimpánica, corroborando los hallazgos de Coleman en 1970 (5). Sin embargo, Tonndorf y Khanna (51) mostraron que dependiendo de la frecuencia, el máximo desplazamiento del tímpano ante intenso estímulo sonoro (121 dB) tiene un máximo valor de deformación de nanómetros (10^{-4} mm) que variará en relación a la frecuencia (52). Si la cadena osicular puede transmitir esta sutil vibración del tímpano a través de dos articulaciones y tres huesos del oído medio hasta el ambiente líquido del oído interno con una relación de áreas y de palancas efectiva, es muy probable que pueda entenderse el potencial efecto de estos ligamentos (LDM y LMA) traccionados desde los movimientos de la ATM y cuerpo mandibular sobre la disposición espacial de la cadena osicular. Nuestro hallazgo de movilidad maleolar del 30.5 % de los casos al ser traccionado el LDM, se observó con un aumento de 15x

que seguramente nos permitió ver rangos de movimientos a lo sumo de 1 mm o ligeramente menores, lo que hace improbable notar la movilidad correspondiente a nanómetros con esta magnificación para el desplazamiento real de estas estructuras en la transmisión de la energía sonora. Sin embargo este 30.5 % se acerca de manera coincidente al 29.2 % de los casos reportados por Sato y Col. (22) en los que la anatomía del canal de Huguier era amplia, sugiriendo una forma de facilitación de la movilidad de estos ligamentos a través de esta dilatada estructura.

El canal de Huguier en la fisura petrotimpánica tiene una forma de embudo alargado (más amplio en ATM y menos amplio en cavidad timpánica) con dimensiones que Sato y Col. (22) y Eckerdal (33) tomaron en tres lugares (sagitales) diferentes: Cerca a ATM, zona media y cerca a cavidad timpánica. Estas medidas fueron según Sato y Col. de 4.1, 1.9, 0.9 mm respectivamente; y según Eckerdal y Col. de 2.75, 1.9, 1.05 mm respectivamente. El canal de Huguier de la pared timpánica (fisura petrotimpánica) en sentido antero posterior tiene longitudes que según Eckerdal varían de 1.9 a 11.5 mm y que en nuestras disecciones tomaron valores de 6.88 mm DE 0.81, sin embargo Komori y Col. (8) la registran con un promedio de 2.5 mm DE 1.8, que consideramos cortas y tomadas quizás desde el martillo hasta la zona posterior de la pared timpánica (parte anterior de la cavidad timpánica). Esta heterogénea morfología del canal de Huguier explicaría la capacidad de movilización de los LMA y LDM entre ATM y Martillo. Aunque en esta investigación no tomamos el grosor de estos ligamentos, si notamos que eran muy delgados y en algunas ocasiones bastante frágiles. Este hallazgo coincide con las medidas tomadas a este respecto por Loughner y Col. (11) en 52 muestras de 0.2 mm DE 0.2 para el LDM, 0.8 mm DE 0.2 para el LMA y Alkofide y Col. (75) en 37 muestras de 0.14 mm DE 0.04 para el LMA. Chen y Col. (76) igualmente encuentran en 9 muestras una grosor de 0.81 mm DE 0.22 para el LMA.

Por otro lado, estamos de acuerdo que las adherencias de estos ligamentos a las paredes del canal de Huguier pueden restringir el grado de libertad de esta conexión biomecánica entre ATM y martillo, situación que evidenciamos en nuestras disecciones al encontrar fuertes adherencias de los LDM y LMA en las paredes del canal de Huguier cuando este era disecado y coincidiendo con Eckerdal (33). Sin embargo, estas adherencias no las consideramos capaces de impedir la transmisión de nanómetros de movimiento y nos hace vacilar al creer que puedan impedir dicha movilización a partir de la tracción de los LDM y LMA en el canal de Huguier. Cheng y Col. (76) hacen mediciones y pruebas mecánicas del LMA que midieron con una longitud pre-septal promedio de 1.83 mm DE 0.32 (cercana a la nuestra de 1.45 mm DE 0.19). Estos investigadores mostraron un comportamiento visco elástico con resistencia a la tensión y al estiramiento de 1.05 y 1.51 MPa respectivamente lo que en estas dimensiones se puede considerar amplia y asegura la transmisión de fuerzas externas al oído medio. Además, evidenciaron como la superficie de este ligamento contenía una distribución colágena desordenada y una ordenada distribución longitudinal profunda semejante a una doble organización de fibras en capas. Esto sumado a su grosor, resistencia mecánica y a la magnitud de movimiento de la cadena osicular en la transmisión sonora (1 nanómetro), hace inaplicable la teoría de las adherencias ya que no se necesita una completa libertad de estos ligamentos para transmitir movimiento al martillo a través del canal de Huguier. En nuestros resultados obtuvimos una correlación entre la movilidad maleolar ante fuerzas externas y la longitud del LDM que abre una variable adicional a tomar en cuenta especialmente por la heterogénea morfología del canal de Huguier y la influyente proximidad que convierte a estos ligamentos en estructuras dinámicas ante fuerzas externas.

Esto abre la posible explicación de síntomas oticos como el tinitus ipsilateral ante situaciones externas al oído medio como lo corroboran algunos estudios de Ren y Col. y Kuttilla y Col (77,78). Hallaron una

correlación significativa del daño interno de la ATM y el tinitus. La luxación del disco articular fue encontrada en la articulación ipsilateral de 53 sujetos con tinitus del mismo lado (77) y se encontró una relación similar entre el daño de la ATM y la presencia de tinitus en otra investigación (78). En 1933 Bernstein (79) observó como durante movimientos extremos mandibulares algunos pacientes podían cambiar la intensidad y calidad del tinitus. Esta posibilidad de movilización es tomada también bajo el escenario quirúrgico cuando Loughner y Col. (11) advierten que en las cirugías de la ATM donde las distracciones condilares sean mayores a 10 mm, la cadena osicular podría ser seriamente dañada por la tracción extrema de estos ligamentos en el proceso anterior del martillo (80,81).

Es probable que el estiramiento de estos ligamentos por un desorden funcional inflamatorio de la ATM pueda afectar el equilibrio de las estructuras del oído medio, aunque aún hay controversia ante esta posibilidad (33,82,83,84,85). Las excursiones normales de movimiento en el disco y cóndilo mandibular puede que no generen esta hipertensión en el martillo ya que se cuenta con tejidos retrodiscales elasticos, sin embargo, una luxación del disco o un edema articular de la ATM podrían generar este escenario a través de la tracción del LDM (86,87,88,89,90,91). Libin (92) en 1987 sugirió que el LEM y LDM podrían ser tensionados en la fisura petrotimpánica bajo movimientos fisiológicos normales como los de apertura mandibular o como resultado del trauma craneal en el hueso temporal y tener profundas implicaciones en la libertad de movimiento del LDM y LMA durante la apertura bucal.

Parece ser entonces que el tinitus, la otalgia y las sensaciones de desequilibrio correspondientes a la relación espacial alterada del estribo por fuerzas anormales transmitidas por los LDM y LMA del martillo pueden ser viables. En este sentido se debe pensar que la tracción mecánica podría estimular sensorialmente la membrana timpánica y generar otalgia y que la hipoacusia y el vertigo es una posibilidad igualmente latente del poder

mecánico de estos ligamentos por la transmisión de movimiento en la cadena osicular. Nakajima y Col. (93) probaron una reducción en la sensibilidad auditiva (pérdida de 8-10 dB) cuando el LMA del martillo era fijado parcialmente y una mayor pérdida (15-35 dB) cuando era totalmente fijado, situación que intentaba simular una otosclerosis pero que demuestra el poder que tienen estas estructuras ligamentarias en la modificación de la transmisión sonora (94,95).

El LEM evaluado en nuestro estudio se encontró fijado inferiormente a la mandíbula y superiormente a la espina del esfenoides y al LMA en su cara lateral, aspecto que coincide con lo señalado por Abe y Col. (96) aunque enfatizan una unión adicional de este al disco articular situación que no pudimos corroborar. Alkofide y Col. (97) y en relación a las características estructurales de el LAM y el LEM determinan en 37 especímenes que el LEM alcanza el martillo en el 8.1% de los casos y el oído medio en un 67.6%. Encontraron que el LAM solo pasa a través de la fisura petrotimpánica y junto al LEM en un 58.3%, preguntándose sobre la posibilidad de una conexión permanente entre ambos ligamentos. Burch (31) encontró que el LEM se relajaba en máxima apertura y se tensionaba en sobremordida por pérdida de dimensión vertical. Igualmente se ha sugerido que puede ser estirado en movimientos de lateralidad (98). Ambos ligamentos (LEM y LMA) podrían ser tensionados en una marcada sobremordida vertical o movimiento lateral, pudiendo quebrantar el equilibrio osicular (99). Aunque la movilidad de la cabeza del martillo no se pudo registrar ante la tracción del LEM y a su vez del LMA, no se puede omitir la posible existencia de esta transmisión cuando se toma en cuenta la magnitud del movimiento de estas estructuras ante el estímulo acústico.

En consideración a la relación íntima del LMA y el nervio cuerda del tímpano debemos tener en cuenta que este nervio (originado del intermediario de Wrisberg) puede ser presionado a través de situaciones inflamatorias de la ATM que generen edema. Esto debido a su emergencia

del odio medio a la vecindad (medial) de la ATM entre la fisura petro-timpánica y la fisura esfeno-petrosa, pudiendo generar alteración de la sensación gustativa (sabor metálico) o hipoageusia en los dos tercios anteriores de la lengua. Es importante mencionar que la cuerda del tímpano también contiene fibras parasimpáticas preganglionares del ganglio geniculado y de naturaleza secretora para las glándulas submandibular, sublingual y accesorias que al ser irritadas pueden explicar el variable flujo salival que se observa en pacientes con patologías articulares.

Músculos:

Barsoumian, Kuehn y Col. (100) corroboran los hallazgos de Lupin en 1969 y posteriormente los de Rood y Doyle, encontrando en cadáveres adultos como las fibras de la zona más externa del músculo tensor del velo palatino y las fibras del músculo tensor del martillo se unen en el oído medio en una pequeña porción tendinosa, mostrando una conexión anatómica en el funcionamiento de estos músculos. En nuestra investigación encontramos en la totalidad de las muestras estudiadas esta conexión entre ambos músculos.

Kierner y Col. (101,102) en 2002 encuentran nuevamente la conexión funcional entre el tensor del velo palatino y el músculo tensor del martillo a través de cortes histológicos en cinco cadáveres humanos. Afirman que la reconfirmación de este hallazgo representa un paso importante en el entendimiento de la unidad funcional entre estos dos músculos en el ser humano. Kamerer (40) expresó su extrañeza ante la no creación de una teoría unificada para estos músculos que comparten una relación anatómica estrecha y que probó electromiográficamente cuando el tensor del martillo y el tensor del velo palatino funcionaron simultáneamente durante la deglución, sugiriendo la asistencia en la ventilación de la tuba auditiva, similar a una bomba de aire.

En este sentido, los músculos tensor del martillo y tensor del velo palatino actúan simultáneamente de manera sinergista y pueden aumentar de manera temporal la presión intratimpánica. La disfunción del músculo tensor del velo palatino en DTM puede modificar la posición medial del martillo y la membrana timpánica de manera individual o combinada por el anclaje de músculo tensor del martillo. Igualmente la disposición espacial de la cadena osicular puede ser modificada por la tensión del músculo tensor del martillo gracias a su continuidad con el músculo tensor del velo palatino. No es comprometedor afirmar entonces que el tensor del velo palatino tiene un origen óseo adicional en el manubrio del martillo haciendo de estos dos músculos una unidad potenciada.

La disfunción neuromuscular de los músculos masticatorios puede iniciar alteraciones en el sistema auditivo. Los DTM producen tensión y contracción de los músculos masticatorios y contracción simultánea en los músculos tensores del velo palatino y del martillo, pudiendo generar sintomatología ótica. Existe una asociación neuro-muscular entre los músculos masticatorios, los músculos del oído medio y los músculos tubaricos basados en la inervación común de V3 (23,33,79,103,104,105,106).

Tradicionalmente el músculo tensor del martillo ha sido considerado un músculo prácticamente inútil por los otorrinolaringólogos y otólogos. Algunos fisiólogos le endosan una función tensadora sobre la membrana timpánica para una mejor recepción de la energía sonora. Aisladamente, se reconoce en el estribo a un músculo poderoso en la modulación sonora y protección auditiva y también se esta al tanto de como la parálisis de este músculo genera evidentes efectos audiométricos y clínicos. Se sabe también que el músculo del estribo mejora la vocalización externa reduciendo el efecto enmascarador del sonido autógeno pero se deja como un tema aun sin resolver la participación del músculo tensor del martillo en esta función protectora y discriminadora auditiva. En nuestras medidas

encontramos la longitud del estribo promediada en 5.8 mm DE 0.61 y la longitud del tensor del martillo en 19.69 mm DE 1.07, lo que lo hace, sin contar con su grosor, un poco más de tres veces mayor en longitud que el músculo del estribo. Durante el reflejo del estribo hay movimiento muscular de aproximadamente 50 micras que reduce la transmisión sonora en aproximadamente 50 dB bilateralmente y mejora en 50 dB la percepción. Esto nos obliga a reflexionar sobre la potencial capacidad que tiene el tensor del martillo en la movilización medial de la membrana timpánica en mecanismos de protección y afinación cuando se tiene en cuenta que mide tres veces más en longitud, lo que en teoría podría generar movimientos tres veces mayores (150 micras) a los del músculo del estribo cuando se activa (29). Por otro lado, podría averiguarse cómo un músculo de estas dimensiones, que se inserta en el martillo e indirectamente en la membrana timpánica, puede ser considerado un músculo improductivo, cuando se sabe que la mecánica articular del oído medio trabaja con deformaciones no mayores a un nanómetro y que explican el poder modulador del músculo del estribo (51). Hay que tener en cuenta también que la inervación motora del tensor del martillo depende en su totalidad de la activación del núcleo motor del trigémino, centro neurológico prácticamente exclusivo del sistema estomatognático. Consideramos en este sentido que el músculo del martillo se encuentra en un espacio y tiempo histórico importante que resaltan su importancia fisiológica en la transmisión y modulación de la energía sonora.

Los patrones de movimiento como el bostezo, reír, tragar y toser involucran músculos faríngeos y laríngeos que activan los músculos tensor del martillo y tensor del velo palatino. El músculo tensor del martillo responde a estímulos externos activados por la vocalización, la masticación, la deglución y el movimiento de los músculos faciales. La contracción del músculo del estribo y el tensor del martillo se producen con sonidos fuertes e inmediatamente antes de hablar (39). Más aun, el movimiento rítmico de la membrana timpánica, secundaria a la contracción paroxística de los

músculos tensor del tímpano y del estribo genera mioclonus intratimpánico (97).

Si los músculos de la masticación están hipertónicos por DTM, también es muy posible que lo estén el tensor del velo palatino y el tensor del martillo por su inervación motora común de V3. Al tener al músculo tensor del velo palatino espástico, cesará la función normal de apertura y cierre de la tuba auditiva por contracción-relajación de este músculo. Esto hace a los DTM protagonistas en la función normal o disfuncional de estas estructuras vecinas que en apariencia pertenecen a otra disciplina médica.

La tuba auditiva se mantiene normalmente cerrada por la presión colapsante de las masas externas compuestas de estructuras como el músculo pterigoideo medial (de manera lateral), inferiormente por el músculo elevador del paladar e internamente por el paquete adiposo de Ostmann. La contracción del músculo tensor del velo palatino abre el lumen de la tuba auditiva mientras presiona lateralmente al músculo pterigoideo medial en condiciones normales (107). Un escenario interesante para tener en cuenta es si el músculo pterigoideo medial se encuentra hipertónico, ya que interrumpe la contracción del músculo tensor del velo palatino dificultando la apertura de la tuba auditiva (108). Entonces, la contracción espástica muscular disfuncional (en un DTM) puede generar hipertonicidad del músculo pterigoideo medial que a su vez puede comprimir externamente el músculo tensor del velo del paladar, así este contacto no funcional entre estos músculos interfiere anatómicamente con la función normal de la tuba auditiva y podría generar síntomas óticos.

La alteración de la función normal de la tuba auditiva puede generar tinitus, vértigo, sensación de pérdida auditiva de los tonos bajos, plenitud ótica y otitis media con efusión especialmente en niños, secundaria a la contracción refleja del tensor del martillo y del velo palatino (18,35,37,36,109). Marasa y Ham (34) sostienen que la disfunción de la

tuba auditiva juega un rol importante en la otitis media con efusión. Los niños al presentar tubas auditivas cortas, horizontales y amplios lúmenes, son más propensos a sufrir otitis media con efusión especialmente en infecciones del tracto respiratorio (110).

Vale la pena mencionar que encontramos un músculo tensor del velo del paladar de dimensiones muy modestas en las dos muestras femeninas que pertenecían a una mujer caucásica de edad avanzada. Susuki y Col. (111) muestran una correlación inversa entre edad y tamaño del tensor del velo del paladar y lo relacionan con la mayor incidencia de otitis media con efusión en la población de edad avanzada por disfunción del tensor del velo del paladar. Takasaki y Col. (112) explican que estos cambios son de tipo histopatológicos, generando con la edad calcificación de la tuba auditiva e igualmente atrofia del músculo tensor del velo palatino

Huesecillos y Membrana timpánica:

Las tablas con las medidas y figuras para cada oscículo se encuentran explicitadas en resultados. Desde la perspectiva morfológica y morfométrica se debe matizar el hecho de que estas estructuras óseas son irregulares e inbalanceadas cuando se toma como referencia la carilla articular, lo que genera efecto de palanca mecánica en la transmisión sonora debido a los momentos de fuerza que esta morfología genera cuando están articulados. En términos generales y si el tamaño de la muestra nos lo permite, encontramos a partir de las mediciones que la morfología de los huesos osiculares es muy homogénea, lo que coincide con la visión antropológica de Crevecoeur (67) en la que matiza el hecho de que los oscículos evolutivamente parecen ser huesos muy estables desde poblaciones pre-históricas étnica y geográficamente diferentes.

eWengen (60) muestra promedios de medidas en el estribo que se ajustan a nuestros promedios: longitud antero-posterior de la articulación lenticular

de 1.14 y el nuestro 1.18, longitud rostro-caudal de la articulación lenticular de 0.83 y el nuestro de 0.90, distancia entre la articulación lenticular a la superficie de la platina del estribo de 3.19 y el nuestro de 3.18, grosor antero-posterior del pilar anterior del estribo de 0.51 y el nuestro de 0.48, grosor antero-posterior del pilar posterior del estribo de 0.55 y el nuestro de 0.61.

Coincidimos con otros investigadores (48,59,60) en que el cuello del estribo no se identificó en ninguno de nuestros especímenes (Figuras 22 y 23). Por otro lado, se ha reportado que el sitio de llegada del tendón del estribo puede variar. Marquet (113) afirma que en el 3% se fija a la crura posterior del estribo, en el 6% de los especímenes se fija al proceso lenticular del yunque, en el 29% al ligamento capsular de la articulación incudo-estapedial y en el 62% a la cabeza del estribo. En nuestras muestras siempre encontramos el tendón del estribo llegando a insertarse en la zona posterior de la cabeza del estribo.

Encontramos de utilidad que la suma de algunas medidas relacionadas con el ápice de la apófisis larga del yunque y de la apófisis lenticular que contiene, más otras inherentes al estribo nos dan una longitud incudo-estapedial total (Ver tabla 14) que puede ser de utilidad para el otólogo. La otosclerosis cambia esta relación articular incudo-estapedial y la hace disfuncional. El otólogo la sustituye por una prótesis incudo-estapedial que devuelve la funcionalidad. Cuando se escoge la longitud de la prótesis para estribo, el cirujano tiene en cuenta estas medidas: desde la superficie interna de la platina del estribo hasta la superficie superior de la apófisis larga del yunque. Estas involucran entonces la sumatoria del grosor de la platina del estribo, más la longitud del estribo desde la superficie de la platina hasta la cabeza del estribo, más la longitud de la apófisis lenticular del estribo y de la apófisis larga del yunque que la contiene. En las 23 muestras estudiadas esta longitud fue de 4.61 mm DE 0.34. Consideramos que esta información en especímenes colombianos genera valor agregado para los procedimientos quirúrgicos de este tipo en individuos colombianos.

En relación a la membrana timpánica, esta fue medida en dos ejes perpendiculares: uno en el eje del manubrio y otro en ángulo recto a este. Ambas longitudes nos permitieron ver en general membranas timpánicas en forma de ovalo con diferencias de longitudes que promediaban 1.91 mm DE 0.08. Hubo dos excepciones a esta forma ovalada y que tendían a una forma circular del tímpano. Estas fueron registradas como variaciones anatómicas (muestras 2 y 9), que eran de género masculino y lado izquierdo. La diferencia de sus longitudes fueron 0.08 y 0.6 mm respectivamente.

También se tomó la angulación entre las cruras del estribo (Ver Tabla 15 y Figura 26). En nuestras muestras esta medida se encontró a partir de los catetos de un triangulo formado de la longitud total vertical del estribo y de la longitud horizontal intercrural. Se encontró dividiendo el cateto opuesto (longitud vertical del estribo) sobre el cateto adyacente (longitud intercrural). Este ángulo obtenido (de una sola crura) se multiplicó por dos (dos cruras) y resulto en 29.01 grados DE 2.93. Para obtener este ángulo a partir de esta fórmula es esencial la simetría a lado y lado del eje mayor del estribo, situación un poco compleja porque aunque el estribo es el hueso más simétrico de los tres oscículos, no logra ser perfectamente simétrico. Farahani y Col. realizaron la medición de este ángulo con microscopia electrónica en 12 estribos obteniendo un ángulo promedio de 19.5 grados DE 2.3. Revisando la literatura no se encontró más información sobre esta variable que permitiera enriquecer la discusión.

Finalmente, no se encontraron diferencias de lado de la mayoría de las variables medidas en este estudio (Graficas 3 y 4), sin embargo el área de la articulación incudo-maleolar en el yunque si mostró diferencia pareada (Grafica 5). Vale la pena mencionar que no hay registros de investigaciones en la que las muestras hayan sido pareadas y estudiadas bajo esta perspectiva.

Correlaciones

Se realizó una matriz de correlación de Pearson (ver Tabla 16) entre áreas articulares de los oscículos expresándose con un valor crítico (0.05) para la mayoría de las articulaciones presentes en la transmisión del sonido de la cadena de huesos del oído medio. La Tabla 17 muestra un recuento descriptivo de las áreas articulares osiculares. Toda esta información nos sugiere que hay una relación de palancas y áreas efectivas en la conducción del sonido en la que el yunque parece jugar un papel intermedio y crítico en esta conducción. Aquí se debe considerar que el máximo desplazamiento del tímpano ante un intenso estímulo sonoro registra un valor de deformación máximo de un nanómetro que variara en relación a la frecuencia (51). También, que la cadena osicular puede transmitir por medio de sus facetas articulares esta sutil vibración del tímpano a través de dos articulaciones y tres huesos del oído medio hasta el ambiente líquido del oído interno con una relación de áreas y de palancas en apariencia segura para las frecuencias sonoras en humanos (18–15.000 Hertz) (114,115,116).

El poder de la correlación para las 23 muestras fluctuó entre 0.416 y 0.515 (0.05) que parece relacionarse con la cercanía articular de las variables estudiadas del complejo osicular. En este rango de poder y de menor a mayor estas correlaciones fueron para: las áreas del tímpano y la articulación lenticular del yunque; la articulación de la platina del estribo en la ventana oval; el área de la articulación incudomaleolar en el yunque y el área de la articulación lenticular en el estribo; finalmente el área de la articulación lenticular en el yunque con la correspondiente del estribo, siendo esta última la que mayor poder mostró.

Las Gráficas 2 y 3 muestran una relación de áreas articulares de los oscículos, logradas con la fórmula de la elipse y expresadas en mm^2 y porcentualmente desde la articulación incudo-maleolar hasta la ventana oval. Estas muestran una reducción y amplificación de estas áreas a partir

del área timpánica (190.9 mm^2 DE 6.9) en su unión con el martillo y su inicio desde la articulación incudo-maleolar ($\pm 1\%$ del área de la membrana timpánica) a la articulación estribo-oval ($\pm 6.2\%$ del área de la membrana timpánica). Aquí es importante mencionar que la literatura reporta un área timpánica de $55\text{-}65 \text{ mm}^2$ (49), y nosotros con la fórmula de la elipse basada solo en dos medidas perpendiculares, obtuvimos un área que es tres veces mayor. Sin embargo también se acepta que la diferencia de áreas entre la membrana timpánica y la ventana oval es 17 veces mayor (49), lo que en proporciones se ajusta a nuestros cálculos de la elipse para el área obtenida de la ventana oval que fue 11.5 mm^2 y que multiplicado por 17 se acerca al área timpánica obtenida con la fórmula de la elipse. Esto es importante debido a que el cálculo aunque diferente en área, se mantiene en proporciones por que fue aplicado a todas las superficies articulares a las que se pretendió calcular su área.

La forma en que se reducen estas áreas articulares (de mayor a menor) desde la carilla del martillo hasta la carilla de la articulación lenticular, para luego amplificarse a partir de una relación inversa de áreas (de menor a mayor) desde la cabeza del estribo hasta la ventana oval, sugiere una relación compleja en la movilidad de estos huesecillos y que parece relacionarse con el tipo de palanca, el tamaño de facetas articulares y las dimensiones de cada hueso transmisor de esta mecánica. Sin embargo, vale la pena matizar que sin saber cuál de estas relaciones asimétricas es la más efectiva en la mecánica auditiva, parece que son opuestas, lo que nos lleva a pensar que los oscículos cumplen una doble función: amplificación-reducción o reducción-amplificación.

Es posible que esta relación mecánica asimétrica tenga explicación en el mecanismo de protección y discriminación auditiva en la que los músculos tensor del martillo y del estribo y a través del reflejo centrífugo, pueden modular la capacidad vibratoria al insertarse respectivamente en el mango del martillo y el cuello del estribo. En este sentido, el ingreso de la energía

sonora puede ser modulado en un principio de manera directa desde el tímpano (músculo tensor del martillo) pero posteriormente y de manera indirecta en el punto de quiebre de este grupo de palancas osiculares que se ubica al lado de la articulación incudo-estapedial (músculo del estribo), mismo lugar en el que la relación de áreas articulares se invierte. Desde esta perspectiva la articulación incudo-estapedial parece mostrar nuevamente un yunque importante en la conexión y arbitrio mecánico de esta transmisión sonora, jugando un rol de “fulcro” en esta transmisión.

En la Tabla 17 se encuentran algunas correlaciones interesantes que pueden explicar la identidad amplificadora o reductora de la relación asimétrica de las áreas osiculares a partir de la articulación incudo-estapedial. Una de estas es entre el tamaño de la carilla articular incudo-maleolar y la cantidad de separación de las apófisis corta y larga del yunque lo que parece tener capacidad moduladora sobre esta mecánica, entendiéndose en este sentido que a mayor separación de ambas apófisis del yunque (mayor brazo de palanca) habría un mayor tamaño del área de la carilla articular y un efecto en la capacidad de transmisión sonora basándose en la información obtenida del promedio de áreas arriba explicadas. La transmisión sonora parece entonces contar con una articulación sinovial que va de mayor a menor en principio para luego invertirse de menor a mayor.

Otra correlación que puede explicar estos cambios de áreas articulares, se presenta entre el tamaño de la articulación incudo-estapedial del estribo y la altura del estribo. En este sentido un estribo en el que sus cruras no sean altas presentara una faceta articular más amplia. Esta relación contraria a la arriba explicada con el yunque nos muestra que el aumento del tamaño de la faceta articular, de alguna manera compensa un brazo de palanca menor. Igualmente estas dos articulaciones (incudo-maleolar e incudo-estapedial) a partir de sus áreas articulares parecen ubicarse a lado y lado de la inversión de la mecánica amplificadora y reductora de la transmisión sonora, lo que

sugiere que la relación de áreas desde la membrana timpánica hasta la ventana oval primero es reductora y luego amplificadora. Nakajima y Col. (117), sostienen que la cadena ocsicular no magnifica con palancas la fuerza por unidad de superficie desde la membrana timpánica al ligamento anular de la ventana oval, y por el contrario, la disminuye amortizando esta energía con la elasticidad inherente a todas las articulaciones involucradas. Esto riñe con la creencia de que el esquema de palancas de los oscículos, amplifican un efecto mecánico inicial en la membrana timpánica sin aumentar la cantidad de desplazamiento del estribo pero aumentando la fuerza de empuje en 1.3 veces (29). Coincidimos en esto, debido a que los brazos de palanca que se originan en mayores longitudes de estos huesos, tienden en el yunque primero a interferir con una relación de áreas lineal y efectiva; y en segundo lugar a aumentar la carilla articular del estribo en su relación lineal hacia el área de la articulación anular de la ventana oval.

Aunque se debe reconocer las limitantes que la toma de algunas medidas representa sin un modelo matemático que las reproduzca y permita estudiar, se está en capacidad de llegar a algunas deducciones de los datos obtenidos y correlacionados que igualmente nos llevan a la formulación de más preguntas. Una de estos cuestionamientos va dirigido a la mecánica de la transmisión de la energía sonora con los datos obtenidos. En este sentido encontramos que no hay una relación lineal de las áreas de los oscículos en nuestras muestras. Es importante tener en cuenta que en otras especies como pájaros y sapos, estos están en capacidad de percibir frecuencias sonoras de un rango óptimo. Estos lo logran con un solo huesecillo unido a la membrana timpánica y con una relación directa entre la vibración de esta y la vibración de la platina del estribo (columela) (118). Quizás este tipo de mecánica osicular tenga efectos en el tipo de movimiento de la platina del estribo (pivotante) diferente a la humana en diferentes frecuencias (tipo pistón y rotacional irregular) (119,120) y que seguramente son moduladas por el yunque y su articulación incudo-estapedial. La evolución del oído medio en vertebrados exige mecanismos

eficientes que lidien con ruidos de diferentes características y que necesiten ser discriminados como un mecanismo del que la supervivencia depende. Creemos que las formas, áreas y palancas sumadas a la presencia de músculos tensores en el oído medio, hablan de la evolución de la especie humana.

Encontramos una relación de mayor a menor en el tamaño de los huesos y los brazos de palanca. Igualmente una relación reducida y luego ampliada en las articulaciones a través de sus áreas que parecen sugerir una compleja biomecánica músculo-esquelética en la transmisión del sonido y que necesita ser estudiada a profundidad con otros estudios.

CONCLUSIONES

En esta investigación se estudió el hueso temporal en varias zonas que involucran ATM, oído medio, fisura petrotimpánica, tuba auditiva y músculos relacionados. Esta información obtenida puede ser de utilidad para morfológicos, odontólogos, y médicos, especialmente en el manejo interdisciplinario.

Se demostró estructuras ligamentarias y su conexión entre ATM y el martillo de la cadena osicular. Igualmente la existencia de movilización del martillo a la tracción desde el disco de la ATM y a través del movimiento del cuerpo mandibular. Las características morfológicas de estos ligamentos y su entorno hacen viable una disfunción del órgano de la audición secundaria a patologías del sistema masticatorio o movimientos extremos mandibulares. Parece existir un potencial de desequilibrio en la cadena osicular ante la hipertensión de estos ligamentos.

De la cadena osicular del oído medio se pudo observar la compleja relación de palancas que las formas irregulares de sus huesos y sus articulaciones generan por su relación asimétrica y que sugieren una función tanto amplificadora como reductora de la transmisión sonora del oído medio.

El conjunto de medidas morfométricas de estos huesos podrán ser útiles en estudios matemáticos del funcionamiento de los oscículos. En este sentido también se pudo recolectar información que podría servir en cirugías otológicas de reemplazo protésico.

Se observó en la totalidad de las muestras la unión de los músculos tensor del velo del paladar y tensor del martillo, hallazgos que ratifican lo que anteriormente se había reportado anatómica e histológicamente y que

constituyen un sustrato anatómico en los eventos clínicos de la sintomatología ótica secundaria a los DTM.

Para finalizar, se observaron las longitudes y se analizó la posible funcionalidad de músculos relacionados con los oscículos, intentando desde una perspectiva antropométrica resaltar la importancia de ambos músculos en la transmisión, protección y discriminación de los sonidos.

BIBLIOGRAFA

-
- 1 Rowicki T, Zakrzewska J. A study of the discomalleolar ligament in the adult human. *Folia Morphol* 2006;65:121-5
 - 2 Douglas H, Morgan. The TMJ-Ear Connection. *Cranio* 1995;13: 42-3
 - 3 Ioannides CA. The disco-malleolar ligament: A possible cause of subjective hearing loss in patients with TMJ. *J Maxillofac Surg* 1983;11:227-31
 - 4 Merida Velasco JR, Rodriguez Vazquez JF, Jimenez Collado J. Anterior tympanic artery: course, ramification and relationship with the temporomandibular joint. *Acta Anat* 1997;158:222-6
 - 5 Coleman RD. Temporomandibular joint. Relations of the retrodiscal zone to meckel's cartilage and lateral pterygoid muscle. *J Dent Res* 1970;49:626-30
 - 6 Ramirez LM, Ballesteros LE, Sandoval GP. Topical review: temporomandibular disorders in an integral otic symptom model. *Int J Audiol* 2008;47:215-27
 - 7 Ramirez LM, Sandoval GP, Ballesteros LE. Temporomandibular disorders: referred cranio-cervico-facial clinic. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2005;10:E18-26
 - 8 Komori E, Sugisaki M, Tanabe H. Discomalleolar ligament in the adult human. *Cranio* 1986;4:300-05
 - 9 Pinto OF. A new structure related to the temporomandibular joint and middle ear. *J Prosthet Dent* 1962;12:95-103
 - 10 Rodriguez-Velasquez JF. Anatomical considerations on the discomalleolar ligament. *J Anat* 1998;192:617-21
 - 11 Loughner BA, Larkin LH. Discomalleolar and anterior malleolar ligaments: Possible causes of middle ear damage during temporomandibular joint surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989;68:14-22
 - 12 Rodriguez Vazquez JF. Relationships between the temporomandibular joint and the middle ear in human fetuses. *J Dent Res* 1993;72:62-6

-
- 13 Lund JP, Lavigne GJ, Dubner R, Sessle BJ. Orofacial pain. From basic science to clinical management. Quintessence Publishing Co, Inc. Chicago, 2001
 - 14 Dao TT, LeResche L. Gender differences in pain. *J Orofac Pain* 2000;14:169-84.
 - 15 Misurya VK. Functional anatomy of tensor palati and levator palati muscles. *Arch Otolaryngol* 1976;102:265-70
 - 16 Perry HT, Xu Y. The embryology of the temporomandibular joint. *Cranio* 1985;3:125-32
 - 17 Thilander B, Carlsson GE. Postnatal development of the human temporomandibular joint. *Acta Odontol Scand* 1976;34:117-26
 - 18 Ishijima K, Sando I, Balaban CD, Miura M, Takasaki K. Functional anatomy of levator veli palatini muscle and tensor veli palatini muscle in association with eustachian tube cartilage. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002;111:530-6
 - 19 Neri E, Caramella D, Battolla L, Cosottini M, Scasso CA, Bruschini P, Pingitore R, Bartolozzi C. Virtual endoscopy of the middle and inner ear with spiral computed tomography. *Am J Otol* 2000;21:799-803
 - 20 Parlier-Cuau C, Champsaur P, Perrin E, Rabischong P, Lassau JP. High-resolution computed tomography of the canals of the temporal bone: anatomic correlations. *Surg Radiol Anat* 1998;20:437-44
 - 21 Prades JM, Dumollard JM, Calloc'h F, Merzougui N, Veyret C, Martin C. Descriptive anatomy of the human auditory tube. *Surg Radiol Anat* 1998;20:335-40
 - 22 Sato I, Arai H, Asaumi R, Imura K, Kawai T, Yosue T. Classifications of tunnel-like structure of human petrotympanic fissure by cone beam CT. *Surg Radiol Anat* 2008;30:323-6
 - 23 Myrhaug, H. The incidence of ear symptoms in cases of malocclusion and temporo-mandibular joint disturbances. *Br J Oral Surg* 1964;2:28-32
 - 24 Rees LA. The structure and function of the mandibular joint. *Br Dent J* 1954;96:125-8
 - 25 Youdelis RA. The morphogenesis of the human temporomandibular joint and associated structures. *J Dent Res* 1966;45:182-91

-
- 26 Schames J, Schames M. Trigeminal Pharyngioplasty: Treatment of the forgotten accessory muscles of mastication which are associated with orofacial pain and ear symptomatology. *Am J Pain Manag* 2002;12:25-31
- 27 Yoshikuni OH. Development and histology of fibrous architecture of the fetal temporomandibular joint. *Okajimas Folia Anat Jpn* 1993;70:1-6
- 28 Wong GB. Morphology of the developing articular disc of the human temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 1985;43:565-69
- 29 Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH, eds. *Gray's anatomy*. 37 th ed. Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone; 1989.
- 30 Ogutcen-Toller M. The morphogenesis of the human discomalleolar and sphenomandibular ligaments *J Craniomaxillofac Surg* 1995;23:42-6
- 31 Burch JG. The cranial attachment of the sphenomandibular (tyimpanomandibular) ligament. *Anat Rec* 1966;156:433-7
- 32 Rodriguez Vazquez JF. Development of the human sphenomandibular ligament. *Anatomical Rec* 1992;233:453-60
- 33 Eckerdal O. The petrotympanic Fissure: A link connecting the tympanic cavity and the temporomandibular joint. *Cranio* 1991;9:15-21
- 34 Marasa FK, Ham BD. Case reports involving the treatment of children with chronic otitis media with effusion via craniomandibular methods. *Cranio* 1988;6:256-70
- 35 Spauwen PH, Hillen B, Lommen E, Otten E. Three-dimensional computer reconstruction of the eustachian tube and paratubal muscles. *Cleft Palate Craniofac J* 1991;28:217-9
- 36 Misurya VK. Tensor tympani, a 'tuner' of tensor palati muscle. *Acta Otolaryngol* 1976;82:410-4
- 37 Swarts JD, Rood SR. The morphometry and three-dimensional structure of the adult eustachian tube: implications for function. *Cleft Palate J* 1990;27:374-81
- 38 Su CY. Electromiographic recording of tensor and levator veli palatini muscle: a modified transnasal insertion method. *Laryngoscope* 1993;103:459-62

-
- 39 Klockhoff IH. Reflex activity in the tensor tympani muscle recorded in man. *Acta Oto-laryngologica* 1960;51:184-88
- 40 Kamerer DB. Electromyographic correlation of tensor tympani and tensor veli palatini muscles in man. *Laryngoscope* 1978;88:651-62
- 41 Gray LP. The relationship between the “superior constrictor swallow” clicking of the ears and ear disease. *J Laryngol Otol* 1983;97:1121-8
- 42 Rood SR, Doyle WJ. Morphology of the tensor veli palatini, tensor tympani and dilatator tubae muscles. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1978;87:202-10
- 43 Rood SR. The morphology of m.tensor veli palatini in the five month human fetus. *Am J Anat* 1973;138:191-6
- 44 Salen B, Zakrisson JE. Electromyogram of the tensor tympani muscle in man during swallowing *Acta Otolaryngol* 1978;85:453-5
- 45 Arlen H. The otomandibular síndrome: A new concept. *Ear Nose Throat J* 1977;56:60-2
- 46 Ogutcen-Toller M. Audiological evaluation of the otico symptoms in temporomandibular joint dysfunction. *J Craniomaxillofac Surg* 1993 21:2-8
- 47 Olsewski J. Structure of the middle ear in infants. *Otolaryngol Pol* 1989;43: 278-83
- 48 Olsewski J. The morphometry of the ear ossicles in humans during development. *Anat Anz* 1990;171:187-91
- 49 Guyton & Hall – *Tratado de Fisiología Médica* 11^o Ed. Elsevier España S.A. 2007
- 50 Anson BJ, Donaldson JA. *Surgical anatomy of the temporal bone*. 3rd ed. Philadelphia WB Saunders; 1991
- 51 Tonndorf J, Khanna SM. Tympanic-membrane vibrations in human cadaver ears studied by time-averaged holography. *J Acoust Soc Am* 1972;52:1221-33
- 52 Sun Q, Gan RZ, Chang KH, Dormer KJ. Computer-integrated finite element modeling of human middle ear. *Biomech Model Mechanobiol* 2002;1:109-22
- 53 Arensburg B, Nathan H. Observations on a notch in the short (Superior or Posterior) process of the incus. *Acta Anat* 1971; 78: 84-90
- 54 Sarrat R, Guzman G, Tores A. Morphological variations of Human ossicular tympani. *Acta Anat* 1988;131:146-9

-
- 55 Aycan K, Unur E, Bozkır MG, et al. Anatomical study of malleus. *J Health Sciences* 1990;1:152-58
- 56 Whyte J, Cisneros AI, Urieta JJ, Yus C, Gañet J, Torres A, Sarrat R. Ontogenic peculiarities of the human tympanic ossicular chain. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2003;54:1-10
- 57 Proop D, Hawke M, Berger G, et al. The anterior process of the malleus. *The Journal of Otology* 1984; 6:257-62
- 58 Wassif K. The anterior process and the ossification of the malleus in mammals. *Science* 1951;27:113:486-7
- 59 Farahani RM, Nooranipour M. Anatomy and anthropometry of human stapes. *Am J Otolaryngol* 2008;29:42-7
- 60 eWengen DF, Nishihara S, Kurokawa H, Goode RL. Measurements of the stapes superstructure. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995;104:311-6
- 61 Murugasu E, Puria S, Roberson JB Jr. Malleus-to-footplate versus malleus-to-stapes-head ossicular reconstruction prostheses: temporal bone pressure gain measurements and clinical audiological data. *Otol Neurotol* 2005;26:572-82
- 62 Nishihara S, Goode RL. Experimental study of the acoustic properties of incus replacement prostheses in a human temporal bone model. *Am J Otol* 1994;15:485-94
- 63 Asai M, Heiland KE, Huber AM, Goode RL. Evaluation of a cement incus replacement prosthesis in a temporal bone model. *Acta Otolaryngol* 1999;119:573-6
- 64 Mills RP. Ossicular geometry and the choice of technique for ossiculoplasty. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1991;16:476-9
- 65 Unur E, Aycan K, Ekinçi N, et al. The study of incus from morphometric view. *Erciyes Medical Journal* 1993;15:16-9
- 66 Sarrat R, Torres A, Guzman AG, Lostalé F, Whyte J. Functional structure of human auditory ossicles. *Acta Anat (Basel)* 1992;144:189-95
- 67 Crevecoeur I. New discovery of an Upper Paleolithic auditory ossicle: the right malleus of Nazlet Khater 2. *J Hum Evol* 2007;52:341-5

-
- 68 Parker WS, Chole RA. Tinnitus, vertigo and temporomandibular disorders. *Am J Orthod Dentof Orthop* 1995;107:153-8
- 69 Costen JB. A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint. *Ann Otol* 1934;43:1-15
- 70 Shapiro HH, Truex RC. The temporomandibular joint and the auditory function. *J Am Dent Assoc* 1943;30:1147-68
- 71 Kuttilla S, Kuttilla M. Otic symptoms and signs of temporomandibular disorder in association with treatment need and visits to physician. *Laryngoscope* 1999;109:1669-73
- 72 Kuttilla S, Kuttilla M. Secondary otalgia in adult population. *Archives of otolaryngologic head and neck surgery* 2001;127:401-5
- 73 Gelb H, Tarte J. A two-year dental clinical evaluation of 200 cases of chronic headache: the craniocervical-mandibular syndrome. *JADA* 1975;91:1230-6
- 74 Okeson JP. Ed. Management of temporomandibular disorders and occlusion. Ed 4, St. Louis: Mosby, 1998
- 75 Zipfel TE, Kaza SR, Greene JS. Middle-ear myoclonus. *J Laryngol Otol* 2000;114:207-9
- 76 Cheng T, Gan RZ. Mechanical properties of anterior malleolar ligament from experimental measurement and material modeling analysis. *Biomech Model Mechanobiol* 2008;7:387-94
- 77 Ren YF, Isberg A. Tinnitus in patients with temporomandibular joint internal derangement. *Cranio* 1995;13:75-80
- 78 Kuttilla S, Kuttilla M, Le Bell BY, Alanen P, Suonpaa J. Recurrent tinnitus and associated ear symptoms in adults. *Int J Audiol* 2005;44:164-70
- 79 Bernstein JM, Mohl ND, Spiller H. Temporomandibular joint dysfunction masquerading as disease of ear, nose, and throat. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1969;73:1208-17
- 80 Jones JL, Horn KL. The effect of temporomandibular joint arthroscopy on ear function. *J Oral Maxillofac Surg* 1989;47:1022-5
- 81 Steigerwald DP, Verne SV, Young D. A retrospective evaluation of the impact of temporomandibular joint arthroscopy on the symptoms of headache, neck pain, shoulder pain, dizziness, and tinnitus. *Cranio* 1996;14:46-54

-
- 82 Okeson, JP. 1996. Orofacial pain. Guidelines for assessment, diagnosis, and management. The American Academy of Orofacial Pain. Quintessence, Chicago.
- 83 Cheynet F, Guyot L, Richard O, Layoun W, Gola R. Discomalleolar and malleomandibular ligaments: anatomical study and clinical applications. *Surg Radiol Anat* 2003;25:152-7
- 84 Kim HJ, Jung HS, Kwak HH, Shim KS, Hu KS, Park HD, Park HW, Chung IH. The discomalleolar ligament and the anterior ligament of malleus: an anatomic study in human adults and fetuses. *Surg Radiol Anat* 2004;26:39-45
- 85 Wright EF, Bifano SL. Tinnitus improvement through TMD therapy. *J Am Dent Assoc* 1997;128:1424-32
- 86 Johansson AS, Isberg A, Isacsson G. A radiographic and histologic study of the topographic relations in the temporomandibular joint region. *J Oral Maxillofac Surg* 1990;48:953-61
- 87 Ramfjord S, Ash MM. 1983. Occlusion, 3rd ed W.B Saunders Company.
- 88 Myers LJ. Possible inflammatory pathways relating temporomandibular joint dysfunction to otic symptoms. *Cranio* 1988;6:65-70
- 89 Williamson EH. Interrelationship of internal derangements of the temporomandibular joint, headache, vertigo, and tinnitus: a survey of 25 patients. *Cranio* 1990;8:301-6
- 90 Luder HU. Articular degeneration and remodeling in human temporomandibular joints with normal and abnormal disc position. *J Orofacial Pain* 1993;7:391-402
- 91 Schaefer JR. Pressure-pain thresholds and MRI effusions in TMJ arthralgia. *J Dent Res* 2001;80:1935-39
- 92 Libin BM. The cranial mechanism: Its relationship to craniomandibular function. *J Prosthet Dent* 1987;58:632-38
- 93 Nakajima HH, Ravicz ME, Rosowski JJ, Peake WT, Merchant SN. Experimental and clinical studies of malleus fixation. *Laryngoscope* 2005;115:147-54

-
- 94 Huber A, Koike T, Wada H, Nandapalan V, Fisch U. Fixation of the anterior malleolar ligament: diagnosis and consequences for hearing results in stapes surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003;112:348-55
- 95 Dai C, Cheng T, Wood MW, Gan RZ. Fixation and detachment of superior and anterior malleolar ligaments in human middle ear: experiment and modeling. *Hear Res* 2007;230:24-33
- 96 Abe S, Ouchi Y, Ide Y, Yonezu H. Perspectives on the role of the lateral pterygoid muscle and the sphenomandibular ligament in temporomandibular joint function. *Cranio* 1997;15:203-7
- 97 Alkofide EA, Clark E, el-Bermani W, Kronman JH, Mehta N. The incidence and nature of fibrous continuity between the sphenomandibular ligament and the anterior malleolar ligament of the middle ear. *J Orofac Pain* 1997;11:7-14
- 98 Ouchi Y, Abe S, Sun-Ki R, Agematsu H, Watanabe H, Ide Y. Attachment of the sphenomandibular ligament to bone during intrauterine embryo development for the control of mandibular movement. *Bull Tokyo Dent Coll* 1998;39:91-4
- 99 Burch JG. Activity of the accessory ligaments of the temporomandibular joint. *J Prosthet Dent* 1970;24:621-8
- 100 Barsoumian R, Kuehn DP, Moon JB, Canady JW. An anatomic study of the tensor veli palatini and dilatator tubae muscles in relation to eustachian tube and velar function. *Cleft Palate Craniofac J* 1998;35:101-10
- 101 Kierner AC, Mayer R, Kirschhofer K. Do the tensor tympani and tensor veli palatini muscles of man form a functional unit? A histochemical investigation of their putative connections. *Hear Res* 2002;165:48-52
- 102 Proctor B. Embriology and anatomy of the eustaquian tube. *Arch Otolaryngol* 1967;86:503-14
- 103 Manni A, Brunori P, Giuliani M, Modoni M, Bizzi G. Oto-vestibular symptoms in patients with temporomandibular joint dysfunction. Electromyographic study. *Minerva Stomatol* 1996;45:1-7
- 104 Ciancaglini R, Loreti. Ear, nose and throat symptoms in patients with TMD: The association of symptoms according to severity of arthropathy. *J Orofacial Pain* 1994;8:293-97

-
- 105 Campbell CD, Loft GH. TMJ symptoms and referred pain patterns. *J Prosthet Dent* 1982;47:430-3
- 106 Greene CS. The etiology of temporomandibular disorders: Implications for treatment. *J Orofacial Pain* 2001;15:93-105
- 107 Leuwer R, Schubert R, Kucinski T, Liebig T, Maier H. The muscular compliance of the auditory tube: a model-based survey. *Laryngoscope* 2002;112:1791-5
- 108 Ross M. Functional anatomy of the tensor palati. *Arch Otolaryngol* 1971;93:1-8
- 109 Alper CM, Tabari R, Seroky JT, Doyle WJ. Magnetic resonance imaging of the development of otitis media with effusion caused by functional obstruction of the eustachian tube. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1997;106:422-31
- 110 Holborow C. Eustaquian tubal function: changes throughout childhood and neuro-muscular control. *J Laryngol Otol* 1975;89:47-55
- 111 Suzuki C, Sando I, Balaban CD, Kitagawa M, Takasaki K. Difference in attachment of the tensor veli palatini muscle to the eustachian tube cartilage with age. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003;112:439-43
- 112 Takasaki K, Sando I, Balaban CD, Haginomori S, Ishijima K, Kitagawa M. Histopathological changes of the eustachian tube cartilage and the tensor veli palatini muscle with aging. *Laryngoscope* 1999;109:1679-83
- 113 Marquet J. The incudo-malleal joint. *J Laryngol Otol* 1981;95:543- 65
- 114 Heiland KE, Goode RL, Asai M, Huber AM. A human temporal bone study of stapes footplate movement. *Am J Otol* 1999;20:81-6
- 115 Whyte J, Cisneros A, Yus C, Obón J, Whyte A, Serrano P, Pérez-Castejón C, Vera A. Development of the dynamic structure (force lines) of the middle ear ossicles in human foetuses. *Histol Histopathol* 2008;23:1049-60
- 116 Hato N, Stenfelt S, Goode RL. Three-dimensional stapes footplate motion in human temporal bones. *Audiol Neurootol* 2003;8:140-52
- 117 Nakajima HH, Ravicz ME, Merchant SN, Peake WT, Rosowski JJ. Experimental ossicular fixations and the middle ear's response to sound: evidence for a flexible ossicular chain. *Hear Res* 2005;204:60-77
- 118 Borg E, Counter SA. The middle-ear muscles. *Sci Am* 1989;261:74-80

119 Heiland KE, Goode RL, Asai M, Huber AM. A human temporal bone study of stapes footplate movement. *Am J Otol* 1999;20:81-6

120 Hato N, Stenfelt S, Goode RL. Three-dimensional stapes footplate motion in human temporal bones. *Audiol Neurootol* 2003;8:140-52