



MEDIKUNTZA
ETA ERIZAINZTA
FAKULTATEA
FACULTAD
DE MEDICINA
Y ENFERMERÍA

50
URTE
AÑOS

Trabajo Fin de Grado
Grado en Medicina

Reconstrucción tridimensional del grupo neuromuscular del nervio trigémino

Autora:
María García Hoyo
Director:
Jon Jatsu Azkue Barrenetxea

© 2020, María García Hoyo

Leioa, 2020ko maiatzaren 8a / Leioa, 8 de mayo de 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN	1
1.2. VISUALIZACIÓN EN 3D PARA LA DOCENCIA MÉDICA	2
1.3. MUSCULATURA DE LA MASTICACIÓN	3
2. OBJETIVOS.....	4
3. MATERIAL Y MÉTODOS	4
3.1. SEGMENTACIÓN ANATÓMICA	4
3.2. POST-PROCESADO Y VISUALIZACIÓN	8
3.3. REFERENCIA Y TERMINOLOGÍA	9
4. RESULTADOS:.....	9
4.1. MÚSCULO TEMPORAL.....	10
4.1.1. Posición y relaciones	10
4.1.2. Origen e inserción.....	12
4.1.3. Dirección de las fibras	12
4.1.4. Reconstrucción	13
4.2. MÚSCULO MASETERO.....	14
4.2.1. Posición y relaciones	14
4.2.2. Origen e inserción.....	15
4.2.3. Dirección de las fibras	16
4.2.4. Reconstrucción	17
4.3. MÚSCULO PTERIGOIDEO MEDIAL	18
4.3.1. Posición y relaciones	18
4.3.2. Origen e inserción.....	22
4.3.3. Dirección de las fibras	23

4.3.4.	Reconstrucción	23
4.4.	MÚSCULO PTERIGOIDEO LATERAL	24
4.4.1.	Posición y relaciones	24
4.4.2.	Origen e inserción.....	24
4.4.3.	Dirección de las fibras	25
4.4.4.	Reconstrucción	25
4.5.	MÚSCULO MILOHIOIDEO.....	26
4.5.1.	Posición y relaciones	27
4.5.2.	Origen e inserción.....	31
4.5.3.	Dirección de las fibras	31
4.5.4.	Reconstrucción	32
4.6.	MÚSCULO DIGÁSTRICO	33
4.6.1.	Posición y relaciones	33
4.6.2.	Origen e inserción.....	36
4.6.3.	Dirección de las fibras	36
4.6.4.	Reconstrucción	36
4.7.	MÚSCULO ESTILOHIOIDEO	38
4.7.1.	Posición y relaciones	38
4.7.2.	Origen e inserción.....	39
4.7.3.	Dirección de las fibras	39
4.8.	MÚSCULO TENSOR DEL VELO DEL PALADAR	40
4.8.1.	Posición y relaciones	40
4.8.2.	Origen e inserción.....	41
4.8.3.	Dirección de las fibras	41
5.	DISCUSIÓN.....	44

5.1.	COMPARACIÓN CON BIBLIOGRAFÍA CLÁSICA DE ANATOMÍA .	44
5.2.	USOS POTENCIALES.....	46
6.	CONCLUSIONES.....	47
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	48

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

Es un hecho que la tecnología y su continuo avance y desarrollo tienen un fuerte impacto en todas las ramas de la actividad humana.

Así como a mediados del siglo XVIII la revolución industrial propició el nacimiento de una nueva sociedad, la sociedad industrial, en las últimas décadas y hoy en día las tecnologías de la información y la comunicación hacen necesario e inevitable el desarrollo de lo que se conoce como sociedad de la información, el conocimiento y la comunicación. Este concepto, que algunos autores datan en los años 70 del s. XX, engloba un proceso de evolución profunda de la vida y las interacciones entre personas, gobiernos, facultades y organizaciones por el uso intensivo de la tecnología, que facilita la creación, distribución y manipulación de la información y que desempeña un papel esencial en las actividades sociales, culturales y económicas (1). Esta nueva sociedad se caracteriza por una generalización del uso de las tecnologías y las redes de comunicación, la rápida adaptación tecnológica y científica y la globalización de la información. Como toda revolución, no está exenta de inconvenientes, lo que alimenta el temor de algunos a construir un mundo gobernado y tiranizado por la tecnología. Aun así, los beneficios que ésta aporta en todos los sectores de la sociedad son muchos, comenzando por Internet, piedra angular de esta revolución y que pone a nuestra disposición un abanico infinito de posibilidades (2). Sin duda, la tecnología está constantemente cambiando el mundo que conocemos. De hecho, se nos hace difícil, sobre todo para los jóvenes, acordarnos o imaginar nuestra vida sin tecnología. En concreto, la Medicina es uno de los campos que más se benefician de ella y de sus avances, en cualquiera de sus especialidades y a cualquier nivel de actuación, ya sea en el diagnóstico, tratamiento y prevención como en lo puramente administrativo. Cabe destacar la digitalización de las pruebas diagnósticas y de imagen, lo que posibilita un diagnóstico más certero y precoz, o los quirófanos equipados con la tecnología más avanzada, reduciendo así el tiempo de las intervenciones y haciéndolas más exitosas y menos invasivas para el paciente, o también los numerosos avances en el campo de la genética.

También a nivel docente, la Medicina hace uso de la tecnología para mejorar sus métodos de enseñanza, mediante, por ejemplo, portales digitales a disposición del alumnado y profesorado, bibliotecas virtuales que cuentan con bases de datos extensas que facilitan el acceso a las publicaciones más actuales a nivel mundial o la visualización 3D, objeto de interés en este trabajo.

1.2. VISUALIZACIÓN EN 3D PARA LA DOCENCIA MÉDICA

El cuerpo humano es una estructura tridimensional (3), y por eso cada vez son más los esfuerzos en aplicar los avances tecnológicos en el desarrollo de herramientas de imagen que permitan la visualización 3D de las estructuras del cuerpo humano, para entender mejor sus relaciones y los procesos que en ellas acontecen, con el objetivo de mejorar la práctica médica. Sin embargo, la visualización 3D no solo tiene cabida en la práctica profesional, sino que puede ser aplicada desde los inicios, en la docencia y el estudio del cuerpo humano, con el objetivo de asentar las bases y el conocimiento de los que en un futuro ejercerán la profesión.

La anatomía constituye una parte fundamental de la docencia médica. El estudio de la estructura del cuerpo humano y de las relaciones espaciales entre los órganos es el primer paso para entender su fisiología y su patología (4). Así pues, reviste gran interés lo que la visualización 3D puede ofrecer en el ámbito de la anatomía.

La disección es considerada el método 3D tradicional por excelencia para el estudio de la anatomía. Permite entender las estructuras y sus relaciones de primera mano y de forma experimental. Además de los conocimientos puramente anatómicos, favorece el trabajo en equipo y el desarrollo psicosocial de los estudiantes, inculcándoles el respeto hacia el cuerpo humano y hacia la muerte. Sin embargo, tiene limitaciones como la necesidad de instalaciones adecuadas para la manipulación y preservación de los cadáveres, la gran demanda de los mismos ante el número creciente de facultades de medicina o que los estudiantes solo puedan beneficiarse de ella en la propia universidad y un número limitado de horas (4).

Algunos estudios (3,4) afirman que el dominio que los graduados en Medicina tienen de la anatomía cada vez es más deficiente, y algunos ven en la tecnología de visualización 3D (3DVT) la solución potencial a este problema. Dentro de este conjunto de tecnologías se incluyen las imágenes estáticas en 3D, la animación en 3D,

los programas 3D interactivos, en los que el estudiante puede ir reconociendo las distintas estructuras plano por plano, o la propia realidad virtual. La tecnología 3D puede convertirse en una alternativa a la disección cuando no se disponga de ésta o usarse conjuntamente para un mejor resultado (3).

En cuanto a los métodos en 2D, tales como las ilustraciones de los libros de texto o de atlas, son también métodos tradicionales que con el paso del tiempo se han ido reinventando y que hoy en día siguen teniendo cabida en la enseñanza y estudio de anatomía. Sin embargo, estos métodos implican más dificultades para los estudiantes a la hora de entender las relaciones entre estructuras y suponen la necesidad de contar con mayor grado de visión espacial. Es por ello que la visualización 3D podría también suponer ventajas respecto a estos métodos o por lo menos complementarlos (3).

En resumen, la tecnología de visualización 3D podría utilizarse como herramienta pedagógica en el estudio de la anatomía, por lo que reviste interés explorar de primera mano su proceso y lo que tiene para ofrecer.

1.3. MUSCULATURA DE LA MASTICACIÓN

El grupo neuromuscular del trigémino o quinto par craneal (V) está vinculado principalmente a la masticación, a pesar de que no todos los músculos que pertenecen a este grupo cumplen dicha función ni todos los que sí la desempeñan son inervados por el nervio trigémino. En sentido estricto, la musculatura de la masticación es el conjunto de los músculos que tienen como función primordial el cierre de la boca y los movimientos moledores de la mandíbula contra del maxilar. En este sentido son tan solo tres los músculos masticadores, a saber, los músculos masetero, temporal y pterigoideo medial, ya que todos ellos elevan la mandíbula y cierran así la boca. En un sentido más amplio, sin embargo, pueden considerarse músculos de la masticación todos aquellos que contribuyen a la biomecánica de la articulación temporomandibular, incluyendo el músculo pterigoideo lateral, la musculatura del suelo de la boca y demás músculos que, como los infrahioideos, contribuyen de manera más indirecta (5).

El trabajo conjunto de estos músculos permite, como decimos, la movilización de la articulación temporomandibular, de gran relevancia para la vida del ser humano. La masticación es el paso previo a la ingesta y es crucial en la alimentación del ser humano

y por tanto en su supervivencia. Ya en la etapa prenatal, el feto comienza a estimular los músculos de la masticación mediante los movimientos de succión que pueden observarse desde la semana trece de la gestación (6). Junto con estructuras como las cuerdas vocales o la lengua, la musculatura de la masticación posibilita el habla y la comunicación oral entre las personas, capacidad que diferencia a la especie humana de otras.

Por otra parte, la alteración de la musculatura de la masticación puede acarrear trastornos y patologías que pueden llegar a ser muy limitantes, y que se agrupan en lo que se conoce como trastornos temporomandibulares. Los mismos representan la causa más común de dolor en la boca y en la cara, después del dolor odontogénico, y suelen asociarse con otros procesos crónicos, tales como migrañas o fibromialgia, bruxismo, depresión, síndrome del colon irritable o fatiga crónica (7).

2. OBJETIVOS

Reconstruir en tres dimensiones los músculos que participan en la biodinámica de la articulación temporomandibular y que conforman en su conjunto el grupo neuromuscular del trigémino.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. SEGMENTACIÓN ANATÓMICA

Se conoce como *segmentación anatómica* al proceso de identificar y aislar elementos anatómicos en imágenes seriadas en dos dimensiones con objeto de sintetizar, a partir de los elementos marcados, un cuerpo en tres dimensiones (8). Para la segmentación de la musculatura de la masticación se ha hecho uso de la iconografía del denominado *Visible Human Project*, llevado a cabo por el *National Library of Medicine* (NLM) de los Estados Unidos de América a partir de 1986 bajo la dirección de Michael J. Ackerman. Dicho proyecto se trata de la creación de una base de datos con imágenes detalladas de secciones anatómicas transversales del cuerpo humano de un hombre y de una mujer, con el objetivo de facilitar la visualización de la anatomía humana y de convertirse en herramienta de progresión en el conocimiento médico. En noviembre de 1994 se completó la base de datos del cuerpo masculino y en noviembre de 1995 la del femenino (9,10).

El cadáver masculino pertenece a Joseph Paul Jernigan, un convicto por asesinato de 38 años que fue ejecutado mediante inyección letal el 5 de agosto de 1993. La identidad del cadáver femenino permanece anónima, y tan solo se sabe que se trata de una mujer de 59 años que falleció a causa de un infarto agudo de miocardio y que fue su marido quien solicitó su participación en el proyecto.

En ambos casos, los cadáveres fueron preservados y congelados en una mezcla de gelatina y agua, al objeto de estabilizarlos y permitir su corte en secciones transversales. Del cadáver masculino se obtuvieron 1871 secciones transversales, de un grosor de 1 mm. Las mismas fueron fotografiadas a alta resolución y almacenadas en una base de datos de 15 GB. Posteriormente, en el año 2000, las fotografías fueron digitalizadas de nuevo a mayor resolución, dando lugar en esta ocasión a una base de datos mayor de 65 GB. Del cadáver femenino se obtuvieron 5189 secciones con un grosor de 0,3 mm que fueron almacenadas en una base de datos de 39 GB.

Ambas bases de datos fueron completadas posteriormente con imágenes de Tomografía Axial Computarizada y Resonancia Magnética de cuerpo completo (9,10).

En el presente trabajo se han utilizado imágenes anatómicas de cabeza y cuello del cadáver masculino. Si bien las imágenes originales corresponden a secciones anatómicas transversales, el procesamiento digital de las mismas permite generar imágenes sintéticas en los planos frontal y sagital (**Figura 1**), así como en cualquier plano arbitrario.

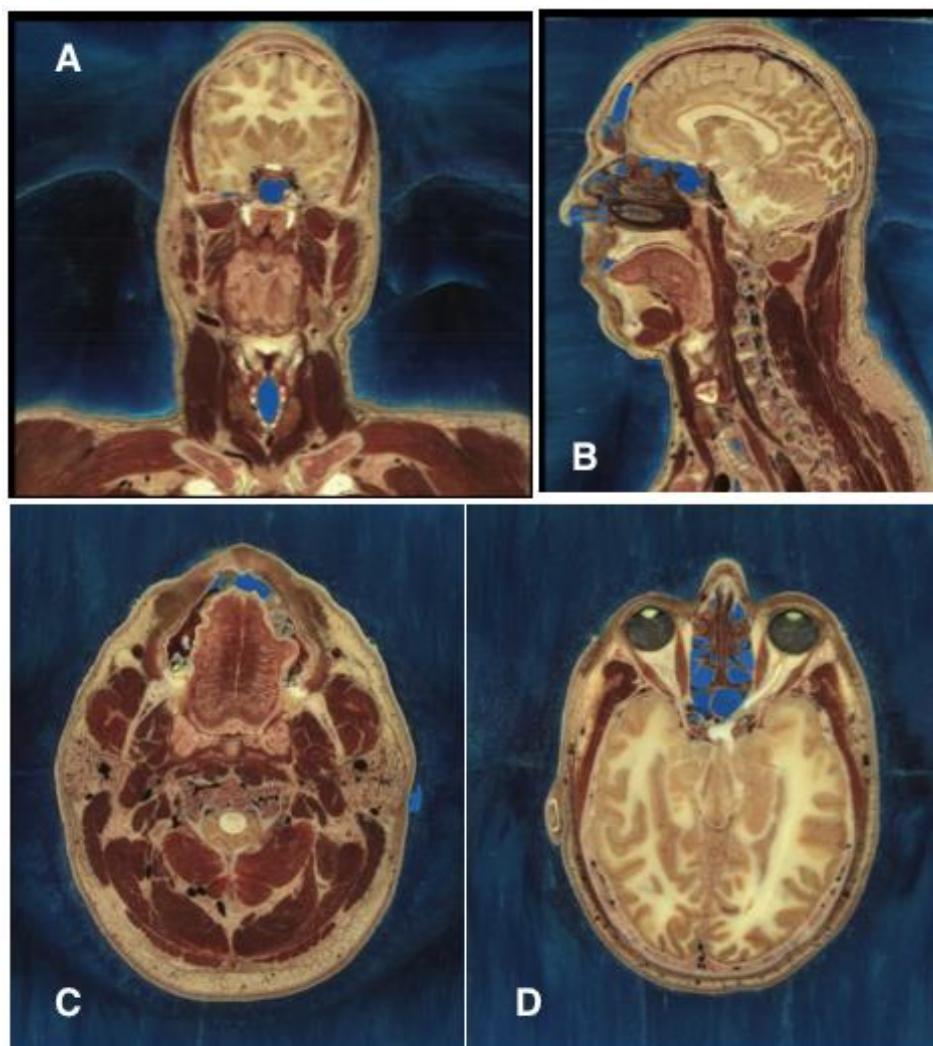


Figura 1. Secciones anatómicas del cadáver masculino de Visible Human Project. **A.** Plano coronal. **B.** Plano sagital. **C** y **D.** Plano transversal.

Para llevar a cabo la segmentación anatómica se ha empleado la aplicación informática *ITK-SNAP v3.4.0* (11), la cual permite navegar entre secciones consecutivas, delinear manualmente los contornos de las regiones de interés de manera interactiva, y generar finalmente una malla en 3D a partir de dichos contornos. Una vez generada la estructura tridimensional de cada músculo, ésta puede exportarse en forma de malla en un formato digital de estereolitografía (*.*stl*) para su posterior procesado (**Figura 2**).

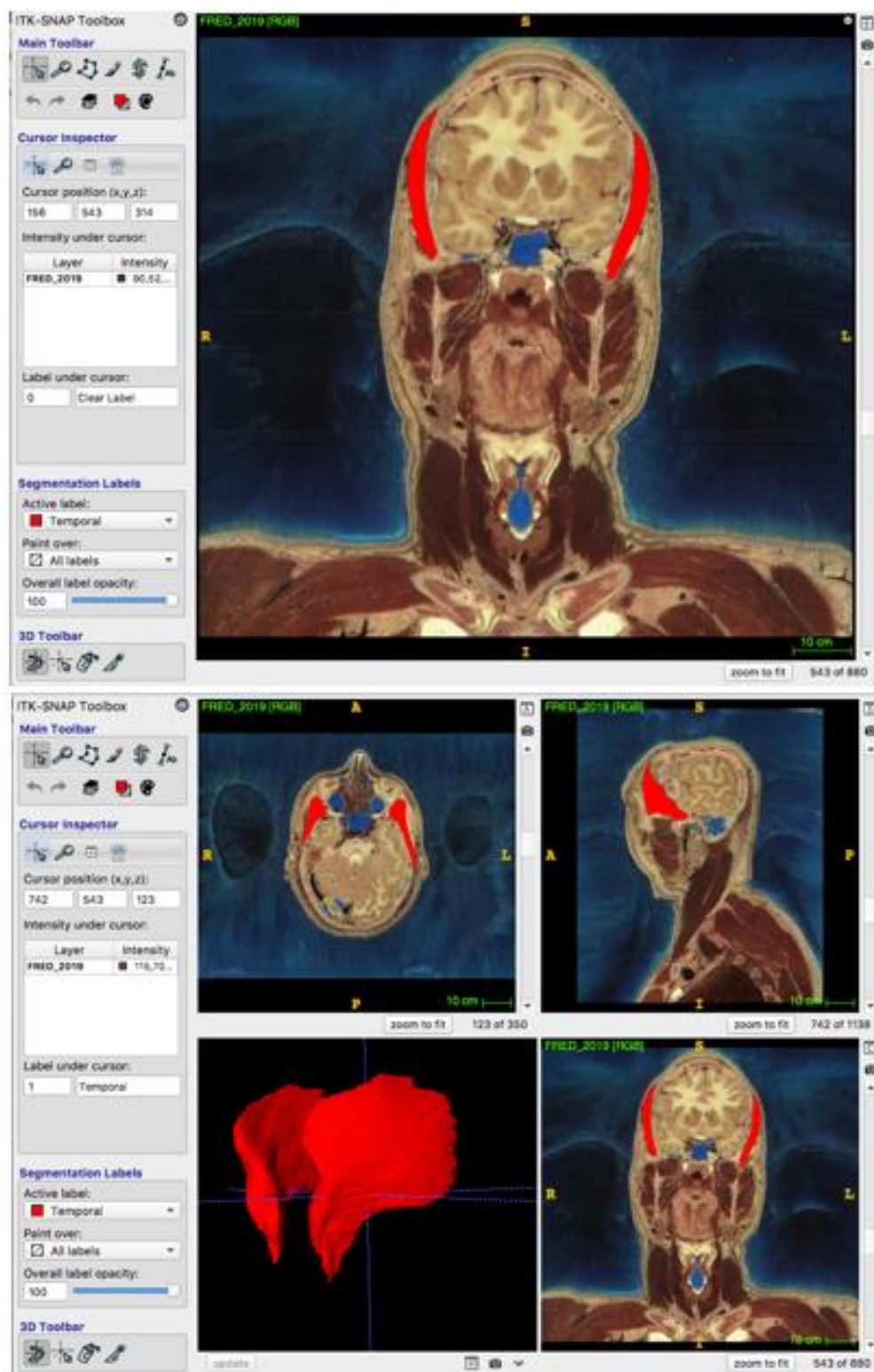


Figura 2. Detalle del proceso de segmentación manual y reconstrucción del músculo temporal (delimitado en color rojo) en *ITK-SNAP*.

3.2. POST-PROCESADO Y VISUALIZACIÓN

Se ha utilizado la aplicación *Blender v2.81* (12) de modelado en 3D, al objeto de tratar la malla en 3D para su visualización. Se han realizado operaciones de reparación de defectos en la geometría de la malla, y suavizado de la misma (**Figura 3**).

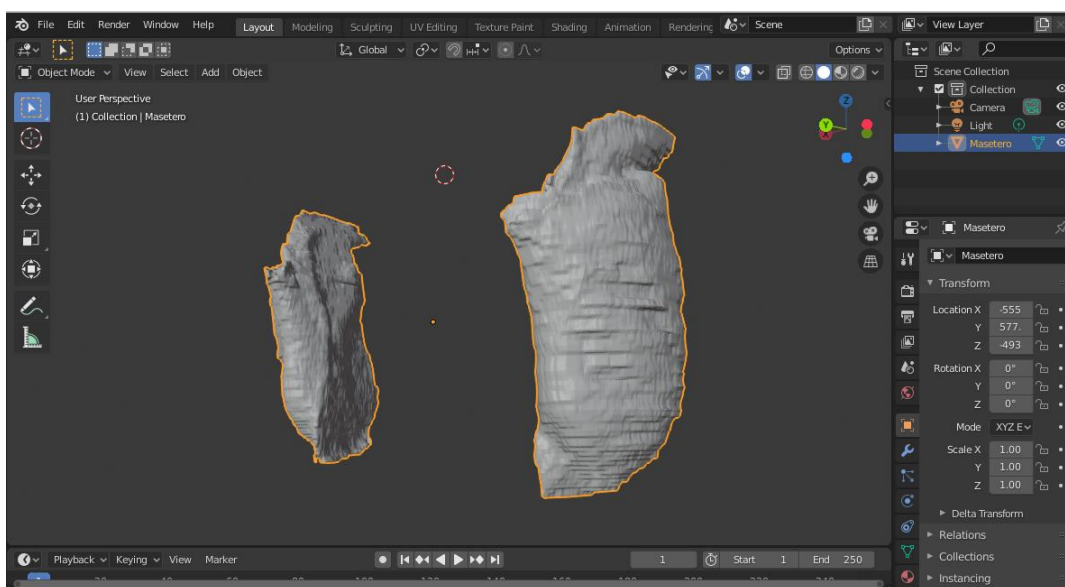


Figura 3. Detalle del post-procesamiento de los músculos maseteros de ambos lados en *Blender*.

Para la visualización de las reconstrucciones y para la obtención de capturas para ilustrar el proceso se ha usado un software de visualización científica, *ParaView v5.0.1* (13). La aplicación permite asignar colores sintéticos a los modelos en 3D, así como modificar su grado de opacidad, y permite además generar escenas compuestas por varios modelos (**Figura 4**).

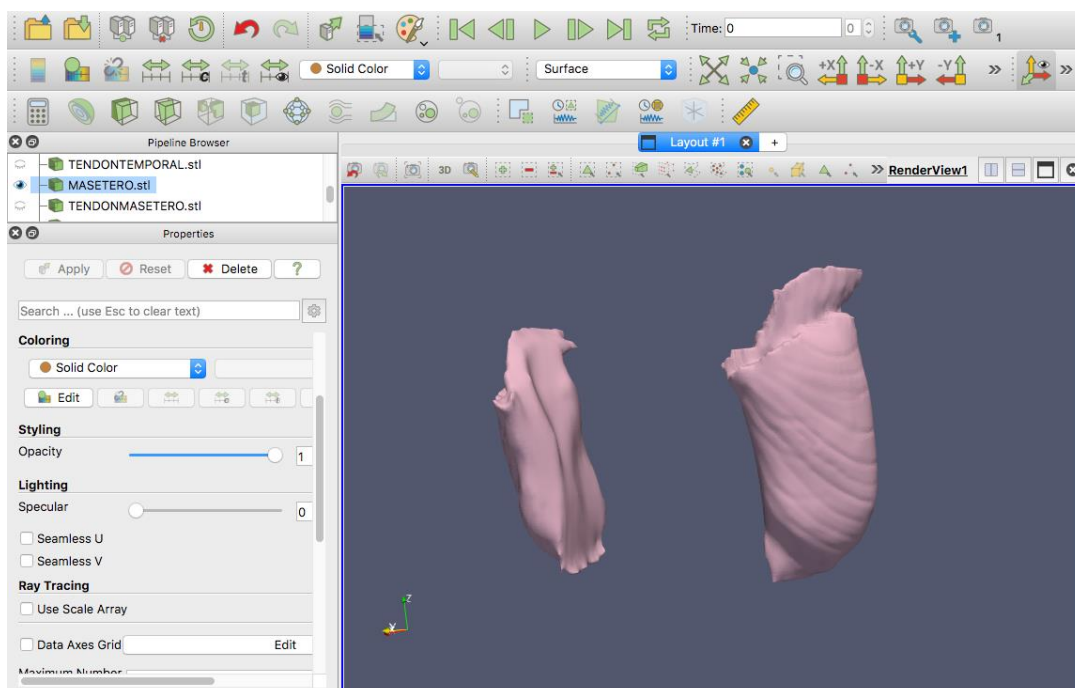


Figura 4. Visualización y presentación en *ParaView* del músculo masetero post-procesado.

3.3. REFERENCIA Y TERMINOLOGÍA

En la redacción de esta memoria se ha seguido la nomenclatura anatómica internacional (*Terminologia Anatomica*, 1998) (14) establecida por la Federación Internacional de Asociaciones de Anatomistas (IFAA) (15).

Además, se ha utilizado bibliografía de anatomía como el *Gray Anatomia. Williams and Warwick. Tomo 1 (1985, Salvat)* (16), el *Sobotta. Atlas de Anatomía Humana. 19ª Edición. Volumen 1 (Editorial Médica Panamericana)* (17) y el *Prometheus, Texto y Atlas de Anatomía, Tomo 3 (Editorial Médica Panamericana)* (5) a modo de referencia y con el objetivo de contrastar resultados.

4. RESULTADOS:

En base a la reconstrucción de los músculos y a las secciones anatómicas usadas para ello, se procede a describir cada músculo de la manera más detallada posible. Los músculos que son considerados estrictamente de la masticación están inervados por el nervio trigémino (V par craneal) junto con otros músculos que colaboran en los movimientos de la mandíbula. Todos ellos conforman el grupo neuromuscular del trigémino. A este grupo también pertenecen músculos como el tensor del velo del

paladar y el tensor del tímpano. La reconstrucción de este último es inviable a partir de los datos de este cadáver, debido a que sus secciones tienen una resolución insuficiente de 1mm.

Cabe aclarar que el estilohiideo al estar inervado por el nervio facial (VII par craneal) no forma parte de este grupo. No obstante, al participar también en los movimientos de la mandíbula ha sido añadido junto con el hueso hioides a la reconstrucción con el objetivo de hacerla más completa y detallada. Además, el vientre posterior del digástrico tampoco pertenece al grupo muscular del trigémino al estar inervado por el nervio facial (VII par craneal).

De igual manera, mencionar que existen otros músculos que participan de forma indirecta en la biomecánica de la masticación y que no se han representado en esta reconstrucción, tales como los músculos infrahioides que se encargan de fijar el hioides para que los músculos suprahioides tiren hacia atrás y hacia abajo de la mandíbula en los movimientos de depresión de la misma.

4.1. MÚSCULO TEMPORAL

Es el músculo masticador más potente y realiza aproximadamente la mitad del trabajo en el proceso de masticación.

4.1.1. Posición y relaciones

Se trata de un músculo par, ancho y plano que ocupa la fosa temporal y que está en contacto directo con la cara lateral del cráneo (confluencia de los huesos frontal, parietal, porción escamosa del hueso temporal y ala mayor del esfenoides) y que asienta sobre las suturas coronal, esfenofrontal, esfenoparietal, esfenoescamosa y escamosa (**Figura 7 y 8**).

Se encuentra cubierto por la fascia del temporal, gruesa y resistente.

El músculo se relaciona con la cara temporal del hueso cigomático por su zona más craneal.

En su camino de descenso hasta su punto de inserción, antes de llegar a la altura del arco cigomático, se relaciona lateralmente de forma íntima con el músculo masetero.

Medialmente, el músculo temporal mantiene contacto en primer lugar, y a la altura del arco cigomático aproximadamente, con el vientre superior del pterigoideo lateral. Y, en segundo lugar, a la altura de la apófisis coronoides, lo hace con el vientre inferior. Una vez llegado a la apófisis coronoides del hueso mandibular, el tendón del temporal junto con algunas fibras musculares desciende por la rama de la mandíbula, más abajo de la apófisis y casi llegando hasta el trígono retromolar (**Figura 5 y 6**).

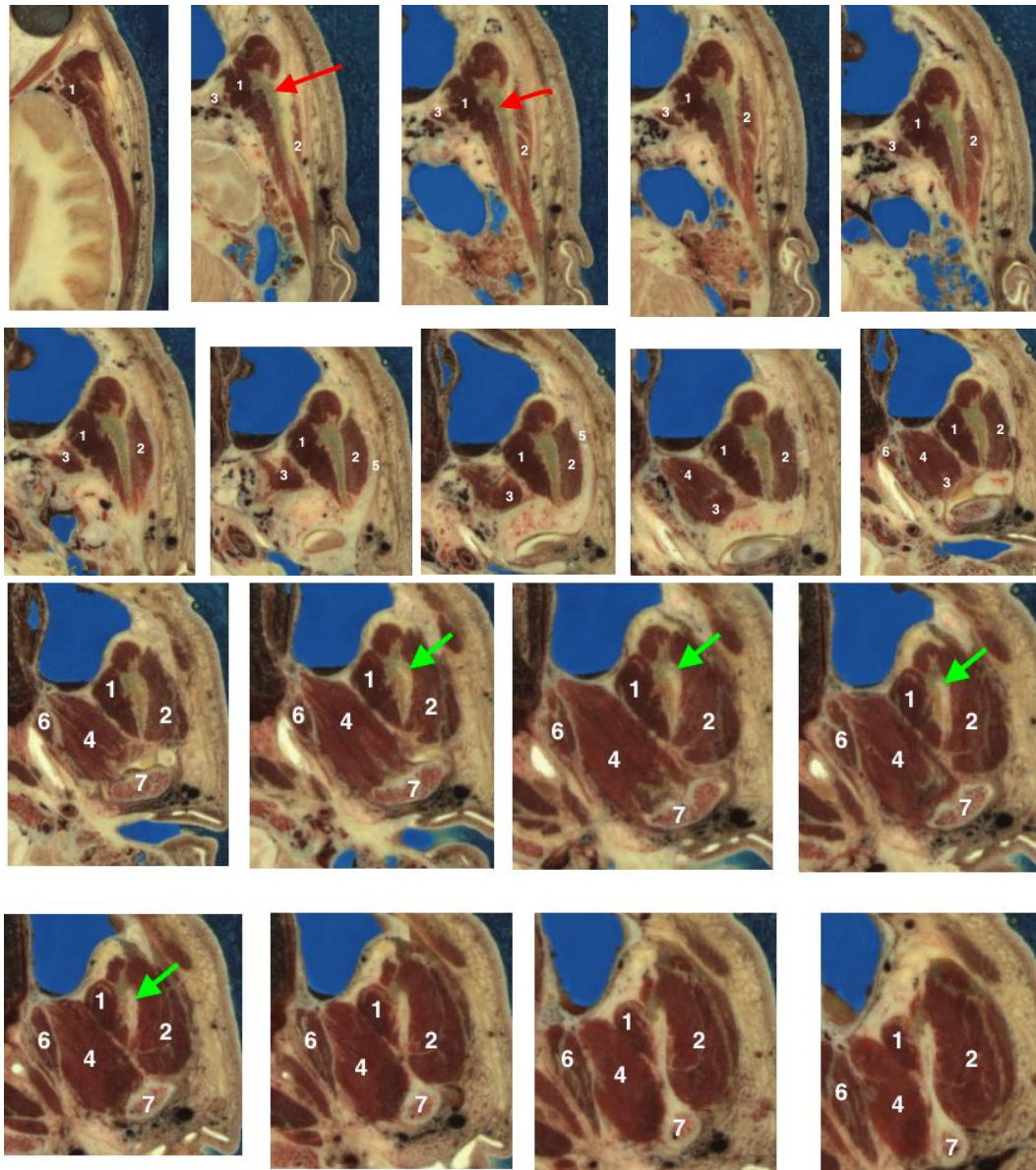


Figura 5. Secciones transversales del músculo temporal izquierdo, en orden descendente. 1. Músculo temporal. 2. Músculo masetero. 3. Músculo pterigoideo lateral (vientre superior). 4. Músculo pterigoideo lateral (vientre inferior). 5. Arco cigomático. 6. Músculo pterigoideo medial. 7. Rama de la mandíbula. **Flecha roja.** Tendón del m. temporal. **Flecha verde.** Apófisis coronoides de la mandíbula.

A esta altura, en su zona final, llega a tener relación con el músculo pterigoideo medial por su cara medial y anteriormente con el músculo buccinador (**Figura 6**).

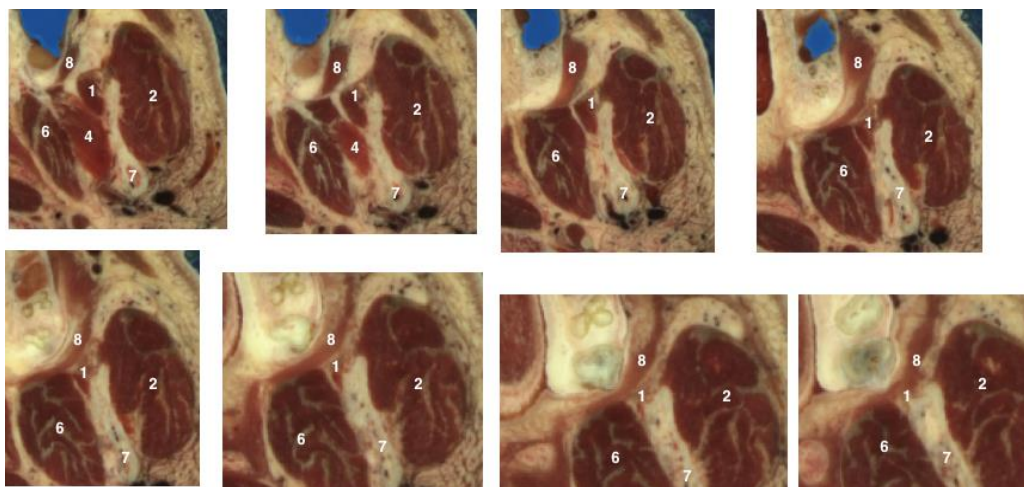


Figura 6. Secciones transversales del músculo temporal izquierdo, en orden descendente. 1. Músculo temporal. 2. Músculo masetero. 4. Músculo pterigoideo lateral (vientre inferior). 6. Músculo pterigoideo medial. 7. Rama de la mandíbula. 8. Músculo buccinador.

4.1.2. Origen e inserción

El músculo temporal tiene el origen de sus fibras en la fosa temporal, en la línea temporal inferior. En cuanto a la inserción del tendón, puede distinguirse una porción superficial que alcanza el vértice y superficie interna de la Apófisis coronoides y otra porción más profunda que desciende por la rama de la mandíbula llegando casi hasta el trígono retromalar (**Figura 8 y 9**).

4.1.3. Dirección de las fibras

El músculo temporal se extiende en forma de abanico en la cara lateral del cráneo de forma que las fibras van convergiendo hasta la apófisis coronoides (**Figura 7**)

Se pueden distinguir 3 tipos de fibras:

- Fibras anteriores con dirección vertical.
- Fibras medias y oblicuas
- Fibras posteriores y casi horizontales

La contracción de todas sus fibras, pero especialmente las verticales, provoca la aducción de la mandíbula, mientras que al contraerse sus fibras horizontales se produce

la retrusión. El temporal participa en el movimiento de trituración mediante su contracción unilateral.

4.1.4. Reconstrucción

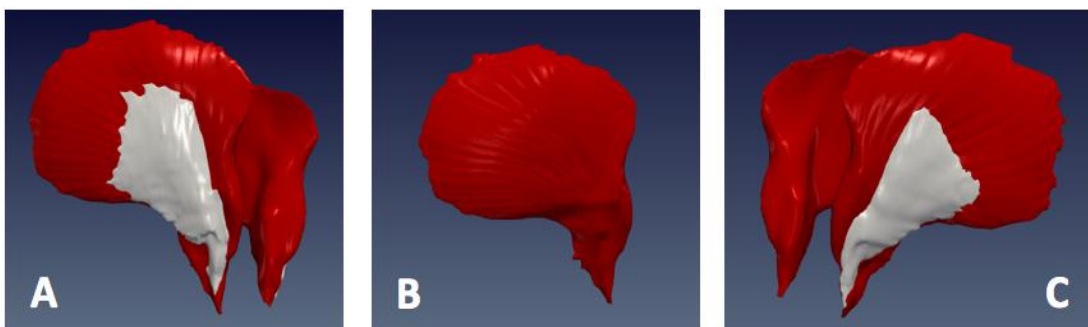


Figura 7. Reconstrucción del músculo temporal y su tendón. **A.** Visión anterolateral derecha. **B.** Visión lateral derecha. **C.** Visión anterolateral izquierda.

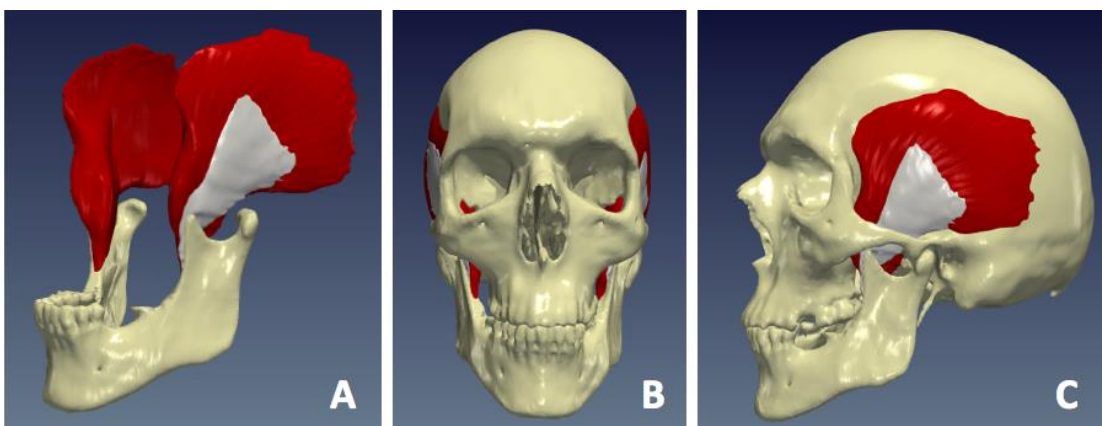


Figura 8. Reconstrucción del músculo temporal y su tendón con cráneo y mandíbula. **A.** Con mandíbula. Visión anterolateral izquierda (inserción del m. temporal). **B.** Con mandíbula. Visión ventral. **C.** Visión lateral izquierda (origen del m. temporal)

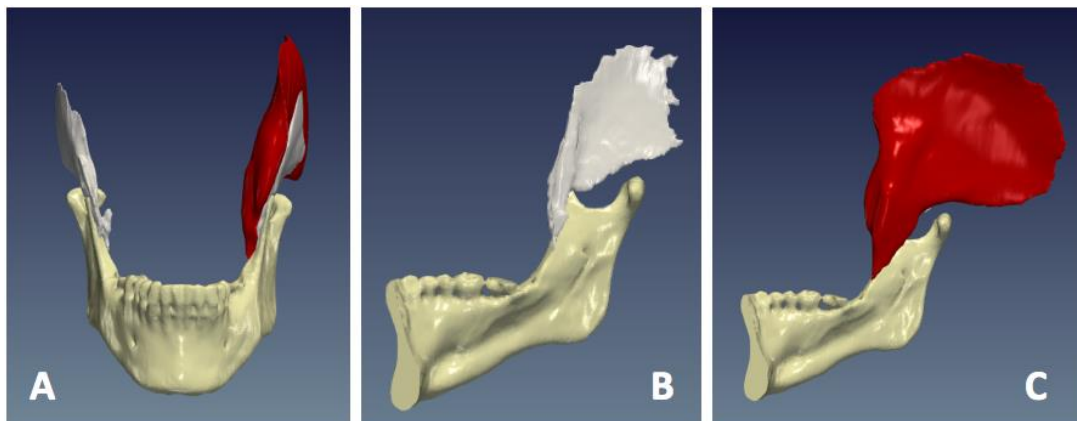


Figura 9. Reconstrucción del músculo temporal y su tendón con la mandíbula. **A.** Visión ventral. **B.** Visión cara interna del lado derecho. **C.** Visión cara interna del lado izquierdo.

4.2. MÚSCULO MASETERO

4.2.1. Posición y relaciones

Es un músculo par, rectangular, alargado de inferior a superior y grueso (**Figura 13**). En las secciones, puede observarse como una parte del masetero tiene su origen en la fascia del músculo temporal por encima del arco cigomático, confluyendo sus fibras posteriormente de forma que se hace difícil establecer el límite entre ambos músculos a esa altura (**Figura 10**).

En su parte superior, el músculo en su cara lateral tiene contacto directo con el arco cigomático (en el cual se inserta) y medialmente con el músculo temporal (**Figura 5 y 6**). Al llegar a la apófisis coronoides, sus fibras continúan descendiendo por la cara lateral de la rama de la mandíbula hasta llegar al ángulo mandibular. En su recorrido descendente, contacta posteriormente con la glándula parótida y la vena retromandibular y ventralmente con la vena facial y el tejido adiposo circundante (**Figura 11**).

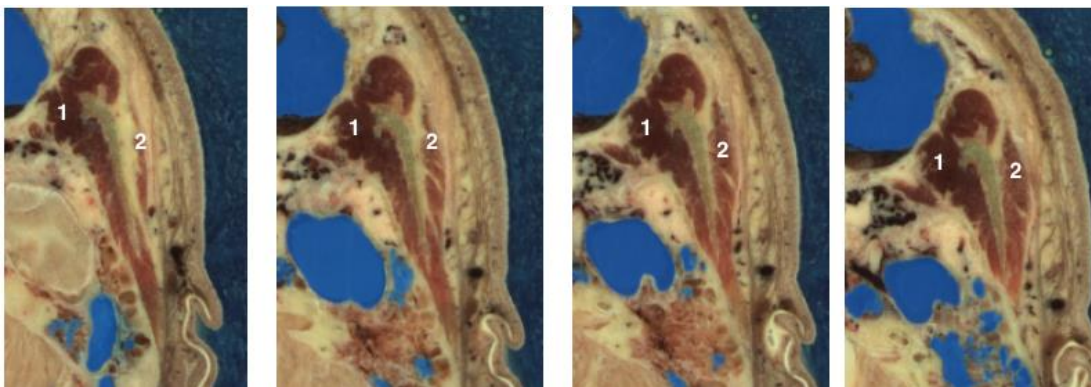


Figura 10. Secciones transversales de los músculos temporal y masetero izquierdos, en orden descendente 1. Músculo temporal. 2. Músculo masetero. Puede observarse el origen de la porción profunda de m. masetero en la fascia del m. temporal. Posteriormente, los dos músculos llegan a confluir siendo difícil delimitarlos en algunas secciones.

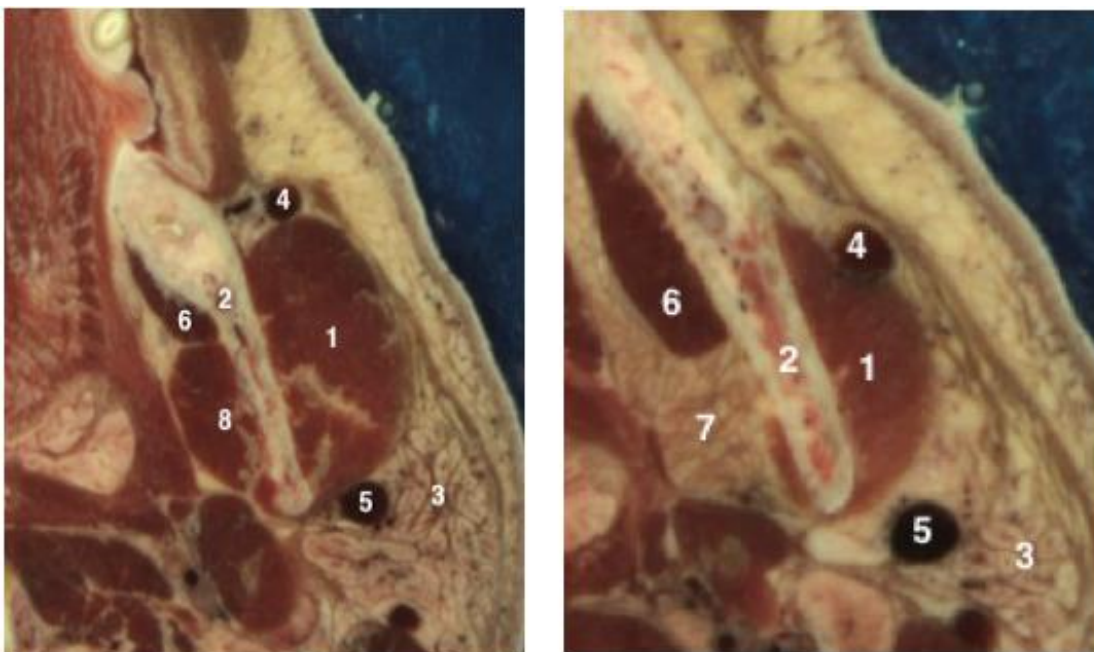


Figura 11. Secciones transversales del músculo masetero izquierdo, en orden descendente. 1. Músculo masetero. 2. Mandíbula. 3. Glándula parótida. 4. Vena facial. 5. Vena retromandibular. 6. Músculo milohioideo. 7. Glándula submandibular. 8. Músculo pterigoideo medial.

4.2.2. Origen e inserción

El músculo masetero casi en su totalidad tiene su origen en el arco cigomático. Existe una pequeña porción profunda del mismo que se origina por encima del arco

cigomático a partir de la fascia del músculo temporal (**Figura 10 y 14**). Su inserción se localiza en la mandíbula a nivel del ángulo en su cara externa, en la tuberosidad maseterina (**Figura 13**).

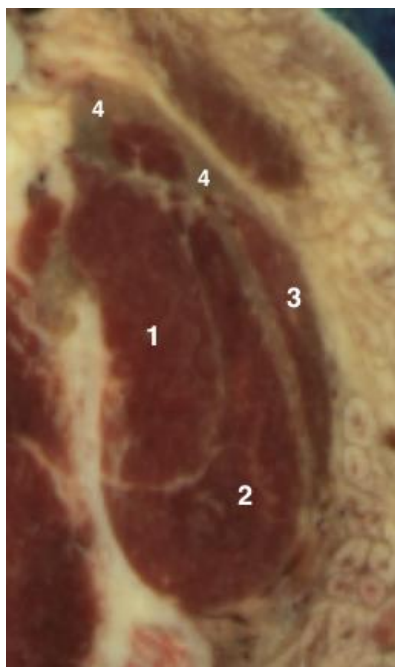
4.2.3. Dirección de las fibras

En las secciones pueden distinguirse tres grupos de fibras. Unas profundas que tienen su origen superior en el espesor de la fascia del temporal y que posteriormente llegan a confundirse con las fibras del músculo temporal (**Figura 10**). Unas intermedias y otras superficiales (**Figura 12**).

Sus fibras musculares descienden de manera vertical. Sin embargo, puede apreciarse que la porción superficial lo hace con una dirección más oblicua. Repartidas en el espesor del músculo pueden observarse laminas tendinosas, tanto gruesas como finas, que acaban formando el tendón del masetero (**Figura 12**).

Mediante la contracción de sus fibras, participa en la aducción y protrusión de la mandíbula.

Figura 12. Sección transversal del músculo masetero izquierdo en su tercio medio. **1.** Porción profunda de fibras musculares que se origina en la fascia del temporal. **2.** Porción intermedia de fibras con dirección vertical. **3.** Porción superficial de fibras con dirección oblicua. **4.** Tendón del masetero formado con láminas tendinosas.



4.2.4. Reconstrucción

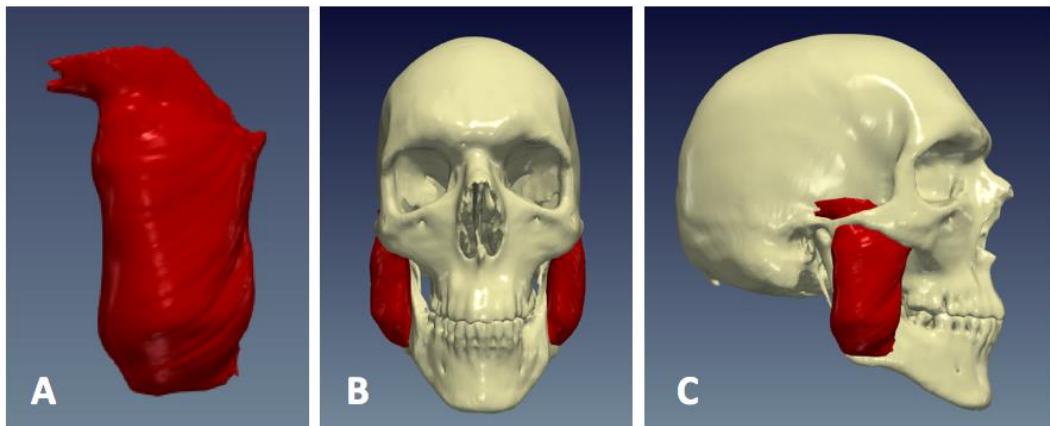


Figura 13. Reconstrucción del músculo masetero. **A.** Visión lateral del masetero derecho. **B.** Visión ventral del m. masetero con cráneo y mandíbula. **C.** Visión lateral m. masetero derecho con cráneo y mandíbula. Puede observarse la porción profunda del músculo que se origina por encima del arco cigomático.

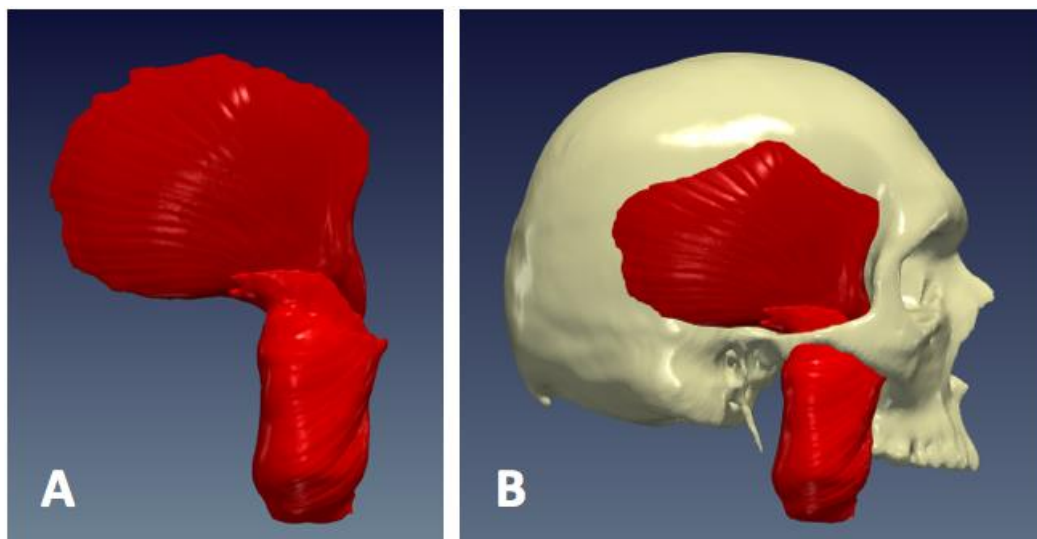


Figura 14. Reconstrucción del músculo masetero junto con el músculo temporal. **A.** Visión lateral derecha. **B.** Visión lateral derecha de ambos músculos con el cráneo.

4.3. MÚSCULO PTERIGOIDEO MEDIAL

4.3.1. Posición y relaciones

Se trata de un músculo par y grueso con forma de cuadrilátero localizado detrás del hueso maxilar e inferior al hueso esfenoides y temporal (**Figura 21 y 22**).

La cara lateral en su tercio superior contacta directamente con el músculo pterigoideo lateral (**Figura 15**) y en sus dos tercios inferiores, con la cara interna de la rama de la mandíbula hasta su ángulo (**Figura 16-20**). Justo antes tiene relación también con el músculo temporal cuando la porción profunda de éste alcanza su inserción en la rama de la mandíbula (**Figura 16 y 17**).

Medialmente, nada más originarse tiene contacto con la nasofaringe, con la trompa auditiva y con el músculo tensor del velo del paladar (**Figura 15 y 16**). A medida que desciende, lo hará primero junto a la musculatura de la faringe y después junto al músculo estilogloso a la altura en la que contacta con el milohioideo por su cara anterior (**Figura 17-20**). Por último, su tercio inferior se encuentra rodeado por la glándula submandibular (**Figura 20**).

En su zona anterior, el tercio superior contacta con su origen en el hueso esfenoides (**Figura 15**) el tercio medio del músculo se relaciona con el músculo buccionador (**Figura 17**) y el tercio inferior con el milohioideo (**Figura 19 y 20**).

Posteriormente, el pterigoideo medial en su tercio medio se encuentra en contacto con los músculos estilogloso y estilofaríngeo en el origen de éstos en la apófisis estiloides del hueso temporal junto con el estiolohioideo (**Figura 17**). En secciones progresivamente más caudales, de camino a sus inserciones, el estilogloso y el estilofaríngeo se hacen mediales al pterigoideo medial y el estiolohioideo y el vientre posterior del digástrico se colocan en situación posterior (**Figura 18-20**).

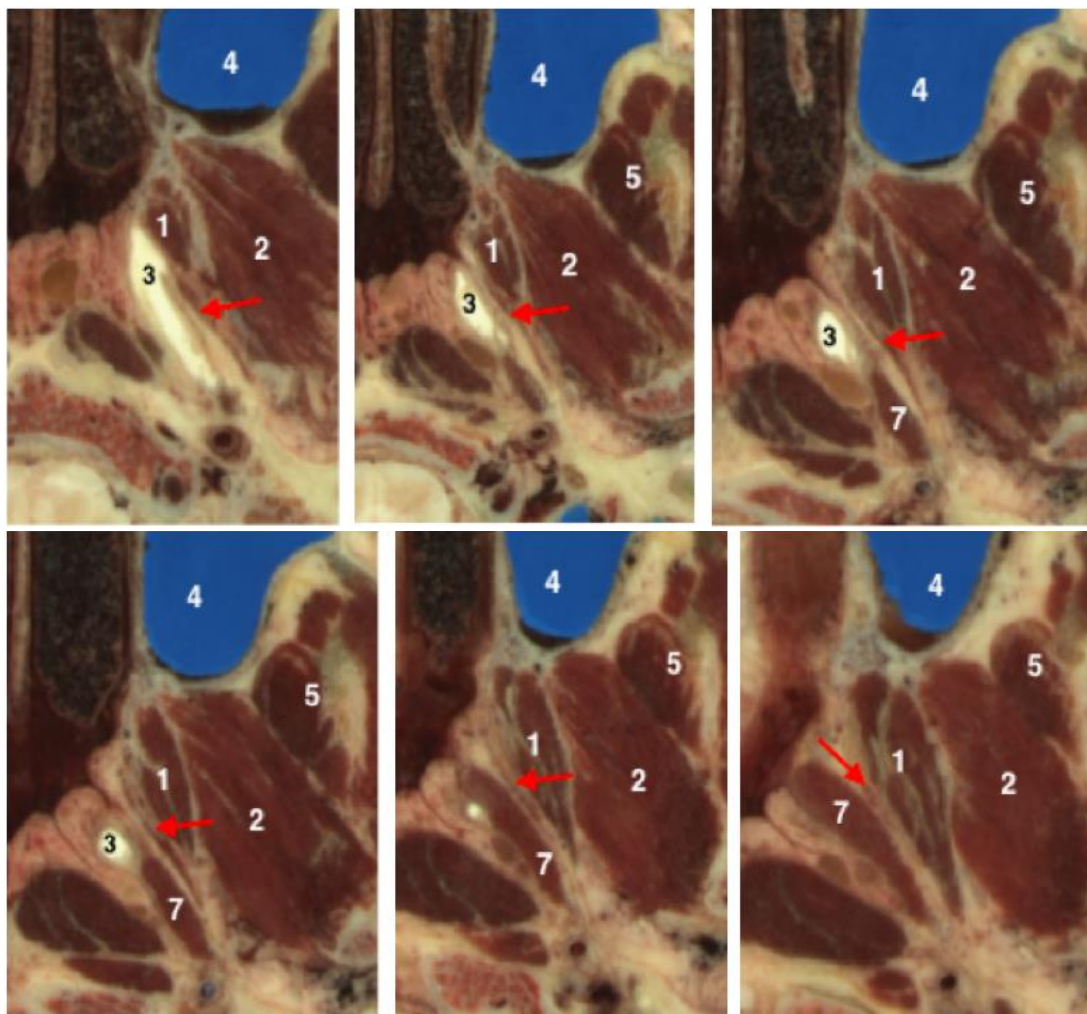


Figura 15. Secciones transversales del músculo pterigoideo medial izquierdo a la altura del seno maxilar, cornete inferior y paladar duro, en orden descendente. **1.** Músculo pterigoideo medial (pueden observarse las bandas tendinosas de un color gris-verdoso en el espesor del músculo). **2.** Músculo pterigoideo lateral (vientre inferior o pterigoideo). **3.** Trompa auditiva. **4.** Seno maxilar izquierdo. **5.** Músculo Temporal. **7.** Músculo elevador del velo del paladar. **Flecha Roja.** Músculo tensor del velo del paladar.

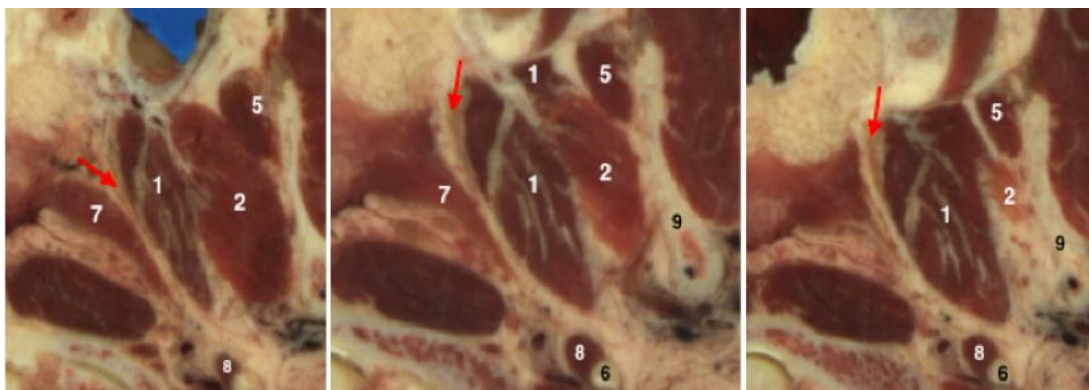


Figura 16. Secciones transversales del músculo pterigoideo medial izquierdo a la altura del seno maxilar, cornete inferior y paladar duro, en orden descendente. **1.** Músculo pterigoideo medial (pueden observarse las bandas tendinosas de un color gris-verdoso en el espesor del músculo). **2.** Músculo pterigoideo lateral (vientre inferior o pterigoideo). **5.** Músculo Temporal. **6.** Apófisis estiloides. **7.** Músculo elevador del velo del paladar. **8.** Músculo estilofaríngeo. **Flecha Roja.** Músculo tensor del velo del paladar.

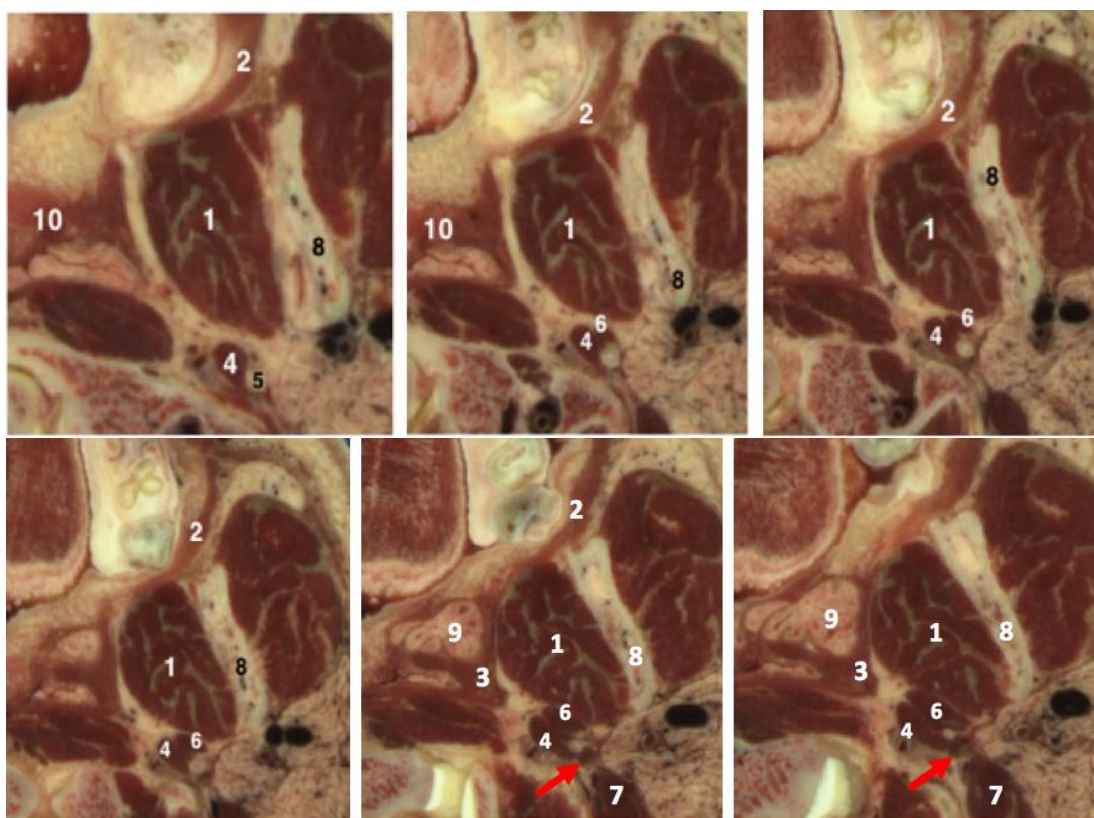


Figura 17. Secciones transversales del músculo pterigoideo medial izquierdo a la altura del paladar duro y molares superiores e inferiores, en orden descendente. **1.** Músculo pterigoideo medial. **2.** Músculo buccionador. **3.** Músculo constrictor superior de la faringe. **4.** Músculo estilofaríngeo. **5.** Apófisis estiloides. **6.** Músculo estilogloso. **7.** Músculo digástrico (vientre posterior). **8.** Rama de la mandíbula. **9.** Amígdala palatina. **10.** musculatura del paladar blando. **Flecha roja.** Músculo estilohioideo.

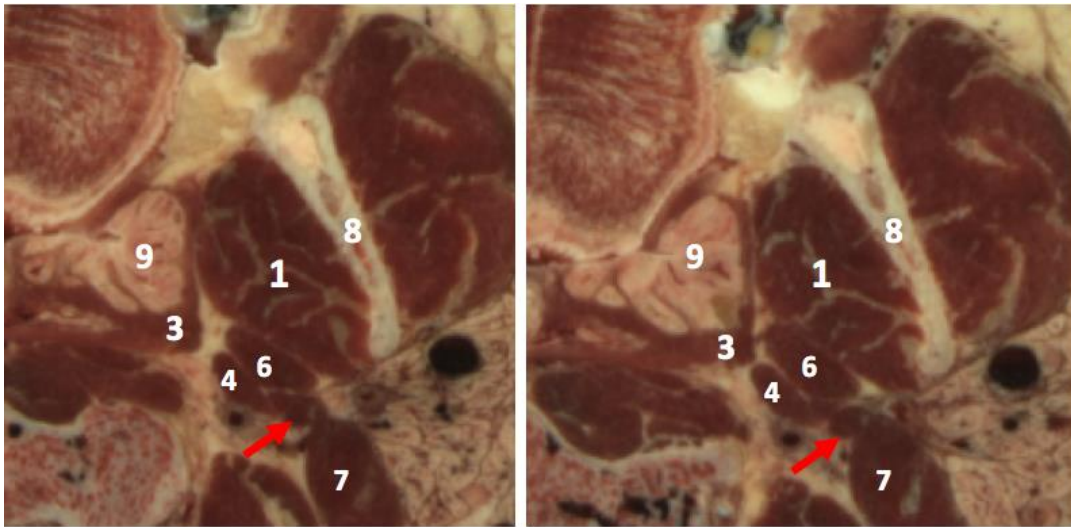


Figura 18. Secciones transversales del músculo pterigoideo medial izquierdo a la altura del paladar duro y blando y molares superiores e inferiores, en orden descendente. **1.** Músculo pterigoideo medial. **3.** Músculo constrictor superior de la faringe. **4.** Músculo estilofaríngeo. **6.** Músculo estilogloso. **7.** Músculo digástrico (vientre posterior). **8.** Rama de la mandíbula. **9.** Amígdala palatina. **Flecha roja.** Músculo estilohioideo.

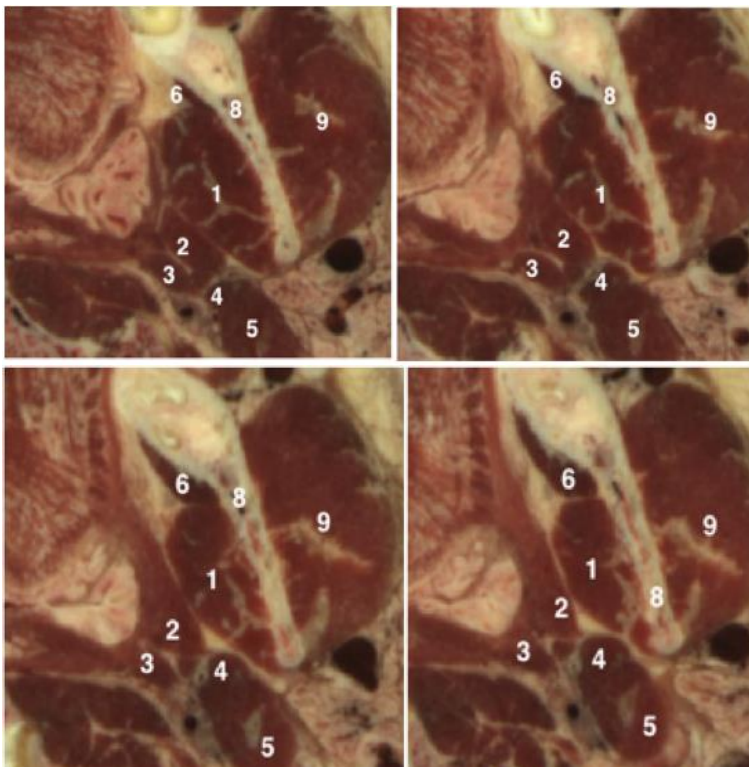


Figura 19. Secciones transversales del músculo pterigoideo medial izquierdo a la altura de la lengua y los molares inferiores, en orden descendente. **1.** Músculo pterigoideo medial. **2.** Músculo estilogloso. **3.** Músculo estilofaríngeo. **4.** Músculo estilohioideo. **5.** Músculo digástrico (vientre posterior). **6.** Músculo milohioideo. **8.** Rama de la mandíbula. **9.** Músculo masetero.

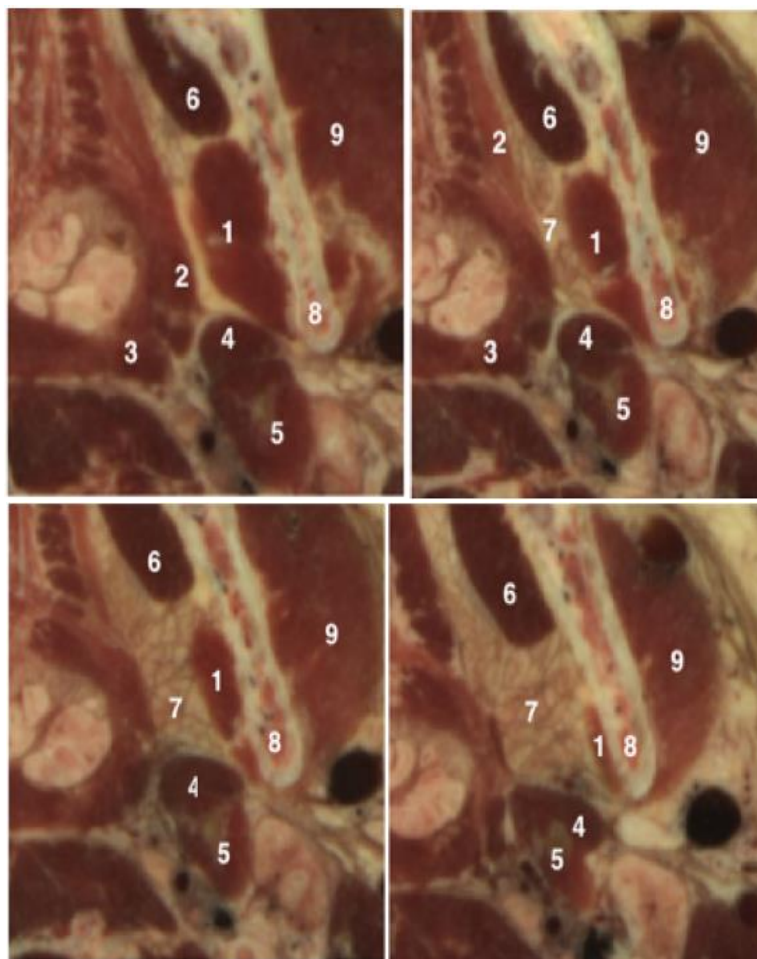


Figura 20. Secciones transversales del músculo pterigoideo medial izquierdo a la altura de la lengua y los molares inferiores, en orden descendente. 1. Músculo pterigoideo medial. 2. Músculo estilgloso. 3. Músculo estilofaríngeo. 4. Músculo estilohioideo. 5. Músculo digástrico (vientre posterior). 6. Músculo milohioideo. 7. Glándula submandibular. 8. Rama de la mandíbula. 9. Músculo masetero.

4.3.2. Origen e inserción

Las fibras se originan en la fosa pterigoidea del hueso esfenoides, en la lámina lateral de la apófisis pterigoides en su cara interna. Además, existe una pequeña porción cuyo origen lo encontramos en la tuberosidad del hueso maxilar. Su inserción la localizamos en la cara interna del ángulo de la mandíbula (**Figura 22 y 23**).

4.3.3. Dirección de las fibras

Las fibras musculares descienden con dirección oblicua desde el origen hasta su inserción formando un único vientre, con un tendón formado a partir de bandas tendinosas repartidas en el espesor del músculo (**Figura 15 y 16**).

La contracción de las fibras musculares produce la aducción de la mandíbula.

4.3.4. Reconstrucción

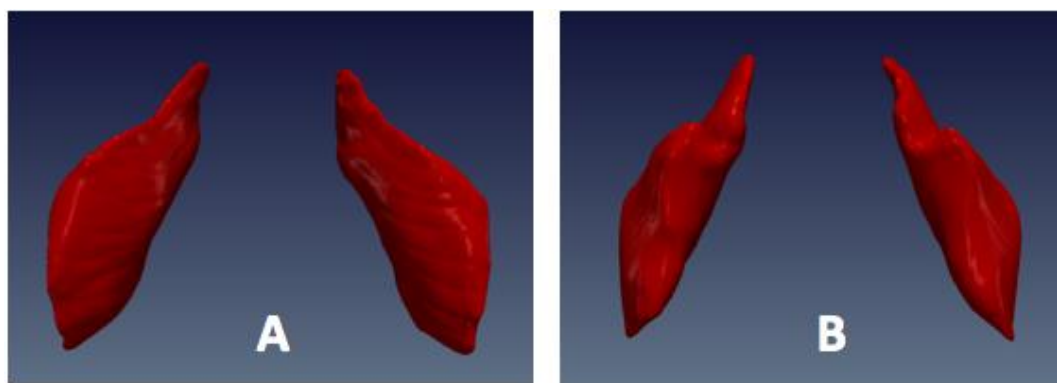


Figura 21. Reconstrucción del músculo pterigoideo medial. **A.** Visión dorsal. **B.** Visión ventral.

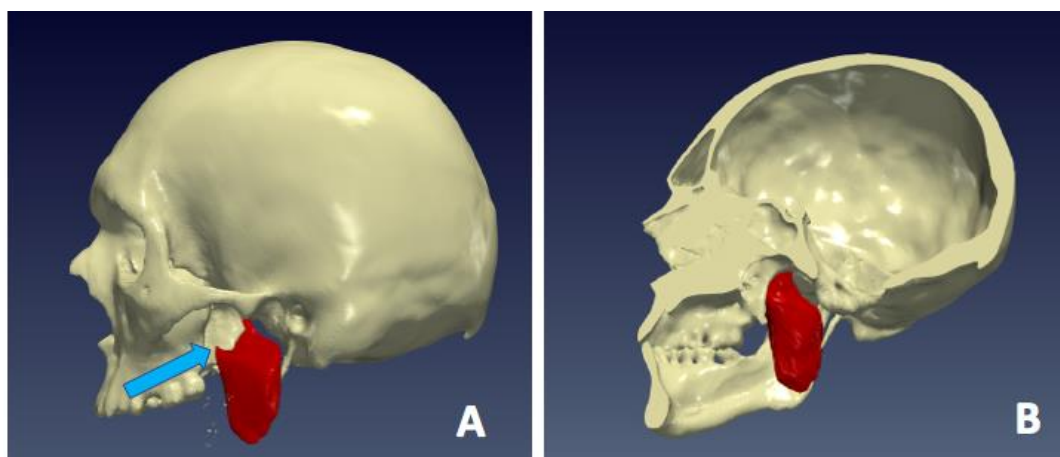


Figura 22. Reconstrucción del músculo pterigoideo medial con cráneo y mandíbula. **A.** Visión lateral izquierda con cráneo. **Flecha azul.** Porción pequeña del músculo que tiene origen en la tuberosidad del maxilar. **B.** Visión de la cara interna del lado derecho con cráneo y mandíbula. En ambas imágenes puede observarse el origen del músculo.

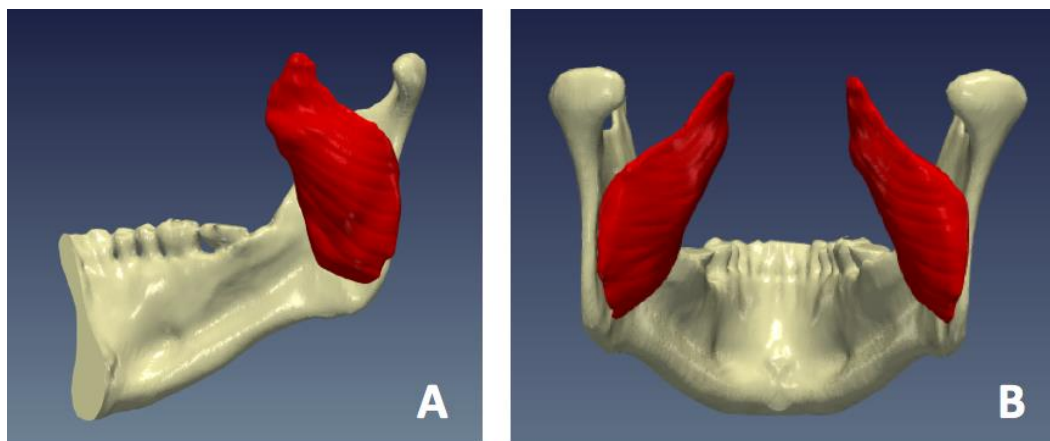


Figura 23. Reconstrucción del músculo pterigoideo medial con mandíbula. **A.** Visión de la cara interna del lado derecho. **B.** Visión dorsal. En ambas puede observarse su inserción en la mandíbula.

4.4. MÚSCULO PTERIGOIDEO LATERAL

4.4.1. Posición y relaciones

Es un músculo par, corto y grueso, formado por dos vientres; uno superior o esfenoideo, de menor tamaño y grosor que asienta sobre la cara superior del vientre inferior, y otro inferior o pterigoideo, de mayor tamaño y grosor (**Figura 24**). El músculo se localiza en la fosa infratemporal y su cara inferior asienta sobre el pterigoideo medial (**Figura 25 y 26**).

Al tratarse de un músculo corto no son muchas las estructuras con las que contacta. Desde su origen superior (vientre esfenoideo) se relaciona íntimamente por su cara lateral con el músculo temporal. La cara medial del vientre pterigoideo está en contacto con el músculo pterigoideo medial (**Figura 5-6 y 15-16**).

Anterior y posteriormente al músculo, se sitúan los huesos de origen y de inserción (**Figura 26**).

4.4.2. Origen e inserción

El vientre superior (esfenoideo) tiene su origen en la parte horizontal de la cara lateral del ala mayor del hueso esfenoides, es decir, entre la lámina lateral de la apófisis pterigoides y la cresta infratemporal. Y su inserción se localiza en el disco de la articulación temporomandibular (**Figura 5-6 y 26**).

El vientre inferior (pterigoideo) se origina en la cara lateral de la lámina lateral de la apófisis pterigoidea del hueso esfenoides. Tiene su inserción en la fosa pterigoidea y apófisis condilar de la mandíbula (**Figura 5-6 y 26**).

4.4.3. Dirección de las fibras

Las fibras musculares se dirigen prácticamente en dirección horizontal y de interior a exterior desde su origen hasta su inserción. Sin embargo, puede apreciarse como las fibras del vientre esenoideo se dirigen en dirección algo más oblicua (**Figura 5-6 y 24**).

De esta manera, la contracción bilateral de las fibras va a producir la protrusión de la mandíbula desplazando el disco articular hacia anterior, mientras que la contracción unilateral va a desplazar la mandíbula hacia el lado contrario durante el movimiento de trituración.

4.4.4. Reconstrucción

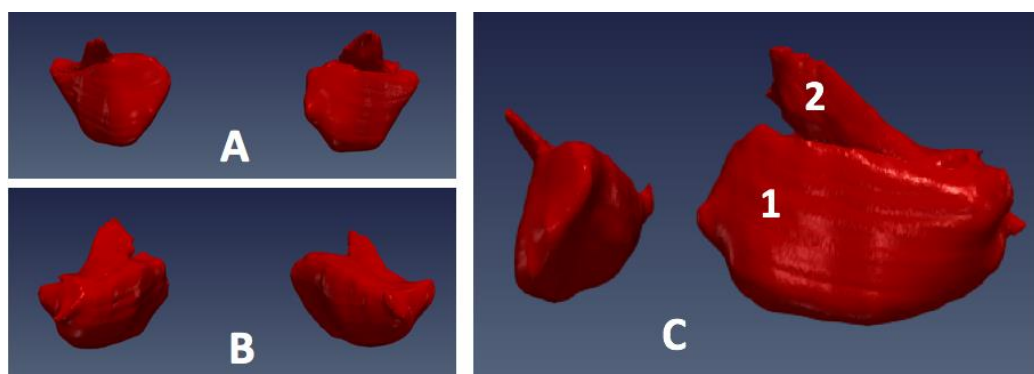


Figura 24. Reconstrucción del músculo pterigoideo lateral. **A.** Visión ventral. **B.** Visión dorsal. **C.** Visión anterolateral izquierda. **1.** Vientre inferior (pterigoideo). **2.** Vientre superior (esenoideo).

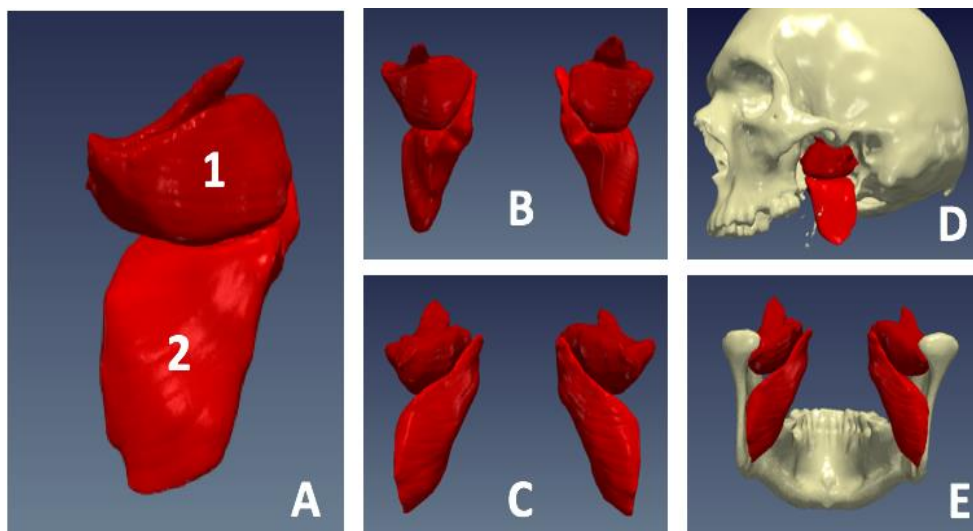


Figura 25. Reconstrucción de los músculos pterigoideos lateral y medial. **A.** Visión lateral derecha. **B.** Visión ventral. **C.** Visión dorsal. **D.** Visión lateral izquierda con cráneo. **E.** Visión dorsal con mandíbula. **1.** M. pterigoideo lateral. **2.** M. pterigoideo medial.

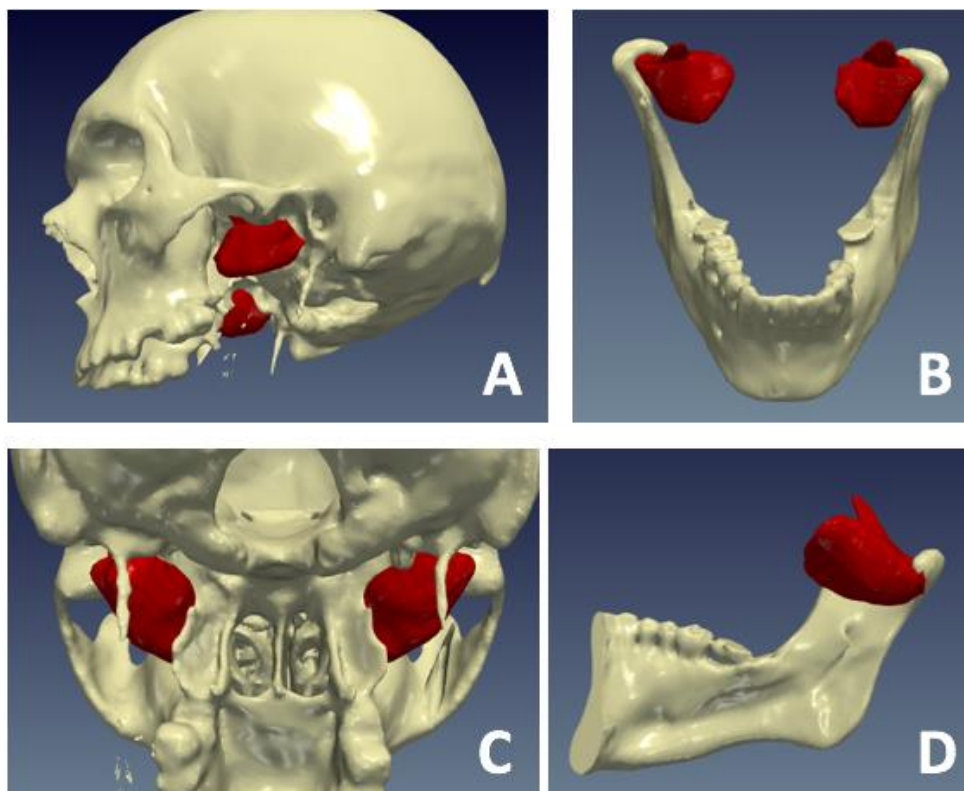


Figura 26. Reconstrucción del músculo pterigoideo lateral con cráneo y mandíbula. **A.** Visión lateral izquierda con cráneo. **B.** Visión superoanterior con mandíbula. **C.** Visión dorsal con cráneo. **D.** Visión interna del lado derecho con mandíbula.

4.5. MÚSCULO MILOHIOIDEO

4.5.1. Posición y relaciones

Se trata de un músculo par y plano, situado detrás del mentón y por delante del hueso hioides. Junto a su homólogo contralateral forma el suelo de la boca (**Figura 36 y 37**).

La cara inferior toma asiento sobre el músculo digástrico (vientre anterior) y su cara superior se encuentra en contacto con el músculo geniohioideo. (**Figura 28 y 29**). Siguiendo el músculo de forma ascendente en las distintas secciones, puede observarse que su cara lateral acaba entrando en contacto con la cara interna de la mandíbula donde se localiza su origen. A esa misma altura y por su cara medial, están situados la lengua y los distintos músculos que la forman, el geniohioideo, el geniogloso y el hiogloso (**Figura 30-34**).

La glándula sublingual se encuentra asentada sobre la porción anterior del músculo y la glándula submandibular se sitúa en relación a su porción posterior (**Figura 30-32**). Por último y prácticamente en su origen, el músculo milohioideo se sitúa anterior al músculo pterigoideo medial (**Figura 32-34**).

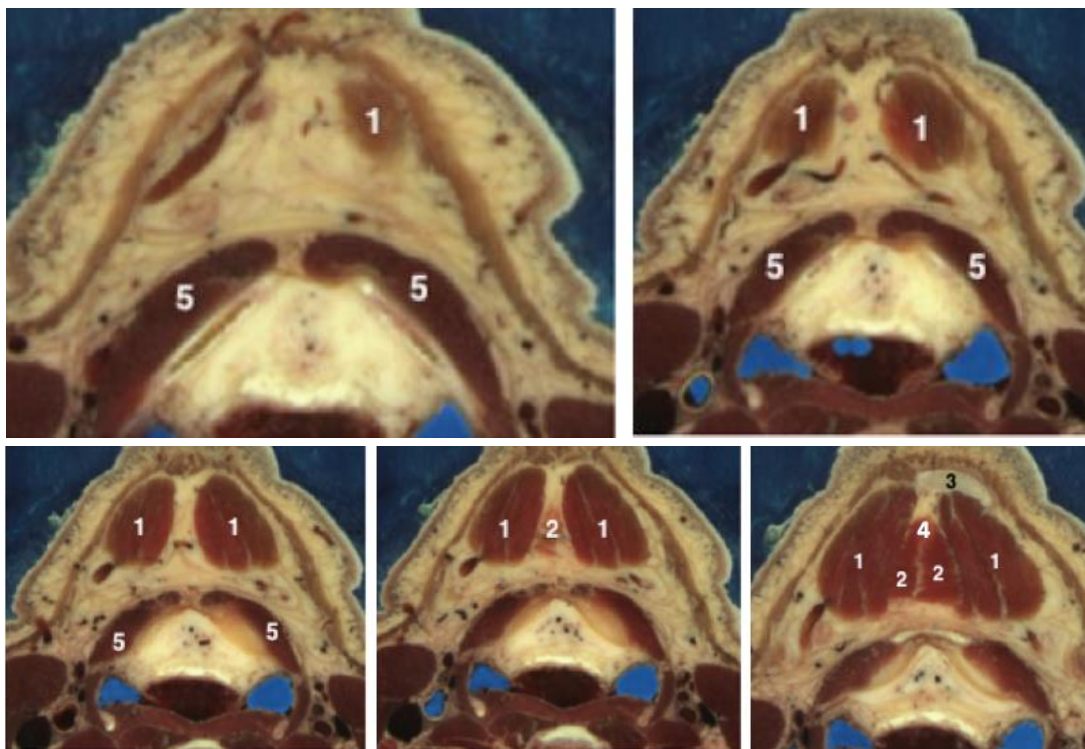


Figura 27. Secciones transversales a la altura del hioides y parte inferior del cuerpo de la mandíbula, en orden ascendente. 1. Músculo digástrico (vientre anterior). 2. Músculo milohioideo. 3. Cuerpo de la mandíbula. 4. Músculo geniohioideo. 5. Musculatura infrahioidea.

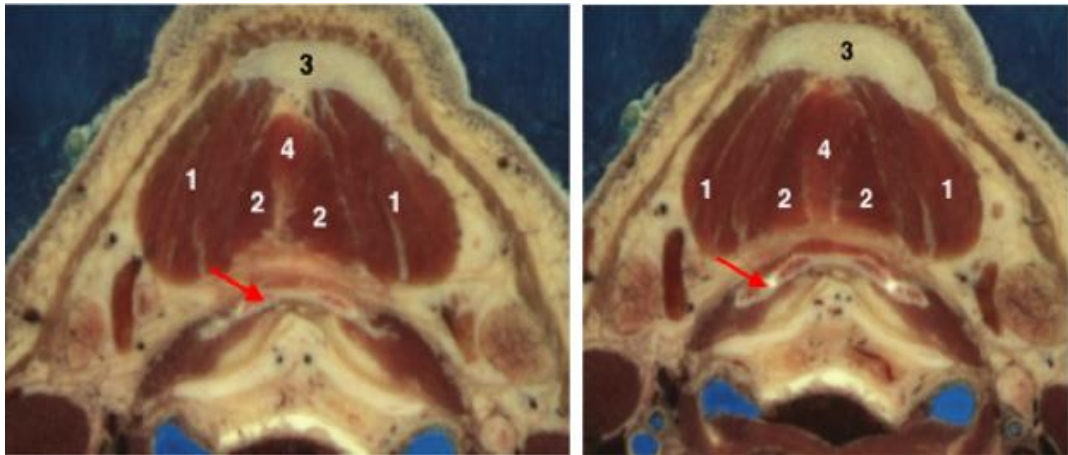


Figura 28. Secciones transversales a la altura del hioides y cuerpo de la mandíbula, en orden ascendente. 1. Músculo digástrico (vientre anterior). 2. Músculo milohioideo. 3. Cuerpo de la mandíbula. 4. Músculo geniohioideo. **Flecha roja.** Hueso hioides.

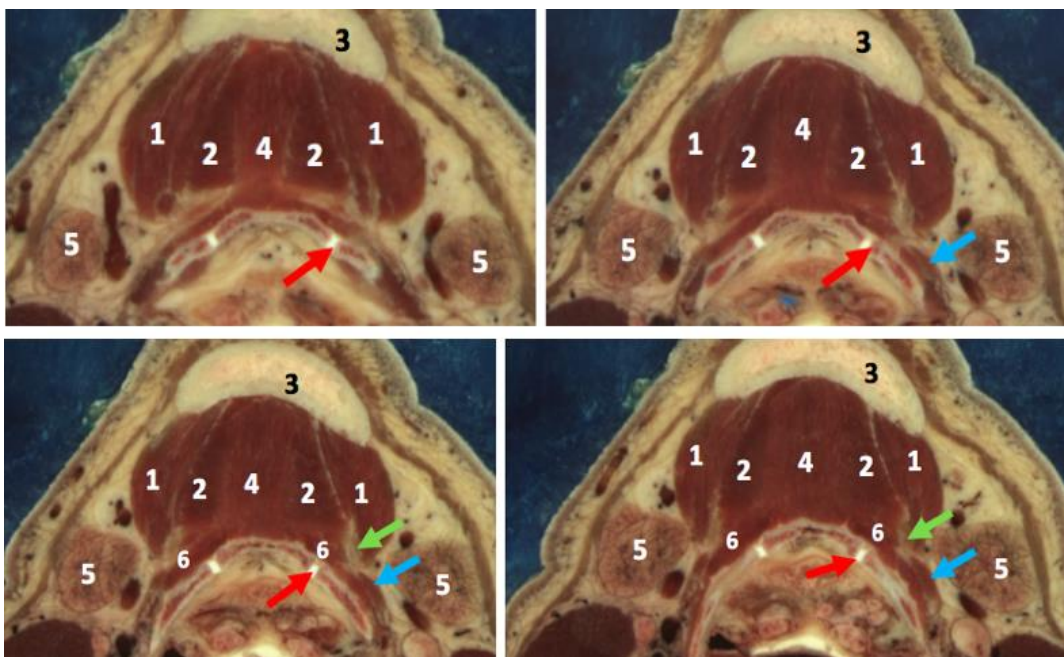


Figura 29. Secciones transversales a la altura del hioides y cuerpo de la mandíbula, en orden ascendente. 1. Músculo digástrico (vientre anterior). 2. Músculo milohioideo. 3. Cuerpo de la mandíbula. 4. Músculo geniohioideo. 5. Glándula submandibular. 6. Músculo hiogloso. **Flecha roja.** Hueso hioides. **Flecha azul.** Músculo estilohioideo. **Flecha verde.** Tendón intermedio del músculo digástrico.

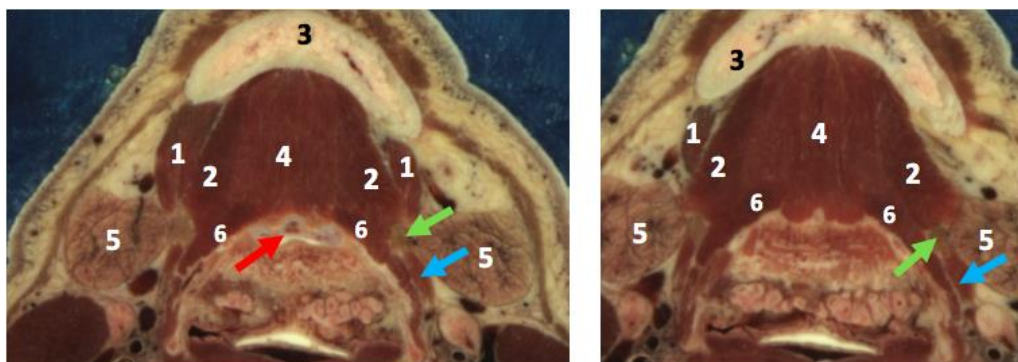


Figura 30. Secciones transversales a la altura del hioides y cuerpo de la mandíbula, en orden ascendente. 1. Músculo digástrico (vientre anterior). 2. Músculo milohioideo. 3. Cuerpo de la mandíbula. 4. Músculo geniohioideo. 5. Glándula submandibular. 6. Músculo hiogloso. **Flecha roja.** Hueso hioides. **Flecha azul.** Músculo estilohioideo. **Flecha verde.** Tendón intermedio del músculo digástrico.

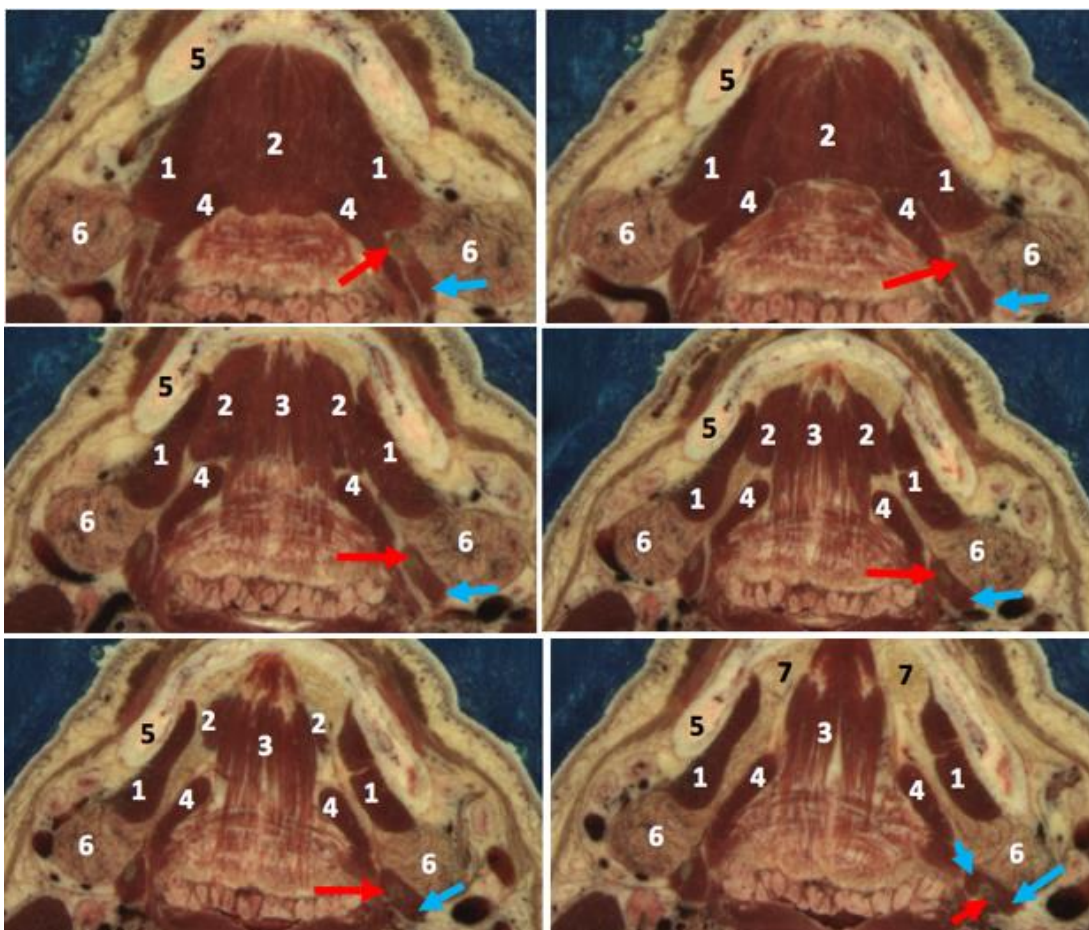


Figura 31. Secciones transversales a la altura del cuerpo de la mandíbula, en orden ascendente. 1. Músculo milohioideo. 2. Músculo geniohioideo. 3. Músculo geniogloso. 4. Músculo hiogloso. 5. Cuerpo de la mandíbula. 6. Glándula submandibular. 7. Glándula sublingual. **Flecha azul.** Músculo estilohioideo. **Flecha roja.** Músculo digástrico (vientre posterior).

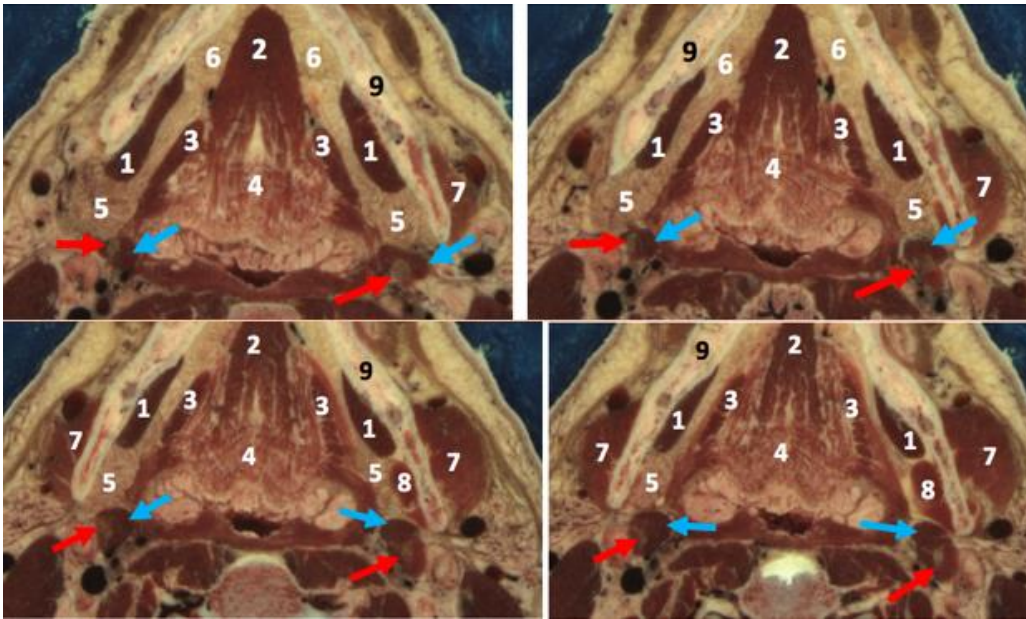


Figura 32. Secciones transversales a la altura del cuerpo de la mandíbula, en orden ascendente. 1. Músculo milohioideo. 2. Músculo geniogloso. 3. Músculo hiogloso. 4. Lengua. 5. Glándula submandibular. 6. Glándula sublingual. 7. Músculo masetero. 8. Músculo pterigoideo. 9. Mandíbula. **Flecha azul.** Músculo estilohioideo. **Flecha roja.** Músculo digástrico (vientre posterior).

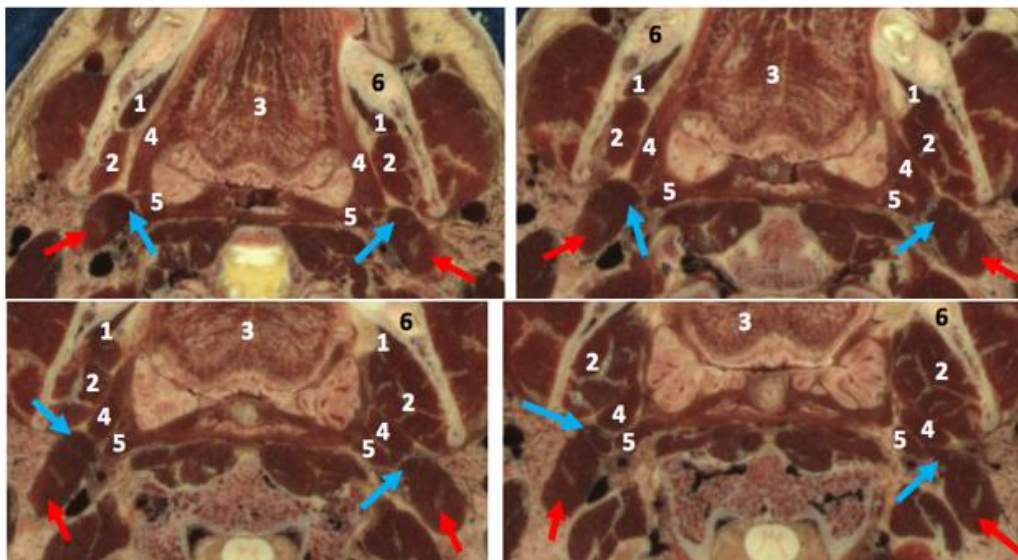


Figura 33. Secciones transversales a la altura del cuerpo de la mandíbula y parte inferior de las ramas mandibulares, en orden ascendente. 1. Músculo milohioideo. 2. Músculo pterigoideo medial. 3. Lengua. 4. Músculo estilogloso. 5. Músculo estilofaríngeo. 6. Mandíbula. **Flecha azul.** Músculo estilohioideo. **Flecha roja.** Músculo digástrico (vientre posterior).

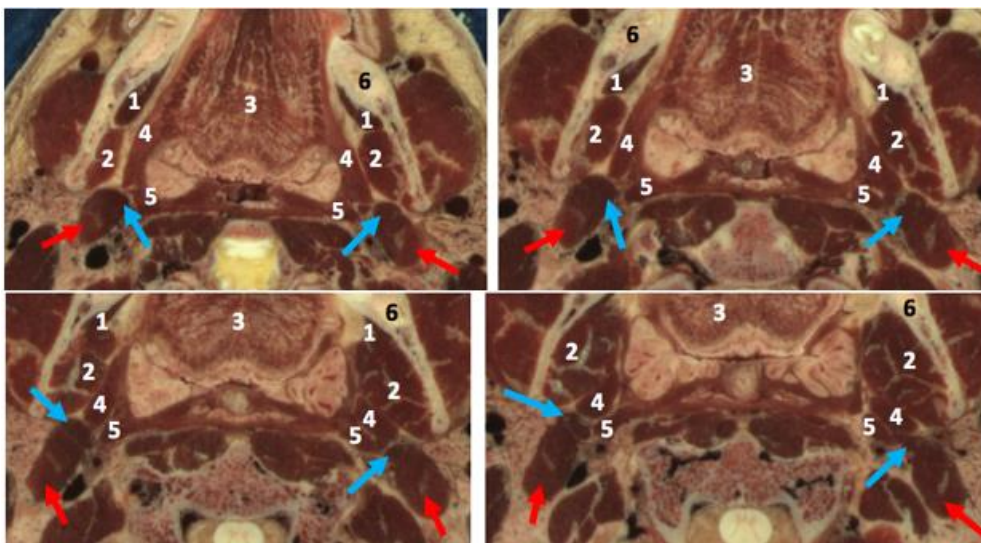


Figura 34. Secciones transversales a la altura del cuerpo de la mandíbula y parte inferior de las ramas mandibulares, en orden ascendente. 1. Músculo milohioideo. 2. Músculo pterigoideo medial. 3. Lengua. 4. Músculo estiloso. 5. Músculo estilofaríngeo. 6. Mandíbula. **Flecha azul.** Músculo estilohioideo. **Flecha roja.** Músculo digástrico (vientre posterior).

4.5.2. Origen e inserción

El músculo nace en la cara interna de la mandíbula, en lo que se conoce como línea milohioidea y su rafe fibroso se inserta en cara anterior del cuerpo del hueso hioides (**Figura 37**).

4.5.3. Dirección de las fibras

Las fibras musculares descienden desde su origen mandibular mediante un único vientre hasta su tendón formado por un rafe fibroso que servirá de lugar de unión de ambos músculos milohioideos (**Figura 35 y 36**)

La contracción de sus fibras tensa y eleva el suelo de la boca, desplaza el hioides hacia adelante colaborando en el movimiento de deglución y contribuye a la apertura y lateropulsión de la mandíbula.

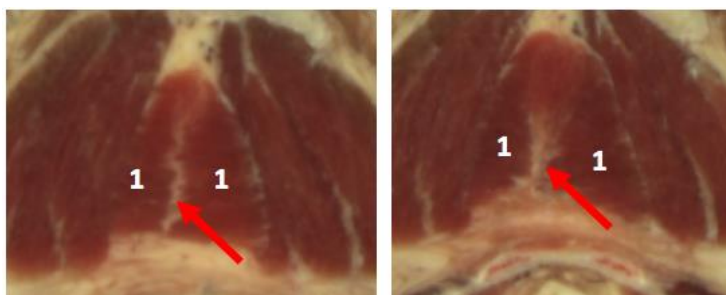


Figura 35. Secciones transversales ascendentes a la altura del cuerpo de la mandíbula.
 1. Músculo milohioideo.
Flecha roja. Rafe milohioideo donde convergen los músculos milohioideos de ambos lados.

4.5.4. Reconstrucción

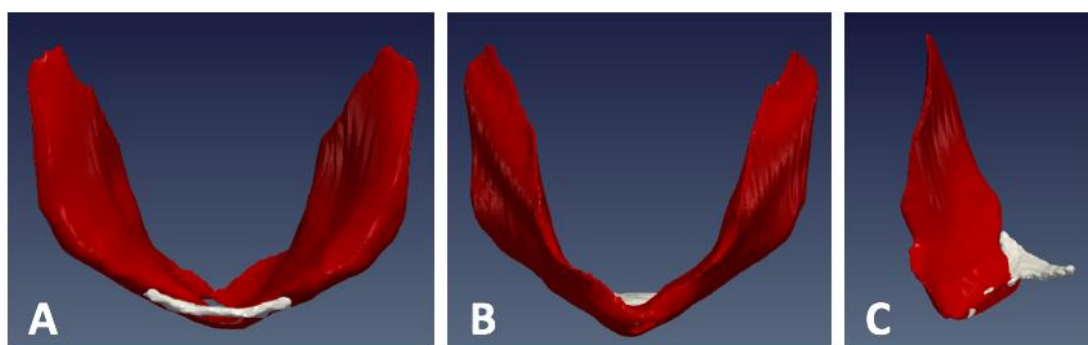


Figura 36. Reconstrucción del músculo milohioideo y el rafe fibroso (color blanco). **A.** Visión dorsal. **B.** Visión ventral. **C.** Visión de la cara interna de músculo milohioideo derecho.

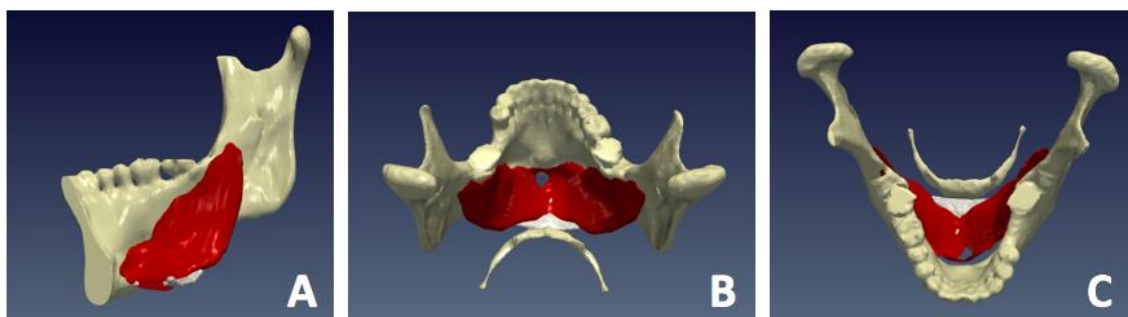


Figura 37. Reconstrucción del músculo milohioideo y rafe fibroso con mandíbula y hueso hioides. **A.** Visión de la cara interna del músculo milohioideo derecho. **B.** Visión posterosupeior. **C.** Visión superior.

4.6. MÚSCULO DIGÁSTRICO

4.6.1. Posición y relaciones

Es un músculo alargado y par, formado por dos vientres (**Figura 42**), uno anterior más corto situado detrás del mentón y otro posterior y alargado que se localiza infratemporal (**Figura 43**), unidos ambos por medio de un tendón intermedio.

El vientre anterior se relaciona íntimamente con el músculo milohioideo por su cara superior y lateralmente con la cara interna del cuerpo de la mandíbula. Debajo de dicha porción anterior podemos encontrar al músculo platisma (**Figura 27-30 y 38**).

El vientre posterior, a su vez, mantiene estrecha relación con el músculo estilohioideo en la mayor parte de su recorrido (**Figura 31-34 y 39**). De hecho, éste último, antes de llegar a su inserción, se divide en dos conjuntos de fibras para dejar paso al tendón intermedio del digástrico (**Figura 45**). Además, esta porción posterior, justo en su nacimiento en el hueso temporal y antes de ser acompañado por el estilohioideo, se sitúa cerca de la musculatura prevertebral y cervical (**Figura 40 y 41**).

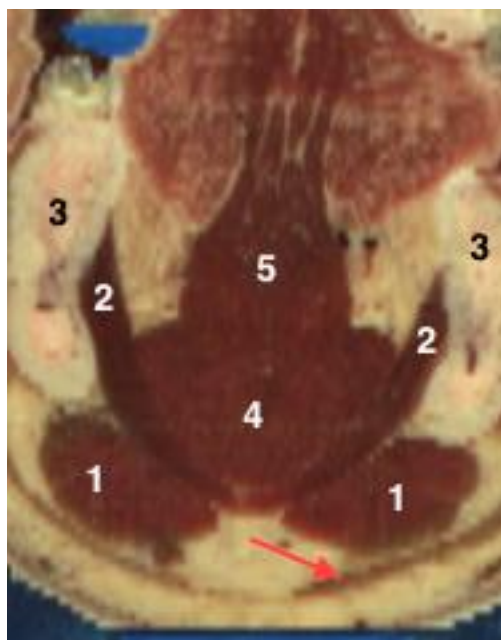


Figura 38. Sección coronal a la altura del cuerpo de la mandíbula.

- 1. Músculo digástrico (vientre anterior).
- 2. Músculo milohioideo.
- 3. Cuerpo de la mandíbula.
- 4. Músculo geniohioideo.
- 5. Músculo geniogloso.
- Flecha roja.** Músculo platisma.

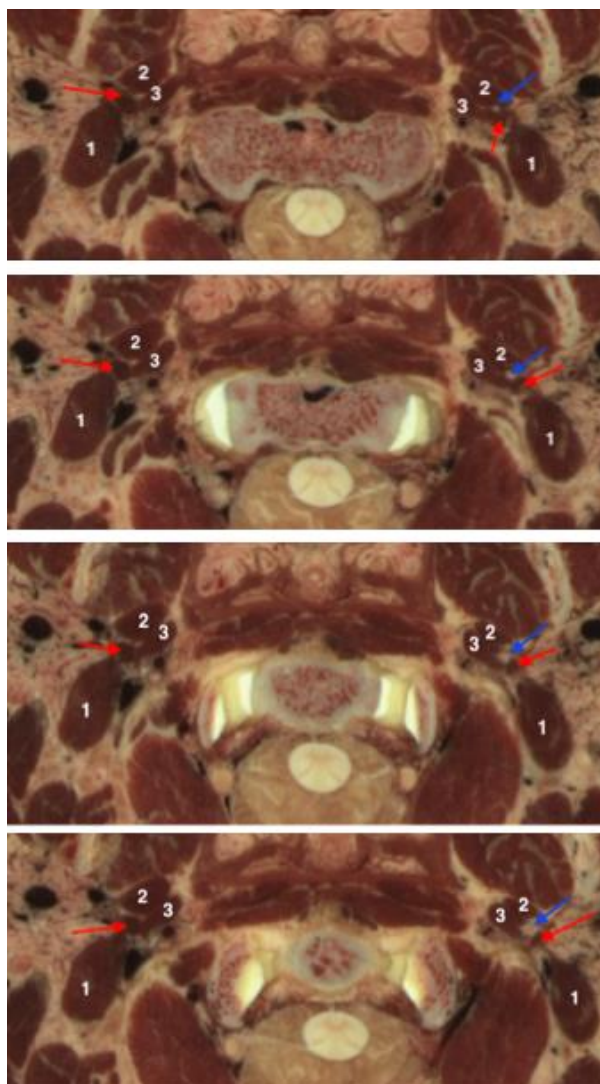


Figura 39. Secciones transversales ascendentes a la altura de la parte superior de las ramas mandibulares.

1. Músculo digástrico (vientre posterior).

2. Músculo estilgloso.

3. Músculo estilofaríngeo.

Flecha roja. Músculo estilohioideo.

Flecha azul. Apófisis estiloides.

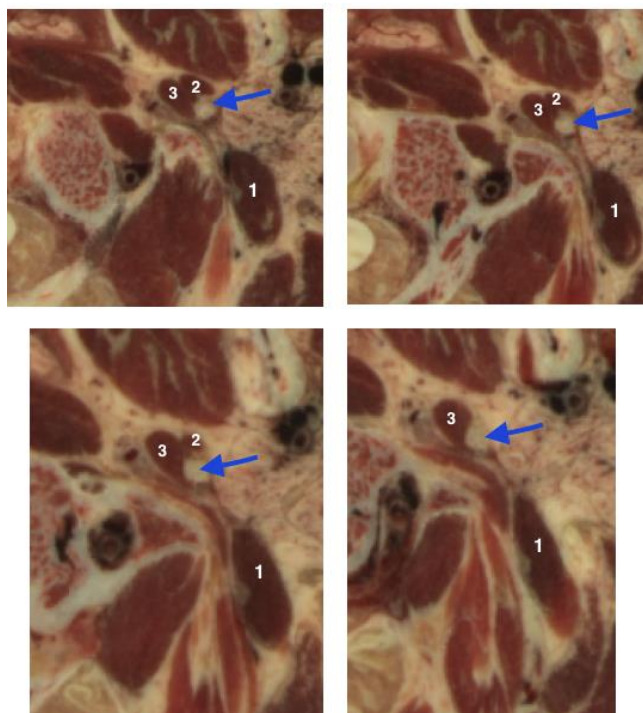


Figura 40. Secciones transversales ascendentes a la altura del paladar duro y apófisis coronoides de la mandíbula.

1. Músculo digástrico (vientre posterior).
2. Músculo estilogloso.
3. Músculo estilofaríngeo.

Flecha azul. Apófisis estiloides.

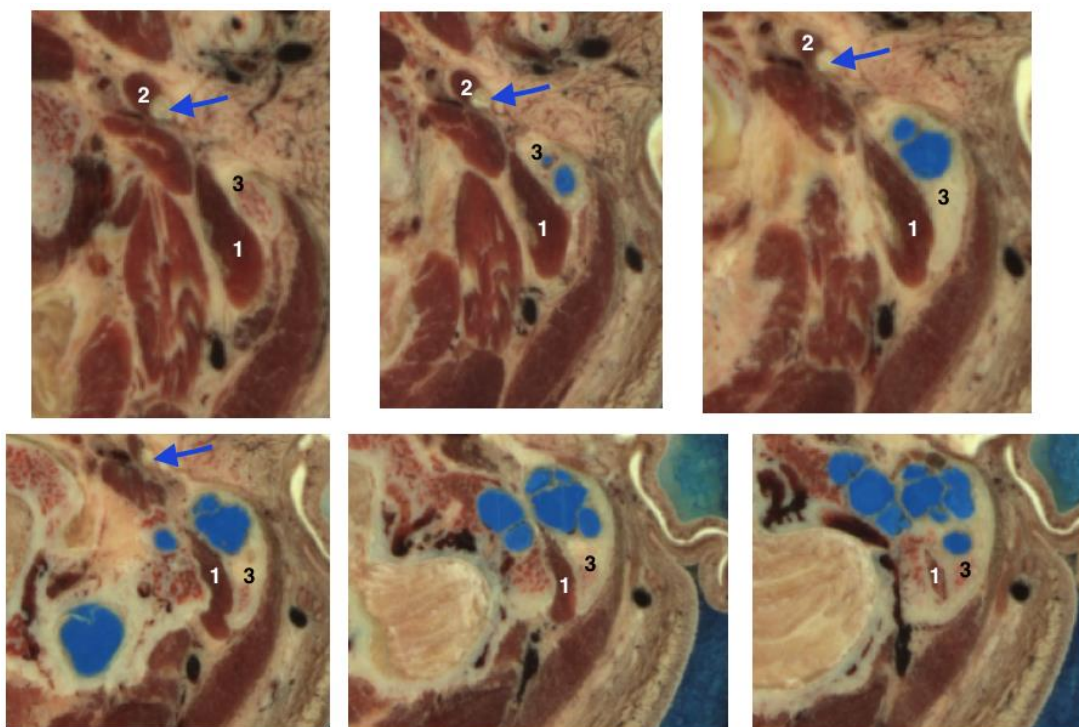


Figura 41. Secciones transversales ascendentes a la altura de la apófisis mastoideas. 1. Músculo digástrico (vientre posterior). 2. Músculo estilofaríngeo. 3. Hueso temporal (porción petrosa, apófisis mastoideas). **Flecha azul.** Apófisis estiloides.

4.6.2. Origen e inserción

Por un lado, tenemos el vientre anterior que se origina en el cuerpo de la mandíbula, en la cara interna de su parte más anterior. Y por el otro, el vientre posterior, que nace en la escotadura mastoidea, medial a la apófisis mastoides del hueso temporal (**Figura 43 y 44**).

Ambos vientres confluyen en un tendón intermedio que se inserta en el cuerpo del hioides a la altura del asta menor mediante un asa de tejido conjuntivo. Es por ello que en la imagen puede apreciarse un espacio entre el hueso hioides y el músculo digástrico a ese nivel. Este espacio corresponde al asa que une ambas estructuras (**Figura 44**).

4.6.3. Dirección de las fibras

Las fibras musculares del vientre anterior tienen dirección prácticamente horizontal y anteroposterior. El vientre posterior, en cambio, tiene dirección oblicua y descendente posteroanterior (**Figura 42 y 44**). Y su contracción va a producir la elevación del hioides colaborando en el movimiento de deglución y el descenso de la mandíbula.

4.6.4. Reconstrucción

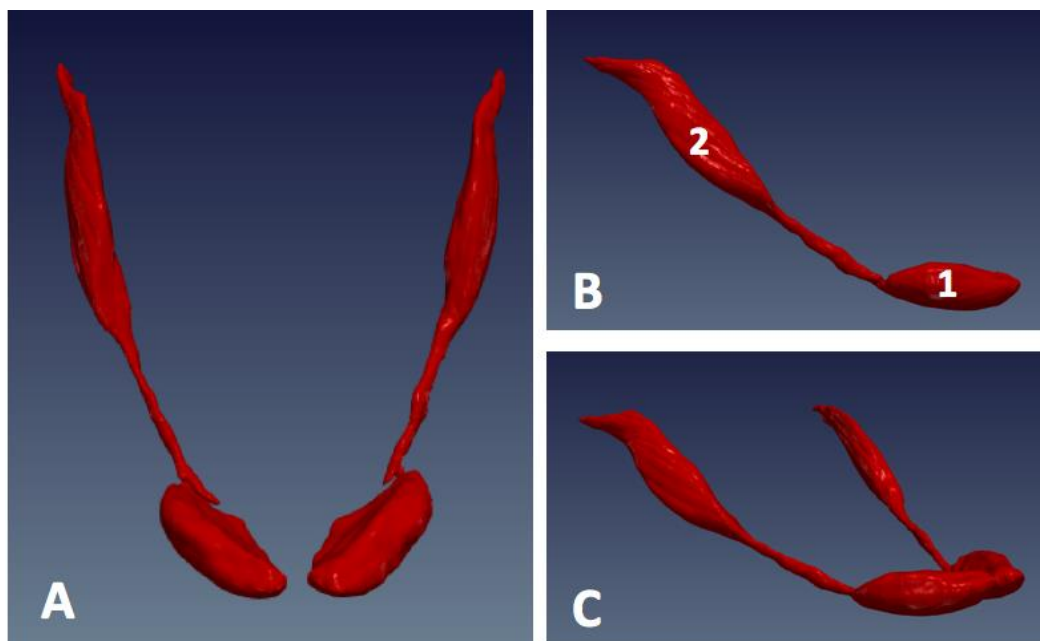


Figura 42. Reconstrucción del músculo digástrico. **A.** Visión ventral. **B.** Visión lateral del m. digástrico derecho. **C.** Visión anterolateral derecha. **1.** Vientre anterior. **2.** Vientre posterior.

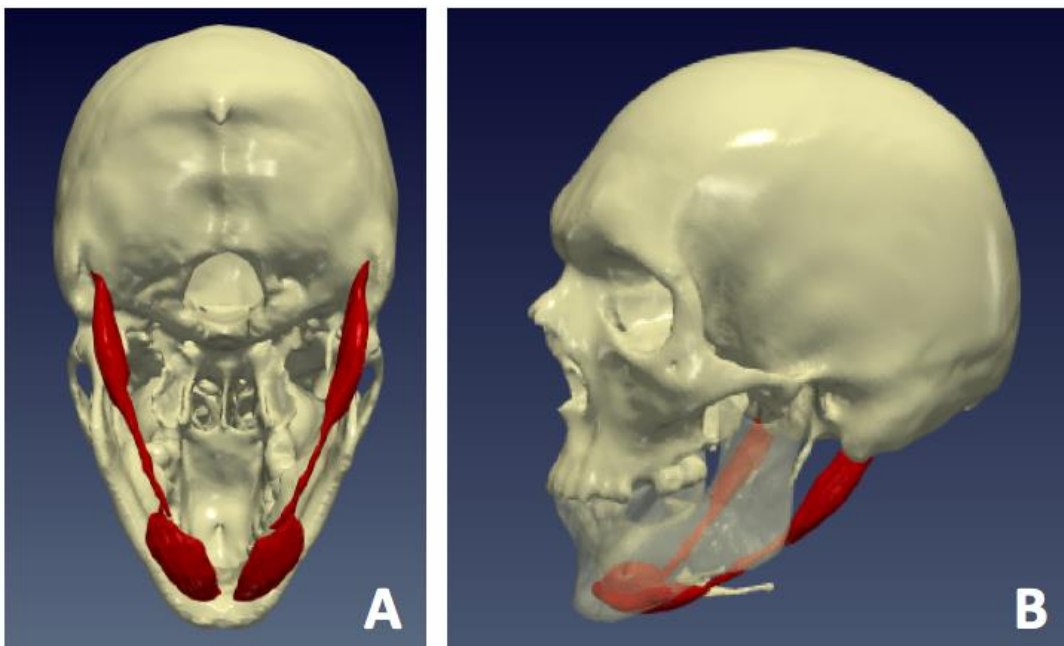


Figura 43. Reconstrucción del músculo digástrico con cráneo, mandíbula y hueso hioides. **A.** Visión posteroinferior. **B.** Visión anterolateral izquierda.

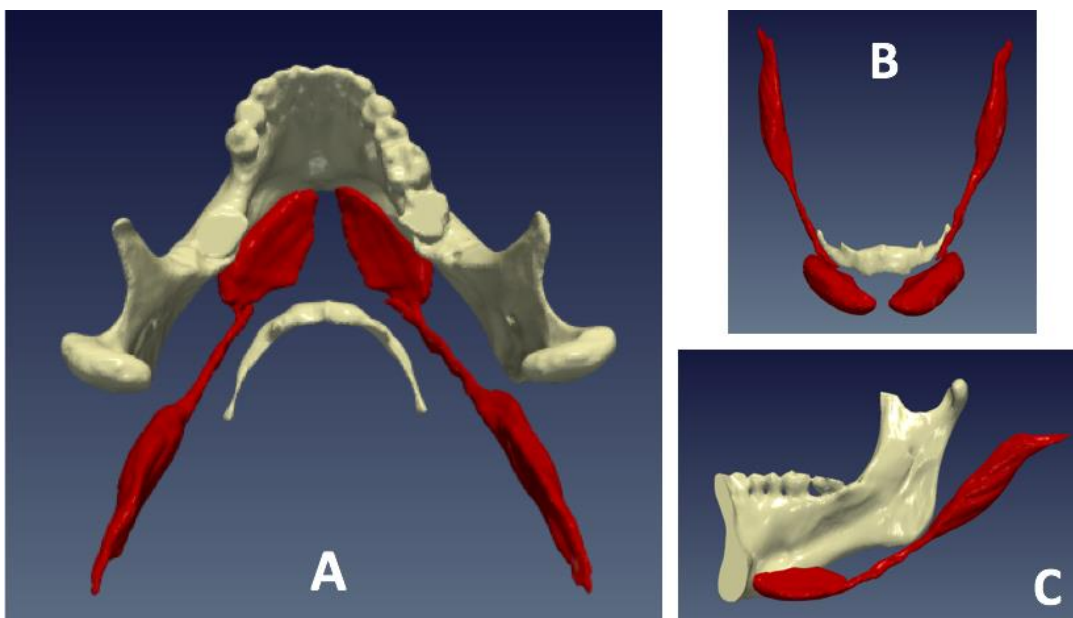


Figura 44. Reconstrucción del músculo digástrico con mandíbula y hueso hioides. **A.** Visión posterosuperior. **B.** Visión ventral. **C.** Visión lateral cara interna del lado derecho.

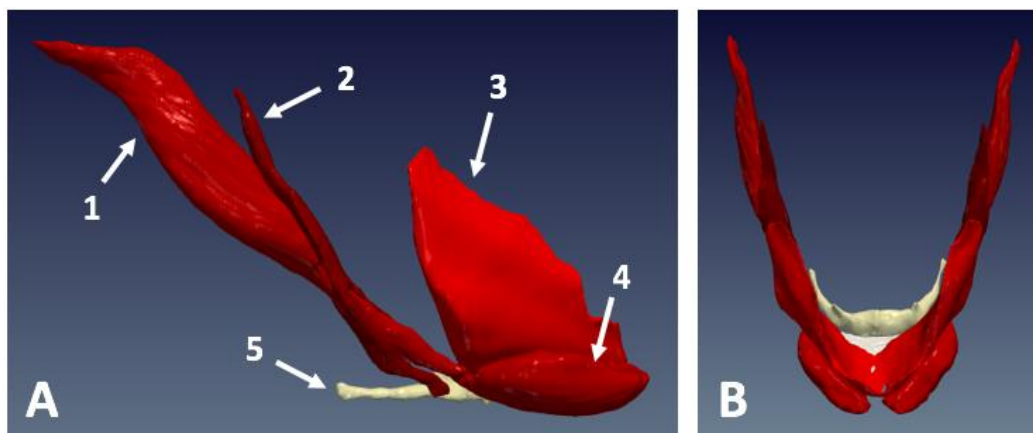


Figura 45. Reconstrucción de los músculos digástrico, milohioideo y estilohioideo junto con el hueso hioides. **A.** Visión lateral derecha. 1. Vientre posterior del m. digástrico. 2. M. estilohioidea. 3. M. milohioideo. 4. Vientre anterior del m. digástrico. 5. Hueso hioides. **B.** Visión ventral superior.

4.7. MÚSCULO ESTILOHIOIDEO

4.7.1. Posición y relaciones

Se trata de un músculo par y alargado que tiene localización infratemporal (**Figura 46**). Tras su nacimiento junto con el músculo estilogloso y estilofaríngeo en el hueso temporal, el estilohioideo se relaciona íntimamente por su cara posterior con el músculo digástrico (vientre posterior) y por su cara anterior con los dos músculos ya nombrados con los que comparte origen. Éstos tres le acompañarán prácticamente en toda su longitud (**Figura 29-34 y 39**).

En su recorrido descendente y a la altura de la superficie medial de la porción inferior de la rama de la mandíbula, el estilohioideo entra en contacto anteriormente con el músculo pterigoideo medial hasta la inserción de éste en el ángulo interno (**Figura 32-34**). Una vez dejado atrás al pterigoideo medial, el estilohioideo se sitúa en posición posterior a la glándula submandibular (**Figura 32**). A esta altura, sus fibras van a abrirse para dar paso al vientre posterior del digástrico/tendón intermedio (**Figura 45**). De esta forma el tendón del digástrico pasa a ser anterior al estilohioideo (**Figura 32**). A esta altura, el estilohioideo está situado en posición medial a la glándula submandibular y lateral al músculo hiogloso. Por último, su tendón alcanzará su inserción en el hueso hioides por detrás del tendón intermedio del digástrico (**Figura 30**).

4.7.2. Origen e inserción

El músculo se origina en la apófisis estiloides del hueso temporal junto con el estilofaríngeo y el estilogloso (**Figura 39 y 46**). Su tendón alcanza el cuerpo del hioides, en un punto inmediatamente posterior al asta menor (**Figura 29 y 46**).

4.7.3. Dirección de las fibras

Las fibras del músculo tienen dirección oblicua y descendente posteroanterior (**Figura 46**). Aunque el músculo está formado por un único vientre, sus fibras, como hemos señalado, se abren para dar paso al digástrico y convergen de nuevo inmediatamente antes de llegar a su inserción (**Figura 47**).

Su contracción eleva el hueso hioides, colaborando en el movimiento de deglución, y desciende la mandíbula.

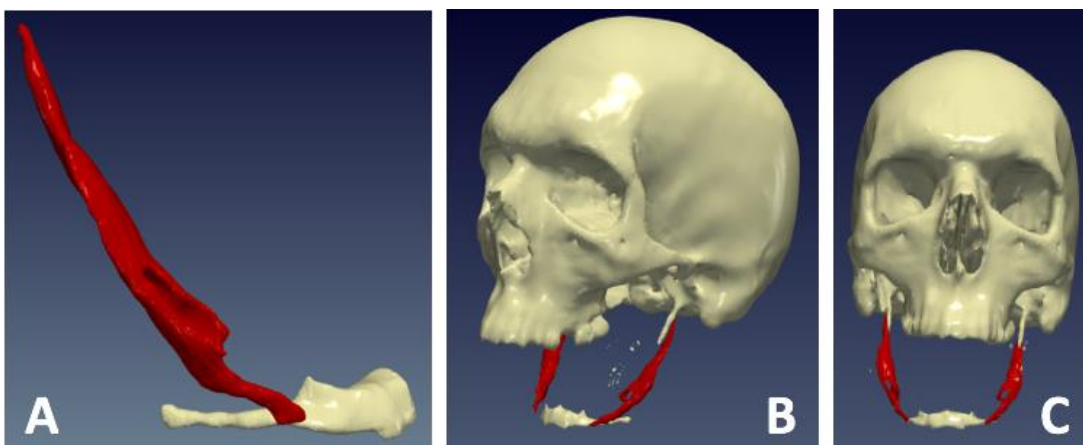


Figura 46. Reconstrucción del músculo estilohioideo con el hueso hioides y el cráneo. **A.** Visión lateral derecha. **B.** Visión anterolateral izquierda. **C.** Visión ventral.

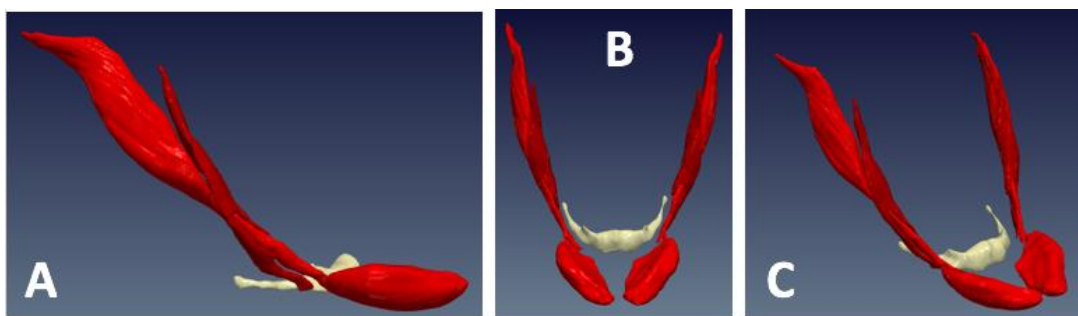


Figura 47. Reconstrucción de los músculos estiloideo y digástrico con el hueso hioides. **A.** Visión lateral derecha. **B.** Visión ventral. **C.** Visión anterolateral derecha.

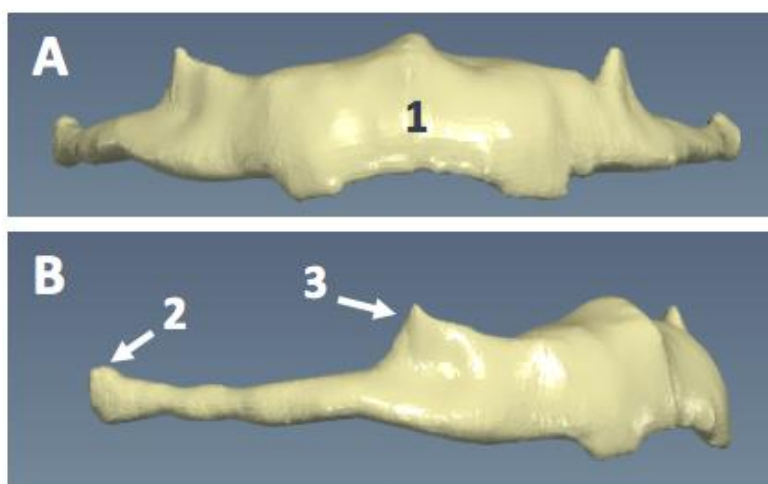


Figura 48. Reconstrucción del hueso hioides. **A.** Visión ventral. **B.** Visión anterolateral derecha. **1.** Cuerpo. **2.** Asta mayor. **3.** Asta menor.

4.8. MÚSCULO TENSOR DEL VELO DEL PALADAR

4.8.1. Posición y relaciones

Es un músculo par y plano (**Figura 49**). Se localiza posterior a la cavidad bucal formando parte de la musculatura del paladar blando.

El músculo se encuentra en contacto por su cara lateral con el músculo pterigoideo medial y medialmente con la trompa auditiva y con el músculo elevador del paladar (**Figura 15 y 16**). Desemboca en un tendón que gira en el gancho pterigoideo en dirección medial y se une a la aponeurosis palatina junto con el elevador del paladar (**Figura 16 y 17**).

4.8.2. Origen e inserción

El músculo se origina en el hueso esfenoides, posterior al foramen oval y a la lámina lateral de la apófisis pterigoides (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y 50).

Su tendón, una vez habiendo girado en el gancho pterigoideo y hacerse horizontal, se inserta en la aponeurosis palatina junto con otros músculos como el elevador del paladar y el músculo de la úvula. En esta localización todos ellos entremezclan sus fibras terminales.

4.8.3. Dirección de las fibras

Las fibras musculares se originan en forma de abanico y descienden con dirección vertical para acabar convergiendo en un tendón que pasará de ser vertical a horizontal al girar en la cara externa del gancho pterigoideo (**Figura 49**).

Al contraerse, las fibras traccionan lateralmente del velo del paladar tensándolo y produciendo la dilatación de la trompa auditiva.

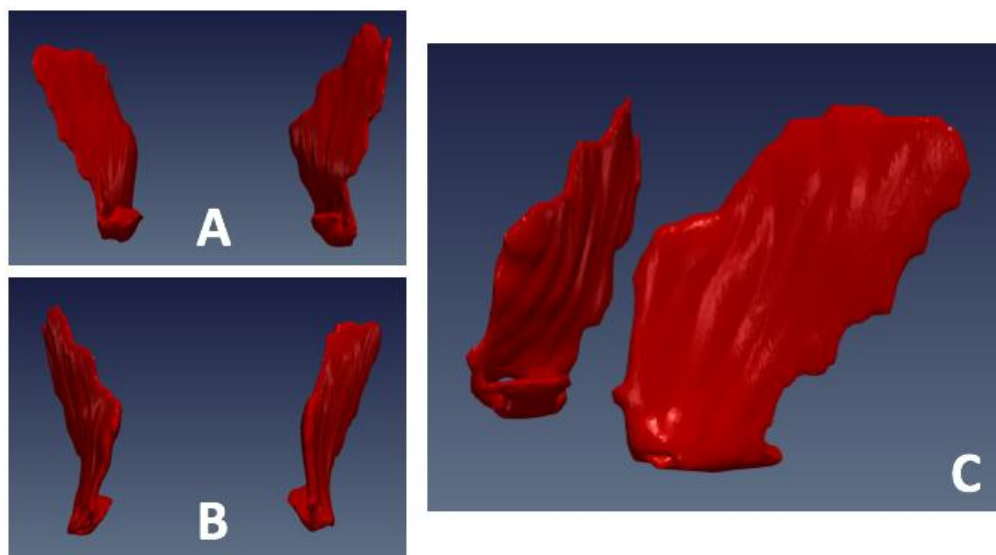


Figura 49. Reconstrucción del músculo tensor del velo del paladar. **A.** Visión dorsal. **B.** Visión ventral. **C.** Visión anterolateral izquierda.

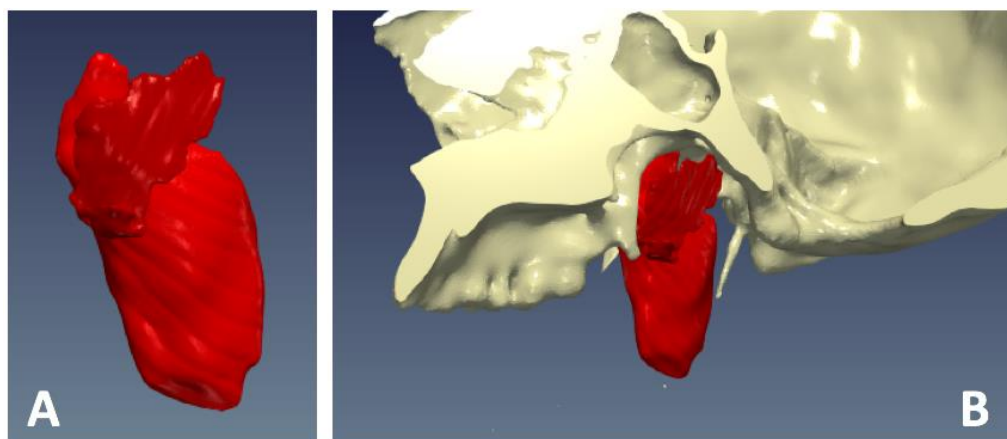


Figura 50. Reconstrucción de los músculos tensor del velo del paladar y pterigoideo medial. **A.** Visión de la cara medial de los músculos del lado derecho. **B.** Visión interna del lado derecho con mandíbula.

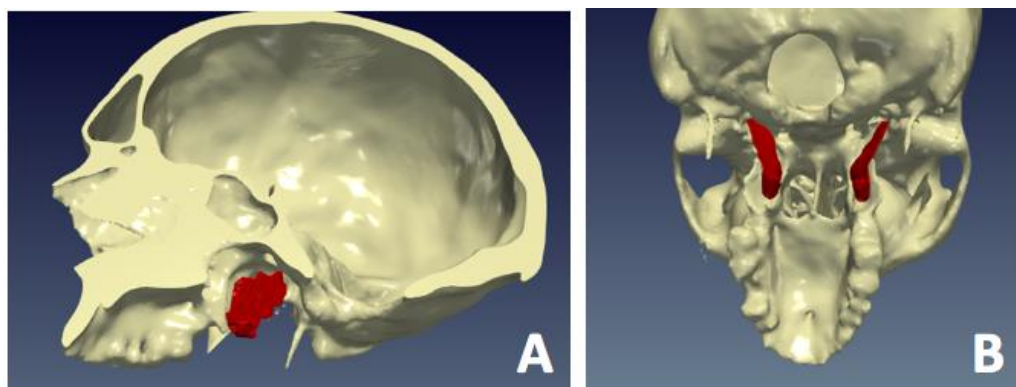


Figura 51. Reconstrucción del músculo tensor del velo del paladar con el cráneo. **A.** Visión interna del lado derecho **B.** Visión posteroinferior

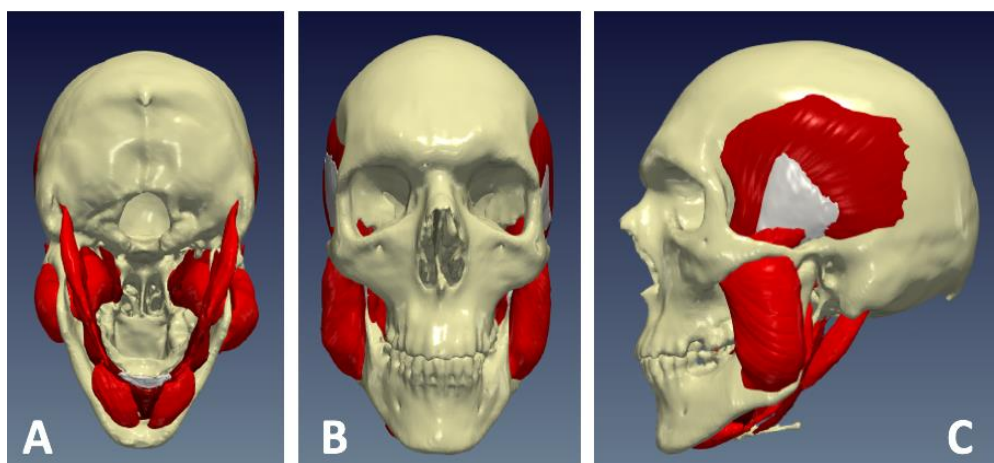


Figura 52. Reconstrucción de los músculos temporal, masetero, pterigoideo medial, pterigoideo lateral, tensor del velo del paladar, milohioideo, digástrico, estilohioideo y tendón del temporal con el cráneo, la mandíbula y el hueso hioides. **A.** Visión posteroinferior. **B.** Visión ventral. **C.** Visión lateral izquierda.

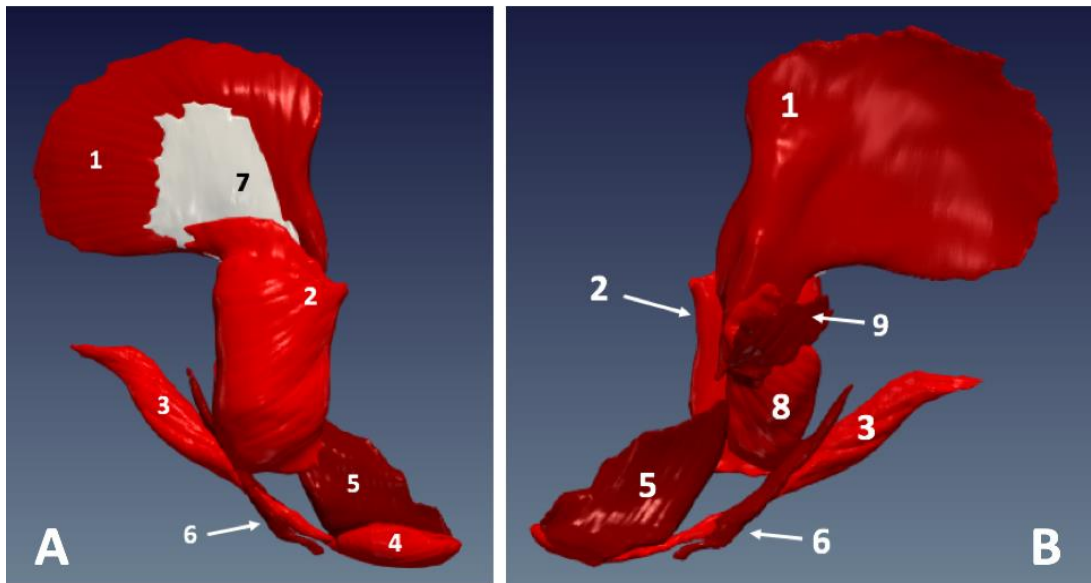


Figura 53. Reconstrucción de los músculos temporal, masetero, pterigoideo medial, pterigoideo lateral, tensor del velo del paladar, milohioideo, digástrico, estilohioideo y tendón del temporal del lado derecho. **A.** Visión lateral. **B.** Visión medial. 1. M. temporal. 2. M. masetero 3. M. digástrico (vientre posterior). 4. M. digástrico (vientre anterior). 5. M. milohioideo. 6. M. estilohioideo. 7. Tendón del m. temporal. 8. M. pterigoideo medial. 9. Tensor del velo del paladar.

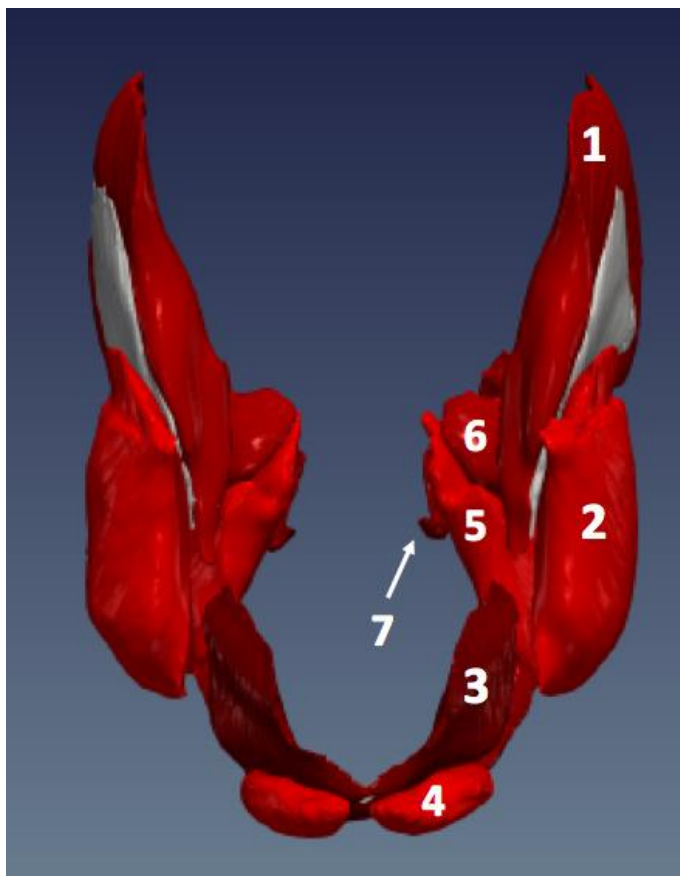


Figura 54. Reconstrucción de los músculos temporal, masetero, pterigoideo medial, pterigoideo lateral, tensor del velo del paladar, milohioideo, digástrico, estilohioideo y tendón del temporal, visión ventral. 1. M. temporal. 2. M. masetero. 3. M. milohioideo. 4. M. digástrico (vientre anterior). 5. M. pterigoideo medial. 6. M. pterigoideo lateral. 7. M. tensor del velo del paladar.

5. DISCUSIÓN

5.1. COMPARACIÓN CON BIBLIOGRAFÍA CLÁSICA DE ANATOMÍA

El propósito de la reconstrucción y posterior comentario de los músculos y sus relaciones es comparar los resultados con bibliografía clásica de anatomía, con el objetivo de encontrar posibles diferencias. Para ello, se ha usado el *Gray Anatomía. Williams and Warwick. Tomo I. (Versión española de la trigésimosexta edición de la obra original inglesa Gray's Anatomy)* (16) y el *Sobotta. Atlas de Anatomía Humana. 19ª Edición. Volumen 1* (17).

En general, la información que aportan las secciones anatómicas y las reconstrucciones sobre los músculos estudiados no difiere a grandes rasgos de la que podemos encontrar en los textos de anatomía utilizados, lo que era de suponer. Aun así, existen algunas variaciones entre ambas fuentes.

En lo referente a los músculos de la masticación propiamente dichos, puede apreciarse en las secciones anatómicas y en la reconstrucción del músculo temporal que su tendón, además de insertarse en la cara interna y anterior de la apófisis coronoides de la mandíbula, tiene una porción profunda que desciende por la parte anterior de la rama de la mandíbula llegando casi hasta el triángulo retromolar (**Figura 9**). Esta inserción no se contempla en el *Sobotta*: “*Inserción: apófisis coronoides de la mandíbula, cara media*”, mientras que el *Gray* sí la incluye en su descripción del músculo: “*Sus fibras descienden y convergen en un tendón...para insertarse en la superficie interna, vértice y bordes anterior y posterior de la apófisis coronoides, así como en el borde anterior de la rama de la mandíbula, casi debajo del último molar*”. Esta porción del tendón tiene relevancia puesto que puede palparse desde dentro de la boca a través del buccionador. Los dentistas lo utilizan como referencia para localizar la entrada al espacio pterigomandibular a la hora de infiltrar el nervio alveolar.

En cuanto al músculo masetero, en las secciones anatómicas y en su reconstrucción puede observarse que la mayor parte de sus fibras se originan en el arco cigomático, a excepción de una porción profunda que nace superior al arco en el espesor de la fascia del músculo temporal, de tal forma que, en la zona posterior a esa altura, las fibras de ambos músculos se entremezclan siendo difícil delimitarlos con exactitud (**Figura 10 y**

13). Tanto el Gray (*“La capa profunda nace de la superficie profunda del arco cigomático...”*) como el Sobotta (*“Origen porción profunda: parte posterior del borde inferior y superficie interna del arco cigomático”*) localizan el origen del músculo en el arco cigomático en su totalidad. Además, el Gray clasifica perfectamente las fibras del músculo masetero en tres capas bien delimitadas con inserciones y orígenes concretos: *“La capa superficial, la más grande, se origina en una gruesa aponeurosis, que nace en la apófisis piramidal del maxilar y en los dos tercios anteriores del borde inferior del arco cigomático...para insertarse en el ángulo y mitad inferior de la superficie externa de la rama de la mandíbula. La capa media nace de la superficie profunda de los dos tercios anteriores del arco cigomático y el borde inferior del tercio posterior, y se inserta en la parte media de la rama de la mandíbula. La capa profunda nace de la superficie profunda del arco cigomático y se inserta en la parte superior de la rama de la mandíbula y en la apófisis coronoides”*. En el cadáver, pueden observarse las tres porciones de fibras en algunas de las secciones anatómicas (**Figura 12**). Sin embargo, no es posible distinguir esta disposición a lo largo de todas las secciones del músculo, así como tampoco es posible hacerlo en su reconstrucción formada por una única pieza con un origen y una inserción.

El músculo pterigoideo medial posee una pequeña porción que se origina en la tuberosidad del maxilar como se observa en la reconstrucción de este (**Figura 22**). Esto no aparece descrito en el Sobotta (*“Origen: fosa pterigoidea (hueso esfenoideas, apófisis pterigoides, en parte tendonoso), parte del músculo en la apófisis piramidal del hueso palatino y lámina lateral de la apófisis pterigoides”*), mientras que el Gray si lo recoge a la hora de describir el origen del músculo (*“...también tiene un fascículo más superficial que procede de las superficies externas de la apófisis piramidal del hueso palatino y de la tuberosidad del maxilar”*).

Del músculo pterigoideo lateral, simplemente comentar que ambos textos describen una única inserción sin hacer distinción entre vientres, tanto el Sobotta (*“Inserción: fosa pterigoidea (apófisis condilar de la mandíbula). Disco articular de la articulación temporomandibular”*) como el Gray (*“...para insertarse en una depresión de la cara anterior del cuello de la mandíbula y en la cápsula y disco articulares de la articulación temporomandibular”*). En las secciones anatómicas y reconstrucciones del cadáver, se distinguen perfectamente los dos vientres del músculo, desde sus orígenes hasta la

inserción de ambos (**Figura 24 y 26**).

Con respecto a los músculos suprahioides, el *Gray* divide al m. milohioideo en tres porciones de fibras: *“Las fibras posteriores discurren medialmente y un poco hacia abajo en dirección a la cara anterior del cuerpo del hioides, cerca de su borde inferior. Las fibras medias y anteriores de cada lado se entrecruzan en un gafe fibroso medio que se extiende desde la sinfisis mentoniana al hioides”*. En las secciones y en la reconstrucción, el músculo desciende desde su origen en la cara interna de la mandíbula como un único vientre y ambos músculos milohioideos confluyen en un rafe fibroso que se inserta en la cara anterior del cuerpo del hueso hioides pero que no llega hasta la cara interna de la parte anterior del cuerpo de la mandíbula (mentón) (**Figura 35-37**). En cuanto a los músculos digástrico y estilohioideo, no existen discrepancias entre la información que se recoge en ambos textos de anatomía utilizados y los resultados de las secciones anatómicas y reconstrucciones de los músculos.

Por último, en cuanto al músculo tensor del velo del paladar cabe mencionar que en los textos de anatomía se describe que su tendón, una vez habiendo girado en el gancho pterigoideo, pasa a formar parte de la aponeurosis palatina (*Sobotta: tendón aplanado que camina en el surco del gancho pterigoideo, contribuyendo a formar la aponeurosis palatina con el del otro lado*). En el cadáver, las fibras del músculo giran en el gancho y se entremezclan con las de otros músculos del paladar blando, como el m. elevador del velo del paladar, el m. palatofaríngeo y el m. palatogloso (**Figura 16 y 17**).

5.2. USOS POTENCIALES

La tecnología de visualización 3D (3DVT) ha demostrado en este trabajo tener cabida en la enseñanza y estudio de la anatomía, de forma que su uso puede extenderse a otros fines dentro y fuera de la anatomía.

Desde esta perspectiva docente, la 3DVT puede ser de utilidad en la enseñanza y estudio de cualquier materia que implique conceptos de carácter tridimensional, así como en la generación de materiales didácticos mediante su impresión en 3D (4), tanto a nivel universitario como preuniversitario.

Tanto en secundaria como en bachillerato la visualización 3D puede tener un papel

importante como alternativa a los recursos didácticos en 2D (imágenes, fotos, planos o dibujos) e incluso a las maquetas o modelos tangibles. El uso de estos recursos físicos es habitual en las aulas para el estudio de algunas asignaturas, por ejemplo, modelos de piezas 3D en las asignaturas de dibujo técnico o elementos reales como fósiles o animales disecados en el estudio de las ciencias naturales. Sin embargo, estas maquetas y modelos suponen un alto coste y están expuestos al deterioro y a las roturas. Por este motivo, la 3DVT al ser accesible, rentable y de fácil manejo puede ser incorporada también a la educación preuniversitaria (18).

Este tipo de reconstrucciones pueden ser de gran utilidad en lo que hoy en día se conoce como e-Learning (Electronic Learning) o b-Learning (Blended Learning), contribuyendo a la creación de una educación más personalizada, adaptada a las necesidades y capacidades de cada individuo y capaz de superar barreras geográficas y sociales y de atender las necesidades de la sociedad en cada momento. Ejemplo claro de esto es la situación de confinamiento que el mundo está viviendo en estos momentos y que ha obligado al teletrabajo y a la educación online de los estudiantes tanto en colegios como universidades.

Desde un punto de vista médico, la 3DVT puede contribuir a mejorar la práctica médica tal y como la conocemos, no solo mejorando y facilitando el trabajo de los profesionales sanitarios a la hora de diagnosticar, tratar o prevenir las enfermedades, sino también a nivel de los propios pacientes, a la hora de explicar cada actuación en el proceso de atención médica, de forma que mejore el entendimiento y la comunicación médico-paciente. Además, puede emplearse también como herramienta de divulgación anatómica o médica en medios de comunicación.

Por último, cabe mencionar la incorporación de esta tecnología a entornos de realidad virtual y realidad aumentada y su uso para simulación médica, aspectos que pueden ser considerados futuribles y que pueden suponer un gran avance en la práctica y docencia de la Medicina a cualquier nivel.

6. CONCLUSIONES

- La segmentación anatómica a partir de imágenes seccionales permite una reconstrucción tridimensional de buena calidad que captura adecuadamente la

estructura y morfología de la musculatura de la masticación, en el contexto de sus relaciones topográficas naturales con elementos óseos y neurovasculares

- Los recursos digitales en 3D se adaptan perfectamente a las demandas de la Sociedad de la Información y cabe esperar que la elaboración de recursos digitales en 3D, como los aportados por este trabajo, contribuya a los avances futuros en educación anatómica y médica.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez Zúñiga R, Mercado Lozano P, Martínez García M, Mena Hernández E, Partida Ibarra JÁ. La sociedad del conocimiento y la sociedad de la información como la piedra angular en la innovación tecnológica educativa / The Knowledge Society and the Information Society as the cornerstone in educational technology innovation. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. 2018;8(16):847–70.
2. Díaz Lazo J, Pérez Gutiérrez DrSc René Florido Bacallao A. Impacto De Las Tecnologías De La Información Y Las Comunicaciones (Tic) Para Disminuir La Brecha Digital En La Sociedad Actual Impact of Information Technology and Communications (Ict) To Reduce the Digital Divide in Today'S Society. *Cultivos Tropicales - cultrop [online] [Internet]*. 2011;32(1):81–90.
Available from:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S025859362011000100009&script=sci_arttext&tlng=pt
3. Yammine K, Violato C. A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization technologies in teaching anatomy. *Anatomical Sciences Education*. 2015;8(6):525–38.
4. Sugand K, Abrahams P, Khurana A. The anatomy of anatomy: A review for its modernization. *Anatomical Sciences Education*. 2010;3(2):83–93.
5. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. *PROMETHEUS. Texto y Atlas de Anatomía. Tomo 3: Cabeza, Cuello y Neuroanatomía*. 3rd ed. Editorial Médica Panamericana; 2015. 574.

6. Durán-gutiérrez A, Rodríguez-weber MÁ, Teja-ángeles E de. Succión, deglución, masticación y sentido del gusto prenatales. Desarrollo sensorial temprano de la boca. *Acta Pediátrica de México*. 2012;33(3):137–41.
7. Durham J, Newton-John TRO, Zakrzewska JM. Temporomandibular disorders. *BMJ (Online)*. 2015;350(March):1–9.
8. Kwon K, Shin BS, Chung MS, Chung BS. New viewpoint of surface anatomy using the curved sectional planes of a male cadaver. *Journal of Korean Medical Science*. 2019;34(3):1–10.
9. Ackerman MJ. The Visible Human Project: From Body to Bits. *IEEE Pulse*. 2017;8(4):39–41.
10. Ackerman MJ. The Visible Human Project. *The Journal of biocommunication*. 1991;18(2):14.
11. Yushkevich PA, Piven J, Hazlett HC, Smith RG, Ho S, Gee JC, et al. User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: Significantly improved efficiency and reliability. *NeuroImage*. 2006;31(3):1116–28.
12. Blender [Internet]. Available from: <https://www.blender.org>
13. ParaView [Internet]. Available from: <https://www.paraview.org>
14. Terminologia Anatómica Internacional. 2001. p. 348.
15. INTERNATIONAL FEDERATION OF ASSOCIATIONS OF ANATOMISTS. Available from: <https://www.ifaa.net>
16. Williams PL, Warwick R. GRAY ANATOMIA. TOMO I. 36th ed. Salvat; 1985. 879.
17. Sobotta J. Sobotta. Atlas de Anatomia Humana. 19th ed. Staubesand J, editor. Editorial Médica Panamericana; 1988. 384.
18. Saorín JL, Meier C, Torre-Cantero J de la, Carbonell-Carrera C, Melián-Díaz D, León AB de. Competencia Digital: Su relación con el uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D. *Edmetic: Revista De Educación Mediática y TIC [Internet]*. 2017;6(2):27–46. Available from: <http://www.uco.es/servicios/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/view/6187/8031>