



# **UNIVERSIDAD DE MURCIA**

## **FACULTAD DE MEDICINA**

Correlación Anatómo-Radiológica de la Articulación  
Temporomandibular Humana: Valoración de la  
Relación del Músculo Pterigoideo Lateral con los  
Diferentes Elementos Articulares

**D<sup>a</sup>. Carmen María Bernal Mañas**

**2015**



# UNIVERSIDAD DE MURCIA



## FACULTAD DE MEDICINA

### DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA HUMANA Y EMBRIOLOGÍA

---

### Correlación anatomo-radiológica de la articulación temporomandibular humana: Valoración de la relación del músculo pterigoideo lateral con los diferentes elementos articulares

---

#### Directores:

**-Dra. Ofelia González Sequeros**, profesora titular del departamento de Anatomía Humana y Psicobiología, de la Universidad de Murcia.

**-Dra. Matilde Moreno Cascales**, profesora titular del departamento de Anatomía Humana y Psicobiología, de la Universidad de Murcia.

**-Dr. Rafael M. Latorre Reviriego**, catedrático del departamento de Anatomía Veterinaria y Embriología, de la Universidad de Murcia.

#### Doctorando:

**Dña. Carmen María Bernal Mañas**

Licenciada en Medicina 2015









UNIVERSIDAD DE  
MURCIA

D. Ofelia González Sequeros , Profesor Titular de Universidad del Área de Anatomía Humana en el Departamento de Anatomía Humana y Psicobiología, AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada "Correlación anatómo-radiológica de la articulación temporomandibular humana. Valoración de la relación del músculo pterigoideo lateral con los diferentes elementos articulares", realizada por D<sup>a</sup>. Carmen María Bernal Mañas, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 24 de julio de 2015

Firmante: OFELIA GONZALEZ SEQUEROS; Fecha-hora: 24/07/2015 09:46:53; Emisor del certificado: CN=AC FNMT Usuarios,OU=Ceres,O=FNMT-RCM,C=ES;



Código seguro de verificación: RUxFMiQX-uWT8+mkK-0Nj7KozT-acvj9jro

COPIA ELECTRÓNICA - Página 1 de 1

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento administrativo electrónico archivado por la Universidad de Murcia, según el artículo 30.5 de la Ley 11/2007, de 22 de junio. Su autenticidad puede ser contrastada a través de la siguiente dirección: <https://sede.um.es/validador/>

Mod: T-20





UNIVERSIDAD DE  
MURCIA

D<sup>a</sup>. Matilde Moreno Cascales, Profesor Titular de Universidad del Área de Anatomía y Embriología Humana en el Departamento de Anatomía Humana y Psicobiología, AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada "Correlación anatómo-radiológica de la articulación temporomandibular humana. Valoración de la relación del músculo pterigoideo lateral con los diferentes elementos articulares", realizada por D<sup>a</sup>. Carmen María Bernal Mañas, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 24 de Julio de 2015

Firmante: MATILDE MORENO CASCALES. Fecha-hora: 24/07/2015 15:52:21. Emisor del certificado: OU=FNMT Clase 2 CA, O=FNMT, C=ES.



Código seguro de verificación: RUxFMjUK-42zcX9El-XkcL3U5R-XNsBkDcv

COPIA ELECTRÓNICA - Página 1 de 1

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento administrativo electrónico archivado por la Universidad de Murcia, según el artículo 30.5 de la Ley 11/2007, de 22 de junio. Su autenticidad puede ser contrastada a través de la siguiente dirección: <https://sede.um.es/validador/>

Mod: T-20





UNIVERSIDAD DE  
MURCIA

D. Rafael Latorre Reviriego, Catedrático de Universidad del Área de Anatomía y Embriología Veterinarias en el Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas, AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada "Correlación anatomo-radiológica de la articulación temporomandibular humana. Valoración de la relación del músculo pterigoideo lateral con los diferentes elementos articulares", realizada por D<sup>a</sup>. Carmen María Bernal Mañas, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

En Murcia, a 21 de julio de 2015

Firmante: RAFAEL MANUEL LATORRE REVIRIEGO; Fecha-hora: 21/07/2015 17:19:57; Emisor del certificado: OUI-FNMT Clase 2 CA, OUI-FNMT C-ES;



Mod: T-20

Código seguro de verificación: RUxFMo16-BsDRMdr3-E0cAMKBI-8jXi jGhZ

COPIA ELECTRÓNICA - Página 1 de 1

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento administrativo electrónico archivado por la Universidad de Murcia, según el artículo 30.5 de la Ley 11/2007, de 22 de junio. Su autenticidad puede ser contrastada a través de la siguiente dirección: <https://sede.um.es/validador/>



*Este trabajo ha sido financiado por una **Beca de colaboración 2009/2010** del Ministerio de Educación y Ciencia y por las **Ayudas a la Iniciación a la Investigación 2010**, perteneciente al Plan Propio de Investigación de la Universidad de Murcia.*



*Buscando mis amores  
iré por esos montes y riberas  
ni cogeré las flores  
ni temeré las fieras  
Y pasaré los fuertes y fronteras*

*(Cántico Espiritual - San Juan de la Cruz-)*



*A mis sobrinos José Arturo y Jorge, por iluminar cada segundo de mi vida.*

*A mis padres, hermanos y abuelos por el apoyo incondicional en todos los momentos y decisiones en mi vida.*

*A Tí, mi fiel y único compañero de camino.*



Este trabajo supone el culmen de una larga travesía que emprendí tiempo atrás. Una ilusión, a veces incomprendida, que se fue fraguando y finalmente llegó a puerto. En todo momento estuve acompañada de grandes compañeros de camino a los que quisiera mostrar mi más profundo y sincero agradecimiento, ya que sin su ayuda y guía no hubiese sido igual.

En primer lugar, quisiera agradecer a los directores de esta tesis doctoral por el apoyo y confianza que han puesto en mí: *Dra. Ofelia González Sequeros, Dra. Matilde Moreno Cascales y Dr. Rafael Latorre Reviriego.*

A los Drs. *Rafael Latorre y Ricardo Sarria* por su ayuda en la plastinación.

A *Scanner Murcia S.L.* por permitir la realización del estudio de resonancia magnética en sus instalaciones con total altruismo. A *Lourdes Ibarra Quiñonero*, técnico de radiología de Scanner Murcia, por su colaboración en la realización del estudio de RM.

A *José Emilio Hernández Barceló*, patólogo del HUVA por la realización de los cortes macroscópicos para el estudio histológico de las piezas.

A *Cristina Albadalejo y a María Navarrete Lendínez*, técnicos de Anatomía Patológica por su ayuda en el procesamiento y tinción de las secciones histológicas.

A *Luis Pérez-Milá García y Rocío Pérez-Milá Montalbán*, radiólogos del Complejo Hospitalario Universitario de Cartagena, por ayuda, realización y colaboración en el estudio radiológico.

A *Carlos Sánchez Sánchez*, patólogo del Complejo Hospitalario de Cartagena por la revisión de la parte histológica de este trabajo, por su enseñanza y gran paciencia.

A los técnicos de la sala de disección: *Pepe, Quique y Santi.*

Al *Dr. Miguel Pérez-Guillermo*, jefe del Servicio de Anatomía Patológica de Cartagena, por ser un ejemplo profesional.

A la *Dra. Julia Ramírez Porras*, gran ejemplo profesional y personal a seguir y revisar las conclusiones de este trabajo.

A *Susana Puente Villaquiran*, radióloga del Hospital de Hellín, por aclararme dudas radiológicas y estar siempre dispuesta a ayudar.

A *Socorro Montalbán Romero*, jefa de sección del Servicio de Anatomía Patológica del Complejo Hospitalario de Cartagena, por facilitarme el paso durante mi residencia, por apoyarme en la elaboración de la presente tesis doctoral y por su excelente enseñanza profesional y ante todo personal. Mi más sincero aprecio y cariño.

A todos, que de una manera u otra habéis colaborado en la presente tesis doctoral:

**¡MUCHÍSIMAS GRACIAS!**



Parte de los resultados preliminares de esta Tesis Doctoral fueron presentados como comunicaciones (abstracts publicados) en el *Joint Meeting of Anatomical Societies*, celebrado en Bursa (Turquía) en 2011. Estos han servido de base para la elaboración de la presente tesis doctoral.

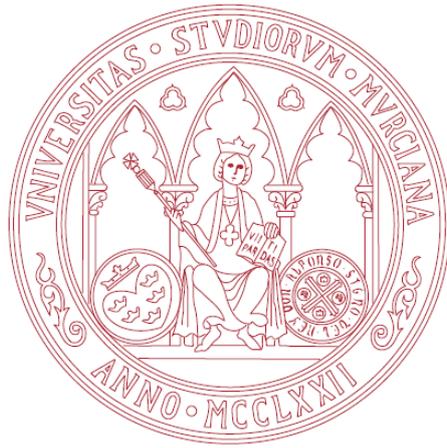
- Mañas CB, Sequeros OG, Cascales MM, Cabrera RS, Reviriego RL. New anatomoradiological finding about human temporomandibular joint. *Anatomy*. 2011; 5 (supplement): S40.

New anatomoradiological finding about human temporomandibular joint. Joint Meeting of Anatomical Societies. (Bursa, Turkey, 19-22 May 2011). Mañas CB, Sequeros OG, Cascales MM, Cabrera RS, Reviriego RL.

- Mañas CB, González Sequeros O, Cascales MM, Sarriá Cabrera R, Latorre Reviriego R. Utility of special projections of magnetic resonance study of the human temporomandibular joint. *Anatomy*. 2011; 5 (supplement): S67.

Utility of special projections of magnetic resonance study of the human temporomandibular joint. Joint Meeting of Anatomical Societies (Bursa, Turkey, 19-22 May 2011). Mañas CB, González Sequeros O, Cascales MM, Sarriá Cabrera R, Latorre Reviriego R.





---

# ÍNDICE

---

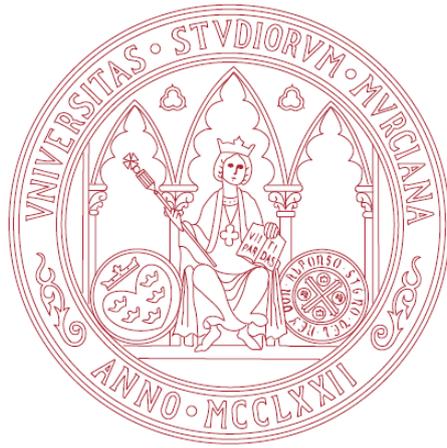


<b>0-RESUMEN (SUMMARY)</b> .....	<b>3</b>
<b>1-INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1-Generalidades sobre la articulación temporomandibular</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2-Superficies articulares de la articulación temporomandibular</b> .....	<b>11</b>
1.2.1- <u>Cóndilo de la mandíbula</u> .....	11
1.2.2- <u>Superficie articular del temporal</u> .....	12
<b>1.3-Disco articular</b> .....	<b>16</b>
1.3.1- <u>Morfología del disco</u> .....	16
1.3.2- <u>Localización del disco</u> .....	19
1.3.3- <u>Histología</u> .....	21
<b>1.4-Cápsula articular</b> .....	<b>23</b>
1.4.1- <u>Morfología e inserciones</u> .....	23
1.4.2- <u>Histología</u> .....	28
<b>1.5-Ligamentos intrínsecos y extrínsecos</b> .....	<b>29</b>
1.5.1- <u>Ligamentos intrínsecos</u> .....	29
1.5.2- <u>Ligamentos extrínsecos</u> .....	30
1.5.3- <u>Otros ligamentos (ligamentos discomaleolares)</u> .....	31
<b>1.6-Músculo pterigoideo lateral</b> .....	<b>33</b>
1.6.1- <u>Morfología</u> .....	34
1.6.2- <u>Origen e inserción</u> .....	36
1.6.2.1- <i>Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral</i> .....	36
1.6.2.2- <i>Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral</i> .....	39
1.6.3- <u>Relación con otros músculos masticatorios</u> .....	42
1.6.4- <u>Histología</u> .....	43
1.6.5- <u>Función</u> .....	43
<b>1.7-Vascularización e inervación</b> .....	<b>47</b>
1.7.1- <u>Irrigación arterial</u> .....	47
1.7.2- <u>Drenaje venoso</u> .....	49
1.7.3- <u>Inervación</u> .....	50
<b>1.8-Morfogénesis de la articulación temporomandibular</b> .....	<b>50</b>
1.8.1- <u>Desarrollo prenatal</u> .....	51
1.8.2- <u>Desarrollo postnatal</u> .....	55
<b>1.9-Biomecánica de la articulación temporomandibular</b> .....	<b>56</b>

<b>1.10-Disfunción de la articulación temporomandibular .....</b>	<b>58</b>
1.10.1- <u>Alteraciones en la posición del disco articular</u> .....	59
1.10.1.1- <i>Desplazamiento anterior del disco articular</i> .....	60
1.10.1.2- <i>Desplazamiento posterior del disco articular</i> .....	61
<b>1.11-Técnicas de imagen y la articulación temporomandibular .....</b>	<b>63</b>
1.11.1- <u>Resonancia magnética y la articulación temporomandibular</u> .....	63
1.11.1.1- <i>Fundamentos de la resonancia magnética</i> .....	63
1.11.1.2- <i>Resonancia magnética en la valoración de la ATM</i> .....	66
1.11.1.3- <i>Visualización de las estructuras anatómicas con RM de la ATM</i> .....	69
1.11.1.4- <i>Resonancia magnética y disfunción temporomandibular</i> .....	74
1.11.2- <u>Tomografía computerizada y la articulación temporomandibular</u> .....	75
1.11.2.1- <i>Visualización de estructuras anatómicas con TC de la ATM</i> .....	76
<b>1.12-Otros métodos de estudio de la ATM.....</b>	<b>77</b>
1.12.1- <u>Disección anatómica</u> .....	77
1.12.2- <u>Plastinación</u> .....	78
1.12.3- <u>Estudio histológico</u> .....	78
<b>2-JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>81</b>
<b>2.1-Justificación</b> .....	<b>83</b>
<b>2.2-Objetivos</b> .....	<b>85</b>
2.2.1- <u>Objetivo general</u> .....	85
2.2.2- <u>Objetivo específicos</u> .....	85
<b>3-MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>87</b>
<b>3.1-Material empleado</b> .....	<b>89</b>
<b>3.2-Planificación experimental</b> .....	<b>90</b>
<b>3.3-Estudio de imagen</b> .....	<b>91</b>
3.3.1- <u>Resonancia Magnética</u> .....	91
3.3.1.1- <i>Equipo</i> .....	91
3.3.1.2- <i>Protocolo de exploración</i> .....	92
3.3.1.3- <i>Análisis de la imagen</i> .....	95
3.3.2- <u>Tomografía Computerizada</u> .....	97
3.3.2.1- <i>Equipo</i> .....	97
3.3.2.2- <i>Protocolo de exploración</i> .....	97
3.3.2.3- <i>Análisis de la imagen</i> .....	97

<b>3.4-Estudio anatómico .....</b>	<b>98</b>
3.4.1- <u>Disección anatómica convencional</u> .....	98
3.4.1.1- <i>Abordaje frontal</i> .....	98
3.4.1.2- <i>Abordaje medial</i> .....	99
3.4.1.3- <i>Abordaje lateral</i> .....	99
3.4.2- <u>Criosecciones en sierra de banda</u> .....	99
3.4.2.1- <i>Realización de las Criosecciones</i> .....	101
3.4.3- <u>Plastinación (técnica E12)</u> .....	105
3.4.3.1- <i>Deshidratación</i> .....	105
3.4.3.2- <i>Impregnación</i> .....	106
3.4.3.3- <i>Polimerización</i> .....	106
3.4.4- <u>Fotografiado y escaneo</u> .....	106
<b>3.5-Estudio histológico .....</b>	<b>107</b>
3.5.1- <u>Preparación de las piezas</u> .....	107
3.5.2- <u>Obtención de cortes</u> .....	107
3.5.3- <u>Preparación de bloques de parafina</u> .....	107
3.5.4- <u>Secciones histológicas</u> .....	108
3.5.5- <u>Tinción histológica</u> .....	108
3.5.5.1- <i>Tinción de hematoxilina-eosina</i> .....	108
3.5.5.2- <i>Tinción de tricrómico de Masson</i> .....	109
3.5.5.3- <i>Tinción de fibras elásticas</i> .....	109
3.5.6- <u>Estudio de las secciones histológicas</u> .....	109
3.5.7- <u>Fotografiado</u> .....	110
<b>3.6-Estudio de correlación.....</b>	<b>110</b>
<b>4-RESULTADOS.....</b>	<b>111</b>
<b>4.1-Resultados del estudio anatómico.....</b>	<b>113</b>
4.1.1- <u>Superficies articulares</u> .....	113
4.1.2- <u>Disco articular</u> .....	114
4.1.2.1- <i>Disección anatómica</i> .....	114
4.1.2.2- <i>Secciones anatómicas</i> .....	114
4.1.3- <u>Cápsula articular</u> .....	115
4.1.3.1- <i>Disección anatómica</i> .....	115
4.1.3.2- <i>Secciones anatómicas</i> .....	116
4.1.4- <u>Músculo pterigoideo lateral</u> .....	120
4.1.4.1- <i>Disección anatómica</i> .....	120

4.1.4.2- <i>Secciones anatómicas</i> .....	121
4.1.5- <u>Relación vásculo-nerviosa</u> .....	126
4.1.5.1- <i>Disección anatómica</i> .....	126
4.1.5.1- <i>Secciones anatómicas</i> .....	126
<b>4.2-Resultados del estudio de técnicas de diagnóstico por imagen .....</b>	<b>185</b>
4.2.1- <u>Resonancia magnética y su correlación anatómica</u> .....	185
4.2.1.1- <i>Superficie articular</i> .....	185
4.2.1.2- <i>Disco articular</i> .....	187
4.2.1.3- <i>Cápsula articular</i> .....	188
4.2.1.4- <i>Músculo pterigoideo lateral</i> .....	188
4.2.1.5- <i>Relación vásculo-nerviosa</i> .....	191
4.2.2- <u>Tomografía computerizada y su correlación anatómica</u> .....	195
4.2.2.1- <i>Superficie articular</i> .....	195
4.2.2.2- <i>Disco y cápsula articular</i> .....	197
4.2.2.3- <i>Músculo pterigoideo lateral</i> .....	198
4.2.2.4- <i>Relación vásculo-nerviosa</i> .....	199
<b>4.3-Resultados del estudio histológico.....</b>	<b>233</b>
4.3.1- <u>Superficie articular</u> .....	233
4.3.2- <u>Disco articular</u> .....	233
4.3.3- <u>Cápsula articular</u> .....	234
4.3.4- <u>Músculo pterigoideo lateral</u> .....	236
4.3.5- <u>Relación vásculo-nerviosa</u> .....	238
<b>5-DISCUSIÓN.....</b>	<b>271</b>
<b>5.1-Superficies articulares y disco .....</b>	<b>274</b>
<b>5.2-Cápsula articular.....</b>	<b>277</b>
<b>5.3-Músculo pterigoideo lateral.....</b>	<b>279</b>
<b>5.4-Relación vásculo-nerviosa .....</b>	<b>283</b>
<b>6-CONCLUSIONES .....</b>	<b>287</b>
<b>7-BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>291</b>
<b>8-ABREVIATURAS .....</b>	<b>325</b>



---

## 0. RESUMEN/SUMMARY

---



La articulación temporomandibular (ATM) humana es objeto de múltiples estudios clínicos ya que se trata de una región anatómica compleja sometida a frecuentes alteraciones que dan lugar a la disfunción temporomandibular.

Existe controversia sobre la morfología y función de la articulación tanto desde su origen embriológico, como en las características de los diferentes elementos que la constituyen. Desde un punto de vista clínico, es fundamental conocer la morfología de esta articulación, para lo cual se suele utilizar la tomografía computerizada (TC) y fundamentalmente la resonancia magnética (RM) como técnicas de diagnóstico por imagen. Las proyecciones más usadas son las realizadas en los planos sagital, axial y coronal y proyecciones en planos especiales (oblicuo-sagital y el oblicuo-coronal). Asimismo, las técnicas de plastinación suponen una herramienta ideal para visualizar mayor cantidad de detalles anatómicos y ofrecen numerosas ventajas en el estudio de las articulaciones, además de permitir la correlación con las imágenes de TC y de RM.

Los objetivos de la presente tesis doctoral son evaluar las características morfológicas de los diferentes elementos de la ATM y su correlación radiológica, esclarecer la inserción del músculo pterigoideo lateral en la articulación y valorar la utilidad de las diferentes proyecciones de resonancia magnética en su estudio.

Para la realización del presente trabajo se han utilizado 24 piezas de ATM humanas de dieciocho individuos. Se han realizado RM en 7 de ellas, en los planos axial, oblicuo-sagitales (perpendicular al eje mayor del cóndilo y paralelo a las fibras del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral) y oblicuo-coronal. De las cuales, 4 se cortaron en los mismos planos que la RM y se plastinaron (técnica E12). Otras 3 piezas se estudiaron mediante TC en los

mismos planos que en RM, se cortaron y procesaron histológicamente, utilizando las tinciones de hematoxilina-eosina, orceína y tricrómico de Masson; el resto de piezas (17) se disecaron.

Los hallazgos obtenidos demuestran que el estudio anatómico seccional ha puesto de manifiesto que existen dos cápsulas bien diferenciadas y mediante la técnica de plastinación E12 se han identificado nuevos recesos articulares: posterosuperior y superomedial. En las secciones en el plano oblicuo-coronal se aprecia el mayor grosor de la parte medial del disco.

Las diferentes técnicas utilizadas en estos planos han permitido observar que el fascículo superior del músculo pterigoideo lateral se inserta en la zona anterior de las láminas superior e inferior de la cápsula, en la parte anterior de la cara inferior del disco, en el cóndilo y en la fosita pterigoidea. Fibras de ambos fascículos confluyen en estructura tendinosa conjunta para insertarse unidos en la parte más lateral de la fosita pterigoidea. Mientras que el resto de fibras del fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral se insertan en el cuello y en la rama mandibular, descendiendo su inserción hasta la proximidad de la línula. Las diferentes técnicas utilizadas en los planos oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales han demostrado que es un músculo multipeniforme. El plano oblicuo-sagital paralelo a las fibras del músculo pterigoideo lateral es el que permite valorar con mayor precisión la morfología e inserción de dicho músculo en los diferentes elementos de la ATM.

Las técnicas histológicas, de plastinación E12 y las imágenes de RM en las diferentes secciones propuestas han permitido apreciar que el plexo venoso pterigoideo se encuentra entre las dos láminas de la cápsula, bordeando la periferia del disco e imbricándose entre las fibras de inserción del músculo pterigoideo lateral.

Es importante la realización de estudios radiológicos en los planos oblicuos, tanto oblicuo-coronales como ambos tipos de oblicuo-sagitales, ya que aquellos paralelos a las fibras del músculo pterigoideo lateral ofrecen una visualización completa fundamentalmente de los aspectos anteriores de la ATM.

Temporomandibular joint (TMJ) is subject to multiple human clinical studies because is a complex anatomical region and suffers Temporomandibular dysfunction.

There is controversy about the morphology and function of the joint not only from its embryological origin, but also by the characteristics of its different elements. From a clinical point of view, it is essential to know the morphology of this articulation, for which is often used imaging techniques such as computed tomography (CT) and especially magnetic resonance imaging (MRI). Projections most used are those in the sagittal, axial and coronal planes and also projections on special planes (oblique-sagittal and oblique-coronal). Plastination techniques are an excellent tool for displaying as much anatomical detail and allow the correlation with CT images and MRI.

The aims of this thesis are to evaluate the morphological characteristics of the various elements of the TMJ, especially the insertion of the lateral pterygoid muscle in the joint, and its radiological correlation and assess the usefulness of different MRI projections.

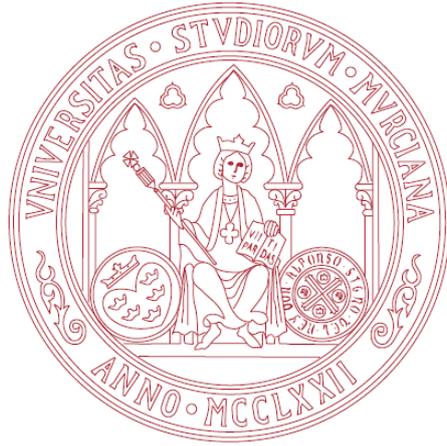
To carry out this study 24 human TMJ from eighteen individuals have been used. MRI was performed in 7 of them in the axial, oblique-sagittal (perpendicular to the long axis of the condyle and parallel to the fibres of the upper bundle of the lateral pterygoid muscle) and oblique-coronal. Four of them were cut in the same planes as MRI and the sections were plastinated (technical E12). Other 3 different TMJ joints were studied by CT in the same planes as MRI. Later they were cut and processed histologically using hematoxylin-eosin, orcein and Masson trichrome staining. The remaining pieces (17) were dissected.

The findings shows that sectional anatomical study has displayed that there are two different capsules. By E12 plastination technique it has been identified new joint recesses: posterosuperior and superomedial. In the sections in the oblique-coronal plane the greater thickness of the medial part of the disc is appreciated.

The different techniques used in all sections, and mainly in the oblique-sagittal plane, have allowed to observe that the upper fascicle of the lateral pterygoid muscle is inserted in the anterior region of the upper and lower sheets of the capsule, in the front of the underside of the disc, in the condyle and the pterygoid fovea. Fibres of both bundles converge in a single tendon to be inserted laterally into the pterygoid fovea, while the rest of the lower fascicle of the lateral pterygoid muscle is inserted into the neck and mandibular branch, descending until the vicinity of the lingula. The different techniques used in the oblique-sagittal and oblique-coronal planes have shown to be a multipennate muscle. The oblique-sagittal plane, parallel to the fibres of the lateral pterygoid muscle, allows more accurately assess the morphology and insertion of the muscle in the different elements of the TMJ.

Histological and E12 plastination techniques with MRI images in the different sections have made it possible to appreciate the pterygoid venous plexus and how it is between the two sheets of capsule, along the periphery of the disc with mutual relationships with the fibres of insertion of the lateral pterygoid muscle.

It is important performing imaging studies in both oblique-coronal plane and in oblique-sagittal planes, (especially those parallel to the lateral pterygoid muscle fibres) because they provide complete visualization on the details of the anterior part of the TMJ.



---

# 1. INTRODUCCIÓN

---



El sistema masticatorio o aparato estomatognático está constituido por dos articulaciones temporomandibulares, derecha e izquierda, que guiarán los movimientos mandibulares y de los dientes; por varios tipos de músculos, propios de la masticación y suprahioides, así como por ligamentos y estructuras vasculares y nerviosas como el nervio trigémino, entre otros. Todos estos elementos están implicados en la función masticatoria, pero no se puede olvidar que además de ésta, el sistema masticatorio es responsable de otras acciones como hablar o bostezar.

Si se presenta una alteración en alguno de los componentes del sistema, la sintomatología clínica puede reflejarse en cualquiera de las estructuras del mismo, normalmente como dolor y disfunción en la articulación temporomandibular (ATM) y en los músculos masticatorios, sintomatología que se conoce como disfunción temporomandibular (Nelson y Ash, 2015) o mioartropatía del sistema masticatorio (Palla, 2003). La prevalencia de la disfunción temporomandibular es alta en la población general, manifestándose síntomas o signos clínicos entre el 40% y el 75% de la misma. En cuanto a la etiopatogenia, la mayoría de las opiniones sugieren que es debida a trastornos musculares, discopatías o artrosis, siendo por ello esta articulación temporomandibular y sus músculos asociados, sobre todo el pterigoideo lateral, objeto de múltiples estudios clínicos y radiológicos, que intentan aclarar la fisiopatología de la disfunción.

### **1.1- Generalidades sobre la articulación temporomandibular:**

La ATM es una articulación compleja que siempre ha ocasionado controversia, incluso para encuadrarla dentro de un tipo concreto de articulación. Clásicamente se le ha considerado como de tipo condíleo,

formada por la unión del cóndilo mandibular y la superficie articular del temporal, con un disco o menisco interpuesto cuyo margen está incorporado a la cápsula articular (Testut y Latarjet, 1975; Rouvière y Delmas, 2002). Algunos autores como Dubrul (1990) hablan de una articulación bicondílea, mientras que otros consideran que la ATM es una verdadera enartrosis (Orts LLorca, 1986).

Normalmente esta articulación se reconoce como una articulación condílea que actúa funcionalmente de forma sinérgica con la ATM contralateral y presenta un característico desplazamiento anterior (Gray, 2015).

La articulación temporomandibular (ATM) está compuesta por el cóndilo de la mandíbula, la fosa mandibular, el tubérculo articular del temporal y, situándose entre ambas porciones, el disco articular (**figuras 1.1, 1.2**). También existen diferentes elementos estabilizadores de la misma, como son la cápsula articular y los ligamentos laterales. El ligamento externo es el principal medio de unión de la ATM y el ligamento interno (también conocido como ligamento lateral interno corto de Morris), más delgado y con menos importancia en la estabilidad de la articulación.

Las superficies articulares de la ATM están recubiertas por fibrocartílago (Katzberg y cols., 1996; Velayos y cols., 2001) que presenta un espesor aumentado en la vertiente anterior del cóndilo y en la cara posterior del tubérculo articular del temporal, debido a la compresión ejercida entre dichos elementos articulares (**figura 1.3**) (Wright y Moffett, 1974; Keith, 1982, DuBrul, 1990). Ambas superficies se relacionan con el disco articular.

A continuación se exponen las principales relaciones de esta articulación.

- Relaciones de la articulación temporomandibular:

La ATM se relaciona con diversas estructuras a nivel medial, lateral, anterior, posterior, craneal y caudalmente (Testut y Latarjet, 1975). De forma que:

- Medialmente, se asocia con varios elementos de la vecindad de la fisura de Glaser, como son algunas de las ramas de la arteria maxilar

(arteria meníngea media cerca de la espina mandibular, la arteria meníngea menor y la arteria timpánica), el ligamento esfenomandibular, el ligamento discomaleolar, el nervio auriculotemporal, la cuerda del tímpano, el nervio lingual y el nervio alveolar inferior.

- Lateralmente, está en contacto con la piel de la cara, por delante del trago y el ganglio preauricular, y con la cara profunda de la glándula parótida, la arteria transversa de la cara y ramas temporales del nervio facial. Entre el cóndilo y el trago se encuentran el nervio auriculotemporal y los vasos auriculotemporales.
- Anteriormente, con el músculo pterigoideo lateral y el músculo masetero, así como a través de la escotadura sigmoidea con los vasos y nervios maseterinos y con el músculo temporal.
- Posteriormente, se relaciona con el conducto auditivo externo (tanto la parte ósea como la cartilaginosa), con la prolongación ascendente de la glándula parótida y con el plexo vascular pterigoideo.
- Cranealmente, con la fosa craneal media a nivel de la fosa mandibular (cavidad glenoidea) cuya pared suele ser muy delgada, y con la fosa temporal.
- Caudalmente, el cóndilo mandibular a través del cuello se continúa con la rama mandibular.

## **1.2- Superficies articulares de la articulación temporomandibular:**

### **1.2.1- Cóndilo de la mandíbula:**

El cóndilo presenta una morfología elíptica y una dirección oblicua de lateral a medial y de anterior a posterior (**figura 1.1**) y se halla recubierto por tejido fibrocartilaginoso (**figura 1.2C**). Su eje mayor está dirigido hacia atrás y medialmente, situándose un poco por delante de la parte central del agujero occipital, mientras que el eje menor se prolonga hacia delante y se encuentra anterior a la sínfisis mentoniana (Testut y Latarjet, 1975). En una visión lateral el cóndilo presenta una cara superior en forma de ángulo diedro, con dos vertientes: anterior y posterior. La vertiente posterior se continúa caudalmente con una superficie triangular, que se confunde con la extremidad superior del

borde posterior de la rama mandibular (**figura 1.1**). Ambas vertientes se articulan con la superficie articular del temporal, aunque la anterior es la superficie articular más activa (Rouvière y Delmas, 2002). El cóndilo se une con la rama de la mandíbula a través del cuello (**figuras 1.1A, C**) y en la región anteromedial del mismo presenta una fovea, es la fosita pterigoidea (**figuras 1.1C, D**), donde se inserta parte del músculo pterigoideo lateral.

### 1.2.2- Superficie articular del temporal:

La superficie articular del temporal está constituida por el tubérculo articular del temporal y la fosa mandibular.

El tubérculo articular del temporal (**figuras 1.1A, B**), formado por la raíz transversa de la apófisis cigomática, presenta una morfología convexa en sentido anteroposterior y ligeramente cóncava lateromedialmente y se dirige oblicuamente hacia dentro y atrás (Testut y Latarjet, 1975). Se encuentra recubierto por tejido fibrocartilaginoso (**figura 1.2A**).

La fosa mandibular (cavidad glenoidea) es una depresión de forma elíptica (cóncava en ambas direcciones, anteroposterior y lateromedial) que situada en la parte inferolateral del temporal, muestra la misma dirección que el eje mayor del cóndilo mandibular, esto es, oblicua posteromedialmente (**figuras 1.1A, B, 1.2A**). Dicha cavidad está dividida por la fisura de Glaser en una parte anterior (situada en la escama de dicho hueso) y recubierta de fibrocartilago y una parte posterior -extraarticular- de mayor tamaño, que constituye la pared anterior del conducto auditivo externo y proviene embriológicamente del hueso timpánico. La fisura de Glaser está constituida por el conjunto de las fisuras timpanoescamosa, petroescamosa y la petrotimpánica (Testut y Latarjet, 1975).

Ambas superficies articulares (cóndilo y eminencia articular) están recubiertas por un tejido que presenta las siguientes capas, desde la parte externa hasta la interna (Gómez de Ferraris y Campos, 2009):

- Zona articular: tejido conectivo fibroso.
- Zona proliferativa: células mesenquimales indiferenciadas pluripotenciales.

- Zona de fibrocartílago: fibras dispuestas al azar (resisten fuerzas compresivas y laterales).
- Zona de cartílago hialino calcificado: con fibras colágenas dispuestas de forma radiada.
- Zona de tejido óseo subarticular (hueso subcondral).

De estas capas, la más importante es la zona proliferante, en ella las células son capaces de generar su propia actividad en cualquier momento de la vida hasta que disminuyen y desaparecen, fenómeno que ocurre después de los 30 años de vida. Desempeñan un papel de gran importancia en el modelado y la reparación de las superficies articulares.

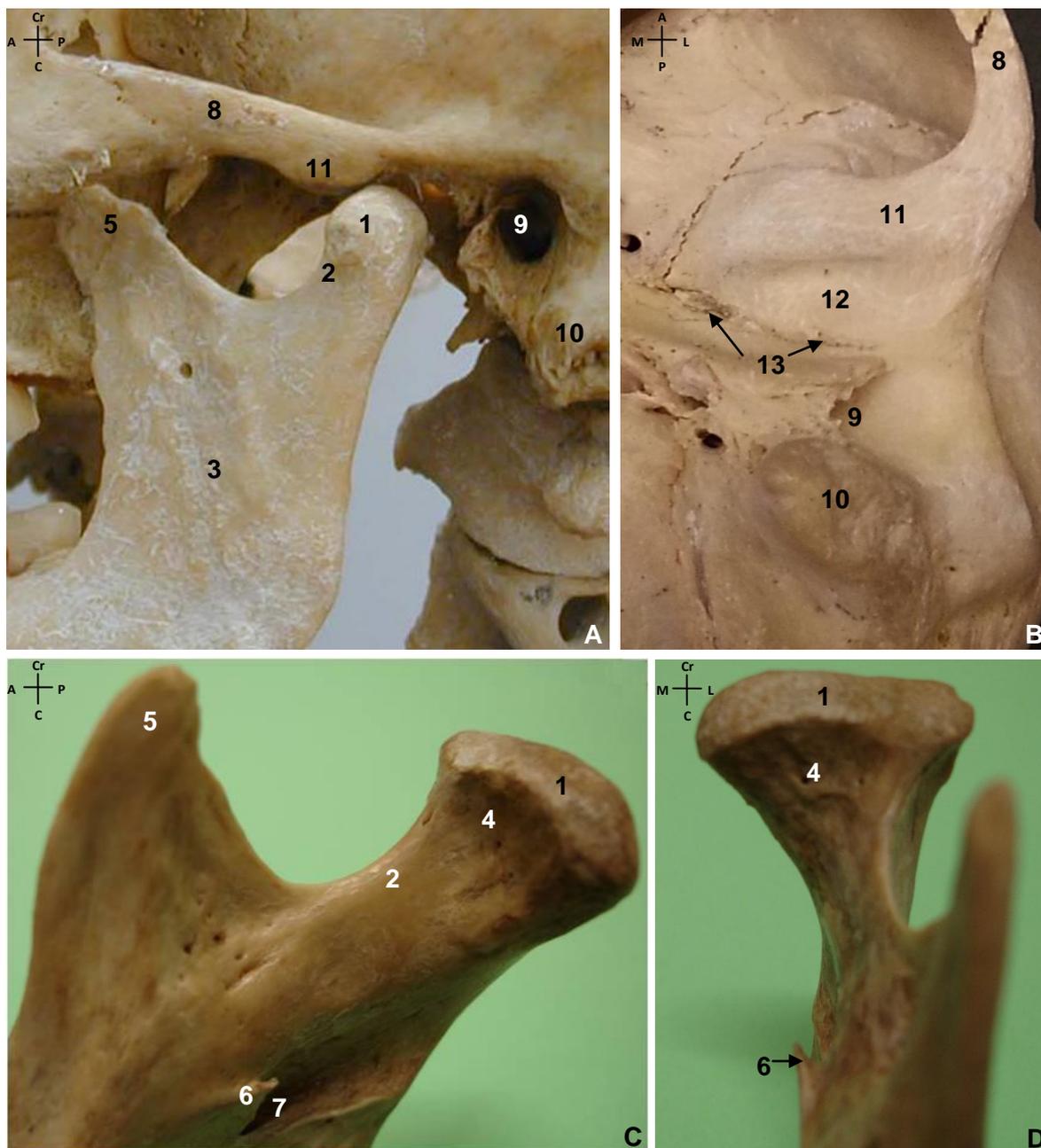
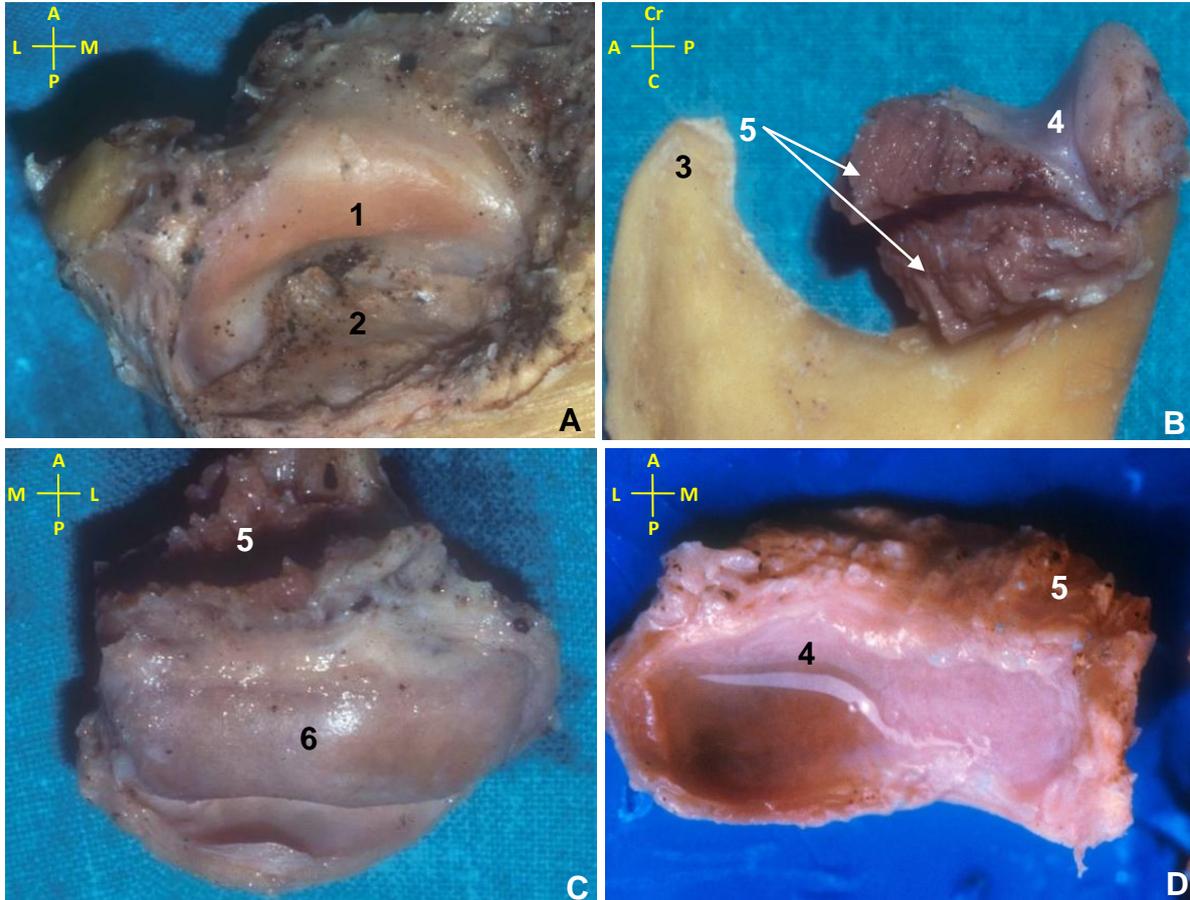


Fig. 1.1- Osteología de la ATM humana. A) Visión lateral de la ATM. B) Superficie articular del hueso temporal, visión caudal. C) Mandíbula, visión medial. D) Mandíbula, visión anterocraneal.

Topograma: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal, L lateral, M- medial.

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1- Cóndilo mandibular.               | 8- Arco cigomático.                      |
| 2- Cuello mandibular.                | 9- Conducto auditivo externo.            |
| 3- Rama de la mandíbula.             | 10- Apófisis mastoides.                  |
| 4- Fosita pterigoidea.               | 11- Tubérculo articular del temporal.    |
| 5- Apófisis coronoides.              | 12- Fosa mandibular o cavidad glenoidea. |
| 6- Espina de Spix.                   | 13- Fisura de Glaser.                    |
| 7- Orificio del conducto mandibular. |  |



**Fig. 1.2- Imágenes de disección de las superficies articulares y del disco articular de ATM humana. A)** Visión caudal de la superficie articular del hueso temporal derecho (tubérculo articular y fosa mandibular). **B)** Visión medial del disco articular derecho situado en el cóndilo de la mandíbula y su relación con el músculo pterigoideo lateral. **C)** Visión craneal del cóndilo derecho desarticulado. **D)** Visión caudal del disco articular derecho. Destacamos la morfología del disco en silla de montar (cóncava anteroposteriormente y convexa lateromedialmente), inferiormente se trata de una articulación condílea (presentando forma cóncava anteroposterior y lateromedialmente).  
Topograma: **A-** anterior, **P-** posterior, **Cr-** craneal, **C-** caudal, **L-** lateral, **M-** medial.

- 1- Tubérculo articular del temporal.
- 2- Fosa mandibular.
- 3- Apófisis coronoides de la mandíbula.

- 4- Disco articular.
- 5- Músculo pterigoideo lateral.
- 6- Cóndilo mandibular.

### 1.3- Disco articular:

El disco o menisco articular es una estructura fibrocartilaginosa cuya función es la de subsanar la incongruencia entre las superficies articulares óseas, restableciendo la armonía entre éstas (Testut y Latarjet, 1975).

#### 1.3.1- Morfología del disco:

Tiene forma elíptica, con un eje mayor transversal que presenta una dirección oblicua de lateral a medial y de anterior a posterior, a semejanza del cóndilo mandibular (Testut y Latarjet, 1975; Orts Llorca, 1986), y un eje menor anteroposterior también oblicuo (**figura 1.2**).

El disco según los autores clásicos tiene dos caras, dos extremidades y dos bordes (Testut y Latarjet, 1975).

Las *dos caras* son: una anterosuperior (cóncava por delante, que se relaciona con el tubérculo articular del temporal; y convexa por detrás, que se relaciona con la parte anterior de la fosa mandibular); y otra posteroinferior (cóncava, que cubre al cóndilo de la mandíbula y se encuentra mirando hacia atrás).

Estudios más recientes basándose en la topografía Moiré (Bermejo-Fenoll y cols., 1987), refieren que la cara anterosuperior del disco presenta una concavidad anteroposterior y convexidad lateromedial, asemejándose a una silla de montar, mientras que la cara posteroinferior del disco es cóncava. Otros autores confirmaron estas características morfológicas de las caras del disco (cara anterosuperior, cóncavo-convexa y cara posteroinferior, cóncava) a través de diversos estudios de anatomía comparada realizados en mamíferos (González-Sequeros, 1990; González y cols., 1992).

Esta configuración del disco, al adaptarse a las superficies articulares óseas, proporciona una morfología característica a la articulación temporomandibular. Así, al articularse la cara anterosuperior del disco con la superficie articular del temporal, adquiere esta articulación una morfología en encaje recíproco o en silla de montar; mientras que la cara posteroinferior al articularse con el cóndilo presenta una morfología de tipo condílea. En los estudios de anatomía comparada realizados en mamíferos y aplicando técnicas de disección e histológicas, también se observaron estas peculiaridades

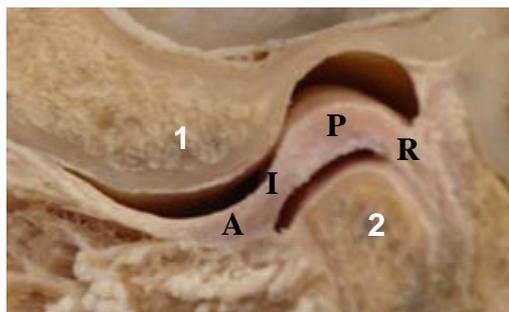
anatómicas, diferenciando en omnívoros, carnívoros y roedores una articulación superior en encaje recíproco y una inferior de tipo condílea, mientras que en herbívoros ambos tipos de articulaciones están presentes pero en localización inversa, esto es, una articulación superior de tipo condílea y la inferior de tipo en encaje recíproco (González-Sequeros, 1990; González y cols., 1992).

Las *extremidades o polos* del disco, lateral y medial, se curvan inferiormente para fijar el disco a las extremidades del cóndilo mandibular a través de delgados fascículos fibrosos. En la mayoría de la bibliografía consultada se describe la parte lateral del disco de mayor grosor que la medial (Testut y Latarjet, 1975; Rouvière y Delmas, 2002).

En cuanto a los *bordes* del disco se denominan anterior y posterior, y según autores clásicos el borde posterior es más grueso que el anterior. Esta diferencia de espesor del disco permitió dividirlo según el plano sagital en tres bandas, esto es, anterior, central o intermedia y posterior (Testut y Latarjet, 1975). Así, en los adultos el disco presenta un grosor medio de 2 mm en la zona anterior, 1 mm en su parte central, y 3 mm en la zona posterior (DuBrul, 1990). Otros autores refieren valores similares y proporcionales a los descritos en las diferentes regiones del mismo (Ballesteros y García, 1998; Matamala y cols., 2006; Giambartolomei y cols., 2011).

Algunos trabajos diferencian *4 zonas* en el disco en una visión anteroposterior (**figura 1.3**) (Ballesteros y García, 1998; Detamore y Athanasiou, 2003; Okesson, 2003; Matamala y cols., 2006), tal y como a continuación se detalla:

- Zona o banda anterior.
- Zona intermedia o central.
- Zona o banda posterior.
- Zona retrodiscal o bilaminar.



**Fig. 1.3-** Sección sagital de la articulación temporomandibular con distracción de los elementos articulares que permite apreciar los dos espacios articulares. Se observa el tubérculo articular del temporal (1), el cóndilo del maxilar inferior (2) y las diferentes partes del disco articular: banda anterior (A), zona intermedia (I), banda posterior (P) y zona retrodiscal (R).

La banda anterior del disco se relaciona con el músculo pterigoideo lateral. La zona intermedia es la zona de menor espesor, y le confiere la flexibilidad necesaria al mismo para que se deslice hacia abajo y resbale sobre la vertiente posterior del tubérculo articular del temporal (DuBrul, 1990). La banda posterior es la zona de mayor grosor del disco y se continúa con la zona retrodiscal o bilaminar del disco.

Esta zona retrodiscal ha sido denominada de varias formas, tales como: zona bilaminar (Scapino 1991a, b), almohadilla retroarticular o retrodiscal de Zenker (DuBrul, 1990) y almohadilla grasa retrodiscal (Murakami y Hoshino, 1982), siendo esta región considerada como el cuarto componente del disco articular (Christo y cols., 2005). Esta zona corresponde al disco articular que cambia su estructura fibrocartilaginosa y deja de ser compacto para convertirse en fasciculado, relacionándose con la cápsula articular y con el plexo venoso retroarticular. Tal y como refieren Cascone y cols., (1999) Rees (1954) describió esta zona dividida en un estrato superior, cuyas fibras conjuntivas se continuarían con el periostio de la zona posterior de la cavidad glenoidea, y otro inferior, cuyas fibras se insertarían en la zona posterior del cóndilo, la cara profunda de esta estructura se haya recubierta por sinovial. Entre ambos estratos se encuentran nervios y vasos retroarticulares que intervendrían en la replección vascular en los movimientos de la ATM. Además, las fibras del estrato superior contribuyen a los movimientos discales de forma que se

elongan cuando se contrae el músculo pterigoideo lateral y permiten el desplazamiento anterior del disco y se contraen cuando se relaja el músculo mencionado, facilitando el desplazamiento posterior del disco (DuBrul, 1990). En relación a la importancia del disco, Osborn (1985) consideró que la morfología del disco se modela como respuesta a las fuerzas condilares que lo comprimen contra el tubérculo articular, de forma que su centro se encuentra adelgazado y la periferia engrosada. Además refirió que intervendría en la diseminación de las fuerzas, limitación de la profundidad a la que el cóndilo es comprimido dentro de las partes blandas del temporal y proporcionaría libertad al cóndilo para deslizarse sobre las superficies articulares del temporal sin dañarlas.

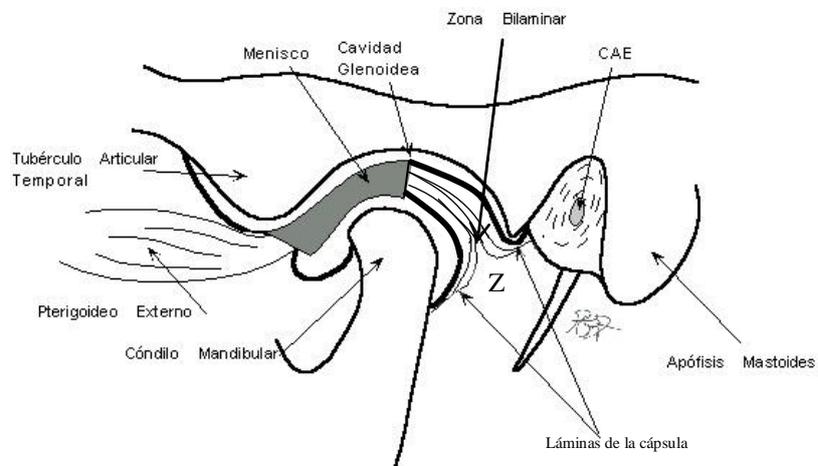
#### 1.3.2- Localización del disco:

El disco articular se encuentra situado entre el cóndilo de la mandíbula y la superficie articular del temporal. La disposición del disco varía según esté la boca cerrada o abierta.

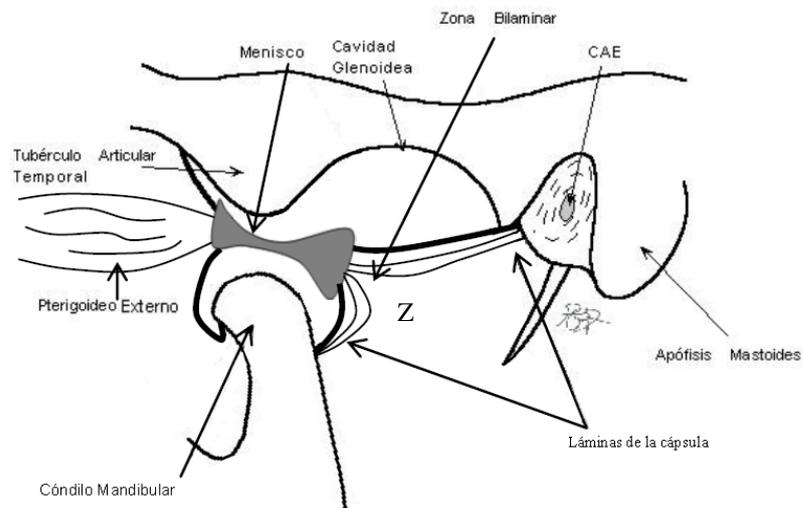
Cuando la boca está *cerrada* (**figura 1.4A**) cada una de las zonas del disco se encuentra en posición diferente, de manera que la parte o banda anterior del disco se encuentra enfrente de la vertiente anterior del cóndilo y por debajo del tubérculo articular del temporal; la porción central o intermedia del mismo está situada entre el relieve craneoventral o ángulo diedro del cóndilo y la parte posterior del tubérculo articular; y la banda posterior se encuentra sobre el cóndilo cubriendo la vertiente posterosuperior del mismo (Hans y cols., 1992; Koriath y cols., 1992; Westesson y cols., 1998, 2003; Beek y cols., 2000; Tanaka y cols., 2001; Katzberg y Tallents, 2005). La parte posterior del cóndilo mandibular está libre del contacto con el disco y se relaciona inmediatamente con la parte posterior de la cápsula articular.

Mientras que cuando la boca está *abierta* (**figura 1.4B**), la partes anterior y media del disco se encuentran situadas superiormente al cóndilo, entre la vertiente anterosuperior y el ángulo diedro del mismo y el tubérculo articular; y la parte posterior del disco se relaciona con la vertiente posterior del cóndilo (Westesson y cols., 1998; 2003).

## A. Boca cerrada



## B. Boca abierta



**Fig. 1.4-** Esquema de la ATM (articulación temporomandibular). **A)** Boca cerrada. **B)** Boca abierta. Se observa el tubérculo articular del temporal, el condilo mandibular, el disco o menisco articular, la cápsula articular, el músculo pterigoideo lateral, espacio retroarticular de Zenker (Z) con estructuras vasculares y el conducto auditivo externo (CAE).

### 1.3.3- Histología:

El disco está constituido por tejido conectivo denso, con muy escasos condrocitos estratificados y una matriz extracelular compuesta por fibras de colágeno tipo I y II. Las diferentes regiones del mismo presentan una serie de peculiaridades en cuanto a su histología.

La banda o zona anterior del disco está constituida por haces de fibras colágenas con una dirección transversal, esto es lateromedial, las cuales forman una banda que atraviesa por encima las inserciones discales en los polos del cóndilo (DuBrul, 1990). Además, Schmolke (1994) observó que fibras colágenas de esta zona del disco se extienden como delgadas láminas al tejido conectivo prearticular, donde existe tejido adiposo, tejido conectivo laxo y estructuras vasculares. También se observan fibras elásticas, aunque en menor proporción que colágenas, así Clément y cols., (2006) identificaron y cuantificaron las fibras elásticas de esta región, encontrando mayor densidad de las mismas en su parte lateral.

En la zona intermedia del disco las fibras colágenas se disponen fundamentalmente en un sentido anteroposterior (Scapino y cols., 1991b; González y cols., 1998), y se encuentra bordeada por fibras colágenas de las bandas anterior y posterior con una dirección transversa, adyacentes a su inserción en la cápsula (DuBrul, 1990). En la parte central de esta región no se han identificado, o son muy escasas, fibras elásticas (Clément y cols., 2006).

La banda posterior del disco presenta haces de fibras colágenas dispuestas transversalmente, que se curvan sobre la parte superior del cóndilo en la zona de inserción en polos medial y lateral del mismo. Algunos autores identificaron un entramado de fibras en esta región posterior (Thilander y cols., 1976), de forma que fibras de la región central del disco con una orientación anteroposterior atraviesan los haces de colágeno de la banda posterior y se prolongan hacia la parte inferior del disco (DuBrul, 1990). También presenta fibras elásticas pero en menor proporción que la banda anterior del disco, y al igual que en dicha región son más abundantes en la parte lateral (Clément y cols., 2006).

Esta orientación de las fibras de colágeno, podría estar en relación con las líneas de estrés o de tensión del disco, tal y como Koolstra y Tanaka (2009) han propuesto.

La zona bilaminar del disco está formada por un estrato superior e inferior de fibras de tejido conectivo, dichas fibras se originan en el disco y se fusionan con la cápsula articular. Entre ambas láminas se halla el denominado espacio retroarticular de Zenker, donde además de tejido conjuntivo y fibras elásticas, se observan cúmulos de tejido adiposo, un sistema arterial especializado (como son ramas de la arteria timpánica anterior), un gran plexo venoso, linfáticos y un profuso suplemento nervioso (fundamentalmente con ramas del nervio auriculotemporal). (Scapino, 1991a, b; Schmolke, 1994; Loughner y cols., 1997; Mérida-Velasco y cols., 1997).

En la parte intermedia y posterior de la *zona bilaminar*, se ha observado la existencia de fibras de colágeno densas que se extienden hacia el espacio retroarticular, (Schmolke, 1994).

Además de estas fibras colágenas se han identificado abundantes fibras elásticas, las cuales fueron cuantificadas en las diferentes regiones del mismo por Clément y cols., (2006) tal y como hemos ido comentando. Dichos autores refieren que es en la zona bilaminar donde mayor cantidad de fibras elásticas hay, y fundamentalmente en la parte superior de dicha región. Diferentes autores han relacionado las fibras elásticas con la biomecánica de la ATM, tal y como se ha explicado anteriormente, son estas fibras las que se expanden al contraerse el músculo pterigoideo lateral, permitiendo el desplazamiento anterior del disco y al relajarse dicho músculo las fibras elásticas se contraen facilitando el deslizamiento posterior del disco (DuBrul, 1990). Pozo (2010) identificó que este tipo de fibras se relacionaba con las lagunas venosas retroarticulares, sugiriendo al igual que otros autores (Cascone y cols., 1999) (Scapino, 1991a; Clément y cols., 2006) que favorecería la flexibilidad de la región y el bombeo del plexo venoso para adaptarse al movimiento de la articulación.

Al analizar la morfología del disco mediante *microscopio electrónico* de barrido se ha puesto de manifiesto la importancia de la disposición de las fibras de colágeno de las diferentes zonas del disco articular y la de los pliegues de la

superficie del disco, relacionándose esta disposición con la funcionalidad de las diferentes regiones (González-Sequeros y cols., 1996). Algunos autores han observado que en la zona central del disco las fibras de colágeno se encuentran más compactas ya que es la zona donde soportan mayor carga y que los pliegues de la cara superior con una mayor anchura en la periferia y los polos, repartirían mejor las fuerzas que en la cara inferior (González-Sequeros y cols., 1996) sufriendo las zonas periféricas del disco deformaciones con los desplazamientos anteroposteriores y mediolaterales. Estos mismos autores observaron en la zona intermedia que las fibras de colágeno mostrarían una disposición oblicua hacia fuera y hacia delante respecto al eje mayor del disco, mientras que Minarelli y cols., (1997) refieren que las fibras de colágeno de la zona anterior muestran una orientación oblicua anteroposteriormente y en la zona intermedia se encuentran en todas las direcciones: anteroposterior, laterolateral y oblicua.

Con el proceso del *envejecimiento*, además de las alteraciones en el grosor de las superficies articulares, como la perforación del disco articular, hay cambios histológicos en la estructura de la unión posterior. Algunos autores observaron la pérdida de glicosaminoglicanos en el disco y también han descrito que las fibras colágenas adquieren una disposición más homogénea, las elásticas presentan mayor calibre, hay un incremento en el tejido adiposo y cambios en la vascularización e inervación del disco (Katzberg y Tallents, 2005).

#### **1.4- Cápsula articular:**

Se trata de una estructura fibrosa que engloba y rodea los diferentes elementos articulares que componen la articulación temporomandibular.

##### **1.4.1- Morfología e inserciones:**

Clásicamente, se ha considerado que la cápsula articular es un manguito que se extiende desde la superficie articular del temporal hasta el contorno del cuello de la mandíbula. Se fija en la superficie articular del temporal y en el cóndilo mandibular, y en la periferia del disco articular (Testut y Latarjet, 1975;

DuBrul, 1990). De ese modo se considera que la cápsula presenta fibras largas, que se dirigen desde el hueso temporal hasta el cóndilo mandibular y son más superficiales, y fibras cortas, que serían las que se insertan en el disco y son más profundas, diferenciándose así fibras temporomeniscales y meniscocondilares (Paturet, 1951; Testut y Latarjet, 1975).

De forma que a nivel de la *superficie articular del temporal*, la cápsula articular se inserta:

- Anteriormente en el borde de la raíz transversa de la apófisis cigomática.
- Posteriormente por delante de la fisura de Glaser (partes escamotimpánica y petrotimpánica).
- Lateralmente en el tubérculo cigomático.
- Medialmente en la espina del esfenoides.

Y a nivel del *cuello de la mandíbula* se inserta:

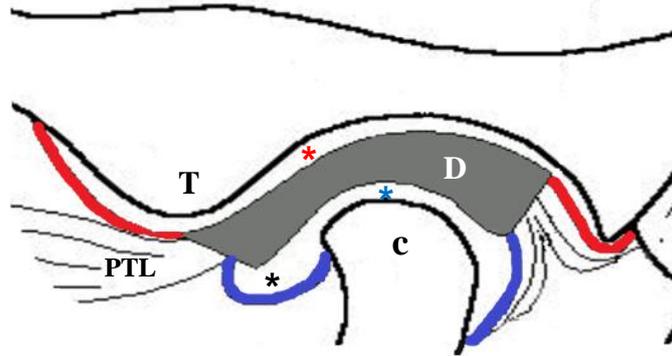
- Anteriormente muy cerca de la superficie articular del cóndilo.
- Posteriormente en el cuello de la mandíbula, donde desciende más que en la cara anterior.
- En los polos condilares, los ligamentos discales van a actuar permitiendo que el disco se mueva en conjunto con el cóndilo, durante los desplazamientos anteriores y posteriores pero limitan el desplazamiento transversal, medial o lateral del mismo sobre el cóndilo. Son responsables del movimiento de bisagra de la articulación.

Otros autores describen la existencia de una *doble cápsula* articular (**figura 1.5**), aspecto que se encuentra en consonancia con el concepto de doble articulación (Bermejo-Fenoll y cols., 1992, 1993; González y cols., 1992).

Esta doble cápsula estaría formada:

- Superiormente: por fibras que se dirigen desde la superficie articular del temporal hasta el disco articular, bordeándolo en todo su contorno y delimitando el espacio o cavidad articular superior o suprameniscal.

- Inferiormente: por fibras que desde la periferia del disco confluyen en el cuello de la mandíbula y conforman el espacio articular inferior o inframeniscal.



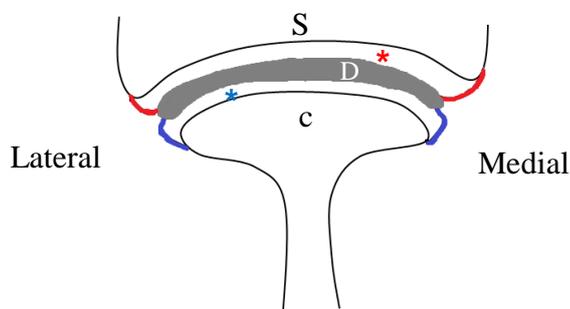
**Fig. 1.5-** Esquema de la ATM, imagen sagital, se observa la *doble cápsula articular*: superior (roja) e inferior (azul) y las dos cavidades articulares: temporomeniscal (asterisco rojo) y meniscocondilar (asterisco azul), así como el receso anteroinferior (asterisco negro). Abreviaturas: c- cóndilo, D- disco articular, PTL- músculo pterigoideo lateral, T- tubérculo articular del temporal.

Estos autores, basándose en estudios macroscópicos de disección, histología y reconstrucciones 3D, refieren que cada ATM está realmente compuesta por dos articulaciones morfológicamente diferentes:

- Témporo-meniscal o cavidad articular superior, que es una articulación en encaje recíproco o silla de montar.
- Menisco-condilar o cavidad articular inferior: que es una articulación condílea.

Ambas articulaciones se visualizan como cavidades articulares independientes mediante técnicas de artroscopia (Tvrdy, 2007; Liu y cols., 2010). En artrografía para conseguir la replección con contraste de ambas cavidades es necesario el abordaje independiente de las mismas y solo cuando existe perforación discal ambas cavidades se comunican (Murakami y Hoshino, 1982; Xu y cols., 2012). Incluso hay estudios que establecen que estas cavidades presentan distintos coeficientes de fricción (Manfredini, 2009).

Además de ser independientes, ambas articulaciones no son iguales, de este modo los cortes coronales más anteriores (**figura 1.6**) permiten observar que la cavidad articular superior (témpero-meniscal) es más extensa que la inferior (menisco-condilar) (Schmolke, 1994).



**Fig. 1.6-** Esquema de la ATM, visión coronal o frontal. Se observa la doble cápsula articular: superior (roja) e inferior (azul) y las *dos cavidades articulares*: tèmpero-meniscal (asterisco rojo) y menisco-condilar (asterisco azul). Abreviaturas: **c**- cóndilo, **D**- disco articular, **S**-superficie articular del temporal.

En la parte anterior de la cápsula las fibras menisco-condilares se conectan con la fascia del músculo pterigoideo lateral, por lo que muchos autores niegan la existencia de la cápsula a ese nivel. Tal y como Bravetti y cols., (2004) afirman cuando realizaron secciones en el plano sagital y horizontal de la ATM y no observaron la presencia de la cápsula articular en esa región.

La lámina lateral de la cápsula articular establece una conexión directa entre el hueso temporal y la mandíbula. Esta conexión ocurre mediante fibras largas que, a modo de refuerzo fibroso, da lugar al *ligamento lateral externo* (Williams y cols., 1989; Bermejo-Fenoll y cols., 1992), el cual parcialmente se inserta en la fascia del músculo temporal (Schmolke, 1994), aunque otros autores no han observado su relación con las estructuras musculares. También existe una débil unión entre el disco y la fascia del músculo masetero (Schmolke, 1994).

En el aspecto medial de la cápsula los autores clásicos aprecian fibras tèmpero-condilares (fibras largas), que corresponderían al ligamento lateral

interno, mientras que otros autores no aprecian conexiones directas en esta zona (Schmolke, 1994).

Las fibras capsulares menisco-temporales posteriores corresponden al estrato o lámina superior de la zona bilaminar de Rees, que son las que se insertan en la fisura de Glaser (fisura timpanoescamosa en la parte lateral y fisura petrotimpánica en la parte medial) (Rodríguez-Vázquez y cols., 1998). Las fibras capsulares menisco-condilares posteriores constituyen por lo tanto el estrato o lámina inferior de la zona bilaminar de Rees.

Según el concepto clásico, por detrás de la zona bilaminar se encontrarían las fibras largas tèmpero-condilares de la cápsula cerrando posteriormente la articulación. Entre estas fibras largas y las constituyentes de la zona bilaminar se encontraría la zona retroarticular de Zenker con la presencia de estructuras vásculo-nerviosas. Curiosamente, sería la ATM la única articulación que poseería estos elementos de forma intraarticular, lo que ha llevado a algunos autores como Mérida-Velasco y cols., (2007) a postular que no existen esas fibras largas posteriores.

También Bermejo-Fenoll y cols., (1992) cuando defiende teoría de la doble articulación, no observa la presencia de fibras largas posteriores, siendo las denominadas fibras cortas las correspondientes cápsulas de cada una de las dos articulaciones, tèmpero-meniscal y menisco-condilar. La existencia de esta doble cápsula podría explicar que en la parte anterior de la articulación el fascículo superior del músculo pterigoideo lateral se inserte en el disco sin estar envuelto por la cápsula y que en la región bilaminar de la ATM existan estructuras vásculo-nerviosas.

En la zona de fijación de las láminas de la cápsula en las estructuras óseas, se ha observado que anteroinferiormente la cápsula da lugar a un *receso articular*, conocido como el receso anteroinferior (Scapino, 1983; Bibb y cols., 1993), y que mediante artroscopia se visualiza como imagen en forma de gota (Murakami y Hoshino, 1982). La presencia del receso articular es una característica morfológica muy importante en los movimientos de la articulación temporomandibular y en la patología asociada a la misma, como pueden ser las subluxaciones y elongaciones de los ligamentos (Kerstens y cols., 1989) en los que desaparece esa morfología típica.

### 1.4.2- Histología:

La cápsula articular se trata de una estructura fibrosa delgada, en cuya porción anteromedial se insertan fascículos del músculo pterigoideo lateral (Testut y Latarjet, 1975) que también se dirigen al disco articular (Wright y Moffett, 1974).

Yung y cols., (1987) consideran que la inserción de los ligamentos y estructuras tendinosas en la ATM, es la que cierra la articulación y constituye la cápsula. Otros autores han descrito la presencia de fibras de la cápsula independientes de las capas tendinosas o ligamentos que se unen a la articulación temporomandibular (Avery, 1992; Chevrel y Fontaine, 1996).

Histológicamente está constituida por una membrana sinovial y un estrato fibroso o tejido conectivo denso. La membrana sinovial produce el líquido sinovial y tiene dos acciones principales, la nutrición de los tejidos avasculares de la articulación (superficies articulares y disco) y la lubricación de las superficies articulares durante su función. En algunas zonas se observa tejido conectivo laxo o adiposo, situado entre la capa fibrosa y la membrana sinovial, adquiriendo la morfología de vellosidades o plicas sinoviales (Bullough, 2007).

La membrana sinovial, también conocida como capa sinovial interna, presenta sinoviocitos, también denominados células tipo fibroblasto B, y macrófagos tipo A (Bullough, 2007), otros autores mediante estudios de microscopía electrónica han descrito un tercer tipo de células que son las intermedias (Alvez y cols., 2014). Los sinoviocitos se encargan de sintetizar el líquido sinovial (Gartner y Hiatt, 2002; Young y Heath, 2002). Los macrófagos fagocitan la parte glucídica y proteica del fluido sinovial, mientras que el papel de las células intermedias todavía no está claro. El plasma del líquido sinovial vuelve a la circulación a través de los vasos linfáticos y capilares (Alvez y cols., 2014).

Según Bermejo-Fenoll y cols., (1992), de acuerdo con su teoría de la doble articulación, también existirían dos compartimentos sinoviales bien definidos.

### 1.5- Ligamentos intrínsecos y extrínsecos:

Los ligamentos desempeñan un papel muy importante en la protección de las estructuras articulares y que están constituidos por fibras colágenas no distensibles que se disponen en paralelo para soportar mejor las cargas. No intervienen activamente en la función articular, sino que son dispositivos de limitación pasiva, para restringir movimientos.

#### 1.5.1- Ligamentos intrínsecos:

La ATM tiene ligamentos intrínsecos, también llamados principales o directos, que son el ligamento capsular, ya comentado anteriormente, y los ligamentos lateral externo e interno y los ligamentos discales o colaterales (DuBrul, 1990).

El engrosamiento lateral de la cápsula forma el ligamento lateral externo (**figura 1.7A**), también llamado temporomandibular, que limita los movimientos mandibulares y se opone a la luxación durante su actividad funcional y es el más importante de los ligamentos de la ATM. Presenta dos partes: una oblicua más externa en forma de abanico desde la superficie externa del tubérculo del temporal hasta la cara posterior del cuello del cóndilo donde se confunde con la cápsula articular; y una horizontal interna, que desde este mismo origen se dirige hacia el polo del cóndilo. Este ligamento refuerza al ligamento capsular y protege la almohadilla retrodiscal de los traumatismos que produce el desplazamiento del complejo cóndilo-discal hacia atrás, además de limitar la rotación del cóndilo durante la apertura.

Clásicamente se considera que a nivel medial la cápsula se dirige desde el borde medial de la superficie articular del hueso temporal hasta el final de la parte posteromedial del cóndilo, y forma un delgado tracto fibroso que a modo de cortina cierra medialmente la articulación y constituye el ligamento lateral interno.

Pero para algunos autores no existe una estructura que pudiese corresponder al ligamento medial, aspecto a favor de que la estabilidad medial de la ATM ocurre gracias a los ligamentos extrínsecos (rafe pterigomandibular y ligamento esfenomandibular) (Bravetti y cols., 2004).

Algunos tractos de fibras colágenas se extienden a través de la fisura petrotimpánica al interior de la cavidad timpánica insertándose en el ligamento anterior del martillo (Schmolke, 1994).

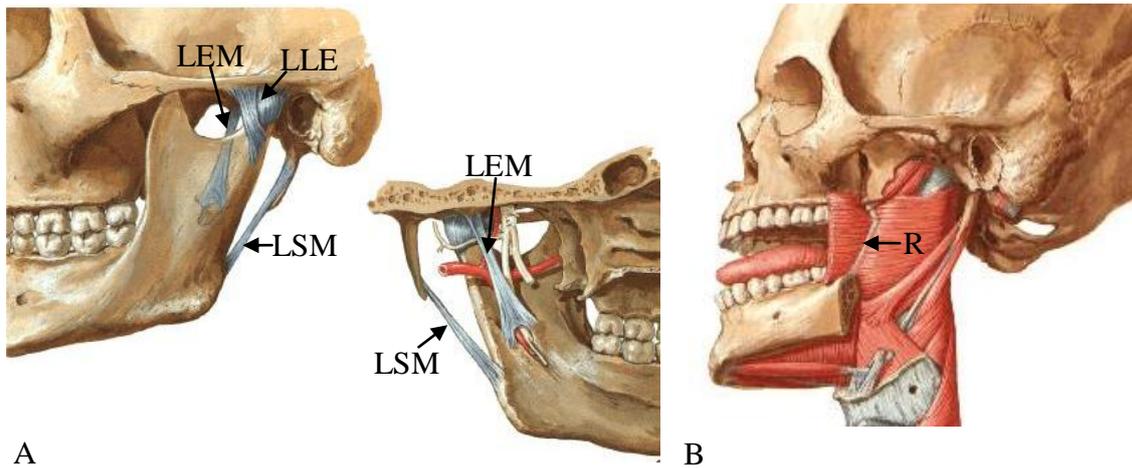
Los ligamentos colaterales, denominados ligamentos discales, fijan el disco a la región lateral y medial del cóndilo mandibular. Se encuentran formados por tejido conjuntivo colágeno, por lo que no son distensibles, y van a actuar permitiendo que el disco se mueva en conjunto con el cóndilo, cuando se desplaza hacia adelante o atrás. Permiten la rotación del cóndilo bajo el disco, pero limitan el desplazamiento transversal, medial o lateral del mismo sobre el cóndilo. Son responsables del movimiento de bisagra de la articulación. Están vascularizados e inervados, por lo que si se genera tensión en los mismos provoca dolor (Palla, 2003).

### 1.5.2- Ligamentos extrínsecos:

Los ligamentos de acción indirecta o accesorios o extrínsecos, restringen en parte la proyección anterior de la mandíbula, limitando los movimientos condilares.

Entre los accesorios encontramos el ligamento o rafe pterigomandibular, el ligamento esfenomandibular y el ligamento estilomandibular (**figura 1.7**), que oponen resistencia frente a cualquier fuerza que tienda a separar o luxar las superficies articulares, evitando los movimientos exagerados del cóndilo.

El *ligamento pterigomandibular o aponeurosis buccinato-faríngea* se trata de una intersección tendinosa entre el músculo buccinador y el constrictor superior de la faringe, une el gancho de la lámina medial de la apófisis pterigoides con la porción retromolar de la mandíbula. El *ligamento esfenomandibular* consiste en un engrosamiento de la fascia interpterigoidea, y une la espina del esfenoides con la cara medial de la rama mandibular. Y el *ligamento estilomandibular* es una cinta fibrosa que se origina en la apófisis estiloides y se inserta en la cara medial de la mandíbula cerca del ángulo (Orts Llorca, 1986; Rouvière y Delmas, 2002).

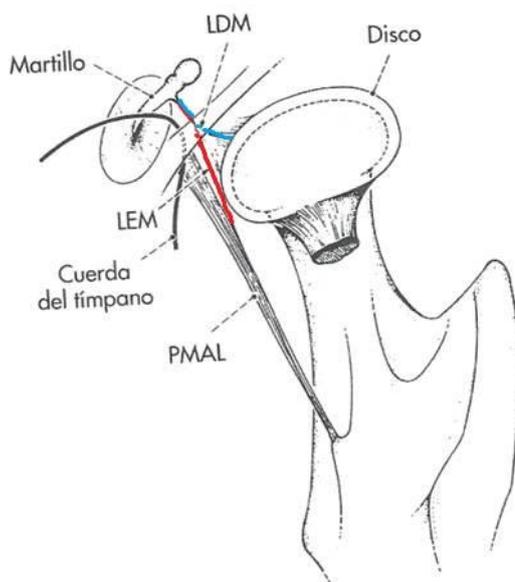


(Imágenes modificadas de Netter, 2011).

**Fig. 1.7-** Esquema de los ligamentos intrínsecos y extrínsecos de la ATM. **A)** Visión externa e interna de los ligamentos de la ATM. Se observa el ligamento lateral externo (aunque no se diferencian sus dos fascículos), el ligamento esfenomandibular y el estilomandibular. **B)** Visión lateral, se observa el ligamento pterigomandibular o aponeurosis buccinato faríngea. Abreviaturas: **LLE-** ligamento lateral externo, **LEM-** ligamento esfenomandibular, **LSM-** ligamento estilomandibular, **R-** rafe buccinato-faríngeo o ligamento pterigomandibular.

### 1.5.3- Otros ligamentos (ligamentos discomaleolares):

Existe una relación estrecha entre la ATM y el oído medio, ya que la mayoría de los elementos de esta articulación así como gran parte de las estructuras del oído medio se desarrollan a partir del primer arco branquial. Los huesecillos del oído medio, martillo y yunque, formados a partir del extremo posterior del cartílago del primer arco o de Meckel, funcionarían durante el desarrollo embrionario del ser humano como una articulación móvil hasta que se desarrolla el cóndilo y la fosa mandibular. Aproximadamente entre la octava y la decimosexta semana, esta articulación primaria sería funcional, pero cuando el martillo y el yunque se incorporan al oído medio, pierden la conexión con la ATM. Como restos de esa primitiva unión se pueden observar en ocasiones delgados tractos fibrosos que conectan el disco con el martillo del oído medio (Rodríguez-Vázquez y cols., 1998), como son el ligamento maleolar anterior, discomaleolar y esfenomandibular (**figura 1.8**).



(Imagen obtenida y modificada de Nelson y Ash, 2015)

**Fig. 1.8-** Visión craneal de la ATM y su relación con el oído medio. Se observa la conexión a través de la fisura petrotimpánica del disco y cápsula con el martillo, mediante los ligamentos discomaleolar, maleolar anterior y esfenomandibular. Abreviaturas: **LDM-** ligamento discomaleolar (azul), **LEM-** ligamento maleolar anterior (rojo), **PMAL-** ligamento esfenomandibular.

El *ligamento maleolar anterior* fue descrito por Pinto en 1962, como un músculo que se insertaba en el martillo, aunque actualmente es considerado como un ligamento fibroelástico que conecta desde la zona posteromedial y superior de la cápsula a través de la fisura petrotimpánica, el disco y el ligamento esfenomandibular con el martillo (Sencimen y cols., 2008).

El *ligamento discomaleolar* es considerado como un ligamento intrínseco retrodiscal de forma triangular, que uniría el complejo capsular retrodiscal y el martillo (Komori y cols., 1986). Corresponde a las fibras de la porción más medial de la lámina superior de la zona bilaminar que se unen a la porción posterosuperior y medial del disco (Komori y cols., 1986; Rodríguez-Vázquez y cols., 1998). Embriológicamente este ligamento se desarrolla a partir de los restos del primitivo músculo pterigoideo lateral que se introduce caudalmente en la parte final del cartílago de Meckel (Cheynet y cols., 2003), identificándose una clara conexión entre el disco y el cartílago de Meckel (Symons, 1952; Pozo, 2010).

Actualmente, hay autores que consideran que el ligamento discomaleolar y el ligamento maleolar anterior constituirían un solo ligamento (Carvalho de Moraes y cols., 2007), sin embargo, este aspecto no está claro todavía. También existe controversia sobre la relación de estos ligamentos con las manifestaciones clínicas de la disfunción del aparato masticatorio, ya que para algunos autores no tienen importancia funcional en dicha articulación, (Komori y cols., 1986; Cheynet y cols., 2003; Sencimen y cols., 2008), mientras que para otros autores explicarían la presencia de síntomas auditivos en el síndrome de disfunción mandibular (González-Sequeros y Royo-Villanova, 1990a).

El *ligamento esfenomandibular* conecta la línula mandibular con la espina del esfenoides. Es considerado como un ligamento de la ATM que se continua con las fascia pterigoidea (Gray, 2015) y actúa como un ligamento accesorio (Burch, 1970) sin una conexión sustancial con la cápsula medial (Loughner y cols., 1997). Existe controversia en relación a la inserción en el disco (Abe y cols., 1997) ya que no todos los autores han encontrado esta peculiaridad (Sencimen y cols., 2008). Este hallazgo podría corresponder más bien con adherencias entre el ligamento discomaleolar y el esfenomandibular (Rodríguez-Vázquez y cols., 1998) y no como la inserción que Abe y cols., (1997) comentaron. Independientemente de que la unión sea mínima o no exista, algunos autores consideran que no tiene significado funcional en los movimientos de la ATM (Aprile, 1971; Loughner y cols., 1997), aunque para otros autores como Gross (1986) estos ligamentos limitarían la amplitud de los movimientos mandibulares.

#### **1.6- Músculo pterigoideo lateral:**

El músculo pterigoideo lateral es una de las estructuras musculares que se relacionan con la articulación temporomandibular y es el responsable de gran parte de las funciones de dicha articulación (Taskaya-Yilmaz y cols., 2005; Omami y Lurie, 2012). Sin embargo, existe gran controversia en los estudios sobre la morfología y función de este músculo y sus relaciones con los componentes de la ATM.

### 1.6.1- Morfología:

Clásicamente se describe que el músculo pterigoideo lateral está constituido por dos fascículos: fascículo superior o esfenoidal y fascículo inferior o pterigoideo (Testut y Latarjet, 1975). No obstante, hay autores que consideran que esta división en fascículo superior e inferior no es del todo cierta y algunos han observado un número variable de fascículos, oscilando entre uno y tres fascículos musculares (Ogütçen-Toller y Juniper, 1993, 1994; Fujita y cols., 2001).

Incluso se han diferenciado fibras intermedias entre ambos fascículos musculares superior e inferior (Tanaka y cols., 2007; Fujita y cols., 2001), o bien, otros autores como Aziz y cols., (1998) sugieren que realmente el músculo pterigoideo lateral estaría formado por dos músculos bien diferenciados y no por dos fascículos del mismo músculo. Estos autores, basándose en estudios biomecánicos y electromiográficos, apreciaron diferencias en la inervación del músculo, de modo que ambos fascículos eran inervados en la mayoría de los casos por una rama nerviosa común (derivada directamente del nervio mandibular o del nervio bucal), o bien en el 20% de los casos estudiados, la inervación se realizaba a través de haces nerviosos diferentes, lo que les llevó a apoyar la teoría de que se trataba de dos músculos diferentes (Aziz y cols., 1998). En monos (*Macaca mulatta*) también se ha apreciado que ambos fascículos presentan diferente actividad electromiográfica, considerándolos por tanto como dos músculos diferentes funcionalmente (McNamara, 1973).

Estudios recientes sugieren que dicho músculo debe ser considerado como un sistema de fibras cuyas diferentes disposiciones tienen un sentido funcional propio y que se activan independientemente durante los diversos movimientos, y no como un músculo individual (Phanachet y cols., 2003; Murray y cols., 2007). Además otros autores refieren que presenta capas músculo-aponeuróticas independientes funcionalmente, pudiendo mostrar una conformación morfológica en una, dos o tres cabezas (Bhutada y cols., 2007b; Ruangsri y cols., 2007). Otras aportaciones serían las de El Haddioui y cols., (2005) los cuales consideran que el músculo pterigoideo lateral no muestra fascículos bien definidos sino que está constituido por un conjunto de capas, en

las que se alternan capas musculares con otras fibrosas en el plano horizontal, llegando a diferenciar hasta 8 láminas. Estos autores incluso comentan que el músculo pterigoideo lateral pertenecería al grupo de los músculos peniformes.

Usui y cols., (2008) consideraron en sus estudios de disección y valorando la dirección de las fibras del músculo pterigoideo lateral y las estructuras nerviosas con las que se relacionaba, que es un músculo sin bordes bien definidos, que contiene fibras en varias direcciones. Ellos refieren que su funcionalidad podría depender de la relación de dichas fibras con el esfenoides y el cóndilo de la mandíbula. Así, diferenciaron fibras musculares que se originan en la mitad anterior de la lámina pterigoidea externa y se insertan en la fosita pterigoidea, y aquellas que se originan en la mitad posterior de dicha lámina pterigoidea y se insertan medialmente en el cuello de la mandíbula.

Esta discrepancia sobre la morfología del músculo pterigoideo lateral observada en los diversos estudios se encuentra resumida en la **tabla 1.1**.

MORFOLOGÍA DEL MÚSCULO PTERIGOIDEO LATERAL	
Testut y Latarjet, 1975 Yang y cols., 2002	2 fascículos: superior e inferior.
Ogütçen-Toller y Juniper, 1993, 1994 (histología, embriología) Akar y cols., 2009 (disección)	3 fascículos.
Fujita y cols., 2001 (disección)	Variable número de fascículos (de 1 a 3)
Aziz y cols., 1998 (biomecánicos y electromiográficos) McNamara, 1973 (electromiográficos)	2 músculos diferentes.
Phanachet y cols., 2003 (electromiográficos) Murray y cols., 2007 (electromiográficos)	Sistema de fibras con funcionalidad distinta.
El Haddioui y cols., 2005 (disección anatómica y RM)	Estratificación en capas músculo-aponeuróticas.
Usui y cols., 2008 (disección)	1 músculo con fibras en varias direcciones.

**Tabla 1.1-** Diferencias en la morfología del músculo pterigoideo lateral según diversos estudios.

### 1.6.2- Origen e inserción:

Autores clásicos consideran que el *fascículo superior* del músculo pterigoideo lateral se origina en la base del cráneo (Testut y Latarjet, 1975; Orts Llorca, 1986; Gray, 2015):

- En el ala mayor del esfenoides, formando la bóveda de la fosa cigomática, mediante fibras carnosas y tendinosas muy cortas.
- Por fuera de la cresta temporal del esfenoides y en el tubérculo esfenoidal, mediante fascículos tendinosos resistentes.

Y que el *fascículo inferior* se origina, a través de fibras carnosas y cortas lengüetas tendinosas, en:

- La cara externa de la lámina lateral de la apófisis pterigoides.
- E inferiormente en la cara externa de la apófisis piramidal del palatino.

Ambos fascículos se dirigen hacia la parte interna de la ATM; presentando el fascículo superior una dirección horizontal y el inferior una dirección oblicua hacia arriba y afuera. Se fusionan entre sí y terminan insertándose en la parte interna del cuello de la mandíbula y en la parte anteromedial del disco y la cápsula (Testut y Latarjet, 1975; Carpentier y cols., 1988). Sin embargo, no existe un consenso acerca de la morfología del músculo ni de la localización exacta de la inserción de ambos fascículos en los diferentes elementos de la ATM.

#### 1.6.2.1- *Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral:*

Clásicamente, se ha considerado que el fascículo superior del músculo pterigoideo lateral atraviesa la cápsula de la ATM para insertarse en el borde anterior del disco articular (Testut y Latarjet, 1975; Carpentier y cols., 1988; Altruda Filho y Alves, 2006).

Otros autores consideran que la inserción estaría dividida entre el cóndilo, la cápsula articular y el disco (Wongwatana y cols., 1994; Heylings y cols., 1995; Bertilsson y Strom, 1995; Naidoo, 1996), de forma que las fibras más superiores e internas se insertarían en la cápsula y conectarían con la zona anteromedial del disco articular, mientras que el resto de lo harían en la fosita pterigoidea (Choukas y Sicher, 1960; Sicher, 1965; Carpentier y cols.,

1988; Schmolke, 1994; Naidoo, 1996; Naidoo y Juniper, 1997; Akar y cols., 2009).

Además, hay quien propone que las fibras del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral se insertarían no solo en la parte más medial del disco (Carpentier y cols., 1988) sino también en el área medial del proceso condilar, el cual se extiende medialmente a la fosita pterigoidea, y en dicha fosita (Matsunaga y cols., 2009). Schmolke (1994) observó que las fibras musculares más inferiores del fascículo superior son las que se dirigen a la zona medial del cóndilo. También se ha identificado que sólo una pequeña parte de las fibras musculares de la capa superficial del fascículo superior de dicho músculo (las fibras que se originan en la parte inferior del ala mayor del esfenoides) se unen a la superficie inferior del disco articular (Matsunaga y cols., 2009).

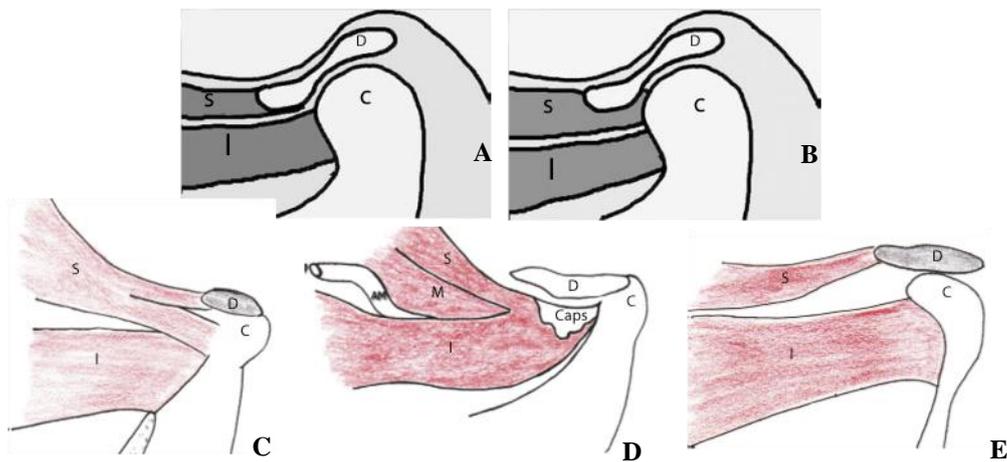
Según algunos autores (Meyenberg y cols., 1986) la inserción de dicho músculo en el disco y cóndilo es inconstante, de forma que en su estudio sólo en el 40% de los casos realmente existía la unión del músculo al disco, permaneciendo constante la inserción del músculo a la fovea del cóndilo (fosita pterigoidea). Wongwatana y cols., (1994) en sus estudios sobre la inserción del músculo y el desplazamiento discal, apreciaron que el fascículo superior de dicho músculo se insertaba en la parte anteroinferior del disco, al igual que las aportaciones de Bermejo-Fenoll y cols., (1992, 2008), donde se refiere que la inserción del músculo pterigoideo lateral ocurriría en la mitad anterior de la cara posteroinferior del disco, en la zona comprendida entre las dos cápsulas de la ATM. Y otros autores como Heylings y cols., (1995) consideran que la inserción de dicho fascículo superior se encontraría dividida entre la parte anterior y medial de la cápsula y el cóndilo, no observando una inserción directa en el disco. Naidoo y Juniper (1997) consideran que un 29,5% de las fibras del fascículo superior del músculo se insertan en el tercio medial del disco, mientras que el resto de fibras del fascículo superior se unirían a las del fascículo inferior para insertarse en el cóndilo.

Además de estos hallazgos tan variados, Taskaya-Yilmaz y cols., (2005) distinguieron mediante estudios de resonancia magnética la existencia de dos tipos de uniones del músculo pterigoideo lateral al disco: tipo I y tipo II (**figuras**

**1.9 A, B).** La inserción tipo I (observada en un 66,9%) consiste en que las fibras del fascículo superior se insertan en el disco. Y la tipo II (observada en un 33,1%) consiste en que las fibras del fascículo superior presentan una doble inserción (en el disco y en el cóndilo).

Imanimoghaddam y cols., (2013) apreciaron en sus estudios de RM, al igual que Antonopoulou y cols., (2013) a través de estudios de disección anatómica, tres tipos de inserciones (**figuras 1.9 C-E**). Para estos últimos autores, algunas de estas uniones se encuentran incluso asociadas a la disfunción temporomandibular, mientras que para otros no se encuentra relacionado el tipo de inserción con la patología (Taskaya-Yilmaz y cols., 2005; Dergin y cols., 2012; Imanimoghaddam y cols., 2013). Así, la inserción tipo I (observada en un 55,5%) se caracteriza porque un pequeño haz de fibras superomediales del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral se insertan en la parte anteromedial del disco y en la cápsula, y el resto de fibras de dicho fascículo se insertan en la fosita pterigoidea a través de una estructura tendinosa. Además identificaron fibras de ambos fascículos que se fusionan en la fosita pterigoidea. La inserción tipo II (observada en un 27,8%) consiste en que todas las fibras del fascículo superior se insertan en la fosita pterigoidea. Y en la tipo III (observada en un 16,7%) todas las fibras del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral se insertan en el disco y en la cápsula articular.

A pesar de tanta variedad en los diversos estudios realizados lo que está aceptado por la mayoría de los anatomistas es que fibras musculares del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral y el haz de fibras mediales del músculo temporal se insertan en el disco (Porter, 1970; Couly y cols., 1975; Myers, 1988; Wilkinson, 1988; Mérida-Velasco y cols., 1993; Schmolke, 1994; Loughner y cols., 1996; Akita y cols., 2000; Bravetti y cols., 2004).



(Imágenes obtenidas y modificadas de Taskaya-Yilmaz y cols, 2005 y de Antonopoulou y cols. 2013).

**Fig. 1.9-** Esquema de las variaciones de la inserción del músculo pterigoideo lateral en la articulación temporomandibular. **A, B)** Esquema según plano sagital de los dos tipos de inserciones según Taskaya-Yilmaz y cols., (2005), A) Inserción tipo I, B) Inserción tipo II. **C, D, E)** Esquema de los tres tipos de inserciones según Antonopoulou y cols., (2013), C) Inserción tipo I, D) Inserción tipo II y E) Inserción tipo III. Abreviaturas: **c-** cóndilo, **D-** disco articular, **Caps-** cápsula articular, **AM-** arteria maxilar, **S-** fascículo superior del músculo pterigoideo lateral, **M-** fascículo medio del músculo pterigoideo lateral, **I-** fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral.

Otro aspecto a tener en cuenta es que el grosor de los haces que participan en las inserciones del músculo pterigoideo lateral en el disco es variable. Así, para algunos autores (Carpentier y cols., 1988; Usui y cols., 2008) los haces de fibras musculares que se unen al cóndilo podrían ser de mayor grosor que los que se insertan en el disco articular. Sin embargo, otros autores mediante técnicas de imagen aseguran que el mayor grosor de las fibras del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral corresponde a las que se unen al disco de la ATM (Naidoo, 1996; Taskaya-Yilmaz y cols., 2005).

#### 1.6.2.2- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral:

Son escasos los estudios que hacen referencia a este fascículo del músculo, siendo unánimemente aceptado que se va a insertar en la porción anteromedial del cóndilo (Testut y Latarjet, 1975; Orts Llorca, 1986; Mérida-Velasco y cols., 1993), es decir, en la fosita pterigoidea (Porter, 1970; Wilkinson, 1988). Aunque hay autores que basándose en estudios funcionales

electromiográficos consideran que también se podría insertar en el disco articular, hallazgos que otros autores no han observado. Matsunaga y cols., (2009) en sus estudios de disección anatómica observaron que este fascículo se insertaba en la superficie medial del proceso condilar de la mandibular y en la región inferior de la fosita pterigoidea.

En la mayoría de la literatura consultada se hace referencia a que este fascículo se inserta en la fosita pterigoidea. Así en estudios de RM, como son los de Dergin y cols., (2012) y los de Imanimoghaddam y cols., (2013) entre otros, se diferenciaron tres tipos de inserciones del músculo en la ATM, en todos ellos el fascículo inferior se insertaba en el cóndilo exclusivamente.

Como hemos expuesto, existen grandes variaciones entre los autores consultados en cuanto a las características de la inserción del músculo pterigoideo lateral en la ATM, que aparecen resumidas en la **tabla 1.2**.

INSERCIONES DEL MÚSCULO PTERIGOIDEO LATERAL	
Naidoo y Juniper 1997 (disección)	Fascículo superior (fibras superiores y mediales) se insertan en los 2/3 mediales del disco, el resto de fibras junto al fascículo inferior se insertan en el cuello y cóndilo mandibular. En el 30% de las fibras del fascículo superior se insertan en el disco.
Bermejo-Fenoll y cols., 1992, 2008 (histología, disección)	Fascículo superior en cara anteroinferior del disco.
Mérida-Velasco y cols., 1993 (histología y disección)	Fascículo superior en superficie anteromedial (2/3) del disco y cóndilo. Fascículo inferior en cuello de la mandíbula.
Schmolke, 1994 (secciones histológicas)	Zona anteromedial del disco y cápsula.
Usui y cols., 2008 Matsunaga y cols., 2009 (disección)	Fascículo superior se inserta en la superficie inferior del disco articular (un delgado grupo de fibras que se originan de la superficie inferior del ala mayor del hueso esfenoides). Fascículos superior e inferior se insertan en la fosita pterigoidea. Fascículo inferior en la superficie medial del cóndilo.
Taskaya-Yilmaz y cols., 2005 (RM) Omami y Lurie, 2012 (RM)	Tipo I: Fascículo superior se inserta en el disco y el fascículo inferior en el cóndilo. Tipo II: Fascículo superior en disco y cóndilo, y el fascículo inferior en el cóndilo.
Dergin y cols., 2012 (RM)	Tipo I: Fascículo superior se inserta en el disco y el fascículo inferior en el cóndilo. Tipo II: Fascículo superior en disco y cóndilo, y el fascículo inferior en cóndilo. Tipo III: Fascículo superior en disco, fibras intermedias del fascículo superior y el fascículo inferior en cóndilo.
Antonopoulou y cols., 2013 (disección)	Tipo I: Fascículo superior se inserta en la zona anteromedial del complejo disco-cápsula y en la fosita pterigoidea. Tipo II: Fascículo superior en la fosita pterigoidea. Tipo III: Fascículo superior exclusivamente en el complejo disco-cápsula. El fascículo inferior siempre se inserta en la fosita pterigoidea.
Imanimoghaddam y cols., 2013 (RM)	Tipo I: Fascículo superior está dividido en dos haces, que se insertan en el disco y cóndilo respectivamente. Tipo II: Fascículo superior consta de un haz que se inserta en el disco y el cóndilo. Tipo III: Fascículo superior consta de un haz que se inserta en el disco. El fascículo inferior siempre se inserta en la fosita pterigoidea.

**Tabla 1.2-** Resumen de las características de la inserción del músculo pterigoideo lateral según diversos autores hasta la actualidad.

### 1.6.3- Relación con otros músculos masticatorios:

Además del músculo pterigoideo lateral existen otros músculos denominados en conjunto músculos de la masticación o masticatorios, los cuales se originan en el cráneo y se insertan en la mandíbula, son el músculo pterigoideo medial, el masetero y el temporal. Algunos de ellos presentan variaciones en sus inserciones en la ATM, tal y como hemos comentado anteriormente en relación al músculo pterigoideo lateral (Matsunaga y cols., 2009).

Estos músculos serían:

- *Músculo pterigoideo medial:* se trata de un músculo peniforme que se origina en la fosa pterigoidea, en la cara posterior de la apófisis piramidal del palatino, en la lámina medial de la apófisis pterigoides y en la cara medial de la lámina lateral de apófisis pterigoides y se inserta en ángulo mandibular (Rouvière y Delmas, 2002; El Haddioui y cols., 2007).

- *Músculo masetero:* en ocasiones sus fibras posteromediales (originadas en el tercio posterior de la cara interna del arco cigomático) se insertan en la superficie lateral de la apófisis coronoides, en algunos casos en la zona más lateral de la cara anteroinferior del disco articular (Matsunaga y cols., 2009), en la zona lateral del mismo o bien en la zona lateral del cóndilo (Couly y cols., 1975; Mérida-Velasco y cols., 1993; Schmolke, 1994; Myers, 1988; Bravetti y cols., 2004) o en la cápsula articular (Yung y cols., 1990).

- *Músculo temporal: haz medio-medial y las fibras que constituyen el músculo discotemporal.* El haz medio-medial desde su origen en la fosa temporal muestra fibras oblicuas hacia adelante que se insertan en la zona anteroinferior del disco lateralmente a la inserción del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral (Akita y cols., 2000), y en una proporción variable se unen a este músculo para insertarse en el disco y cóndilo. Mientras que el músculo discotemporal se origina en el temporal y se inserta en un 27,5% de los casos en la zona anteroinferior del disco, lateralmente a la inserción del haz medio-medial del temporal (Akita y cols., 2000; Matsunaga y cols., 2009).

- *Músculo cigomáticomandibular* (DuBrul, 1990): se trata de un haz muscular situado entre el músculo masetero y el temporal, se origina en la parte posterior del arco cigomático y en la superficie medial de la aponeurosis del temporal y se inserta en la superficie lateral de la apófisis coronoides y en la aponeurosis del temporal, identificando en un 25% de los casos fibras del mismo en la zona anteroinferior del disco (Matsunaga y cols., 2009).

#### 1.6.4- Histología:

En general el músculo pterigoideo lateral, al igual que el resto de músculos esqueléticos, está constituido por diferentes fibras, las cuales muestran diferencias en la velocidad de contracción y en la forma de utilizar la energía. Histofisiológicamente estas fibras se clasifican en tipo I y tipo II. Las fibras tipo I o rojas, con resistentes a la fatiga y predominan en el músculo pterigoideo lateral, mientras que en otros músculos de la masticación sus fibras son mayoritariamente tipo II o blancas, las cuales son de actuación rápida pero se fatigan pronto (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

Bravetti y cols. (2004) en su investigación sobre cortes histológicos en el plano sagital mencionaron que el músculo pterigoideo lateral está constituido en su parte anterior por capas musculares separadas por aponeurosis, además identificaron fibras tendinosas de dicho en la zona de inserción del mismo en el disco (Scheffer y cols. 1992; Bravetti y cols., 2004). Otro aspecto identificado ha sido que el grado de mineralización ósea en la zona de inserción del músculo es heterogénea (Cioffi y cols., 2010).

No obstante, existen escasos estudios en la bibliografía consultada que hagan referencia a esta característica histológica del músculo.

#### 1.6.5- Función:

La acción de los músculos en la mandíbula va a depender de la estructura de la cápsula articular, de los ligamentos de refuerzo y de la conexión del disco con la cápsula y las estructuras de la vecindad de la ATM.

La articulación temporomandibular realiza movimientos de apertura y cierre bucal, lateralidad o diducción, antepulsión y retropulsión mandibular. En

dichos movimientos intervienen tanto el músculo pterigoideo lateral como el resto de músculos masticatorios (Aprile, 1971; Kraus y cols., 1972; Helland, 1980; González-Sequeros y Royo-Villanova, 1990a, b; El Haddioudi y cols., 2007; Yotsuya y cols., 2009).

En cuanto al músculo pterigoideo lateral clásicamente se ha considerado que sus fascículos ejercen una acción recíproca y antagónica (McNamara, 1973; Hiraba y cols., 1995; Murray y cols., 2004), de forma que:

- El *fascículo superior* actuaría principalmente como estabilizador del disco y el cóndilo (Wang y cols., 2001), e interviene de forma activa en el cierre bucal, en la retropulsión, aunque algunos autores han descrito que el tercio medio de dicho fascículo también ejercería un papel en la antepulsión (Bhutada y cols., 2008), y en los movimientos de lateralidad hacia el mismo lado (McNamara, 1973; Mahan y cols., 1983; González-Sequeros y Royo-Villanova, 1990a, b; Mérida-Velasco y cols., 1993; Hiraba y cols., 2000; Murray y cols., 2004).

- El *fascículo inferior* sería el encargado de los movimientos de apertura bucal, antepulsión y movimientos de contralateralidad (McNamara, 1973; Mahan y cols., 1983; González-Sequeros y Royo-Villanova, 1990a, b; Hiraba y cols., 2000; Murray y cols., 2004; Yotsuya y cols., 2009).

Los estudios funcionales, como es el caso de los realizados sobre las unidades motoras individuales mediante electromiografía y otras técnicas de estudio similares (Phanachet y cols., 2001, 2002, 2004; Bhutada y cols., 2007a, b; Bhutada y cols., 2008), indican que existe gran controversia respecto a estas acciones tan bien delimitadas, sugiriendo que cada fascículo del músculo pterigoideo lateral presentaría una función heterogénea, que se activaría en determinadas acciones. Otros muchos autores han observado también en este músculo la existencia de patrones de contracción diferentes en la cinemática mandibular (Carpentier y cols., 1988; Hiraba y cols., 1995, 2000; Wang y cols., 2001; Fujita y cols., 2001; Murray y cols., 2004; Christo y cols., 2005; Yotsuya y cols., 2009).

Además, otros autores como Schmolke (1994) postularon que en la cinemática de la ATM intervendría todo el músculo, siendo éste un requisito anatómico que coordina la mayoría de los movimientos en esta articulación. En general en la bibliografía consultada se observa una tendencia a considerar que todos los músculos masticatorios están, de una manera u otra, implicados en todos los movimientos de la ATM.

En la **tabla 1.3** se resume la actividad ejercida por los principales músculos en el movimiento de la articulación temporomandibular.

Movimiento	Acción	Músculos que intervienen
Apertura	Gravedad	
	Contracción	Ventre anterior del digástrico. Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral.
	Relajación	Músculo temporal. Músculo masetero. Músculo pterigoideo medial.
Cierre	Contracción	Músculo temporal. Músculo masetero. Músculo pterigoideo medial. Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral.
	Relajación	Ventre anterior del digástrico. Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral.
Antepulsión	Contracción	Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral y algunas fibras del fascículo superior. Fascículo superficial del músculo masetero.
	Relajación	Todos los elevadores. Fibras posteriores del músculo temporal.
Retropulsión	Contracción	Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. Fascículo profundo del músculo masetero. Fibras posteriores del músculo temporal. Músculo genihioideo. Músculo milohioideo.
	Relajación	Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. Fibras anteriores del músculo temporal. Músculo masetero.
Lateralidad (lado de trabajo, ipsilateral, interno)	Contracción	Fibras posteriores y medias del músculo temporal. Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral (2/3 laterales).
	Relajación	Fibras anteriores del músculo temporal. Músculo masetero. Músculo pterigoideo medial.
Lateralidad (lado de no trabajo, contralateral, externo)	Contracción	Músculo pterigoideo lateral (fascículo inferior y 2/3 mediales del fascículo superior). Músculo pterigoideo medial.
	Relajación	Músculo temporal. Músculo masetero.

**Tabla 1.3-** Principales músculos que intervienen en los diferentes movimientos de la ATM (modificado de González-Sequeros y Royo-Villanova, 1990a, b).

### 1.7. Vascularización e inervación:

El conocimiento de la irrigación de la ATM es crucial tanto para el tratamiento quirúrgico de dicha articulación, como para comprender los diferentes aspectos fisiológicos y clínico-quirúrgicos de la ATM (Rajab y cols., 2009; Cuccia y cols., 2013). Así durante la apertura bucal se aprecia una ingurgitación del plexo vascular (Wilkinson y Crowley, 1994) y durante el envejecimiento los vasos de la región retrodiscal sufren un incremento del grosor de sus paredes (Gómez de Ferraris y Campos, 2009). También se han observado cambios en la vascularización de la ATM en los desórdenes temporomandibulares, como es neovascularización de la zona avascular del disco articular (Heffez y Jordan, 1992; Takagi y cols., 1994; Mérida-Velasco y cols., 1997), o bien una neoangiogénesis en la zona bilaminar o en la zona anterior de la ATM entre las dos cápsulas (Yoshida y cols., 1999b).

#### 1.7.1- Irrigación arterial:

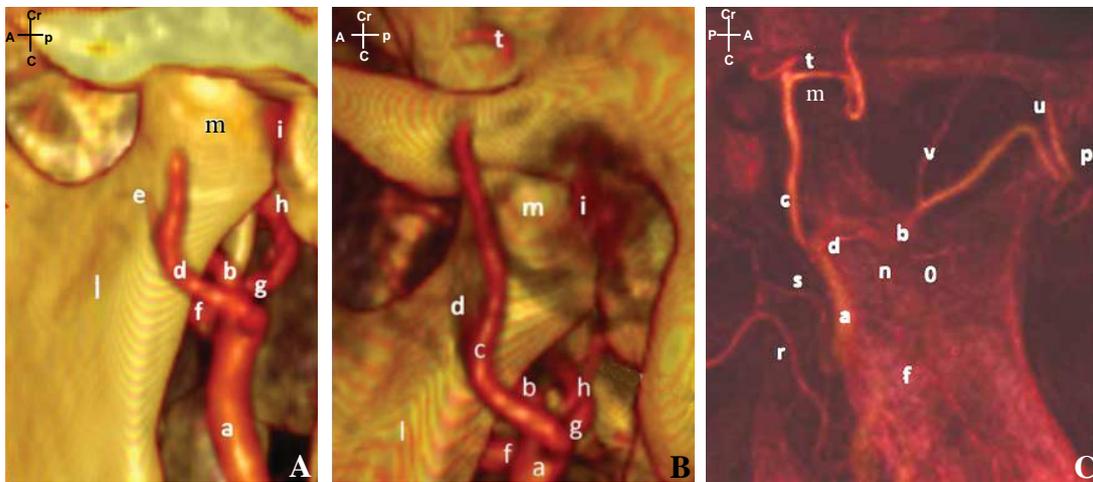
La irrigación de la ATM es circunferencial y corre a cargo de ramas de la arteria maxilar, de la arteria temporal superficial y de pequeñas ramas de la arteria carótida externa (Cuccia y cols., 2013). Clásicamente se consideraba que la ATM estaba irrigada por ramas de la arteria temporal superficial y profunda, que se encargan de la zona lateral y anterior de la articulación a través de un plexo periostial del hueso que irrigaban la periferia del cartílago articular y la cápsula articular. La arteria maxilar se encarga fundamentalmente por la zona lateral y medial de la misma (Cuccia y cols., 2013), junto con ramas de las arterias timpánica anterior y meníngea media (Godlewski y cols., 1978; Siéssere y cols., 2008; Cuccia y cols., 2013) (**figura 1.10**). También las arterias faríngea ascendente y palatina ascendente pueden contribuir a irrigar esta articulación por la zona posteromedial de la misma (Testut y Latarjet, 1975; Velayos y Díaz, 2001).

En cuanto a la irrigación del disco articular, diversos autores han observado que la región posterior del disco está ampliamente vascularizada, y se nutre fundamentalmente mediante ramas de la arteria maxilar, así como a través de las venas temporomandibulares. Mientras que la zona intermedia y anterior presenta pocos vasos (Mérida-Velasco y cols., 1997; Cuccia y cols.,

2013) e incluso, tal y como refieren algunos autores, la zona central del disco es avascular.

Además, también se han identificado cambios con la edad. Así, según estudios embriológicos el disco está bien irrigado periféricamente en embriones, mientras la parte central es avascular (Symons, 1952; Blackwood, 1965); y con la edad dicha vascularización va disminuyendo debido al crecimiento y a los mecanismos de estrés biomecánico que suceden con la masticación provocando un desplazamiento lateral de los capilares.

Otro aspecto que se ha identificado es que en el lugar de unión del músculo pterigoideo lateral y del disco al cóndilo tiene lugar la penetración de vasos al cóndilo, observándose calcificaciones en dicha zona al interrumpirse la vascularización.



(Imágenes obtenidas y modificadas de Cuccia y cols., 2013)

**Fig. 1.10- A, B)** Reconstrucción tridimensional mediante tomografía computerizada de la vascularización de la ATM. **A)** Visión posterior. **B)** Visión lateroposterior. **C)** Angiograma de la ATM, visión lateral. Abreviaturas: **a-** arteria carótida externa, **b-** arteria maxilar interna, **c-** arteria temporal superficial, **d-** arteria transversa de la cara, **e-** ramas de la arteria transversa de la cara, **f-** arteria dentaria inferior, **g-** arteria meníngea media, **h-** arteria timpánica anterior, **i-** tejido retrodiscal, **l-** rama de la mandíbula, **m-** cóndilo, **n-** arteria maseterina, **o-** arteria pterigoidea, **p-** arteria esfenopalatina, **r-** arteria occipital, **s-** arteria auricular posterior, **t-** arteria temporal posterior, **u-** arteria temporal profunda anterior, **v-** arteria temporal profunda.

Topograma: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

### 1.7.2- Drenaje venoso:

El drenaje venoso de la ATM se encuentra escasamente estudiado ya que los estudios vasculares están centrados fundamentalmente en la irrigación arterial (Heffez y Jordan, 1992; Takagi y cols., 1994; Mérida-Velasco y cols., 1997; Cuccia y cols., 2013).

Es conocido que en la zona posterior de la articulación temporomandibular existe un plexo venoso o retroarticular de Zenker, que desemboca en el plexo venoso pterigoideo situado entre los dos músculos pterigoideos, medial y lateral, por fuera de la aponeurosis interpterigoidea. Este plexo se halla rodeando a la arteria maxilar y se relaciona con los nervios lingual y alveolar inferior, ramas de la tercera rama del nervio trigémino o nervio mandibular (Rouvière y Delmas, 2002).

Dicho plexo sufre cambios con el envejecimiento y con la degeneración de la articulación, aumentando el número y tamaño de los capilares sanguíneos sobre todo en la parte posteroinferior del disco (Yoshida y cols., 1999a).

Mediante técnicas de microdissección y precipitación de cromato intravascular, Boyer y cols., (1964) describieron la presencia de un plexo venoso en el tejido conectivo adyacente a la cápsula articular, siendo la zona retrodiscal aquella que muestra mayor cantidad de vasos. Algunos autores han descrito, entre las dos capas de la zona bilaminar del disco y en su parte posterior, un área vascular compuesta por una abundante trama vásculo-nerviosa y tejido adiposo. Dicha trama se encuentra generalmente rodeando la periferia de la cápsula (Scapino, 1991a, b; Wink y cols., 1992). No obstante, se observan pequeñas aglomeraciones de vasos sinuosos que se dirigen hacia la banda posterior e incluso algunos penetran en el interior de dicha banda (Scapino, 1991a, b). El área vascular aumenta considerablemente de volumen (gran ingurgitación vascular) durante la apertura bucal (Wilkinson y Crowley, 1994).

Posteriormente, Schmolke (1994) observó la existencia también de un plexo venoso situado en la zona anterior del disco articular lateralmente a la inserción del músculo pterigoideo lateral.

Con el envejecimiento y la degeneración de la articulación el drenaje linfático aumenta, sin embargo, esto ocurre en menor proporción respecto a los cambios en los capilares sanguíneos (Yoshida y cols., 1999a).

### 1.7.3- Inervación:

La inervación de la ATM se realiza a través del nervio maseterino y del nervio auriculotemporal, ambos son ramas del nervio mandibular. El músculo pterigoideo lateral también está inervado por ramas del nervio mandibular, en concreto por las ramas musculares del nervio tèmpero-bucal (Testut y Latarjet, 1975; Velayos y Díaz, 2001). No obstante, hay autores, como Aziz y cols., (1998) que comentan que cada fascículo muscular puede recibir inervación de ramas distintas e incluso que muestra variabilidad y describen diferentes patrones de inervación. Así han encontrado que en un 75% de los casos la inervación de ambos fascículos se realizaba por el mismo nervio (denominándolo nervio pterigoideo lateral común) el cual deriva del nervio mandibular o de la rama bucal; y en otros casos la inervación corría a cargo de ramas nerviosas de origen en troncos diferentes. Estos hallazgos les ayuda a sostener su teoría de que ambos fascículos musculares son músculos distintos (Aziz y cols., 1998). Estas ramificaciones nerviosas pueden penetrar en la cápsula, disco y vellosidades sinoviales. En el disco sólo se han descrito nocirreceptores en la región periférica, mientras que la zona central del mismo carece de fibras (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

### **1.8. Morfogénesis de la articulación temporomandibular:**

La ATM sufre cambios morfológicos en los diferentes elementos que la constituyen a lo largo del desarrollo prenatal y postnatal, finalizando la maduración de la articulación al final de la segunda década de vida (Wright y Moffett, 1974). Su cronología debe analizarse de forma integrada, desde un punto de vista topográfico, anatómico y embriológico, conjuntamente con el desarrollo del oído medio (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

### 1.8.1- Desarrollo prenatal:

La ATM de los mamíferos es una articulación sinovial o diartrosis que se desarrolla a través de un mecanismo articular totalmente nuevo y separado de la primitiva ATM, así su desarrollo embrionario difiere de las otras articulaciones sinoviales reflejando su complicada historia evolutiva.

La ATM es una articulación secundaria, tanto por su origen filogenético o evolutivo como embriológico u ontogenético, que se desarrolla a partir del primer arco branquial. La unión entre los huesos del oído medio, yunque y martillo, que se forman en el extremo dorsal del cartílago del primer arco o de Meckel, es filogenéticamente la primitiva ATM y es homóloga a la de los reptiles.

Con el desarrollo tanto evolutivo como embriológico de la caja del tímpano, esta primitiva articulación pierde su asociación con la mandíbula, reflejando la adaptación de yunque y martillo para la conducción de sonidos (Abramovich, 1997).

El periodo crítico de desarrollo de la ATM es entre la 7ª y la 11ª semana de gestación o intraútero (SG), mostrando cada una de las estructuras que conforman esta articulación una cronología diferente tanto en las fases del desarrollo embrionario como en el periodo postnatal.

En la 6ª SG comienza, alrededor del cartílago de Meckel y del nervio alveolar inferior, la formación de hueso membranoso que formará el cuerpo y la rama mandibular. El resto de articulaciones sinoviales completan el desarrollo de su cavidad inicial a la 7ª semana, cuando la ATM definitiva no ha aparecido todavía.

En la 8ª SG del extremo posterior del cartílago de Meckel se desarrollan el yunque y el martillo, además del ligamento anterior del martillo y del ligamento esfenomandibular. Casi al mismo tiempo aparece el músculo pterigoideo lateral medialmente a la futura área condilar y, gracias a que este músculo se inserta en el martillo se inicia el movimiento del cartílago de Meckel entre yunque y martillo lo que permite abrir la boca al embrión prácticamente hasta la 16ª SG. Los movimientos realizados por esta articulación primitiva y la contracción muscular son necesarios para asegurar una adecuada cavitación

articular (Loughner y cols., 1997; Rodríguez-Vázquez y cols., 1992; Mérida-Velasco y cols., 1999; Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

El primordio del músculo pterigoideo lateral se identifica a partir de la 7ª SG (Symons, 1952; Ogütçen-Toller y Juniper, 1994) y a las semanas siguientes (8ª-9ª SG) se han observado fibras del músculo pterigoideo lateral que se unen al blastema condilar y en la semana 10ª de gestación, se aprecian los fascículos superior e inferior de dicho músculo (Ogütçen-Toller y Keskin, 2000). Simultáneamente, el desarrollo embriológico de la cápsula articular ocurre a través de una condensación mesenquimal que aparece, según diferentes autores, entre la 8ª semana (Yuodelis, 1966; Mérida-Velasco y cols., 1999) y la 14ª semana (Van der Linden y cols., 1987; Baume y Holz, 1970; Ogütçen-Toller y Juniper, 1993).

A la 9ª SG ya se aprecia una condensación esférica del ectomesénquima en un extremo de la rama mandibular, correspondiendo al primordio del cóndilo o blastema condilar, que proviene del cartílago condilar de la mandíbula. Este blastema es la agrupación mesodérmica que constituirá la porción posterior de la rama, el cóndilo y su cartílago, la capa germinativa de la sinovial, la parte anterior del disco articular, la parte inferior de la cápsula articular y el tendón del músculo pterigoideo lateral (Baume, 1962; Yuodelis, 1966; Baume y Holz, 1970). Algunas de las estructuras originadas a partir del blastema condilar sufren una osificación de tipo intramembranosa (Nickel y cols., 1988a, b; Enlow, 1990).

En la 10ª SG aparece el blastema temporal o glenoideo, que proviene de la cápsula ótica (hueso petroso) del 1º arco faríngeo (Baume, 1962; Baume y Holz, 1970; Ogütçen-Toller y Keskin, 2000). Ambos blastemas crecen uno contra el otro, lo que origina que en vez de cartílago hialino, como el que poseen las articulaciones sinoviales, las superficies articulares de la ATM presenten cartílago fibroso.

El blastema temporal o glenoideo, consiste en la agrupación de las células mesenquimales que se extienden desde el primordio del músculo temporal cruzando el primordio del masetero. Dicho blastema primero es convexo y luego cóncavo para formar la fosa temporal y da lugar al tubérculo articular del temporal, a la parte posterior del disco articular, y a la parte

superior de la cápsula articular (Baume, 1962; Yuodelis, 1966; Baume y Holz, 1970; Gómez de Ferraris y Campos, 2009). Algunas de las estructuras provenientes del blastema temporal sufren una osificación de tipo endocondral en el tubérculo articular e intramembranosa en la región anterior y posterior del hueso temporal (Nickel y cols., 1988a, b; Enlow, 1990).

Para algunos autores, como Bermejo-Fenoll y cols., (1987, 1992), González y cols., 1992, la teoría de la ATM como una doble articulación, se vería sustentada precisamente por la existencia de este doble blastema embrionario, condilar y temporal, que origina la ATM en tiempo y forma diferente a otras articulaciones sinoviales, además de ocasionar que ambas superficies articulares presenten distintos tipos de osificación.

Entre las 10ª y 11ª SG se forma el cartílago de cóndilo mandibular, el cual ha sido considerado como un centro de crecimiento mandibular o de histodiferenciación (Baume y Holz, 1970) que se fusiona con el cuerpo membranoso mandibular y comienza a crecer hacia el blastema temporal. Coexisten entonces la ATM neoformada (ATM definitiva) y la articulación yunque-martillo (ATM primitiva) que se mueven sincrónicamente durante unas 8 semanas (hasta la 16ª SG). Esta relación embriológica entre la articulación primitiva y la secundaria o definitiva es responsable de la existencia en el adulto del ligamento de Pinto o discomaleolar que une a través de la cisura petrotimpánica el disco de la ATM con el proceso anterior del martillo (Abramovich, 1997).

Durante estas semanas de gestación también se desarrolla el primordio del disco como una banda horizontal de mesénquima que separa el temporal de los elementos condilares (Keith, 1982; Luque Valero, 1982; Gómez de Ferraris y Campos, 2009; Matamala y cols., 2006). Deriva del mesénquima embrionario del primer arco branquial desarrollándose a partir de los blastemas condilar y temporal que se diferencian en tejido fibroso en el que aparecen dos cavidades articulares que ya definen al disco interpuesto entre el hueso temporal y la mandíbula (Van der Linden y cols., 1987). Esta estructura completará su desarrollo presentando una morfología similar a la del adulto en la semana 15, aunque desde el inicio es bicóncavo, lo que sugiere una determinación genética.

Además, en estas semanas (semana 10<sup>a</sup>) se forma una hendidura en el mesénquima dando lugar al primer esbozo de la cavidad articular inferior, mientras que es entre la 11<sup>a</sup> y 12<sup>a</sup> SG cuando tiene lugar el desarrollo de la cavidad articular superior. En la 11<sup>a</sup>-12<sup>a</sup> semana de gestación se observa la conexión del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral con el disco y del fascículo inferior con el cóndilo (Ogütçen-Toller y Keskin, 2000), al mismo tiempo que va adquiriendo una estructura compleja separada mediante aponeurosis.

En la 14<sup>a</sup> SG ambas cavidades articulares se encuentran bien definidas (Ogütçen-Toller y Juniper, 1994; Ogütçen-Toller y Keskin, 2000). La invasión de la membrana sinovial, al igual que el movimiento muscular ya comentado, es necesaria para la cavitación de ambas articulaciones. Además, durante esta semana de gestación los componentes fundamentales de la ATM, desde el punto de vista anatómico quedan establecidos, aunque son estructuras inmaduras. A partir de este momento, los cambios que se observan se encuentran relacionados con la diferenciación de los tejidos articulares, el aumento de las dimensiones de la articulación y la adquisición de su capacidad funcional (Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

Entre las 21<sup>a</sup>-24<sup>a</sup> semanas de gestación se establece una morfología adulta y funcional de la ATM, desapareciendo el cartílago de Meckel. Este último no juega ningún papel en el desarrollo del cóndilo mandibular ni de la ATM, simplemente desaparece por apoptosis en el proceso de osificación membranosa de la mandíbula, aunque a veces se pueden apreciar sus restos en la sínfisis mentoniana.

Cuando empieza la erupción de la dentición decidua el tubérculo articular del temporal se hace prominente y se acelera el desarrollo hasta los 12 años.

En la **tabla 1.4** aparece resumida la cronología de desarrollo de los diferentes elementos estructurales de la ATM (Van der Linden y cols., 1987; Baume y Holz, 1970; Ogütçen-Toller y Juniper, 1994; Ogütçen-Toller y Keskin, 2000; Gómez de Ferraris y Campos, 2009).

ESTRUCTURAS DE LA ATM DESARROLLADAS SEGÚN ETAPA GESTACIÓN	
7-7,5 SG	Esbozo del músculo pterigoideo lateral.
8 SG	Desarrollo del yunque y del martillo. Unión con esbozo del músculo pterigoideo lateral (movimientos).
9 SG	Blastema condilar.
9-11 SG	Inicio del desarrollo de la cápsula articular y del disco articular.
10 SG	Blastema glenoideo o temporal. Cavidad articular inferior.
11-12 SG	Cavidad articular superior.
14 SG	Morfología ATM desarrollada pero inmadura. Ambas cavidades articulares bien definidas.
15 SG	Disco articular completamente formado.
21-24 SG	Morfología adulta y funcional de la ATM. Desaparece el cartílago de Meckel.

**Tabla 1.4-** Resumen de las principales estructuras anatómicas de la ATM desarrolladas según edad gestacional. Abreviaturas: **SG**- semana de gestación.

#### 1.8.2- Desarrollo postnatal:

La morfología de la ATM humana sufre importantes cambios morfológicos durante su desarrollo postnatal (Dibbets y Dijkman, 1997). La fosa articular o fosa mandibular del temporal es bastante plana al nacimiento, no hay tubérculo articular y la ATM es muy laxa, presentando gran movilidad y su estabilidad depende solo de la cápsula articular, mientras que en el adulto va adquiriendo una morfología en “S” debido al desarrollo de la dentición primaria (Wright y Moffet, 1974; Thilander y cols., 1976).

Durante los dos primeros años de edad tienen lugar la mayor parte de los cambios (Nickel y cols., 1988a), en concreto durante los primeros 6 meses de vida tiene lugar la recolocación de la mitad horizontal de la fosa y del tubérculo articular del temporal (Dibbets y Dijkman, 1997). Mientras que la fase de crecimiento vertical ocurre en tres fases, influenciados por la actividad masticatoria: durante los primeros 6 meses, entre los 5-6 años y entre los 9-12 años, momentos en los que se desarrolla la primera dentición y tiene la erupción del primer y segundo molar respectivamente (Nickel y cols., 1988a; Dibbets y Dijkman, 1997).

Se ha considerado que es entre los 16-17-18 años de edad cuando tienen lugar los últimos cambios en la ATM (Thilander y cols., 1976) y éstos reflejan la adaptación a la función articular (Wright y Moffett, 1974). No obstante entre los 21 y los 45 años ya se aprecian procesos de remodelación articular y fenómenos degenerativos.

### **1.9- Biomecánica de la articulación temporomandibular:**

Clásicamente la ATM ha sido considerada como una articulación de tipo condilar que actúa sinérgicamente con la contralateral. Sus movimientos serían los típicos de una articulación condílea, excepto por el típico desplazamiento anterior. Para muchos otros autores sin embargo la clasificación morfológica y funcional de la ATM no es tan simple y existen grandes discrepancias. Incluso Orts Llorca (1986) la describe, al trabajar conjuntamente con la ATM contralateral y tener un amplio grado de libertad de movimientos, como una “enartrosis funcional”.

Para otros autores los movimientos de la articulación temporomandibular son diferentes a los que sucederían en una articulación condílea, ya que los interpretan en función del concepto de doble articulación (en silla de montar o encaje recíproco y condílea). Estos movimientos serían: flexión y extensión (cierre y apertura bucal), movimientos de abducción-aducción (lateropulsión o diducción), movimientos de antepulsión y retropulsión, y movimientos de circunducción, estos últimos consisten en la suma de todos sus movimientos (Bermejo-Fenoll y cols., 2002).

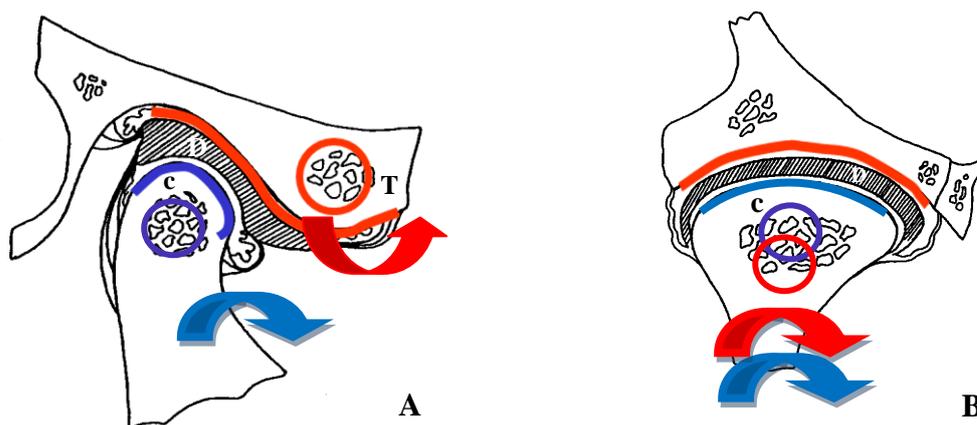
Durante los *movimientos de flexión y extensión* tiene lugar el cierre y apertura bucal, estas acciones se realizan en el plano sagital y presentan dos ejes de movimiento transversales (lateromediales) (Bermejo-Fenoll y cols., 2002). De modo que durante la *apertura bucal* ocurre un deslizamiento del disco sobre el tubérculo articular del temporal (articulación témporo-meniscal) con un eje transversal situado en el tubérculo articular del temporal, y una rotación del cóndilo sobre un segundo eje transversal situado en el cóndilo mandibular (**figura 1.11A**). El complejo disco-cóndilo sufre una traslación, situándose anteroinferiormente por debajo de la eminencia o tubérculo articular

del temporal (Westesson, 1998; Wadhwa y Kapila, 2008; Aiken y cols., 2012), a la vez que el disco se ha deslizado (Molinari y cols., 2007).

Durante los *movimientos de abducción y aducción* tiene lugar la lateropulsión o diducción de la ATM, y como actúan conjuntamente las articulaciones derecha e izquierda mientras en una de ellas ocurre una abducción en la otra encontraremos una aducción. Estos movimientos se realizan en el plano coronal y presentan dos ejes de movimiento anteroposteriores situados en el cóndilo mandibular, el de la articulación menisco-condilar está situado más cranealmente en el cóndilo que el eje de la articulación témporo-meniscal (Bermejo-Fenoll y cols., 2002) (**figura 1.11B**). Para llevar a cabo estos movimientos es necesario además que en la menisco-condilar (inframeniscal) existan movimientos de giro alrededor de un eje vertical que permitan que ocurra una rotación o desplazamiento del cóndilo y disco ipsilateral hacia el lado del movimiento, es decir hacia donde se desplaza el mentón, mientras que el cóndilo contralateral se desplazaría hacia delante bajo el tubérculo articular del temporal.

Los *movimientos de antepulsión y retropulsión* se realizan alrededor de ejes transversales y fundamentalmente en la articulación suprameniscal (**figura 1.11A**) de forma en los movimientos de antepulsión ocurre un desplazamiento de la articulación suprameniscal debajo del tubérculo articular del temporal.

Si bien la teoría de la doble articulación podría explicar de modo coherente la biomecánica de la ATM, todavía queda mucho por estudiar respecto al modo de participación del menisco de ambas ATM y de los dientes en la génesis de los movimientos mandibulares (Nelson y Ash, 2015).



(Imágenes obtenidas y modificadas de Bermejo-Fenoll y cols., 1987 y González-Sequeros y Rollo-Villanova, 1989)

**Fig. 1.11- A)** Esquema representando los movimientos de flexo-extensión mandibular (cierre y apertura bucal) en una sección en el plano sagital, en rojo señalado el movimiento de la articulación temporo-meniscal (en encaje recíproco) y en azul el movimiento sobre la articulación menisco-condilar (condílea), se observan los ejes de movimiento transversales (en el tubérculo articular del temporal y en el cóndilo). **B)** Esquema representando los movimientos de abducción-aducción mandibular (lateropulsión o diducción) de una sección en el plano coronal, en rojo señalado el movimiento de la articulación temporo-meniscal (en encaje recíproco) y en azul el movimiento sobre la articulación menisco-condilar (condílea), se observan los ejes de movimiento en el cóndilo mandibular. Abreviaturas: **c-** cóndilo, **D-** disco articular, **T-** tubérculo articular del temporal.

### 1.10- Disfunción de la articulación temporomandibular:

Clásicamente se ha considerado que la disfunción mandibular o síndrome de la ATM es una entidad responsable principalmente del dolor y de las alteraciones funcionales en la articulación temporomandibular (Palla, 2003; Nelson y Ash, 2015). La disfunción mandibular ocasiona síntomas tanto en el aparato estomatognático con afectación de la musculatura masticatoria, de las articulaciones temporomandibulares, de los dientes, y el periodonto, como síntomas neurológicos y auditivos. Y es que no se podría entender el síndrome de disfunción temporomandibular sin entender que tiene que existir armonía entre los diferentes elementos de la ATM incluyendo los dientes, como son la guía condilar o vertiente posterior del cóndilo del temporal, la guía incisiva, la altura de las cúspides, el plano oclusal y la curva de compensación de Von Spee (González-Sequeros y Rollo-Villanova, 1989; Nelson y Ash, 2015).

Las manifestaciones clínicas de disfunción de la ATM representan un problema muy frecuente en la práctica clínica, encontrándose entre el 4% y el 28% de la población adulta, fundamentalmente en mujeres, aunque otros autores exponen que hasta un 70-80% de la población normal puede llegar a presentar sintomatología relacionada con la disfunción mandibular (Nelson y Ash, 2015).

En cuanto a dicha patología, las alteraciones en la ATM se encuentran clasificadas en cinco grupos:

- 1: Alteraciones musculares.
- 2: Alteraciones en la posición del disco.
- 3: Alteraciones inflamatorias.
- 4: Hipomovilidad mandibular crónica.
- 5: Anomalías del desarrollo de la ATM.

También se ha utilizado la terminología degeneración interna de la ATM, para hacer referencia a la anormal posición y relación funcional entre el disco y las superficies articulares (Sommer y cols., 2003).

### 1.10.1- Alteraciones en la posición del disco articular:

El desplazamiento o luxación discal es una anomalía muy frecuente en la disfunción temporomandibular, siendo un problema clínico relevante desde hace más de un siglo. Algunos estudios han encontrado sintomatología asociada en aproximadamente el 80% de los individuos con desplazamiento, mientras que en un 30% de los casos se encuentran libres de manifestaciones clínicas (Tasaki y cols., 1996).

Existen diversos tipos de desplazamiento en relación a la posición anatómica del disco. Así, Tasaki y cols., (1996) definen diez posiciones discales mientras que otros autores (Katzberg y cols., 1988; 1996; Paesani y cols., 1992; Westesson y cols., 2003) diferencian cuatro tipos: desplazamiento anterior, posterior, medial y lateral, así como varios subtipos: anteromedial, anterolateral, entre otros. El más frecuente es el anterior, ya sea puro o asociado a componente medial o lateral, mientras que el desplazamiento posterior es menos habitual.

### 1.10.1.1 *Desplazamiento anterior del disco.*

El desplazamiento anterior del disco es el tipo de luxación más frecuente, la prevalencia del mismo varía del 12% al 34% en individuos asintomáticos (Hans y cols., 1992; Haiter-Neto y cols., 2002). La asociación del desplazamiento anterior con los componentes medial o lateral es común y se ha observado prácticamente con la misma prevalencia (Westesson y cols., 1998; Westesson y cols., 2003).

Una posición anterior del disco en estadios evolucionados se asocia con una disminución de la capacidad para abrir la boca, deformidad progresiva y acortamiento del disco con adelgazamiento de la zona bilaminar, cambios regresivos y progresivos del cóndilo, disminución de los movimientos de traslación del disco y cóndilo, disminuyendo el espacio articular, desplazamiento craneal y dorsal del cóndilo y aplanamiento del tubérculo del temporal.

La manifestación clínica más llamativa es la presencia de chasquidos y en una fase posterior bloqueo articular cerrado (Valmaseda y Gay-Escoda, 2002).

Entre los posibles factores etiológicos que provocan el desplazamiento del disco (generalmente hacia delante y hacia el lado medial) nos encontramos con una elongación de sus inserciones posteriores, un aumento de la tensión de las inserciones musculares anteriores (Valmaseda y Gay-Escoda, 2002; Koolstra y Tanaka, 2009), la disfunción del músculo pterigoideo lateral (Tanaka y cols., 2007), o la prolongación del espasmo muscular que provoca la tracción del disco ocasionando el desplazamiento anterior del mismo (Wongwatana y cols., 1994).

Como hemos nombrado anteriormente, existe controversia en relación a la inserción del músculo pterigoideo lateral y la estabilización del disco articular, de forma que algunos autores consideran que el fascículo superior del músculo pterigoideo lateral es fundamental en la estabilización del disco de la ATM, por tanto, alteraciones en la función de dicho fascículo originarían problemas en la articulación, tales como el desplazamiento del disco articular (Murray y cols., 2001). Dicho músculo podría estar implicado en el desplazamiento anterior del disco articular (Juniper, 1987; Dawson, 1989; Hiraba y cols., 2000; Taskaya-

Yilmaz y cols., 2005) y en un mayor riesgo de que dicho desplazamiento sea sintomático (Taskaya-Yilmaz y cols., 2005).

Otros autores, como Lafrenière y cols., (1997) han sugerido que en los casos de degeneración interna de la ATM el fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral se encontraría hiperactivo, dominando su acción sobre la que ejerce el fascículo superior de dicho músculo, y ayudaría a estabilizar la posición del disco y cóndilo, observándose además que aumenta el grosor de dicho fascículo proporcionalmente según el grado de desplazamiento (Tomas, 1999; Tomas y Pomes, 2004).

Sin embargo, no está aclarado perfectamente el mecanismo fisiopatológico de este desplazamiento anterior debido a la heterogeneidad funcional del músculo (Phanachet y cols., 2001, 2003). En los estudios de Wongwatana y cols., (1994) se hace referencia a que la inserción del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral en el disco puede no ser un factor precipitante para el desplazamiento anterior del disco ya que dichos investigadores sólo apreciaron en algunos casos la inserción del músculo directamente en el disco (Wongwatana y cols., 1994).

Actualmente hay otros autores que consideran que el tipo de inserción muscular en la articulación no es un factor predictivo o pronóstico para la degeneración interna de la ATM (Dergin y cols., 2012; Omami y Lurie, 2012).

Se han encontrado cambios en el resto de estructuras de la ATM en los casos de desplazamiento anterior, como es la atrofia de la banda o zona anterior del disco y un aplanamiento y alargamiento de la banda posterior, a la vez que los tejidos retrodiscales muestran un incremento del tejido conectivo fibroso y una disminución en la inervación y vascularización (Manfredini, 2009).

#### 1.10.1.2- *Desplazamiento posterior del disco articular.*

Este tipo de alteración es muy poco frecuente y hay pocos estudios sobre el mismo (Westesson y cols., 1998; Kalaykova y cols., 2006). Se caracteriza porque la mayor parte del disco se encuentra situada posteriormente a la prominencia superior del cóndilo (Westesson y cols., 1998).

Se pueden distinguir tres tipos de luxación posterior, tal y como Westesson y cols., (1998) diferenciaron mediante técnicas de imagen:

- Tipo 1- se correspondería con la existencia de una banda plana de tejido sobre el cóndilo que se une posteriormente a éste.
- Tipo 2- el disco está completamente luxado posteriormente. No se observa tejido discal sobre el cóndilo, aunque con la boca abierta hay tejido fibroso que une el disco con la parte anterior de la cápsula articular. Es el más frecuente (80-84%) (Westesson y cols., 1998; Okochi y cols., 2008).
- Tipo 3- existe una perforación central en el disco, permaneciendo una parte del mismo posterior al cóndilo mandibular y otra anterior.

Los casos en los que el disco se encuentra situado posterior e inferiormente al cóndilo son considerados como una deformidad severa (Sano y Westesson, 1995; Takahashi y cols., 1999; Paegle y cols., 2002; Haiter-Neto y cols., 2002; Katzberg y Tallents, 2005).

Además de las características anatomo-radiológicas de estos tipos de desplazamiento posterior existen variaciones en la manifestación clínica, así el chasquido se presenta en un 42% de los desplazamientos posteriores, predominando en el tipo 1 (50%), mientras que el dolor es el síntoma mayoritario en el desplazamiento tipo 3 (60%) (Okochi y cols., 2008).

En este tipo de desplazamiento no hay estudios que relacionen la acción del músculo pterigoideo lateral con dicho desplazamiento.

### 1.11- Técnicas de imagen y la articulación temporomandibular:

El diagnóstico por imagen de la ATM puede estar dirigido al estudio del tejido óseo o de los tejidos blandos. Existen varios métodos de imagen para valorar la ATM como son: la radiología simple, la resonancia magnética (RM), la tomografía computerizada (TC), la medicina nuclear, el SPECT (*single photon emission computed tomography*), el PET (*positron emission tomography*) (Wadhwa y Kapila, 2008; Westesson y cols., 2003) y la ultrasonografía. Los estudios mediante ultrasonidos ofrecen resultados muy limitados en el estudio de la ATM debido a la estrechez del espacio articular, no pudiendo obtenerse imágenes ecográficas fiables del disco articular (Valmaseda y Gay-Escoda, 2002).

Para valorar las estructuras óseas se utiliza la ortopantomografía, las proyecciones radiográficas de Hirtz y transcraneales y la tomografía computerizada. Estas técnicas de diagnóstico por imagen, no permiten valorar las partes blandas por lo que son de poca utilidad para valorar la disfunción mandibular.

Para el estudio y valoración de las partes blandas la resonancia magnética (RM) es una técnica clave.

#### 1.11.1- Resonancia magnética y la articulación temporomandibular:

##### 1.11.1.1- *Fundamentos de la resonancia magnética:*

La resonancia magnética es una técnica de diagnóstico por imagen no invasiva, consiste en proceso físico que se produce a partir de la magnetización o absorción de energía de los átomos de hidrógeno al ser sometidos a ciertas frecuencias de un campo magnético, señales que pueden ser detectadas a través de un ordenador y convertidas en imágenes. Se trata de una técnica de diagnóstico clínico habitual (Liedberg y cols., 1996; Dwivedi y cols., 2012; Imanimoghaddam y cols., 2013) utilizada desde 1985 (Harms y cols., 1985; Katzberg y cols., 1985, 1986; Westesson y cols., 1992).

El fenómeno de la RM se basa en las propiedades magnéticas que presentan los electrones, protones y/o neutrones para absorber y emitir energía en forma de radio, a frecuencias específicas cuando estas partículas se colocan bajo un fuerte campo magnético externo (Fleckenstein y Tranum-

Jensen, 2002). Al absorber energía se dice que han entrado en resonancia y al liberar el exceso de energía están en relajación, momento en el que se induce una señal eléctrica que es la utilizada para obtener la imagen de RM (Fleckenstein y Trantum-Jensen, 2002). El campo magnético es creado por un imán y es el átomo utilizado es el hidrógeno, por tener sólo un protón y ser el más abundante en el organismo humano. Los núcleos de hidrógeno giran, movimiento conocido como *spinning*, y son los que se pueden valorar con RM. Consta de una bobina emisora que emite una secuencia de pulsos de radiofrecuencia que excitan los átomos de hidrógeno, y cuando retorna a la posición de equilibrio estos cambios son recogidos por una antena receptora.

En cuanto a los parámetros de resonancia magnética encontramos (Thomson y cols., 1993):

- Densidad protónica (DP): Es una medida de concentración de hidrógeno, al obtener una imagen potenciada en densidad protónica la escala de intensidades en la imagen es proporcional a la densidad de núcleos de hidrógeno.
- Tiempo de relajación T1: Es el tiempo de relajación longitudinal, se trata de una constante de tiempo cuyo valor determina la mayor o menor rapidez con que tiene lugar la relajación longitudinal, su unidad de medida es en centésimas de milisegundo.
- Tiempo de relajación T2: Es el tiempo de relajación transversal, se trata de una constante de tiempo cuyo valor determina la rapidez con que se desarrolla el proceso, su unidad de medida es en décimas de milisegundo.
- Tiempo de repetición (TR): son los milisegundos que transcurren entre el comienzo de una secuencia de pulso y el de la siguiente secuencia.
- Tiempo de eco (TE): son los milisegundos que transcurren entre la emisión de un pulso de radiofrecuencia y la recogida de la señal.
- Secuencia Spin Echo (SE): Es la secuencia más utilizada ya que permite potenciar las imágenes, según la duración de los tiempos de repetición y de eco se obtienen imágenes potenciadas en DP, en T1 o en T2. La potenciación de las imágenes está regulada por el TR y el TE. En las imágenes potenciadas en T1 el TR y el TE son cortos,

mientras que dichos parámetros son largos en las secuencias potenciadas en T2 y en las secuencias potenciadas en densidad protónica el TR es largo y el TE corto.

- Secuencias en eco gradiente (GRE): tardan minutos en adquirirse, ya que el TE es el tiempo entre el pulso inicial y la recogida del eco de gradiente.
- Secuencias de supresión de grasa por inversión-recuperación corta de T1 (STIR): Emplean un T1 que corresponde con el tiempo que tarda la grasa en recuperarse de la inversión total del plano transversal, consigue anular la señal de la grasa.
- Secuencias rápidas de spin-echo inversión-recuperación (FSEIR). Consiste en enviar un pulso inverso de  $180^\circ$  y se deja relajar un periodo de tiempo de inversión para enviar otro pulso de  $90^\circ$ .
- Matriz de adquisición de imágenes: Es el número de líneas y píxeles que forman la imagen, influye en el tiempo de adquisición de la imagen.
- Field of view (FOV): Hace referencia al tamaño del área reconstruida y representada en la imagen, la resolución espacial es inversamente proporcional al tamaño del campo.
- Número de excitaciones o exposiciones (NEX): Es el número de veces que se mide la señal para la reconstrucción de la imagen. Varía entre 0,5 y 8. Al aumentar el número de medidas aumenta la relación señal-ruido, pero se incrementa el tiempo de adquisición de la imagen.

En las imágenes de RM la escala de grises se relaciona directamente con la intensidad de señal recibida, esta última depende de los tiempos de relajación longitudinal y transversal (T1 y T2), que ocurren simultáneamente, y de su intensidad protónica. Así, los tejidos con intensidad de señal alta, aparecerán blancos, mientras que los de intensidad muy baja, negros.

### 1.11.1.2- *Resonancia magnética en la valoración de la ATM:*

Las imágenes de resonancia magnética ofrecen grandes ventajas respecto a otras técnicas radiológicas en la valoración global de la ATM. De este modo la RM permite diagnosticar alteraciones fundamentalmente de los tejidos blandos (ricos en agua) e informar de los cambios de la posición, la integridad o la movilidad del disco, proliferaciones sinoviales, cambios óseos degenerativos, inflamación retrodiscal, hemorragias, cuerpos libres, tumores, etc., siendo además, un instrumento excelente para valorar el resultado de las intervenciones en la ATM, especialmente la cirugía (Valmaseda y Gay-Escoda, 2002; Westesson y cols., 2003).

La resonancia magnética actualmente es considerada como la técnica de elección para la valoración de la articulación temporomandibular (Westesson y cols., 2003; Jank y cols., 2005; Yang y cols., 2005; Tomura y cols., 2007; Dergin y cols., 2012). Es fundamental para el estudio de las partes blandas y estructuras como son el disco, los ligamentos o los músculos, cuando el paciente presenta disfunción o degeneración de la articulación (Takaku y cols., 1998; Greess y Anders, 2005). Además, ofrece una visión de las estructuras anatómicas próximas (fosas temporal, pterigopalatina, infratemporal y fosita pterigoidea) (Pedullà y cols., 2009).

Asimismo la RM es de gran importancia en los estudios preoperatorios, ya que advierte sobre la existencia de posibles complicaciones según los hallazgos anatómicos encontrados y por tanto serviría para estimar el tiempo operatorio y el índice de complicaciones postoperatorias (Westesson y cols., 1986; Cheynet y cols., 1992; Sugisaki y cols., 1995; Talebzadeh y cols., 1999; Pullinger y Seligman, 2001; Kaplan y cols., 2007).

En cuanto a las características técnicas de los aparatos de RM utilizados en los estudios sobre la articulación temporomandibular (Bell y cols., 1992; Ren y cols., 1996; Nebbe y cols., 1998; Abolmaali y cols., 2004; Chirani y cols., 2004; Shimazaki y cols., 2007; Okochi y cols., 2008; Pedullà y cols., 2009; Dergin y cols., 2012; Dwivedi y cols., 2012), destacamos que:

- La mayoría de los estudios se han realizado utilizando aparatos de RM de 0,5 Teslas, y muy escasos con aparatos de 1,5 Teslas.

- Se han empleado indistintamente bobinas que rodean la superficie de la ATM o bobinas de cráneo.
- Se han utilizado diferentes secuencias: eco-gradiente, densidad protónica *spin-echo*, secuencia potenciada en T2, secuencia potenciada en T1, densidad protónica, secuencias FLASH y secuencias dinámicas.
- El espesor de los cortes varía de 1 a 5 mm, siendo, en la mayoría de los estudios, las secciones realizadas con un espesor de 3 mm, dejando o no espacio entre las secciones.
- El tiempo de repetición (TR) y el tiempo de excitación (TE) son variables. Con la reducción del TE lo máximo que sea posible, se consigue un tiempo de imagen corto, obteniendo imágenes de suficiente calidad y alta resolución espacial (Abolmaali y cols., 2004).

En la valoración mediante RM de la ATM se han utilizado muchos tipos de secuencias pero no hay un criterio uniforme sobre cuál es la secuencia más apropiada para la visualización de la misma, aspecto que también depende de la estructura que pretendamos analizar.

No obstante, actualmente existen parámetros orientativos para la obtención de imágenes de RM de la ATM (Westesson y cols., 2003).

Se prefieren las secuencias *spin-echo* potenciadas en T1 para el estudio de las alteraciones anatómicas, y potenciadas en T2 para evaluar los cambios degenerativos, edemas, derrames intraarticulares y la presencia de efusión de la articulación. Las secuencias eco gradiente (GRE) permiten valorar la articulación como una secuencia pseudodinámica (Valmaseda y Gay-Escoda, 2002; Dwivedi y cols., 2012). Según Abolmaali y cols., (2004) las secuencias de densidad protónica permitirían un mayor contraste de los tejidos que las secuencias en T1 para el análisis de los tejidos musculoesqueléticos.

Las intensidades de señal de las diferentes estructuras en las imágenes de RM varían según la secuencia utilizada. A diferencia de Katzberg (1989), Kaplan y cols., (1987) señalan que la cortical de las estructuras óseas de la ATM se visualiza en T1 con una intensidad de señal baja. En la **tabla 1.5** se encuentran resumidas las intensidades de la señal de las diferentes estructuras

anatómicas observadas en T1, que es el tipo de secuencia con mayor utilidad para visualizar alteraciones anatómicas.

ESTRUCTURA	SEÑAL
Disco articular	Hipointensa
Cortical del cóndilo de la mandíbula	Sin señal
Cartílago articular	Hiperintensa
Médula ósea	Hiperintensa
Inserción posterior del disco articular	Hiperintensa
Inserción anterior del disco articular	Hipointensa
Inserción del fascículo superior del pterigoideo lateral	Hipointensa

**Tabla 1.5-** Intensidades de señal en T1 de los tejidos de la ATM del humano (Katzberg, 1989).

En el estudio de la ATM habitualmente se realizan cortes en tres planos: axial, sagital y coronal. La mayoría de Los autores no emplean realmente planos sagitales o coronales centrados en el eje mayor de la cabeza, si no cortes oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales, los cuales se encuentran centrados en el cóndilo de la ATM (Westesson y cols., 2003).

Al centrar el *plano axial* en el arco cigomático (concretamente en la parte más alta de los planos sagital y coronal) se puede observar la fosa temporal, la infratemporal y sus relaciones; mientras que al centrarlo por debajo del arco cigomático se visualiza la ATM, la fosita pterigoidea y las fosas pterigopalatina e infratemporal (Pedullà y cols., 2009). En la práctica clínica se utilizan imágenes de RM en T1 en los planos coronal y axial para excluir patologías en el espacio articular, evaluar el estado de los cóndilos mandibulares y la posición del disco (Aiken y cols., 2012).

Los planos que aportan datos importantes en el estudio de la ATM y que en clínica se utilizan frecuentemente actualmente, serían:

- *Oblicuo-sagitales*: que son aquellos perpendiculares al eje mayor del cóndilo en el plano transversal (Schmitter y cols., 2005).
- *Oblicuo-coronales*: que son aquellos paralelos al eje mayor del cóndilo (Hollender y cols., 1998).

En algunos estudios se obtienen imágenes de la ATM en el plano oblicuo-sagital tanto con la boca abierta como cerrada y en el plano oblicuo-coronal con la boca cerrada, siendo útiles para determinar la función del disco (Westesson y cols., 2003). Así esta forma de obtención de imágenes sirve para evaluar funcionalmente el disco articular (Westesson y cols., 2003).

No obstante, hay ciertas limitaciones en la valoración del desplazamiento lateral y medial del disco, por tanto, Hollender y cols., (1998) propusieron la adquisición de imágenes en el plano oblicuo-coronal obteniéndose el mismo a partir de las imágenes oblicuo-sagitales con la boca cerrada y orientando el plano según la inclinación posterior del cóndilo y del disco (Hollender y cols., 1998; Haiter-Neto y cols., 2002). Sin embargo, este tipo de proyecciones oblicuo-coronales no se utiliza de forma rutinaria en el estudio de la ATM.

Cada uno de estos planos ofrece información específica de estructuras visibles parcialmente en las otras proyecciones. Así, imágenes de RM en el plano oblicuo-sagital permiten la observación detallada del músculo pterigoideo lateral, del disco, de la fosa y cóndilo mandibular, permitiendo una observación completa de estas estructuras y la relación entre sí (Schellhas, 1989; Musgrave y cols., 1991).

#### 1.11.1.3- *Visualización de las estructuras anatómicas con RM de la ATM:*

A continuación se detallan las características que muestran los diferentes elementos de la articulación temporomandibular en las imágenes y planos de RM.

- **Disco articular:**

La RM es la modalidad técnica más adecuada para la identificación del disco articular de la ATM y es considerada como la técnica de elección para dicho propósito (Tasaki y cols., 1993), ya que muestra una gran precisión y una alta sensibilidad y especificidad en la valoración de la posición del disco y su morfología sin exponer al paciente a radiaciones ionizantes (Kaya y cols., 2010; Tasaki y Westesson, 1993). Además, es una técnica útil para valorar las anomalías posicionales y morfológicas del mismo (luxación discal, deformidad de la cabeza mandibular, edema óseo, colección de líquido en el espacio

articular, etc.) y para definir otros detalles anatómicos de la ATM (Katzberg, 1989; Tasaki y Westesson, 1993; Abolmaali y cols., 2004; Katzberg y Tallents, 2005).

El disco articular se observa en las imágenes de RM en secuencia T1 como una estructura hipointensa, distinguiéndose en su parte posterior una zona con intensidad intermedia de la señal (que corresponde a la zona bilaminar) (Tomas y cols., 2006), esta última muestra mayor intensidad de señal que el músculo (Aiken y cols., 2012).

En cuanto a las secuencias dinámicas, la capacidad para detectar el disco articular y poder visualizarlo de forma nítida es menor que con las secuencias estáticas tradicionales (Shimazaki y cols., 2007).

- Utilidad de los diferentes planos de RM:

Los diferentes planos de obtención de imagen permiten valorar el disco articular. Así, el disco se puede visualizar fundamentalmente en los planos oblicuo-sagital y oblicuo-coronal y parcialmente en los axiales, ya que nunca se visualiza realmente en un solo plano axial (Pedullà y cols., 2009). Las imágenes en el plano oblicuo-coronal suministran información complementaria a las imágenes en el plano oblicuo-sagital en relación a la morfología y posición del disco (Pinkert y cols., 2000; Haiter-Neto y cols., 2002; Ogütçen-Toller y cols., 2002; Taskaya-Yilmaz y cols., 2005).

Las imágenes en los planos oblicuo-sagitales permiten valorar con detalle además de la morfometría del disco, la posición del mismo (Yang y cols., 2015) y su relación con el resto de estructuras de la ATM, a destacar el músculo pterigoideo lateral. Este tipo de proyecciones permite valorar el desplazamiento anterior y posterior, así como los componentes anteromedial y anterolateral, estos últimos complementados con los planos coronales (Westesson y cols., 2003).

En los planos coronales y oblicuo-coronales el disco aparece cubriendo totalmente el polo medial del cóndilo y sólo una pequeña parte del lateral. En este tipo de proyecciones se visualiza claramente el disco y su relación con el cóndilo y la eminencia-fosa articular, observándose cómo se adapta la forma del disco y la eminencia articular. También permite identificar la extensión

mediolateral y las dimensiones mediolateral y anteroposterior del mismo (Haite-Neto y cols., 2002), así como identificar el desplazamiento lateral y medial del disco (Aiken y cols., 2012).

- **Cavidad articular:**

La observación de las dos cavidades articulares de la ATM depende en gran medida de la nitidez en la visualización del disco. Siendo, por tanto, escasos los estudios que hacen referencia mediante RM a la cavidad articular.

La fosa mandibular se observa tanto en el plano axial como en el oblicuo-sagital. Mediante secuencias eco gradiente se determinó que la superficie inferior de dicha fosa no es totalmente cóncava. Esto es debido a la frecuente presencia de una estructura ovoidea de baja intensidad situada posterosuperiormente a la cabeza del cóndilo (Pedullà y cols., 2009), hallazgo que parece corresponder a la arteria temporal superficial (Crabbe y cols., 1995).

- **Cápsula articular:**

Los estudios existentes hasta la fecha con RM no han permitido visualizar la cápsula articular nítidamente (Pedullà y cols., 2009) siendo ésta una de las limitaciones de la RM. Sin embargo, mediante las imágenes en el plano oblicuo-coronal parecen obtenerse imágenes algo más nítidas de las estructuras adyacentes al disco, como sería el caso de la cápsula articular (Haite-Neto y cols., 2002).

La similitud estructural entre el disco y el tejido de la cápsula anterior, que rodea a la ATM presenta una dificultad en la diferenciación de estas estructuras mediante RM, sobre todo ante cambios regresivos y/o adaptativos (Pinkert y cols., 2000).

- **Músculo pterigoideo lateral:**

La RM es una herramienta poderosa para evaluar los cambios en la estructura articular y los músculos masticatorios (Schellhas, 1989; Westesson, 1993), y aunque los estudios de RM específicos respecto al músculo pterigoideo lateral son escasos (D'Ippolito y cols., 2010) la relación entre el

fascículo superior de este músculo y el disco articular es claramente visible en las imágenes sagitales potenciadas en T2 con GRE (Dergin y cols., 2012).

El músculo pterigoideo lateral se observa como una estructura de intensidad de señal intermedia, de forma alargada y triangular de base anterior y vértice posterior a nivel de la fosita pterigoidea en las proyecciones sagitales, mientras que en las proyecciones coronales muestra vértice lateral y base medial (Akita y cols., 2000; Pedullà y cols., 2009).

Diversos estudios con RM han intentado evaluar las inserciones del músculo en la ATM. Así, Taskaya-Yilmaz y cols., (2005) observaron la existencia de dos patrones distintos de inserción de dicho músculo en el disco articular:

- Tipo I- fascículo superior del músculo pterigoideo lateral sólo unido al disco.

- Tipo II- dicho fascículo emite fibras al disco y al cóndilo.

Otros autores también han encontrado diferentes tipos de inserciones, como Dergin y cols., (2012) que describieron tres tipos de inserción:

- Tipo I- las fibras del fascículo superior se insertarían en el disco y las del fascículo inferior en el cóndilo.

- Tipo II- fibras del fascículo superior del músculo se insertarían en el disco y cóndilo y el fascículo inferior en el cóndilo.

- Tipo III- fibras del fascículo superior se insertarían en el disco, mientras que las fibras intermedias y el fascículo inferior en el cóndilo.

Sin embargo, actualmente sigue siendo difícil valorar mediante RM la inserción del músculo en el complejo disco-cápsula, siendo insuficiente esta técnica para valorar la relación entre el músculo pterigoideo lateral y la cápsula de la ATM (Taskaya-Yilmaz y cols., 2005).

- Utilidad de los diferentes planos de RM:

En cuanto a las imágenes de RM en los planos sagitales, se ha observado que la morfología del músculo pterigoideo lateral se visualiza bien en estos planos, en contraposición al plano axial que no permite detectar

ambos fascículos en la misma sección (Van Spronsen y cols., 1989; Quemar y cols., 1993).

En el plano *oblicuo-sagital* dicho músculo presenta una morfología alargada triangular y se puede distinguir sus dos fascículos (Yang y cols., 2002; Taskaya-Yilmaz y cols., 2005), así como su inserción en el disco y cóndilo. Según diversos autores, las imágenes de RM obtenidas con la boca cerrada no permiten diferenciar el fascículo superior del músculo pterigoideo lateral (Imanimoghaddam y cols., 2013), mientras que las imágenes obtenidas con la boca abierta proporcionan una clara visión de ambos fascículos debido a la contracción muscular (Mazza y cols., 2009).

- **Vascularización:**

Se ha observado un gran plexo venoso en la parte posterior de la articulación situado entre el cóndilo y la parte posterior de la fosa mandibular. Este plexo venoso en las imágenes obtenidas habitualmente en T1 se observa como una estructura hipointensa, mientras que en las imágenes en T1 con supresión grasa presentan hiperintensidad de la señal. El plexo es más evidente en las posiciones con la boca abierta porque se rellena (Westesson y cols., 2003; Pedullà y cols., 2009).

En la **tabla 1.6** se resume las principales estructuras observadas en cada plano de imágenes según las aportaciones de diferentes autores.

**Proyección Oblicuo-Sagital:**

1. Morfología sagital del disco.
2. Dimensión anteroposterior del disco.
3. Posición del disco.
4. Ambos fascículos del músculo pterigoideo lateral.
5. Inserción del músculo pterigoideo lateral.

**Proyección Oblicuo-Coronal:**

1. Posición del disco.
2. Dimensión mediolateral del disco.
3. Relación del disco con el cóndilo y con la fosa-tubérculo articular.
4. Cápsula articular.
5. Forma de adaptación del disco a vertiente posterior del tubérculo articular.

**Tabla 1.6-** Principales estructuras anatómicas visualizadas mediante las proyecciones oblicuo-sagital y oblicuo-coronal en la RM.

### 1.11.1.4- *Resonancia magnética y disfunción temporomandibular:*

Es importante el análisis de la ATM mediante técnicas de imagen como la RM, fundamentalmente para la detección precoz de los cambios en los casos de disfunción temporomandibular (Hans y cols., 1992; Westesson y cols., 2003; Tomas y cols., 2006), ya que de esta forma podríamos tomar las medidas terapéuticas oportunas para evitar la evolución de dicha alteración que suele llevar a la irreversible osteoartritis de la articulación.

Además de los desplazamientos discales, otros signos que sugieren indirectamente disfunción temporomandibular en las imágenes de RM son los siguientes: el espesor en la unión del músculo pterigoideo lateral a la ATM, o la ruptura de las capas o fibras retrodiscales o efusión articular (observado en las secuencias T2 como áreas con hiperintensidad de la señal) (Tomas y cols., 2006).

Es importante destacar que, si para apreciar los desplazamientos discales, sólo se utilizan imágenes en los planos sagitales, se obtienen más errores en el diagnóstico del desplazamiento lateral del disco que si se combinan con las imágenes en el plano oblicuo-coronal (Westesson y cols., 1987a,b ; Pinkert y cols., 2000; Haiter-Neto y cols., 2002). Esto es debido a que en las proyecciones oblicuo-sagitales es difícil valorar el desplazamiento discal al existir una estrecha conexión entre el tejido conectivo que rodea anteriormente la articulación y el disco.

Las variaciones morfológicas que puede sufrir el fascículo superior del músculo pterigoideo lateral en la disfunción y que son visibles en las imágenes de RM, se visualizan normalmente como cambios en la intensidad de la señal de los tejidos y están relacionados con la atrofia y/o edema muscular (Yang y cols., 2002; Finden y cols., 2007). Se ha advertido que en pacientes con desplazamiento del disco, el fascículo superior del músculo pterigoideo lateral en las imágenes de RM en T1 muestra cambios de tipo atrófico, observándose de menor tamaño y con una disminución de la intensidad de la señal (Finden y cols., 2007; Imanimoghaddam y cols., 2013).

En los planos sagitales y oblicuo-sagitales en la zona anterior de la articulación se puede observar en algunos casos el denominado “signo del doble disco” (Tomas y cols., 2006), que consiste en que en la zona anterior de

la articulación, en la unión músculo-disco, aparece una estructura que presenta la misma intensidad de la señal que el disco y que dichos autores consideran que podría corresponder al aumento de grosor de la zona de inserción del músculo pterigoideo lateral asociado a la degeneración de la articulación.

En pacientes con lesión de la zona bilaminar del disco se aprecia que dicha zona es más hipointensa (Drace y cols., 1990; Tomas y cols., 2006), además, también se encuentra atrofia con reemplazo graso en los casos de desplazamiento discal (Tomas y cols., 2006; Finden y cols., 2007).

#### 1.11.2- Tomografía computerizada y la articulación temporomandibular:

La tomografía computerizada (TC) se basa en la densitometría de los rayos X y utiliza los mismos principios físicos que la radiología convencional (Ohlerth y Scharf, 2007) y por lo tanto permite visualizar con gran detalle la anatomía ósea de la ATM (Westesson y cols., 2003) en especial para la evaluación de las lesiones óseas degenerativas (Katzberg, 1989; Ferraz y cols., 2012).

En cuanto a la valoración del resto de elementos no es la técnica de imagen más adecuada, sin embargo existen discrepancias entre diversos autores sobre la utilidad de la misma en la valoración del disco articular. Mientras algunos autores consideran que sí se puede visualizar, especialmente en los casos de desplazamiento anterior del disco (Helms y cols., 1989; Hayashi y cols., 1999), otros consideran que no es una técnica útil ya que la inserción del músculo pterigoideo lateral presenta un aspecto similar al disco en las imágenes de TC (Westesson y cols., 2003).

También se utiliza para valorar los cambios secundarios que ocurren en las estructuras óseas debido a las alteraciones en las partes blandas, como el desplazamiento del disco (Liu y cols., 2012), traumatismos, neoplasias, cambios óseos postquirúrgicos y enfermedades óseas del desarrollo (Westesson y cols., 2003). Sin embargo, no permite estudiar con precisión las partes blandas, por lo que habitualmente se debe completar el estudio mediante otras técnicas de diagnóstico por la imagen como es la ecografía o la resonancia magnética.

### 1.11.2.1- *Visualización de estructuras anatómicas con TC de la ATM:*

Según la estructura anatómica a estudiar y el grado de detalle que se pretenda obtener, se utilizan diferentes secuencias y especificaciones técnicas para la obtención de imágenes de tomografía computerizada. Además, dichos sistemas se encuentran en continuo desarrollo tecnológico lo que permite la obtención de imágenes con mayor detalle anatómico así como una disminución en el tiempo empleado para la obtención de las imágenes.

Es el caso de la TC helicoidal que ha supuesto ventajas en la valoración de la ATM respecto a los equipos de TC convencional, ya que la capacidad volumétrica es mayor y casi isotrópica en los cortes obtenidos. Además puede ser utilizada para realizar reconstrucciones multiplanares y tridimensionales o reconstrucciones volumétricas que permiten valorar deformaciones óseas de la ATM (Katzberg, 1989) y que facilitan mucho la planificación preoperatoria de lesiones complejas, entre otros beneficios.

La TC helicoidal o espiral se basa en un movimiento continuo del tubo de rayos X y del sistema de detectores. La camilla avanza con el paciente a través del *gantry*, a la vez que se van obteniendo los valores de atenuación (Csillag y cols., 1999; Hofer, 2005; Ohlerth y Scharf, 2007). Los datos se adquieren mediante una línea helicoidal continua (Curry y cols., 1990; Lee y cols., 1999; Hofer, 2005), permitiendo una reconstrucción de cortes y la obtención de imágenes tridimensionales (Kirks, 1998; Tidwell y Jones, 1999).

La utilización de aparatos de TC helicoidal, mediante el protocolo de cráneo permite valorar las diferentes estructuras óseas de la ATM con gran detalle (Ikeda y cols., 2011; Dalili y cols., 2012). Dicho protocolo consiste en la adquisición de imágenes en el plano axial con 1 mm o menos de colimación, y la obtención de imágenes coronales y sagitales a través de los datos de las axiales, así como reconstrucciones tridimensionales. Se escanea la región de la ATM a intervalos de 1 o 2 mm desde el polo medial al lateral del cóndilo, pudiendo adquirirse imágenes con máxima apertura bucal, pero estas sólo en un plano que pasa por el centro del cóndilo para minimizar la radiación del paciente.

### **1.12- Otros métodos de estudio de la ATM:**

Para valorar detalles morfológicos de la articulación se pueden utilizar distintos métodos de estudio entre los que destaca la disección anatómica, la plastinación y el estudio histológico.

#### **1.12.1- Disección anatómica:**

Clásicamente ha sido y es considerada en la actualidad como la principal técnica para el estudio morfológico de las articulaciones y del resto de estructuras anatómicas, entre ellas la ATM. Además, el estudio de cortes multidireccionales de piezas de disección y sus correspondientes imágenes en las diferentes técnicas de diagnóstico por imagen es crucial ya que permite alcanzar un gran conocimiento morfológico (El Haddioui y cols., 2005; Bermejo-Fenoll y cols., 2002).

Fundamentalmente la aplicación de la RM, debido a la gran cantidad de estructuras que permite visualizar, necesita una comprensión precisa de los cortes anatómicos en los diferentes planos del espacio, y no solo para los anatomistas sino también para los clínicos. Prueba de ello es la gran demanda de atlas y otros sistemas de representación que muestren esa correlación anatomo-clínica sin los que ya no se podría entender el diagnóstico y el tratamiento de las diversas patologías. Sólo unos conocimientos completos de la anatomía macroscópica permiten obtener el máximo provecho de las posibilidades diagnósticas de las técnicas de imagen y una de las razones por las que la enseñanza y la interpretación de las imágenes se inicia en los cursos preclínicos de las titulaciones del área de las ciencias de la salud (Fleckenstein y Trantum-Jensen, 2002).

Esto es también aplicable al estudio de la ATM, donde si además se añaden los nuevos métodos de diagnóstico por imagen y los avances informáticos, se obtiene un gran desarrollo tanto en los conocimientos morfológicos como biomecánicos de esta articulación (González-González y cols., 2000; Bermejo-Fenoll y cols., 2002; El Haddioui y cols., 2005).

### 1.12.2- Plastinación:

Las técnicas de plastinación son una herramienta ideal para estudios morfológicos, siendo la técnica más importante de preservación de especímenes biológicos que se ha desarrollado recientemente (Hubbell y cols., 2002; Latorre y cols., 2007). Von Hagens y cols., (1987) fueron los creadores de dicha técnica que desde entonces está avanzando y mejorando, con nuevas variaciones de la misma, en la preservación de las estructuras anatómicas.

El fundamento de esta técnica es el reemplazo de agua y lípidos de los tejidos por un polímero que proporciona resistencia y especímenes duraderos (von Hagens y cols., 1987). Las diferentes modalidades de esta técnica se consiguen empleando diferentes polímeros como silicona S10 (Biodur ©), poliéster P40 (Biodur ©), resina epoxi E12 (Biodur ©), entre otras (Von Hagens y cols., 1987; Latorre y cols., 2002, 2006; 2007; Riederer, 2014). Cada una de ellas resulta de utilidad para un tipo de estudio u otro, ya que algunas proporcionan resistencia mientras que otras ofrecen flexibilidad a los tejidos (Steinke y cols., 2008; Soal y cols., 2010).

En concreto la técnica E12 permite conservar secciones corporales transparentes de 2-3 mm de grosor. En estas secciones plastinadas se mantiene de forma fiel la topografía de las estructuras anatómicas y es posible el estudio de los diferentes tejidos bajo microscopio estereoscópico (Von Hagens y cols., 1987; Sittel y cols., 1997; Steinke, 2001; Latorre y cols., 2002, 2006; Qiu y cols., 2004; Soal y cols., 2010). La mayoría de los estudios que emplean la técnica E12 han utilizado piezas de cadáveres frescos, sin embargo, otros autores recomiendan la fijación del espécimen antes de su procesado mediante las técnicas de plastinación (Soal y cols., 2010).

### 1.12.3- Estudio histológico:

El estudio histológico es el método de diagnóstico fundamental para el conocimiento de las diversas patologías de la ATM, y para la observación de las diferentes estructuras anatómicas. Tanto la microscopía de luz como la electrónica ofrecen cada una ciertas ventajas respecto a la otra (Minarelli y cols., 1997; Benigno y cols., 2001; Bravetti y cols., 2004).

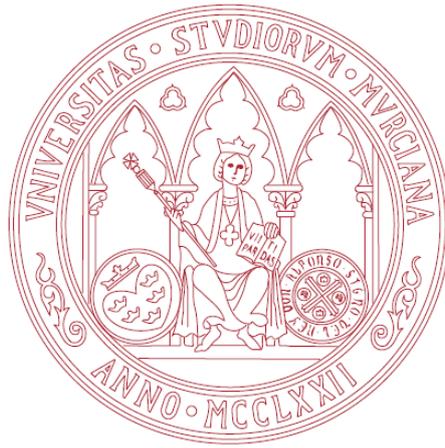
Además, esta técnica permite corroborar desde un nivel microscópico los hallazgos macroscópicos y valorar el desarrollo embrionario de los diferentes elementos de la articulación (Bravetti y cols., 2004; Kinoshita y cols., 2013).

La microscopía de luz consiste habitualmente en la realización de cortes a 3  $\mu\text{m}$  y tinciones histoquímicas (hematoxilina-eosina), así como la observación posterior de dichos cortes con microscopio óptico a diferentes aumentos según la patología a estudiar. Se trata de una técnica de diagnóstico útil para ampliar el conocimiento de las disecciones anatómicas de la ATM, y permite una precisa definición de las relaciones anatómicas entre las fibras musculares y las estructuras anatómicas de la ATM (Bravetti y cols., 2004).

Esta técnica es la que se emplea en el diagnóstico clínico diario y ofrece mayor utilidad a menor coste, como es en el caso de los tumores óseos y de las regiones anatómicas adyacentes.

Es, por tanto, un método muy interesante para confirmar las características morfológicas de la ATM que se encuentran en controversia actualmente.





---

## 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

---



### **2.1-Justificación:**

La articulación temporomandibular (ATM) humana es una región anatómica compleja que se encuentra sometida a frecuentes alteraciones que dan lugar a la disfunción de la misma. Por tanto, es necesario un conocimiento preciso tanto morfológico como fisiológico de dicha articulación que contribuya a explicar la fisiopatología de la disfunción temporomandibular. Tal y como se ha descrito con detalle en la introducción, la controversia sobre la morfología y función de esta articulación comienza ya desde su origen embriológico, con estudios que demuestran la existencia de un doble blastema embrionario: blastema condilar y blastema temporal, y que ha llevado a proponer a algunos autores la teoría de la doble articulación o del complejo articular temporomandibular (CATM) (Bermejo-Fenoll y cols., 1987, 2002; González y cols., 1992; Mérida-Velasco y cols., 1999).

También difieren los estudios sobre las características de los diferentes elementos de la ATM, como puede ser la cápsula articular y las estructuras vasculares que rodean dicha articulación, los cuales están implicados en la patología de la misma; y sobre todo acerca de la morfología y tipo de inserción del músculo pterigoideo lateral en la ATM.

Desde un punto de vista clínico, es fundamental conocer la morfología de esta articulación, para lo cual se suele utilizar la TC y la RM como técnicas de diagnóstico por imagen, observándose también discrepancias en la inserción del músculo pterigoideo lateral en la ATM y en su morfología. Las proyecciones más usadas son las realizadas en los planos sagital, axial y coronal y proyecciones en planos especiales, como es el oblicuo-sagital y el oblicuo-coronal, estos últimos cada vez están adquiriendo mayor importancia en la valoración de esta articulación.

Las técnicas de plastinación suponen una herramienta ideal para visualizar mayor cantidad de detalles anatómicos y ofrecen numerosas ventajas en el estudio de las articulaciones, además de permitir la correlación con las imágenes de TC y de RM.

Debido a la importancia clínica de un conocimiento anatómico-radiológico exhaustivo de la articulación temporomandibular y la existencia de discrepancias sobre la relación del músculo pterigoideo lateral y dicha articulación, nos hemos propuesto los objetivos expuestos a continuación.

## **2.2-Objetivos de la presente tesis doctoral:**

### 2.2.1- Objetivo general:

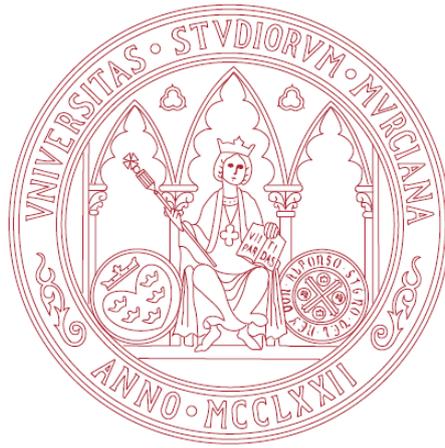
El principal objetivo es estudiar las características morfológicas de esta articulación tanto mediante técnicas anatómicas (disección, plastinación y estudio histológico) así como la correlación con las técnicas de diagnóstico por imagen usadas habitualmente en la práctica clínica (tomografía computerizada y resonancia magnética).

### 2.2.2- Objetivos específicos:

Los objetivos específicos planteados para la realización de la tesis doctoral, son:

- 1) Evaluar la morfología de las diferentes estructuras anatómicas de la ATM y su correspondencia con las imágenes radiológicas (tomografía computerizada y resonancia magnética), empleando tanto secciones seriadas transparentes obtenidas con la técnica de plastinación E12, como disecciones y preparaciones histológicas.
- 2) Realizar una descripción de las características de las inserciones del músculo pterigoideo lateral en el disco articular y cóndilo de la ATM, comparando las técnicas de resonancia magnética, cortes macroscópicos plastinados, secciones histológicas y disección de la ATM.
- 3) Valorar la relevancia anatómica de las diferentes proyecciones utilizadas en la obtención de imágenes mediante resonancia magnética y tomografía computerizada, haciendo especial hincapié en el músculo pterigoideo lateral y su relación con la articulación temporomandibular.





---

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

---



### 3.1- Material empleado:

Para la realización de este estudio se han utilizado 24 piezas de ATM humana (doce piezas derechas y doce izquierdas), pertenecientes al departamento de Anatomía Humana y Psicobiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Murcia y al departamento de Histología y Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Dichas piezas fueron extraídas de cuerpos previamente perfundidos y embalsamados.

Estas piezas o bloques de ATM humana, conservados en formol tamponado al 10% y timol, tenían un tamaño medio de 6 x 6 x 4,5 cm, para la extracción de los bloques se tomó como referencia el arco cigomático, el cual es paralelo al plano de Frankfurt, e incluían la fosa mandibular, el tubérculo articular del temporal, parte del arco cigomático, el cóndilo y el cuello de la mandíbula, la cápsula articular, el disco y las partes blandas-musculares adyacentes y la rama de la mandíbula.

La edad media de las muestras empleadas oscila entre los 60 y 80 años. Las 24 piezas estudiadas corresponden a 18 individuos (doce varones y seis mujeres). Diez piezas procedían de individuos edéntulos, dos presentaban todos los dientes y doce correspondían a individuos edéntulos parciales.

En un primer momento se procedió a la identificación de su posición anatómica, para ello se marcó mediante un punto simple de sutura la parte posterior de los bloques de ATM y con 2 puntos la parte lateral de dichos bloques. Asimismo se realizaron fotografías de dichos bloques (**figura 3.1**).

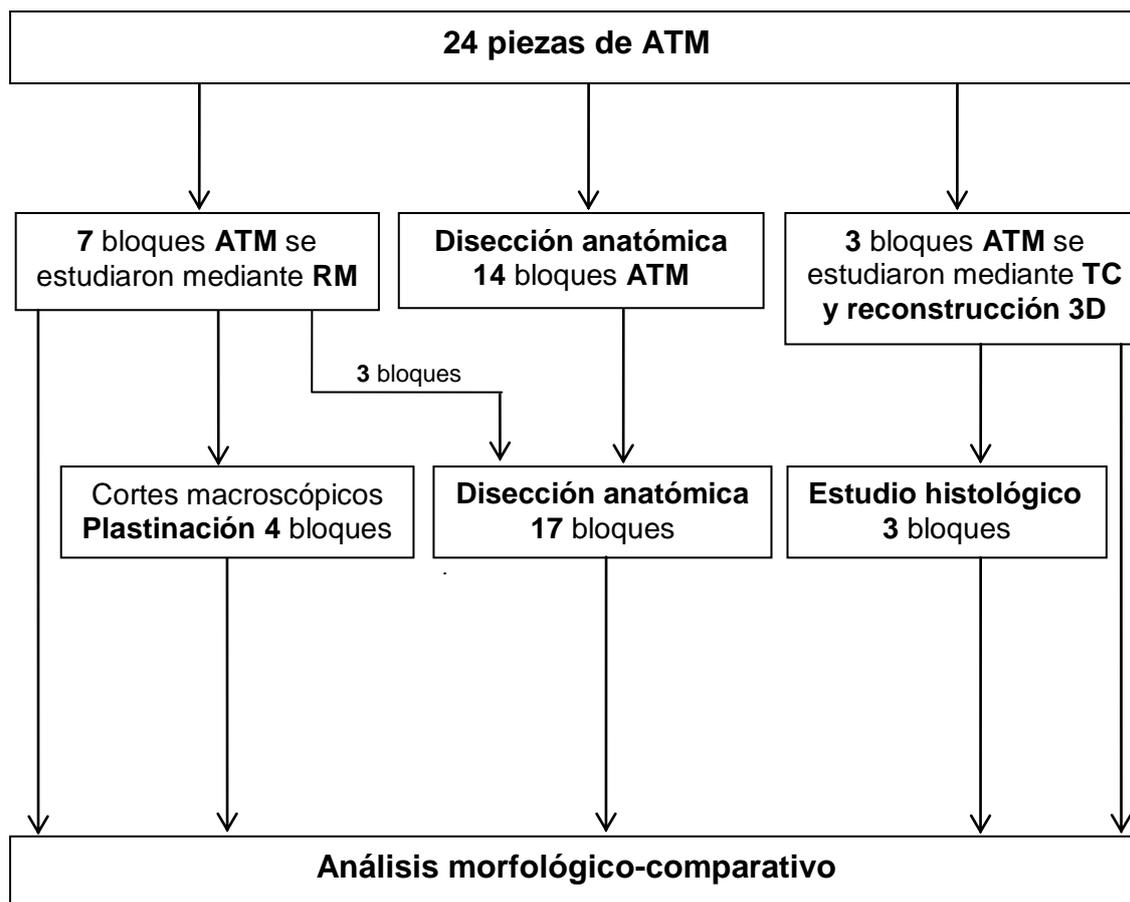


**Fig. 3.1-** **A-** Bloque de ATM humana, pieza 3A (derecha), en el que se observan las referencias utilizadas para posicionar los bloques (2 puntos negros) en la parte lateral del bloque. **B-** Bloque de ATM humana, pieza 4A (derecha), en el que se observan las referencias utilizadas para posicionar los bloques (1 punto) en la parte posterior del bloque.

### 3.2- Planificación experimental:

De las 24 piezas de ATM, se realizó un estudio con RM en 7 de ellas (4 derechas y 3 izquierdas), de las cuales, 4 fueron empleadas para obtener cortes seriados transparentes plastinados y 3 se disecaron. A otras tres piezas se realizó un estudio de imagen con tomografía computerizada (TC) y reconstrucción tridimensional de las estructuras óseas, posteriormente dichas piezas fueron seccionadas con objeto de su estudio histológico. El resto de piezas se disecaron para obtener información sobre la morfología general de la ATM y sus relaciones anatómicas.

Finalmente se llevó a cabo un estudio comparativo anatomo-radiológico entre las diferentes técnicas de estudio: RM, TC, disección, plastinación e histología (**esquema 3.1**).



Esquema 3.1- Planificación del estudio de los bloques de ATM.

### 3.3-Estudio de imagen:

#### 3.3.1- Resonancia Magnética:

Se procedió a la realización de un estudio de diagnóstico por imagen mediante resonancia magnética de 9 piezas de ATM humana, aunque sólo se completó el estudio en 7 de ellas debido a la mala calidad de las imágenes obtenidas en 2 muestras, siendo, por tanto, piezas desechadas para el estudio de RM.

##### 3.3.1.1- *Equipo:*

Para la realización de esta técnica de imagen se utilizaron las instalaciones de Scanner Murcia S.L., obteniendo las imágenes de RM mediante un sistema de 0,5 Teslas (General Electric Healthcare, O'Signa, sistema NPU 82500; Beijing, P.R. China) con una bobina de cráneo estándar (figura 3.2).



**Fig. 3.2-** Aparato de RM en el que se realizó el estudio de imagen de las piezas de ATM.

### 3.3.1.2- *Protocolo de exploración:*

En primer lugar se realizó una prueba de imagen, sumergiendo la pieza objeto de estudio en un recipiente con agua que simulase el entorno del individuo vivo; esta modalidad fue desechada, debido a la escasa calidad de las imágenes obtenidas respecto al estándar habitual. A continuación, se probó con las piezas aisladas, previamente depositadas durante 5 minutos sobre un papel empapador antes de obtener las imágenes. De este modo se logró que los tejidos mostrasen un contraste más real entre ellos y que la calidad de las imágenes fuera mayor, prosiguiendo nuestro estudio en estas condiciones.

Las piezas se colocaron en el aparato de RM en posición anatómica, con ayuda de la guía de los haces de luz se centraron las piezas, simulando así la posición real de un paciente en decúbito supino sobre la camilla del aparato (**figura 3.3**).



**Fig. 3.3-** Pieza 4A colocada en posición anatómica en el interior de la bobina del aparato de RM, se observan los haces de luz proyectados por el aparato de RM para centrar la pieza en la adquisición de imágenes.

Basándonos en los estudios previos de diversos autores en relación a la visualización de la ATM mediante RM, ensayamos varias secuencias para la adquisición de la imagen (**tabla 3.1**):

- *Spin-echo* densidad protónica.
- *Spin-echo* potenciada en T1.
- *Spin-echo* potenciada en T2.
- Secuencias rápidas de *spin-echo* inversión-recuperación (FSEIR).

Finalmente, la secuencia que utilizamos fue:

- *Spin-echo* potenciada en T1 con los siguientes parámetros:
  - TR 420 ms.
  - TE 17 ms.
  - NEX 3-4.
  - Espesor de los cortes de 3 mm.
  - Espacio entre cortes de 3 mm.
  - FOV comprendido entre 18-20 cm.
  - Matriz de 288 x 192.

El tiempo medio en captar las imágenes para cada proyección fue de 5,26 minutos, siendo el total de tiempo empleado para estudio completo de cada pieza de 30 minutos aproximadamente.

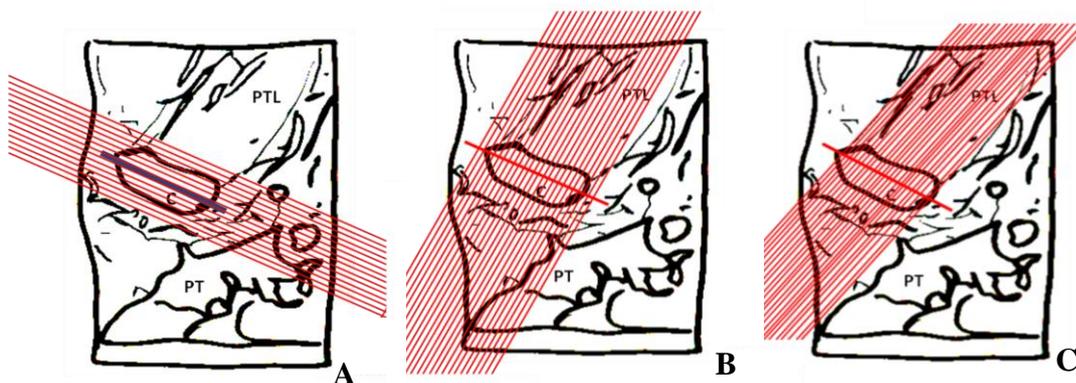
Se obtuvieron imágenes en los planos:

- Sagital.
- Coronal.
- Axial.
- Oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo.
- Oblicuo-sagital paralelo a las fibras del músculo pterigoideo lateral.
- Oblicuo-coronal.

Las proyecciones en los planos oblicuo-sagitales y oblicuo-coronal se obtuvieron a partir de las imágenes del plano axial. Las características de cada uno de estos planos oblicuos se detallan a continuación y se pueden observar en la **figura 3.4**.

- Proyección oblicuo-coronal: Secciones paralelas al eje mayor del cóndilo mandibular.
- Proyección oblicuo-sagital propiamente dicha, que denominaremos oblicuo-sagital C: Secciones perpendiculares a las utilizadas en el caso de la proyección oblicuo-coronal.
- Proyección oblicuo-sagital paralela, que denominaremos oblicuo-sagital PTL: Secciones paralelas a las fibras del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral.

Se intentaron otras proyecciones combinando diferentes planos, tales como realizar cortes paralelos al disco observado en el plano coronal, pero no se obtuvieron datos de relevancia en este estudio.



**Fig. 3.4-** **A-** Esquema del plano axial del bloque de ATM de la pieza 4 derecha, en la que se ha señalado mediante líneas rojas el plano de corte para realizar la proyección oblicuo-coronal. En azul se indica el eje mayor del cóndilo. **B-** Esquema del plano axial del bloque de ATM de la pieza 4 derecha, en la que se ha señalado mediante líneas rojas el plano de corte para realizar la proyección oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo (oblicuo-sagital C). **C-** Esquema del plano axial del bloque de ATM de la pieza 4 derecha, en la que se ha señalado mediante líneas rojas el plano de corte para realizar la proyección oblicuo-sagital paralela a las fibras del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral (oblicuo-sagital PTL). Se observa el cóndilo (c), peñasco del temporal (PT) y el músculo pterigoideo lateral (PTL).

#### 3.3.1.3- Análisis de la imagen:

Una vez obtenidas las imágenes, se transfirieron a la estación de trabajo General Electric® ADW 4.1® para su edición y análisis. Las imágenes fueron almacenadas en formato DICOM y se analizaron utilizando el software Kodak DirectView Diagnostic Workstation, versión CD\_Direct 5.2.1 (Eastman Kodak Company, 2004).

Las imágenes fueron minuciosamente estudiadas describiendo en cada plano de corte el aspecto morfológico y las características de intensidad de señal de los componentes de la ATM (cóndilo de la mandíbula, apófisis cigomática del temporal, tubérculo articular del temporal, disco articular, cápsula, espacio articular), y su relación con otras estructuras anatómicas adyacentes, fundamentalmente con el músculo pterigoideo lateral y los vasos sanguíneos.

Secuencias ensayadas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Densidad protónica	X										
SET1:											
TR (ms)		440	340	400	440	420	420				
TE (ms)		16	14	17	14	14	17				
Nex		2	3	2	2	2	2				
Matriz		512 X 512									
SET2									4000	1500	
TR (ms)									114	14	
TE (ms)									3		
Nex											
FSEIR											
TR (ms)											7000
TE (ms)											126

Tabla 3.1 - Principales parámetros de las secuencias de RM ensayadas. Abreviaturas: **SE- spin-echo**.

### 3.3.2- Tomografía computerizada:

Se procedió al estudio de TC de 3 piezas de ATM previamente congeladas a -80°C, con el objeto de valorar fundamentalmente las estructuras óseas y utilizar dichas piezas posteriormente para el tratamiento histológico.

#### 3.3.2.1- *Equipo:*

La obtención de las imágenes se llevó a cabo en el servicio de radiología del Hospital General Universitario Santa María del Rosell bajo la supervisión de dos radiólogos, mediante un escáner helicoidal de 64 cortes (General Electric Healthcare, O'Signa, modelo LightSpeed® VCT; Waukesha, U.S.A.).

#### 3.3.2.2- *Protocolo de exploración:*

Las piezas se colocaron en posición anatómica, y se centraron mediante las coordenadas del sistema de TC.

Las tomografías se realizaron siguiendo el plano axial de la articulación, siguiendo el protocolo de cráneo helicoidal, utilizando los siguientes parámetros:

- mA: automodulación.
- Kv: 120.
- Pitch: 1.
- Colimación: 1 mm.
- Rotación del *gantry*: 0,6 segundos.
- Número de cortes: 145.
- Separación entre cortes: 0,25 mm.

Se obtuvieron imágenes en los planos:

- Axial.
- Sagital y oblicuo-sagital (C y PTL).
- Coronal y oblicuo-coronal.

#### 3.3.2.3- *Análisis de la imagen:*

Una vez obtenidas, las imágenes se transfirieron a la estación de trabajo General Electric® ADW 4.3® para su edición y análisis. Las imágenes fueron almacenadas en formato DICOM y se analizaron utilizando el software

Centricity DICOM Image Viewer, Reporting Tool™ (General Electric® Healthcare, 2005).

Se obtuvieron reconstrucciones multiplanares y volumétricas de los bloques de ATM, empleando un FOV de 10,1 cm con una matriz de 512 x 512.

### **3.4- Estudio anatómico:**

Las técnicas anatómicas empleadas fueron las siguientes:

- Disección anatómica convencional.
- Criosecciones en sierra de banda.
- Plastinación (técnica E12).

#### **3.4.1- Disección anatómica convencional:**

Se utilizaron para este propósito 17 bloques de ATM humana fijadas en formol y se disecaron mediante diferentes vías de acceso a la articulación.

En primer lugar, las piezas que se eligieron para la disección fueron aquellas a las que no se les realizaron cortes anatómicos (esto es, crio-secciones y cortes plastinados), algunas de ellas se habían estudiado mediante RM.

La disección se realizó bajo lupa, con el objeto de observar con detalle el tejido y la vascularización del mismo, así como para realizar una disección más precisa.

Antes de empezar a disecar las piezas de ATM, se estudiaron las diferentes posibilidades de acceso a la articulación según el bloque a disecar y se eligió la más apta para cada pieza.

##### **3.4.1.1- *Abordaje frontal:***

Se realizó disección reglada y en planos de 5 bloques, tomando como referencias anatómicas la rama mandibular y el tubérculo articular del temporal. Se identificaron y describieron las estructuras anatómicas encontradas en cada plano.

3.4.1.2- *Abordaje medial:*

Se realizó disección reglada de 6 bloques, tomando como referencias anatómicas: el cuerpo del esfenoides y la porción petrosa del temporal. Se empezó a disecar desde el plano medial hasta llegar a la articulación y en dirección craneal a caudal. Se identificaron y describieron las estructuras anatómicas encontradas en cada plano.

3.4.1.3- *Abordaje lateral:*

Se realizó disección reglada de 6 bloques, tomando como referencias anatómicas: el pabellón auricular (en el caso de que lo presentaran), el arco cigomático, el tubérculo articular del temporal y el cóndilo de la mandíbula. Se empezó a disecar desde el plano superficial al profundo y en dirección craneal a caudal, en un caso con una sierra oscilante se realizó una osteotomía en la mandíbula (creando una ventana ósea entre el cuello y la rama mandibular), pudiendo así acceder al músculo pterigoideo lateral en todo su trayecto. Se identificaron y describieron las estructuras anatómicas encontradas en cada plano.

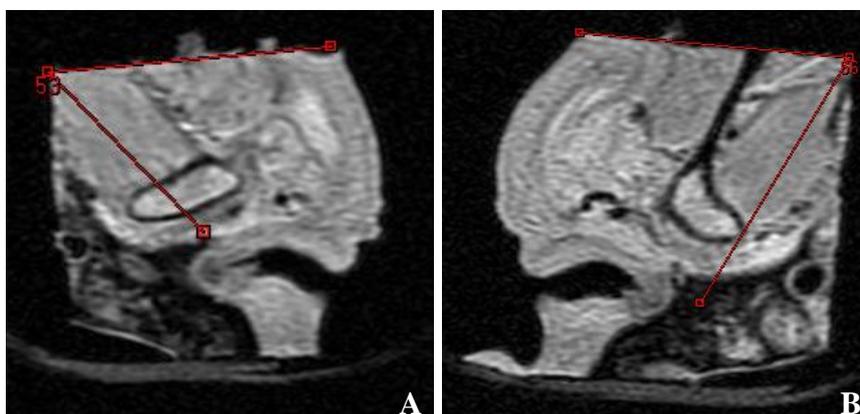
En último lugar, el disco junto al cóndilo mandibular fueron desinsertados por la zona posteromedial, seccionando para ello la cápsula articular, con el objeto de observar el músculo pterigoideo lateral y sus inserciones por la zona medial.

Una vez obtenido cada plano de disección se procedió a su fotografiado.

3.4.2- Criosecciones en sierra de banda:

De las piezas que habían sido estudiadas mediante RM, cuatro de ellas se emplearon para el estudio de anatomía seccional. Para ello, fue necesario analizar la dirección exacta del plano de corte que se pretendía realizar en cada pieza, con el objeto de obtener el corte en el plano deseado y que permitiese la comparación de las imágenes con ambas técnicas, RM y criosección, obteniendo así una correlación anatomo-radiológica lo más precisa posible. Nos basamos en las imágenes de RM en el plano axial, en las que se observaba el cóndilo y la inserción del músculo pterigoideo lateral y se

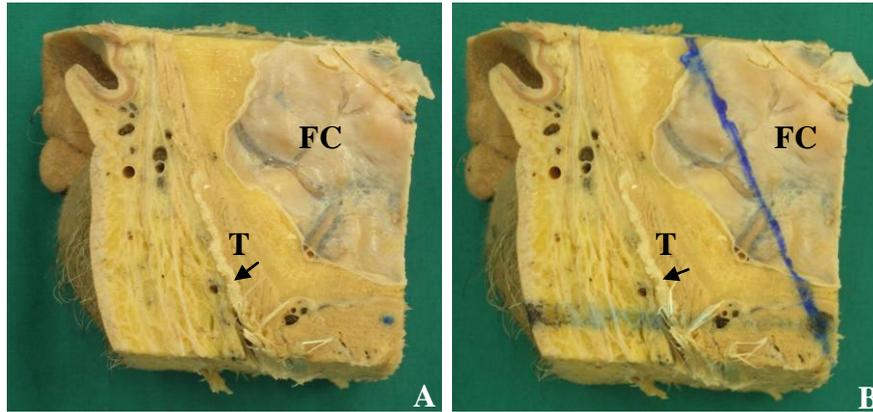
realizaron las mediciones necesarias, entre ellas el ángulo que formaba uno de los contornos de la pieza con el cóndilo de la mandíbula (**figura 3.5**).



**Fig. 3.5- A-** Imagen de RM en T1 en el plano axial del bloque de ATM izquierda. Se observa el ángulo delimitado entre la cara anterior del bloque y las fibras del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral (53°). **B-** Imagen de RM en T1 en el plano axial del bloque de ATM derecha. Se observa el ángulo delimitado entre la cara anterior del bloque y el eje menor del cóndilo (66°). Medición utilizada para la orientación de los cortes macroscópicos: oblicuo-sagitales PTL y C, respectivamente.

Una vez definido el tipo de corte que se pretendía realizar y obtenidas las mediciones necesarias para llevarlo a cabo, se trasladaron dichas medidas a la pieza macroscópica gracias a un transportador de ángulos, escuadra y cartabón. Se dibujó la dirección del corte en la pieza en tres lados de la misma con un rotulador permanente. También se señaló el borde anterior de la pieza misma haciendo una línea paralela al margen anterior por su cara craneal y dos líneas por la cara inferior del bloque (**figura 3.6**).

Posteriormente se sometió a la pieza a un proceso de congelación a -20° durante 3 días, y se bajó gradualmente la temperatura hasta -80°, temperatura a la que permaneció la pieza durante 4 días. Tras este proceso la pieza ya se encontraba preparada para ser cortada.



**Fig. 3.6-** **A-** Visión craneal macroscópica de bloque de ATM derecha, antes de ser sometida al procesamiento de la misma la su sección. **B-** Visión craneal macroscópica de bloque de ATM derecha en la que se ha señalado la dirección del corte de la misma (línea oblicua azul), para la realización de cortes oblicuo-sagitales (perpendiculares al cóndilo). El margen anterior de la pieza está señalado mediante una línea paralela a dicho bloque. Abreviaturas: **FC-** fosa craneal media **T-** músculo temporal y su fascia intratemporal (flecha).

#### 3.4.2.1- *Realización de las Criosecciones:*

Los cortes fueron realizados en el Laboratorio de Plastinación del Área de Anatomía y Embriología Veterinaria de la Universidad de Murcia siguiendo el protocolo habitual (Latorre y cols., 2006).

Los 4 bloques, previamente estudiados con RM, fueron seccionados a 2-3 mm de espesor mediante una sierra de banda de alta velocidad. Para evitar la descongelación de los cortes, la sierra y el tope de la sierra fueron previamente enfriados a  $-30^{\circ}\text{C}$  durante 24 h. Durante todo el proceso de corte, el tope de la sierra fue enfriado con nitrógeno líquido ( $-183^{\circ}\text{C}$ ) y reenfriado al realizar cada corte (**figuras 3.7, 3.8**).

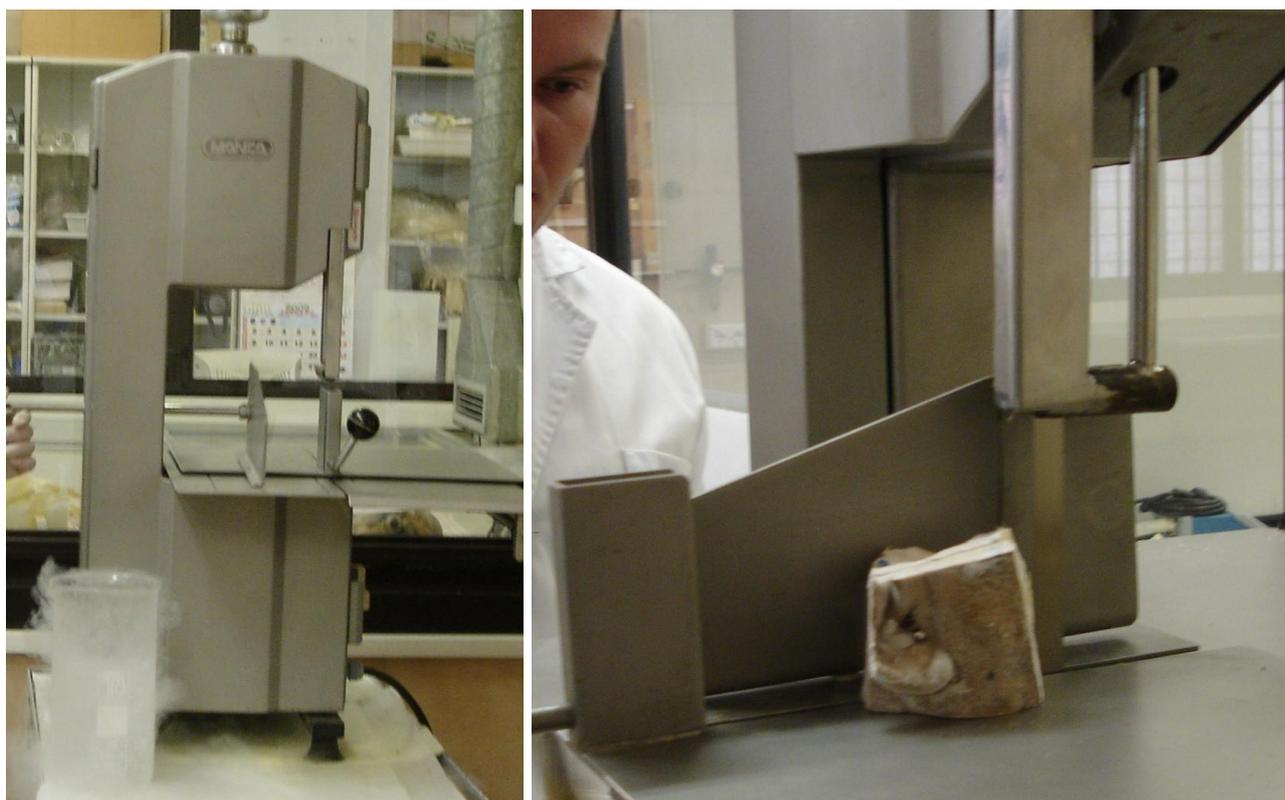


Fig. 3.7- Sierra utilizada para realizar los cortes y nitrógeno líquido para enfriarla.



Fig. 3.8- Impregnación de la sierra con nitrógeno líquido durante la realización de los cortes.

Se realizaron las siguientes secciones:

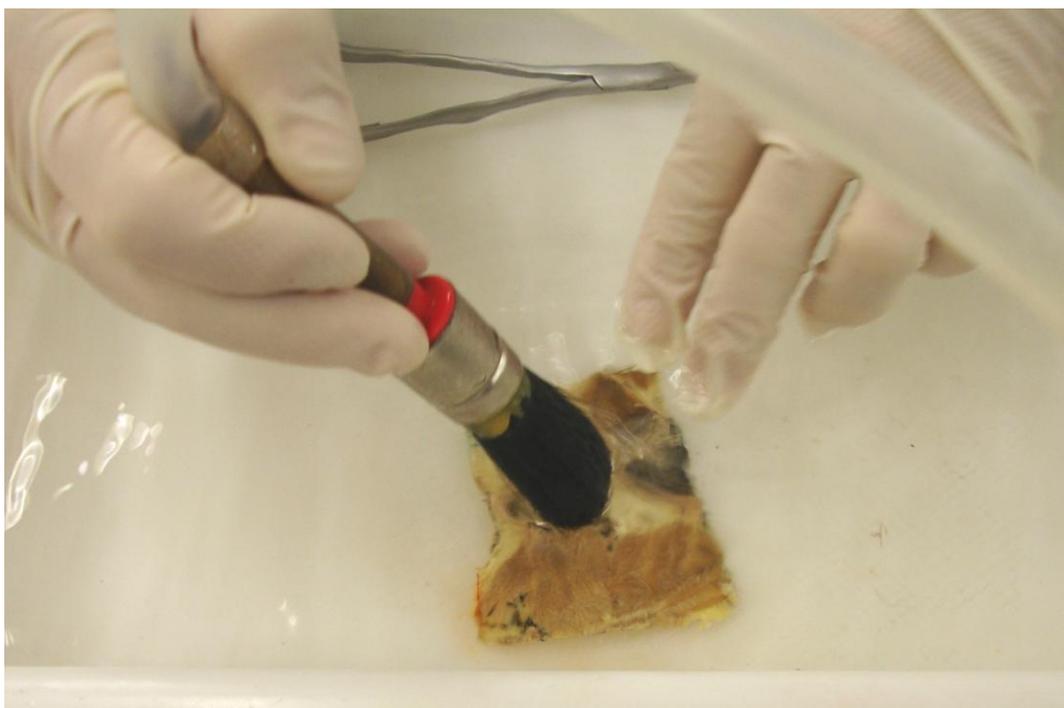
- Secciones axiales.
- Secciones oblicuo-coronales.
- Secciones oblicuo-sagitales perpendiculares al cóndilo (oblicuo-sagitales C).
- Secciones oblicuo-sagitales paralelas a las fibras del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral (oblicuo-sagitales PTL).

Las criosecciones obtenidas (**figura 3.9**) se introdujeron de forma inmediata en una baño de acetona al 90% enfriada a  $-30^{\circ}\text{C}$ , para evitar su descongelación. Los restos de tejido adheridos a la superficie de las secciones se limpiaron utilizando un pincel de cerdas suaves y acetona proyectada sobre el corte mediante bomba peristáltica (**figura 3.10, 3.11**).

Antes de continuar con el proceso de deshidratación, se realizaron fotografías de cada corte por ambas caras. En la exposición de los resultados se eligió la cara de las secciones que permitía visualizar con mayor detalle la estructura anatómica que se pretendía estudiar.



**Fig. 3.9-** Colocación del corte realizado en rejillas para traspararlo al baño de acetona.



**Fig. 3.10-** Corte sumergido en el baño de acetona a  $-30^{\circ}$  y limpieza del mismo mediante un pincel de cerdas suaves conectado a una bomba peristáltica que emite acetona.



**Fig. 3.11-** Bomba peristáltica utilizada para perfundir acetona durante la limpieza de los cortes.

#### 3.4.3- Plastinaci3n (t3cnica E12):

Con el fin de conservar las criosecciones anatómicas para su estudio se empleó la técnica de plastinaci3n E12 (Von Hagens y cols., 1987; Latorre y cols., 2002).

Los pasos principales de esta t3cnica son:

- Deshidrataci3n.
- Impregnaci3n.
- Polimerizaci3n.

##### 3.4.3.1- *Deshidrataci3n:*

Para alcanzar la deshidrataci3n los cortes se mantuvieron en acetona 90% a  $-30^{\circ}\text{C}$  durante una semana. Tras el primer ba1o los cortes se cambiaron a acetona pura (100%) a  $-30^{\circ}\text{C}$ . Diariamente se medía la pureza de la acetona utilizando un aceton3metro. Fueron necesarios tres ba1os de acetona para completar la deshidrataci3n de los cortes, momento que se determinaba cuando el ba1o de acetona se mantenía en 99% durante 3 días. Entonces las piezas estaban preparadas para el siguiente paso: impregnaci3n.

### 3.4.3.2- *Impregnación:*

La impregnación se inició sumergiendo los cortes deshidratados en una mezcla de 100 partes de epoxi Biodur® E12 y 28 partes de endurecedor Biodur® E1. Se realizó en cámara de vacío hasta alcanzar de forma progresiva una presión final de 5 mm de Hg en un periodo de tiempo de 20-24 horas tras el inicio de la impregnación. A continuación, los cortes se prepararon de forma inmediata para su polimerización.

### 3.4.3.3- *Polimerización:*

Cada corte impregnado fue cubierto con solución de impregnación y colocado entre dos hojas de acetato. La polimerización se realizó en estufa a 50°C durante 24 horas. Seguidamente, los cortes fueron separados de los acetatos, fotografiados a 0,5X, 2X, 3X, 6X aumentos y escaneados para su estudio.

### 3.4.4- Fotografiado y escaneo:

Una vez obtenidas las secciones se procedió a su fotografiado por ambas caras mediante una cámara digital (Nikon® D70s). Para obtener las microfotografías se empleó un equipo de fotografía digital conectada a una lupa estereoscópica (Carl Zeiss® Stemi 2000-C) y manejado mediante el programa informático Spot Advanced®.

El escaneo de las secciones anatómicas se realizó con un escáner Epson® Perfection 610, a alta resolución, guardando las imágenes en formato .TIFF.

Las imágenes obtenidas se editaron utilizando el software Adobe® Photoshop 7.0.

### 3.5- Estudio histológico:

Con el objeto de clarificar las posibles dudas morfológicas que surgiesen en nuestra investigación y estudiar detalladamente estos aspectos se decidió llevar a cabo un estudio histológico siguiendo los mismos planos de corte que los utilizados en RM y secciones anatómicas.

Se seleccionaron 3 bloques de ATM humana, de dos individuos distintos (una derecha y dos izquierdas) para su estudio histológico.

#### 3.5.1- Preparación de las piezas:

A través de las imágenes axiales de TC se midió la angulación del cóndilo para elegir la dirección de corte de cada pieza según el plano a estudiar. Se congelaron a  $-30^{\circ}\text{C}$  durante 4 días, se marcó con un rotulador permanente la dirección de corte en cada uno de los bloques.

#### 3.5.2- Obtención de cortes:

Se cortaron con una sierra de banda de alta velocidad en secciones con un espesor de 2-3 mm, enfriando en cada corte el tope de la sierra con nitrógeno líquido.

Los cortes se realizaron siguiendo los ejes:

- Oblicuo-coronal.
- Oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo (oblicuo-sagital C).
- Oblicuo-sagital paralelo a las fibras del músculo pterigoideo lateral (oblicuo-sagital PTL).

#### 3.5.3- Preparación de bloques de parafina:

Las secciones obtenidas tras el corte con la sierra de banda, fueron sumergidas en descalcificador (Osteosoft®, Merck®, solución descalcificadora suave para histología, constituida por EDTA 177 g/l y a un pH 7,0-7,3), durante 3 semanas (momento en el que se encontraban totalmente descalcificadas, fenómeno comprobado por el reblandecimiento de la cortical ósea). Se cambió cada dos días el descalcificador para evitar la saturación del mismo.

Posteriormente se incluyeron en formol muestras de cada uno de los cortes, que presentaban el músculo pterigoideo lateral, el cóndilo, el disco, el tubérculo articular, la fosa mandibular y focalmente las partes blandas adyacentes, según la dirección de cada uno de los cortes.

Dichas muestras se procesaron de forma automática (Shandon Excelsior, Thermo®) durante 14 horas, sometándose a un proceso de deshidratación y parafinización, en una serie de baños:

Formalina.

Alcohol.

Xileno.

Parafina a 60° C.

Una vez procesadas las muestras y en el baño de parafina, se incluyeron en moldes con parafina líquida, la cual solidificó y se realizaron las secciones histológicas.

#### 3.5.4- Secciones histológicas:

Los bloques de parafina se cortaron por un técnico especialista en anatomía patológica en un micrótopo de rotación. Los cortes se realizaron a un espesor de 3 µm, realizando 6 cortes de cada bloque incluido. Después de su estiramiento en agua caliente, se montaron en portaobjetos cargados electrostáticamente para asegurar una correcta fijación de la muestra al portaobjeto.

#### 3.5.5- Tinción histológica:

Se realizó la tinción de los cortes de cada bloque con hematoxilina-eosina (H&E), tricrómico de Masson y tinción para fibras elásticas (Orceína). Se tiñeron 2 cortes de cada bloque con cada tinción específica.

##### 3.5.5.1- *Tinción de hematoxilina-eosina:*

Se realizó la tinción rutinaria de hematoxilina-eosina, utilizando el protocolo habitual, basado en desparafinización de las muestras, hidratación mediante baños de alcohol a concentración decreciente, y tinción con hematoxilina de Harris y eosina alcohólica (1%).

#### 3.5.5.2- *Tinción de tricrómico de Masson:*

Se siguió el protocolo habitual basado en la desparafinización de las muestras, hidratación mediante baños de alcohol a concentración decreciente y se continuó con la tinción automática para tricrómico de Masson, utilizando el teñidor automático BenchMark® Special Stains Module, con los reactivos comerciales *Trichrome Red*, *Trichrome Mordant*, *Trichrome Green* y *Trichrome Blue*, compuestos por solución de fucsina ácida, solución de Panceau, solución verde luz y solución de ácido fosfomolibdico. Finalmente se lavó con agua, se aclaró con alcoholes a diferentes graduaciones en orden decrecientes y en último lugar se sometieron las secciones a un baño de xilol y posterior montaje con DPX. Con el objeto de optimizar la tinción una de las secciones se contrastó con azul y la otra con verde.

#### 3.5.5.3- *Tinción de fibras elásticas:*

Se siguió el protocolo habitual basado en la desparafinización de las muestras, hidratación mediante baños de alcohol a concentración decreciente y se continuó con la tinción automática para de Orceína, para fibras elásticas, utilizando el teñidor automático BenchMark® Special Stains Module, con los reactivos comerciales *Elastic Oxidizer*, *Elastic Decolor*, *Elastic Clar.* y *Elastic Van Gieson*, compuestos por solución de permanganato potásico al 0,15%, solución de ácido oxálico al 1,5% y solución de Orceína Sikatta (constituida por orceína, alcohol 70% y ácido clorhídrico).

#### 3.5.6- Estudio de las secciones histológicas:

Los cortes teñidos de estudiaron minuciosamente mediante un microscopio de luz (Carl Zeiss®, Axio Scope.A1).

Describiendo en cada plano de corte el aspecto morfológico y las características de los componentes de la ATM (cortical y medular del cóndilo de la mandíbula, cartílago de revestimiento de las superficies articulares, tubérculo articular del temporal, disco articular, cápsula articular, espacio articular) y del músculo pterigoideo lateral. Así como la relación de dicho músculo con los diferentes elementos del complejo articular y vasos sanguíneos.

### 3.5.7- Fotografiado:

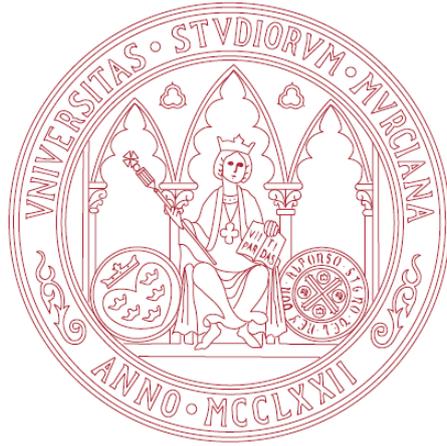
Una vez obtenidas las secciones teñidas se procedió a su fotografiado. Para obtener las microfotografías se empleó un equipo de fotografía digital (AxioCam MRc®) conectada a un microscopio de luz (Carl Zeiss®, Axio Scope.A1) y manejado mediante el programa informático Axio-Vision®.

Las imágenes obtenidas se editaron utilizando el software Adobe® Photoshop 7.0.

### **3.6- Estudio de correlación:**

Se llevó a cabo un estudio de correlación directa, comparando las imágenes de RM, TC, los cortes anatómicos plastinados, las secciones histológicas y las piezas disecadas.

Las estructuras anatómicas se nombraron según la nomenclatura anatómica humana reglada (Feneis y Wolfgang, 2007).



---

## 4. RESULTADOS

---



A continuación se exponen los resultados estructuradamente y según cada método utilizado en el estudio de las piezas de ATM.

#### **4.1- Resultados del estudio anatómico:**

Los resultados obtenidos se presentan agrupados según los principales componentes de la articulación temporomandibular: superficie articular, disco articular, cápsula articular, músculo pterigoideo lateral y estructuras vasculo-nerviosas.

Las imágenes del estudio de anatomía seccional se exponen organizadas según los diferentes planos de corte (axial, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronal). Las figuras según el plano axial están representadas de craneal a caudal, las oblicuo-sagitales de medial a lateral y las oblicuo-coronales de posterior a anterior, indicándose en las figuras correspondientes cuando la orientación es diferente.

##### **4.1.1- Superficies articulares:**

Nuestro estudio no aporta ningún conocimiento anatómico adicional sobre la morfología del cóndilo. Respecto a las superficies articulares del temporal, observamos que mientras la fosa mandibular es cóncava en ambos sentidos anteroposterior y lateromedial, el tubérculo articular del temporal presenta una morfología convexa en sentido anteroposterior y ligeramente cóncava lateromedialmente y se dirige oblicuamente hacia dentro y atrás, adoptando una morfología en silla de montar (**figuras 1.1A, B**). Se encuentra recubierto por tejido fibrocartilaginoso (**figura 1.2A**).

### 4.1.2- Disco articular:

#### 4.1.2.1- *Disección anatómica:*

Mediante el estudio de las piezas disecadas se observó que el disco articular es una estructura fibrocartilaginosa que se encuentra situada entre las superficies articulares del hueso temporal y de la mandíbula, y está centrado fundamentalmente en la vertiente anterior del cóndilo.

Presenta una cara anterosuperior de morfología en encaje recíproco, cóncava anteroposteriormente y convexa lateromedialmente, al contrario que la superficie correspondiente del tubérculo articular del temporal con el que se articula; y una cara posteroinferior cóncava, tanto anteroposterior como lateromedialmente (**figuras 1.2B, D**), que se adapta a la superficie articular correspondiente del cóndilo de la mandíbula.

#### 4.1.2.2- *Secciones anatómicas:*

El disco articular se observa con detalle a través de las imágenes de las secciones anatómicas, tanto criosecciones como plastinadas, ofreciendo éstas últimas una mejor diferenciación del disco (**figuras 4.1, 4.2**). En los planos oblicuo-sagitales (C y PTL) el disco presenta mayor grosor anterior y posteriormente, mientras que en las imágenes de las secciones según el plano oblicuo-coronal destaca el mayor grosor de la parte medial del disco articular.

A continuación se exponen los detalles del disco que se han identificado en las secciones axiales, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales de la ATM:

#### - Secciones axiales:

Se empieza a visualizar el disco en los cortes más craneales, fundamentalmente su vertiente anterosuperior (**figuras 4.1A, B**). También se observa cómo se inserta el fascículo superior del músculo pterigoideo lateral en el mismo (**figuras 4.1C, D**), característica que se desarrollará con detalle en el apartado correspondiente al músculo pterigoideo lateral.

#### - Secciones oblicuo-sagitales:

Las imágenes de estas secciones han sido examinadas de medial a lateral. Los hallazgos en cuanto a la observación del disco son

similares en ambos tipos de secciones oblicuo-sagitales (perpendiculares al eje mayor del cóndilo y paralelas a las fibras del músculo pterigoideo lateral). Entre los principales detalles del disco destacamos que anteroposteriormente el disco presenta mayor grosor en su extremo posterior (**figuras 4.2, 4.3A, B número 1**).

Además, en este tipo de plano se puede diferenciar cómo el disco y la cápsula dividen la ATM realmente en dos articulaciones de morfología diferentes (**figuras 4.2D, 4.3, asteriscos**):

- Articulación superior (témpro-meniscal), de tipo en silla de montar o encaje recíproco (cóncava anteroposteriormente y convexa lateromedialmente).
  - Articulación inferior (menisco-condilar), de tipo condílea (cóncava anteroposterior y lateromedialmente).
- Secciones oblicuo-coronales:

El disco se visualiza en las secciones más posteriores de la articulación situado en la zona superior del cóndilo. Morfológicamente presenta mayor grosor en su borde medial (**figuras 4.4A, B, 4.5A, B número 1**).

En este tipo de sección también destacan las relaciones del disco con la cápsula y el músculo pterigoideo lateral (**figuras 4.4C, D, 4.5C**). Dichas relaciones se especificarán en el apartado correspondiente.

#### 4.1.3- Cápsula articular:

##### 4.1.3.1- *Disección anatómica*:

La cápsula articular se une a toda la periferia del disco y divide a la ATM en dos articulaciones: témpro-meniscal y menisco-condilar.

Mediante las disecciones realizadas con un abordaje lateral de la articulación se puede conocer la topografía de la cápsula articular. Al acceder a la articulación lateralmente, extirpando la glándula parótida y desinsertando el músculo masetero del arco cigomático, se evidencia la parte lateral de la cápsula articular (**figura 4.6**), fundamentalmente por su parte anterior. También

se observan los recesos superior e inferior de la cápsula (**figura 4.6, indicadores verdes**) íntimamente relacionados con el músculo pterigoideo lateral. De forma que la cápsula anterosuperiormente se va a insertar en el borde anterior del tubérculo articular dando lugar a un minúsculo receso articular superior (más bien es una elongación de la lámina superior de la cápsula); asimismo también va a descender anteroinferiormente hasta su inserción a lo largo del borde inferior del revestimiento cartilaginoso del cóndilo, conformando un receso articular inferior, de mayor entidad que el anteriormente descrito.

El resto de vías de abordaje para la disección de la ATM no han aportado datos morfológicos relevantes en relación a la cápsula articular.

#### 4.1.3.2- *Secciones anatómicas:*

Las secciones anatómicas en los diferentes planos de estudio (axial, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronal) son útiles para valorar los detalles de la cápsula articular. Tanto las criosecciones como las secciones plastinadas ofrecen detalles de la morfología de la cápsula, sin embargo se observa mayor cantidad de detalles de su morfología en las secciones plastinadas, ya que en las mismas se puede estudiar la cápsula con lupa estereoscópica.

Además, en cada uno de los planos realizados destacan ciertos elementos anatómicos, tal y como se expone a continuación:

- Secciones axiales:

Estas secciones no permiten precisar muchos detalles de la cápsula. En la parte anterior de la articulación es difícil visualizar la cápsula ya que a este nivel se inserta el músculo pterigoideo lateral. Sin embargo, en algunas de las piezas estudiadas se aprecia la lámina posteroinferior de la misma junto a la vertiente posterior del cóndilo (**figura 4.1, número 14**).

- Secciones oblicuo-sagitales:

Mediante ambos tipos de secciones oblicuo-sagitales (C y PTL), y en particular en las secciones plastinadas, se observa con claridad

las inserciones de la cápsula en las superficies articulares óseas de la ATM y en el disco (**figuras 4.3, 4.7B, 4.8, 4.9D**).

Al analizar con detalle ambos tipos de secciones oblicuo-sagitales se diferencian ciertas peculiaridades, de forma que las:

a) *Secciones oblicuo-sagitales C*: Permiten distinguir las diferentes partes de la cápsula, tanto por la zona anterior como posterior, así como su inserción en las diferentes estructuras óseas, siendo en las imágenes plastinadas ampliadas mediante lupa en las que mayor cantidad de detalles morfológicos se pueden observar.

En la parte anterior se identifica tanto la lámina superior de la cápsula que se dirige desde el disco hasta el tubérculo articular del temporal (**figuras 4.7B, 4.8B, 4.9A**), como la lámina inferior que desciende ligeramente para insertarse en el cóndilo donde termina el cartílago articular, dejando un receso en dicha inserción (**figuras 4.7B, 4.8B, 4.9C**), es el receso anteroinferior. En las criosecciones no se observa con tanto detalle estas características de la cápsula (**figura 4.2A**).

En la parte posterior se identifican las láminas posterosuperior y posteroinferior de la cápsula conformando la zona bilaminar de Rees (**figuras 4.3, 4.7, 4.8, 4.9B**), de forma que:

- La lámina posterosuperior de la cápsula desciende paralela al estrato posteroinferior de la misma para ascender hasta su lugar de inserción junto a la fisura de Glaser, dando lugar a un pliegue que es el receso posterosuperior. Dicha estructura se observa tanto en las criosecciones como en las secciones plastinadas (**figuras 4.7A, C, número 6**), sin embargo, mediante las imágenes plastinadas ampliadas con lupa se pueden distinguir mejor los detalles morfológicos de la misma. También se aprecia que la lámina posterosuperior de la cápsula presenta mayor grosor que la lámina posteroinferior (**figuras 4.2C, 4.3B, 4.7C, 4.8C, 4.9B**).

- La lámina posteroinferior de la cápsula discurre paralela a la vertiente posterior del cóndilo donde se inserta (**figura 4.7C, número 6**) característica morfológica que no se distingue en las criosecciones y sí en las secciones plastinadas.

En las secciones más laterales de la ATM, fundamentalmente en las secciones plastinadas y ampliadas mediante lupa (**figura 4.10**), se observa en la parte posterior de la articulación la presencia de fibras que se extienden cráneo-caudalmente, desde el hueso temporal hasta la porción posterior del cóndilo mandibular, lo que interpretamos como el ligamento lateral externo. Además, destaca la presencia de un plexo venoso vascular en la parte anterior y posterior de la articulación (**figura 4.10**).

- b) *Secciones oblicuo-sagitales PTL*: La lámina anteroinferior de la cápsula y el receso que se origina en su fijación (**figura 4.9D, número 11**) se visualizan con mayor detalle en las secciones plastinadas y en este tipo de planos respecto a los oblicuo-sagitales C.

El resto de estructuras identificadas en las secciones oblicuo-sagitales C también se aprecian en este tipo de secciones.

- *Secciones oblicuo-coronales*:

En las criosecciones según este plano es difícil visualizar la cápsula, mientras que en las secciones plastinadas sí se diferencia. Se observa fundamentalmente la parte medial y lateral de dicha estructura, con mayor claridad en los cortes más anteriores de la articulación.

Así, en las secciones plastinadas se distingue muy bien un refuerzo lateral de fibras que se dirigen desde el cóndilo mandibular hacia el arco cigomático, dicha estructura correspondería al ligamento lateral externo de la articulación (**figura 4.4C, asterisco**). Medialmente destaca la lámina superomedial, que desde su inserción

en el disco articular va a descender paralela a la lámina inferomedial y asciende, formando un bucle, hacia la fisura de Glaser y la espina del esfenoides (a semejanza de la cápsula por la zona posterior), formándose así un receso superomedial (**figura 4.4D, número 4, cabeza de flecha**). Dicho receso presenta mayor grosor que la lámina inferomedial de la cápsula.

En la parte lateral de las secciones más anteriores se distingue la lámina superior de la cápsula dirigiéndose hacia el tubérculo articular y la lámina inferior que está junto al músculo pterigoideo lateral situado en la fosita pterigoidea (**figura 4.5, número 5**).

Mediante las diferentes secciones realizadas, se han observado las características de la cápsula articular y su fijación, destacando los recesos articulares que se resumen en la **tabla 4.1**.

Tipo de sección	Principales características de la cápsula
Axial	Se observa la lámina posteroinferior junto a la vertiente posterior del cóndilo.
Oblicuo-sagitales (C y PTL)	Receso anteroinferior (conocido previamente). Receso posterosuperior, de mayor grosor que la lámina posteroinferior. La lámina posteroinferior desciende directamente hacia el cuello de la mandíbula sin dar lugar a ningún receso.
Oblicuo-coronal	Receso superomedial. La lámina superomedial muestra mayor grosor que la inferomedial. La lámina inferomedial desciende directamente hacia el cuello de la mandíbula sin dan lugar a ningún receso.

**Tabla 4.1-** Principales características de la cápsula según las diferentes secciones anatómicas plastinadas.

### 4.1.4- Músculo pterigoideo lateral:

#### 4.1.4.1- *Dissección anatómica*:

La disección reglada de la ATM utilizando diferentes vías de abordaje de la articulación permitió visualizar el músculo pterigoideo lateral en su totalidad.

En cuanto a la morfología del mismo en todas las piezas estudiadas destaca la existencia de dos vientres musculares claramente diferenciados: fascículo superior e inferior (**figura 4.11**).

A continuación se detallan las inserciones del *fascículo superior del músculo pterigoideo lateral* observadas macroscópicamente:

- Inserción en el disco articular: Se diferencian las fibras de dicho fascículo que se insertan a través de fibras musculares en la parte inferior del disco por su zona anteromedial (**figura 4.11**). Dicha inserción se observa fundamentalmente cuando accedemos a la articulación medialmente.
- Inserción en la fosita pterigoidea: Se diferencia en la zona anteromedial de la ATM, y fundamentalmente en la parte más medial de la articulación, un pequeño grupo de fibras musculares del fascículo superior que se unen con fibras del fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral para insertarse en la porción más medial de la fosita pterigoidea (**figura 4.11, asterisco**). Lateralmente se observa que tanto la inserción del fascículo superior como la del inferior ocurre a través de unas estructuras tendinosas independientes que se fusionan y forman un tendón conjunto que termina de forma conjunta en el aspecto lateral de dicha fosita (**figura 4.6, asterisco**).

El *fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral* se va a insertar en la fosita pterigoidea y en el cuello de la mandíbula. Dicha inserción ocurre en su porción más craneal, mayoritariamente a través de fibras musculares en la zona medial de la articulación (**figura 4.11**), mientras que por la parte lateral se aprecian tanto fibras musculares como tendinosas que se insertan junto a fibras del fascículo superior en la fosita pterigoidea (**figura 4.6**), tal y como se ha comentado previamente. En su porción más caudal, la inserción de este

fascículo se extiende a lo largo del cuello de la mandíbula descendiendo en muchos casos cerca de la línula.

#### 4.1.4.2- Secciones anatómicas:

El estudio de la anatomía seccional, mediante criosecciones y secciones plastinadas, es muy útil tanto para valorar las características morfológicas del músculo pterigoideo lateral como sus inserciones. Cada plano de corte de las secciones anatómicas (axial, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronal) aporta información relevante e imprescindible sobre dicho músculo. Según la característica a estudiar las criosecciones aportan más información que las secciones plastinadas y viceversa, tal y como se especificará en el apartado correspondiente. Hay que destacar que en las imágenes de las secciones plastinadas no se diferencian bien las fibras musculares de las fibras tendinosas.

A continuación se exponen los detalles morfológicos de *ambos fascículos del músculo pterigoideo lateral* analizados en las secciones axiales, oblicuo-sagitales (C y PTL) y oblicuo-coronales:

#### - Secciones axiales:

En cuanto al *fascículo superior del músculo pterigoideo lateral* en los cortes más craneales de las criosecciones se observa la inserción de dicho fascículo en el disco y cóndilo a través de fibras tendinosas anterolateralmente y mediante fibras musculares anteromedialmente, intercaladas con vasos del plexo venoso pterigoideo (**figuras 4.1B, C, D, 4.12A**). Mediante las imágenes de las secciones plastinadas ampliadas destacan los detalles de la inserción del músculo en la fosita pterigoidea (**figura 4.12C**).

En las criosecciones más caudales se identifica el *fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral* por la parte medial de la ATM que está constituido fundamentalmente por fibras musculares y algunas fibras tendinosas (**figura 4.13**). Dichas fibras musculares se insertan en la fosita pterigoidea y en el cuello de la mandíbula (**figuras 4.12, 4.13**).

- Secciones oblicuo-sagitales:

Las secciones plastinadas realizadas en ambos planos oblicuo-sagitales son las que mayor información proporcionan en relación a la inserción del músculo pterigoideo lateral en la ATM.

Los resultados de las secciones anatómicas se exponen desde la zona medial a la lateral de la articulación.

a) *Secciones oblicuo-sagitales C:*

En cuanto a la estructura del músculo pterigoideo lateral, mediante este tipo de secciones oblicuo-sagitales, y fundamentalmente gracias a las criosecciones, se distinguen las características morfológicas de ambos fascículos de dicho músculo (**figuras 4.14 a 4.17**).

De forma global se aprecia que el músculo pterigoideo lateral se inserta de craneal a caudal en las diferentes estructuras de la parte anterior de la articulación temporomandibular así como en el cuello y la rama mandibular.

Así, respecto al *fascículo superior*:

- Dicho fascículo se inserta en la cápsula, en el disco, en el cóndilo y en la fosita pterigoidea (**figuras 4.14 a 4.17**). Las fibras de inserción se encuentran intercaladas con los capilares del plexo venoso pterigoideo.
- Las fibras más craneales se insertan en la zona anterior de la lámina superior de la cápsula (**figura 4.16C, letra a**).
- A continuación un grupo de fibras se insertan en la zona anteroinferior del disco y en la lámina inferior de la cápsula (**figuras 4.14A-C, 4.15, 4.16C, letra b**).
- Más caudalmente, un pequeño grupo de las fibras musculares más inferiores de dicho fascículo se insertan en la lámina inferior de la cápsula y en el cóndilo (**figuras 4.16A, C, letra c**).
- El resto de fibras del *fascículo superior* se insertan de forma oblicua, junto a las fibras craneales del *fascículo inferior*, mediante una estructura tendinosa conjunta en la

parte lateral de la fosita pterigoidea (**figuras 4.15, 4.16C, letra d**). En la parte medial corresponden a fibras musculares de ambos fascículos.

Respecto al *fascículo inferior*:

- La mayoría de sus fibras se insertan en la fosita pterigoidea y en el cuello de la mandíbula a través de fibras musculares y tendinosas. Las fibras tendinosas corresponden a tabiques que reciben de forma oblicua a las fibras musculares, y que confieren a dicho fascículo una morfología multipeniforme (**figuras 4.14 a 4.17**).

Su inserción en el cuello de la mandíbula se extiende a lo largo del mismo, descendiendo cerca de la línula (**figuras 4.15A, 4.17**), este detalle se observa en las secciones más mediales de la articulación de todas las piezas estudiadas. Mientras que en las secciones más laterales se visualiza la inserción de dicho fascículo en la parte más externa de la fosita pterigoidea (**figura 4.18**).

Entre las inserciones del músculo en la fosita pterigoidea y entre los tendones de inserción de ambos fascículos destaca un profuso plexo venoso pterigoideo (**figura 4.14, número 10**).

#### *b) Secciones oblicuo-sagitales PTL:*

Este tipo de secciones (criosecciones y plastinadas) es muy útil para estudiar la inserción del músculo pterigoideo lateral en la articulación temporomandibular, apreciándose con mayor precisión su relación con dicha articulación.

Además, permiten estudiar con mayor detalle que las oblicuo-sagitales C la inserción del *fascículo superior del músculo pterigoideo lateral* tanto en la cápsula (láminas superior e inferior), en el disco, en el cóndilo, como en la fosita pterigoidea, de forma que se identifican todas las inserciones en un mismo plano de corte como una inserción continua en todos estos elementos. Al igual que se ha observado en las secciones oblicuo-sagitales C, el

*fascículo inferior* se visualiza insertándose en la fosita pterigoidea y en el cuello de la mandíbula (**figura 4.19, número 5**), y en las secciones más laterales destaca una gruesa estructura tendinosa, constituida por fibras de ambos fascículos, que se inserta en la fosita pterigoidea (**figura 4.19A, flecha**).

Gracias a estas secciones se identifica con mayor claridad la presencia de capilares del plexo venoso pterigoideo que se entrelazan con las fibras de inserción del músculo a lo largo de toda su extensión (**figuras 4.19, 4.26**).

- Secciones oblicuo-coronales:

En los cortes más anteriores de las criosecciones y secciones plastinadas se aprecia el músculo pterigoideo lateral situado inferiormente al disco articular (**figuras 4.20, 4.21**) pero no se pueden diferenciar claramente ambos fascículos. El *fascículo superior de dicho músculo* se inserta en la cara inferior del disco (**figura 4.21, cabezas de flecha**), y se observa la estrecha relación entre los vasos del plexo pterigoideo y las fibras musculares en su inserción. El *fascículo inferior* se inserta en la fosita pterigoidea y en el cuello de la mandíbula (**figuras 4.20, 4.21A, B, asterisco**), también se puede apreciar la relación de sus fibras con el plexo venoso, aunque en menor medida que en el caso del fascículo superior.

En la **tabla 4.2** se resumen las principales características morfológicas del músculo pterigoideo lateral en los diferentes planos anatómicos estudiados tal y como anteriormente se ha detallado.

Tipo de plano	Fascículo	Características morfológicas-inserción
Axial	Superior	Inserción en disco y cóndilo mediante fibras musculares anteromedialmente y tendinosas anterolateralmente.
	Inferior	Inserción en la fosita pterigoidea y cuello de la mandíbula. Predominio de fibras musculares.
Oblicuo-sagital C	Superior	En sentido cráneo-caudal: -Lámina superior de la cápsula. -Zona anteroinferior del disco y lámina inferior de la cápsula. -Lámina inferior de la cápsula y en el cóndilo. -Las fibras más inferiores del fascículo superior junto a fibras más superiores del fascículo inferior se insertan mediante un tendón en la fosita pterigoidea.
	Inferior	Mediante fibras musculares y tendinosas (estructura multipeniforme) se inserta en la fosita pterigoidea y cuello de la mandíbula, descendiendo cerca de la llingula.
Oblicuo-sagital PTL	Superior	Gran cantidad de detalles, se aprecian todas las inserciones en un mismo plano de corte. -Inserción en la cápsula articular (láminas superior e inferior). -Inserción en el disco, cóndilo y en la fosita pterigoidea.
	Inferior	Inserción en la fosita pterigoidea y cuello de la mandíbula, mediante fibras musculares y tendinosas alternantes entre sí (estructura multipeniforme). Desciende cerca de la llingula.
Oblicuo-coronal	Superior	Las fibras más craneales se insertan en la cara inferior del disco.
	Inferior	Se inserta en la fosita pterigoidea y cuello de la mandíbula.

**Tabla 4.2-** Características morfológicas del músculo pterigoideo lateral según los diferentes planos anatómicos estudiados.

### 4.1.5- Relación vásculo-nerviosa:

#### 4.1.5.1- *Disección anatómica:*

- Relaciones vasculares:

En cuanto a las relaciones vasculares de la ATM se observan las ramas de la arteria maxilar rodeando al músculo pterigoideo lateral por su cara inferolateral (**figura 4.22, número 6**) y la arteria temporal superficial (**figuras 4.22A-D**). Además, se aprecia en todas las piezas disecadas y a través de todas las vías de abordaje de la articulación un profuso plexo venoso, fundamentalmente en la zona posterior de la articulación (**figura 4.22, número 14**).

- Relaciones nerviosas:

Entre las estructuras nerviosas destacaran en el aspecto lateral las ramas del nervio facial (**figura 4.22 B, número 9**) y medialmente, en el espacio interpterigoideo el nervio alveolar inferior y el nervio lingual dirigiéndose hacia el conducto mandibular (**figuras 4.22A, C, números 4 y 5**).

#### 4.1.5.2- *Secciones anatómicas:*

- Relaciones vasculares:

En los diferentes planos de las secciones anatómicas de la ATM se observa el plexo venoso pterigoideo rodeando a la articulación (**figuras 4.23 a 4.27**). Las secciones plastinadas permiten valorar con gran detalle el plexo venoso, ya que se diferencia con mayor nitidez que en las criosecciones.

A continuación se exponen los detalles de la vascularización en las secciones axiales, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales:

- Secciones axiales:

Los diferentes niveles de las secciones axiales hacen posible la observación de la arteria maxilar localizada medialmente al músculo pterigoideo lateral.

En el espesor del músculo, sobre todo en la zona medial, destaca un profuso plexo venoso pterigoideo junto a ramas de la arteria maxilar cerca de la zona de inserción del músculo en el cuello de la

mandíbula (**figura 4.23, asterisco**). Este plexo se distribuye en la zona posterior y anteromedial de la ATM (**figura 4.23B, C, D, asterisco**). Así, en los cortes más craneales de la articulación (en los que se observa el disco situado en la fosa mandibular) destacamos el plexo venoso pterigoideo en el espacio articular posterior (**figuras 4.23B-D, asterisco**), y conforme las secciones son más inferiores, lo hallamos bordeando medialmente la articulación (**figura 4.13, asterisco**).

En el espesor de la glándula parótida se aprecian vasos temporales superficiales (**figura 4.23, número 11**).

- Secciones oblicuo-sagitales:

a) *Secciones oblicuo-sagitales C:*

En los cortes más mediales de las piezas de ATM se identifica la arteria carótida interna, la vena yugular interna y el seno sigmoideo (**figuras 4.24A, B**). Se distinguen ramas de la arteria maxilar tanto en el espacio interpterigoideo como rodeando lateralmente al músculo pterigoideo lateral (**figuras 4.24B, 4.25**).

Mediante este tipo de secciones se observa el plexo venoso pterigoideo tanto en la zona anterior y posterior (**figura 4.24**) como en la zona medial y lateral de la articulación (**figuras 4.24; 4.25, número 12**).

En la parte anterior se aprecian los vasos de dicho plexo venoso situados en la zona de inserción de las fibras de ambos fascículos del músculo pterigoideo lateral a nivel del cóndilo y de la fosita pterigoidea, así como en el espacio entre ambos fascículos de dicho músculo (**figuras 4.17B, D, asterisco**). En la zona posterior, el plexo venoso pterigoideo se encuentra situado en la zona bilaminar. Además, destaca la presencia de finos capilares que se dirigen hacia el disco articular entre las dos cápsulas (**figura 4.24C, cabeza de flecha**).

*b) Secciones oblicuo-sagitales PTL:*

Este tipo de secciones permiten visualizar con mayor precisión que en las secciones oblicuo-sagitales C, el plexo venoso pterigoideo en la parte anterior de la articulación, fundamentalmente en las imágenes de las secciones plastinadas. Este plexo muestra una gran densidad de vasos tanto en la zona de inserción del músculo en el disco y cóndilo, como entre los dos fascículos del músculo y entre ambos músculos pterigoideos (lateral y medial). También a lo largo de toda la extensión de la inserción del músculo pterigoideo lateral en los diferentes elementos que constituyen la ATM (**figuras 4.26A, B, número 7**). En la zona posterior de la articulación se ven numerosos vasos, que gracias a las secciones plastinadas se distinguen con gran detalle entre las dos láminas posteriores de la cápsula (**figura 2,46D**) El resto de estructuras vasculares (ramas de la arteria maxilar) también se identifican en este tipo de sección oblicuo-sagital.

- Secciones oblicuo-coronales:

En las secciones realizadas según este plano de corte se distinguen la arteria carótida externa y la arteria temporal superficial (**figuras 4.27, números 12 y 7 respectivamente**), así como ramas de la arteria maxilar en la zona medial del cóndilo (**figura 4.21, número 10**).

En los cortes más anteriores destaca el plexo venoso pterigoideo en la zona lateral y medial de la ATM (**figuras 4.27A-C**), mientras que en las más posteriores se observa el plexo venoso pterigoideo rodeando al cóndilo en la zona bilaminar (**figura 4.27D**).

También se visualizan vasos temporales superficiales en la zona lateral de la articulación que bordean el cóndilo de la mandíbula (**figura 4.27, número 7**).

- Relaciones nerviosas:

Las estructuras nerviosas relacionadas con la ATM se identifican en los diferentes planos analizados, siendo las secciones en los planos oblicuo-sagitales (C y PTL) las que mayor información proporcionan sobre las mismas. Las secciones plastinadas permiten una mejor diferenciación de los nervios ya que el contraste con el resto de tejidos es mayor.

A continuación se exponen los detalles morfológicos de las relaciones nerviosas en las secciones axiales, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales:

- Secciones axiales:

Las estructuras nerviosas no se diferencian con claridad en las secciones realizadas según este plano (**figura 4.23**).

- Secciones oblicuo-sagitales:

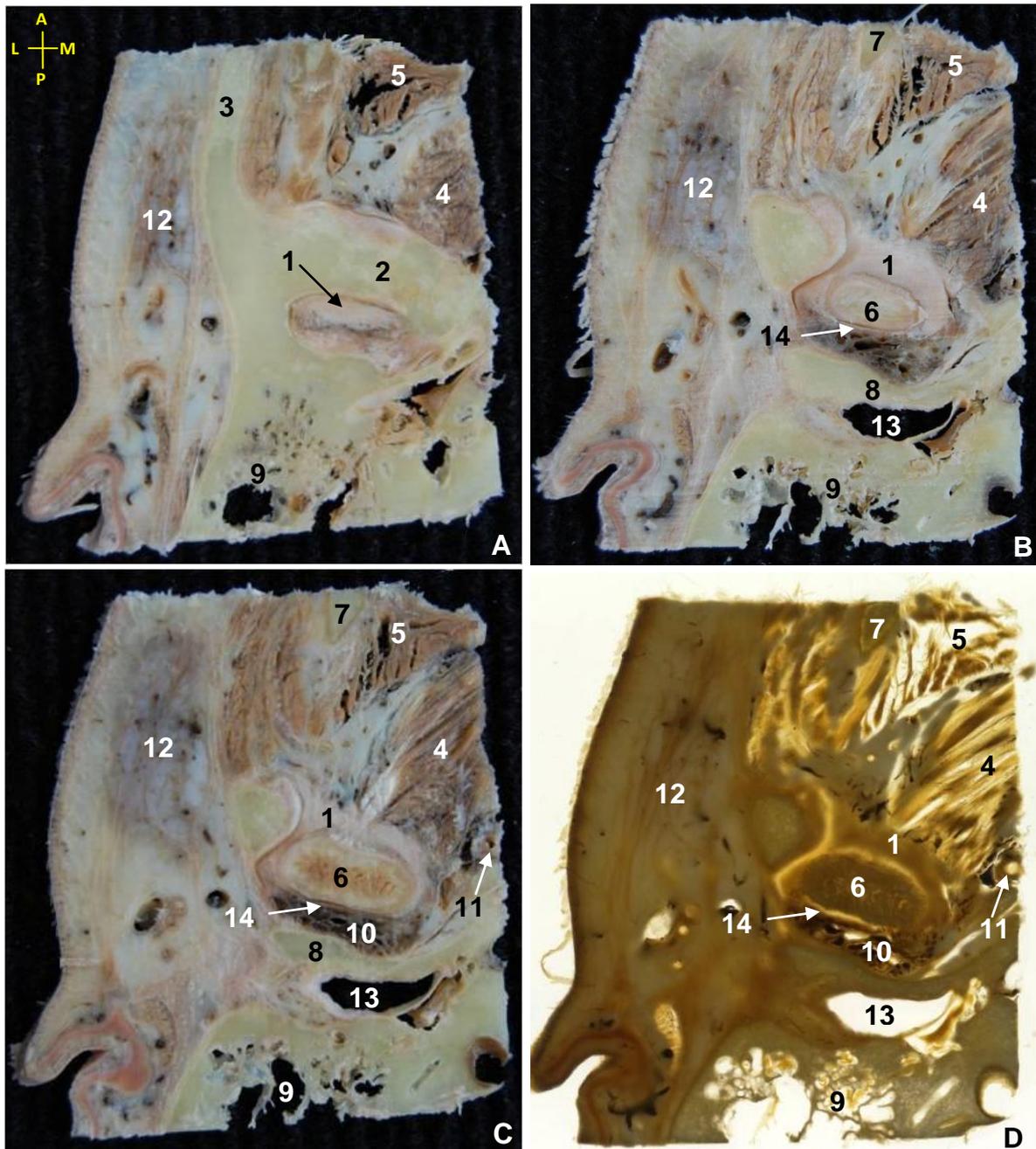
Mediante ambos tipos de secciones oblicuo-sagitales (C y PTL) se visualizan las principales relaciones nerviosas de la ATM, como son los nervios lingual y alveolar inferior en el espacio interptergoideo. El nervio alveolar inferior se identifica en los cortes más laterales situado en el interior del conducto mandibular (**figura 4.25B, número 9**).

Otras estructuras que se aprecian son el nervio auriculotemporal situado en la parte posterior del cóndilo mandibular junto a los vasos del plexo venoso pterigoideo, el nervio facial desde su salida del cráneo hasta en el espesor de la glándula parótida en las secciones más laterales, ramas del nervio temporobucal rodeando lateralmente al fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral, y ramas del nervio temporomasetérico situado anteroinferiormente al tubérculo articular del temporal en los cortes más laterales (**figura 4.25, número 11**).

- Secciones oblicuo-coronales:

En cuanto a las estructuras nerviosas observadas mediante este tipo de secciones destaca el nervio auriculotemporal que bordea lateral y medialmente al cóndilo (**figura 4.27A, número 10**).



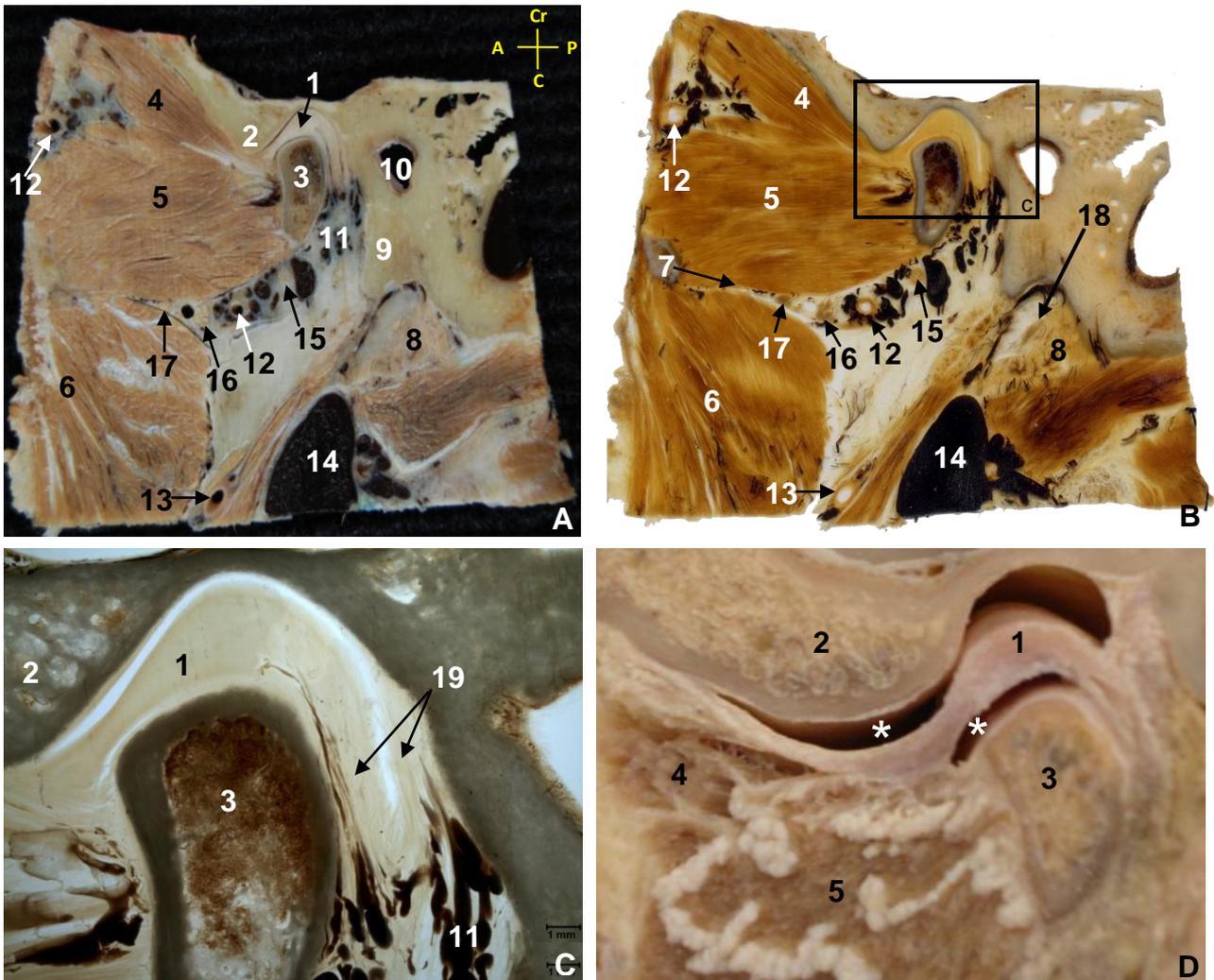


**Fig. 4.1- A, B, C) Criosecciones axiales seriadas de craneal a caudal de ATM derecha, visión de la cara inferior del corte. D) Sección plastinada (técnica E12) correspondiente a la imagen C. Se distingue la parte más craneal del disco articular en la fosa mandibular. Destacamos el plexo venoso retrodiscalmente. En las secciones más inferiores se observa la inserción del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral en el disco, a través de estructuras músculo-tendinosas.**

**Abreviaturas:** **A-** anterior, **P-** posterior, **L-** lateral, **M-** medial.

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1- Disco articular.                                    | 8- Porción timpánica.            |
| 2- Tubérculo articular del hueso temporal.             | 9- Apófisis mastoides.           |
| 3- Apófisis cigomática del temporal.                   | 10- Plexo venoso pterigoideo.    |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 11- Ramas de la arteria maxilar. |
| 5- Músculo temporal.                                   | 12- Glándula parótida.           |
| 6- Cóndilo de la mandíbula.                            | 13- Conducto auditivo externo.   |
| 7- Apófisis coronoides de la mandíbula.                | 14- Cápsula articular.           |



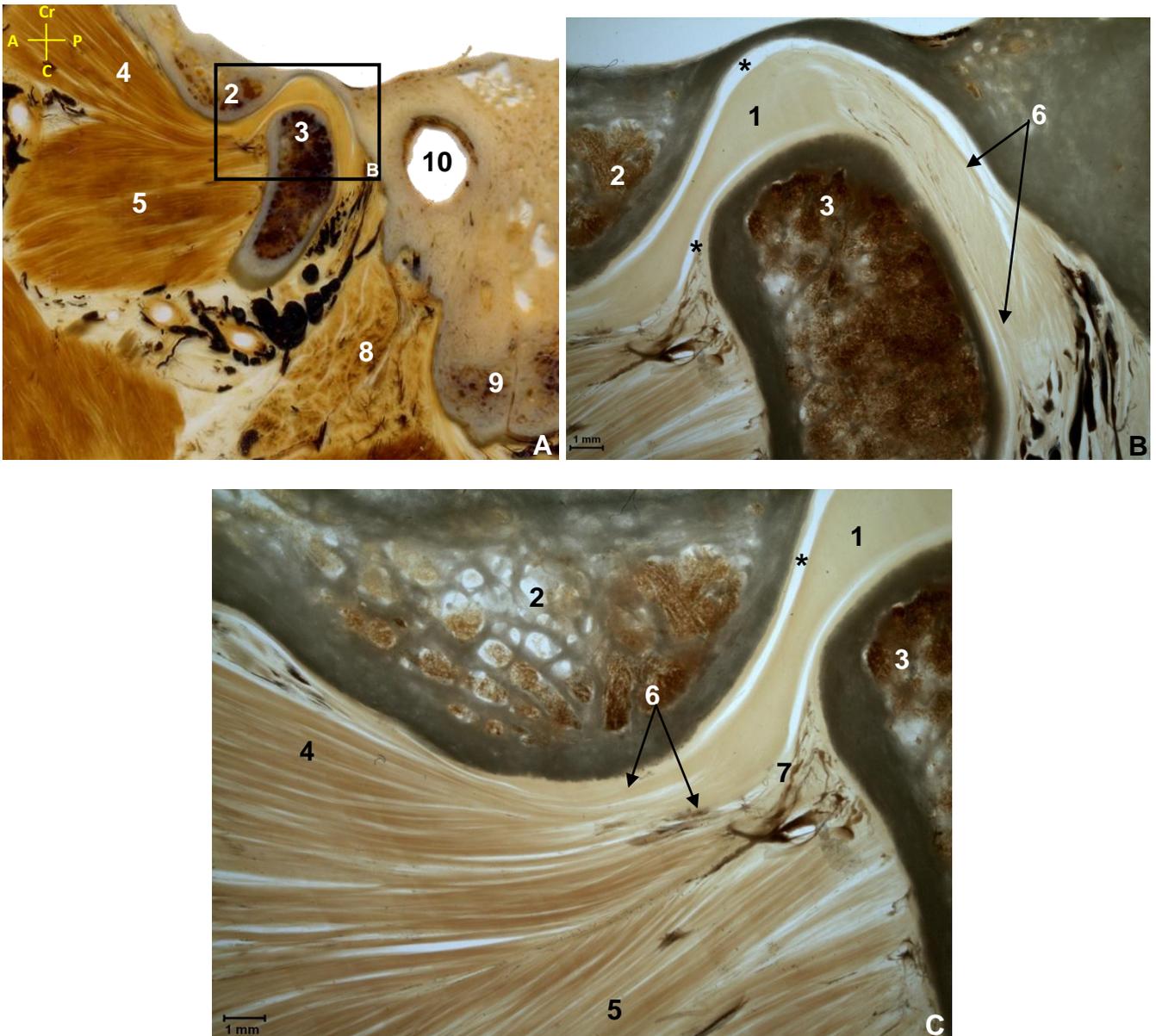


**Fig. 4.2- A) Criosección oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la mandíbula de ATM derecha. B) Sección plastinada (técnica E12) correspondiente a la imagen A. C) Detalle ampliado mediante lupa de la imagen B. D) Sección sagital. Destacamos el disco articular presentando mayor grosor en su parte posterior y los compartimentos articulares tèmpero-meniscal y cóndilo-meniscal (asteriscos).**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |  |
|--|--|
| 1- Disco articular.                                    | 11- Plexo venoso pterigoideo.                        |
| 2- Tubérculo articular del hueso temporal.             | 12- Ramas de la arteria maxilar.                     |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.                            | 13- Arteria carótida externa.                        |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 14- Vena yugular interna.                            |
| 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 15- Nervio auriculotemporal.                         |
| 6- Músculo pterigoideo medial.                         | 16- Nervio alveolar inferior.                        |
| 7- Aponeurosis interpterigoidea.                       | 17- Nervio lingual.                                  |
| 8- Glándula parótida.                                  | 18- Nervio facial                                    |
| 9- Porción timpánica.                                  | 19- Estrato posterosuperior de la cápsula articular. |
| 10- Conducto auditivo externo.                         |  |



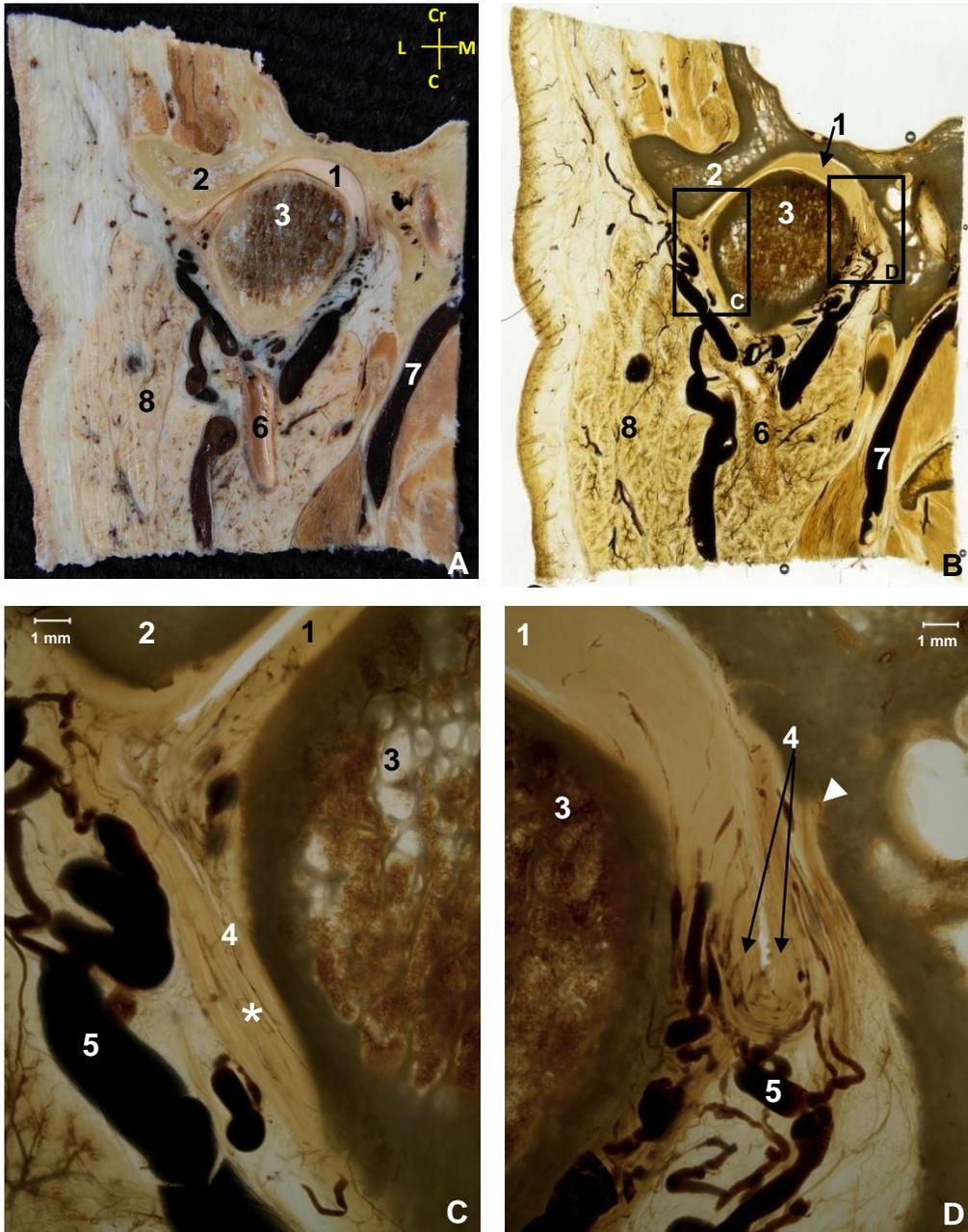


**Fig. 4.3- A) Sección plastinada (técnica E12) oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la mandíbula de ATM derecha, visión del lado medial del corte. B, C) Detalles ampliados mediante lupa de la imagen A. Destacamos el disco y la cápsula articular, que en la parte posterior de la articulación muestra sus dos estratos (flechas, imagen B). En la parte anterior distinguimos el estrato superior de la cápsula dirigiéndose al tubérculo articular del temporal, relacionándose con fibras del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral (C). Se observan también los dos compartimentos articulares (asteriscos).**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1- Disco articular.                                    | 6- Cápsula articular.          |
| 2- Tubérculo articular del hueso temporal.             | 7- Receso anteroinferior.      |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.                            | 8- Glándula parótida.          |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 9- Apófisis mastoides.         |
| 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 10- Conducto auditivo externo. |



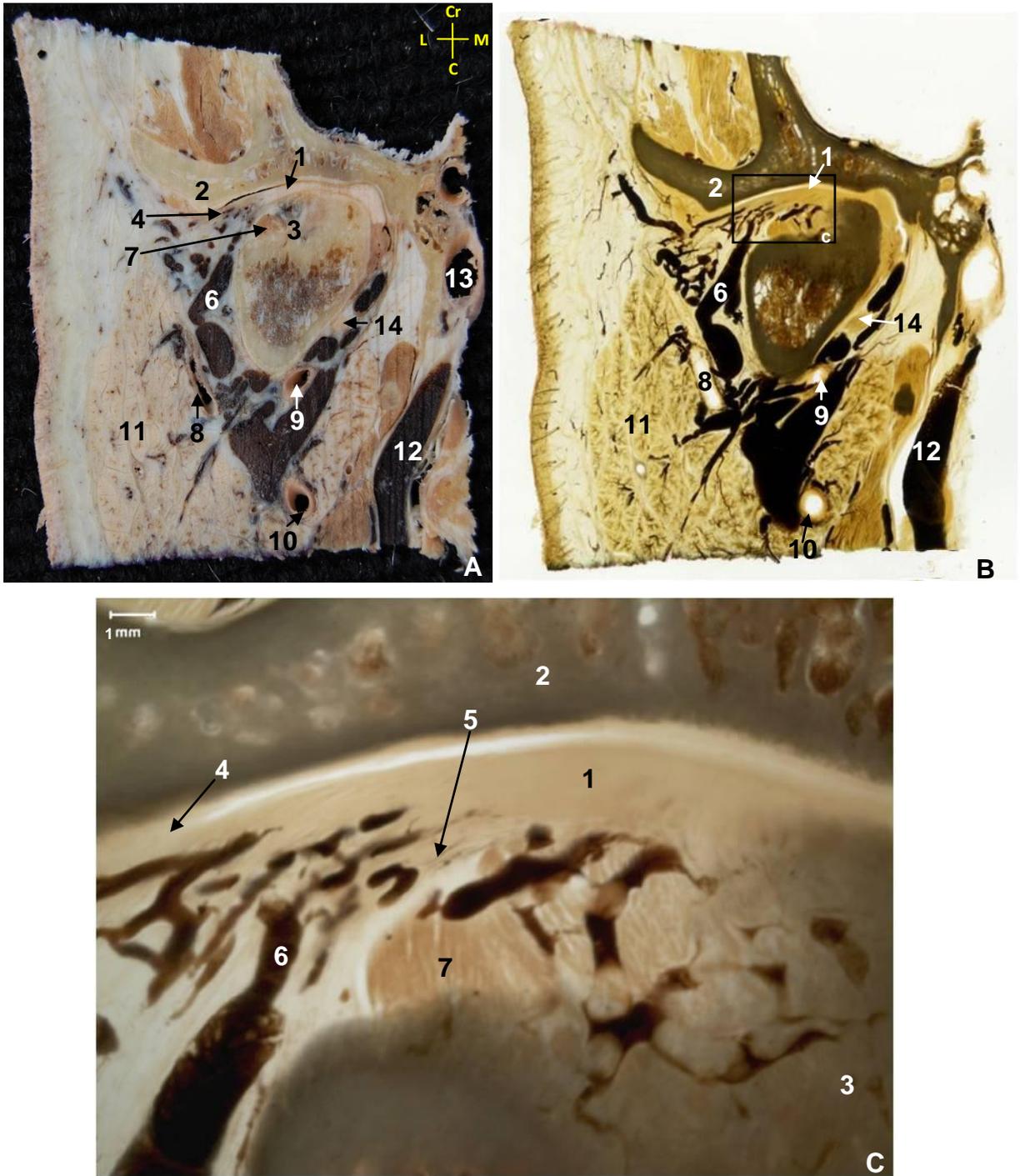


**Fig. 4.4-** A) Criosección oblicuo-coronal de ATM izquierda, visión anterior del corte. B) Sección plastinada de imagen A. C, D) Detalle con lupa de la cápsula lateral (C) y medial (D). El disco presenta mayor grosor medialmente. Se observa un refuerzo de la cápsula lateralmente, formando el ligamento colateral externo de la ATM (asterisco). La lámina superomedial de la cápsula desciende para volver a ascender hasta su lugar de inserción en la fisura de Glaser (cabeza de flecha), constituyendo el receso superomedial.

Abreviaturas: Cr- craneal, C- caudal, L- lateral, M- medial.

- |                                      |                              |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 1- Disco articular.                  | 5- Plexo venoso pterigoideo. |
| 2- Tubérculo articular del temporal. | 6- Arteria carótida externa. |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.          | 7- Vena yugular interna.     |
| 4- Cápsula articular.                | 8- Glándula parótida.        |



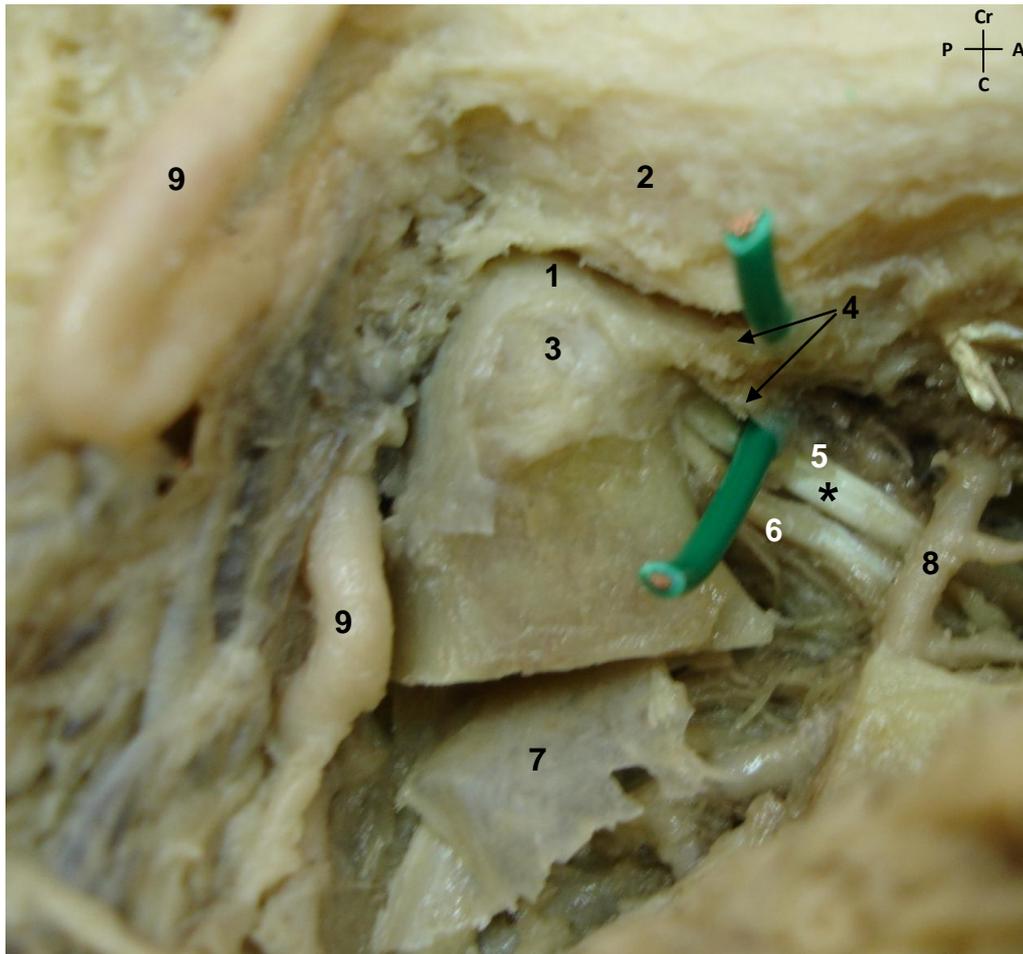


**Fig. 4.5- A) Criosección oblicuo-coronal de ATM izquierda, visión de la cara anterior del corte, B) Sección plastinada correspondiente a la imagen A. C) Detalle con lupa de la porción lateral de la cápsula.** Se observa la lámina superior de la cápsula dirigiéndose al tubérculo articular del temporal, la lámina inferior está junto al músculo pterigoideo lateral y el plexo venoso pterigoideo se encuentra entre ambas láminas de la cápsula.

**Abreviaturas:** Cr- craneal, C- caudal, L- lateral, M- medial.

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1- Disco articular.                         | 8- Arteria temporal superficial |
| 2- Tubérculo articular del temporal.        | 9- Arteria maxilar.             |
| 3- Fosita pterigoidea.                      | 10- Arteria carótida externa.   |
| 4- Lámina superior de la cápsula articular. | 11- Glándula parótida.          |
| 5- Lámina inferior de la cápsula articular. | 12- Vena yugular interna.       |
| 6- Plexo venoso pterigoideo.                | 13- Arteria carótida interna.   |
| 7- Músculo pterigoideo lateral.             | 14- Nervio auriculotemporal.    |





**Fig. 4.6- Imagen de disección (vía de acceso lateral) de la ATM derecha.** Destacamos la inserción del músculo pterigoideo lateral en fosita pterigoidea a través de una doble estructura tendinosa (asterisco). Los indicadores verdes se encuentran situados en los recesos anterosuperior y anteroinferior de la cápsula articular.

Abreviaturas: **A-** anterior, **P-** posterior, **Cr-** craneal, **C-** caudal.

- |  |  |
|--|--|
| 1- Disco articular.                                    | 6- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. |
| 2- Tubérculo articular del hueso temporal.             | 7- Fascia interpterygoidea.                            |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.                            | 8- Arteria maxilar.                                    |
| 4- Cápsula articular.                                  | 9- Arteria temporal superficial.                       |
| 5- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. |  |



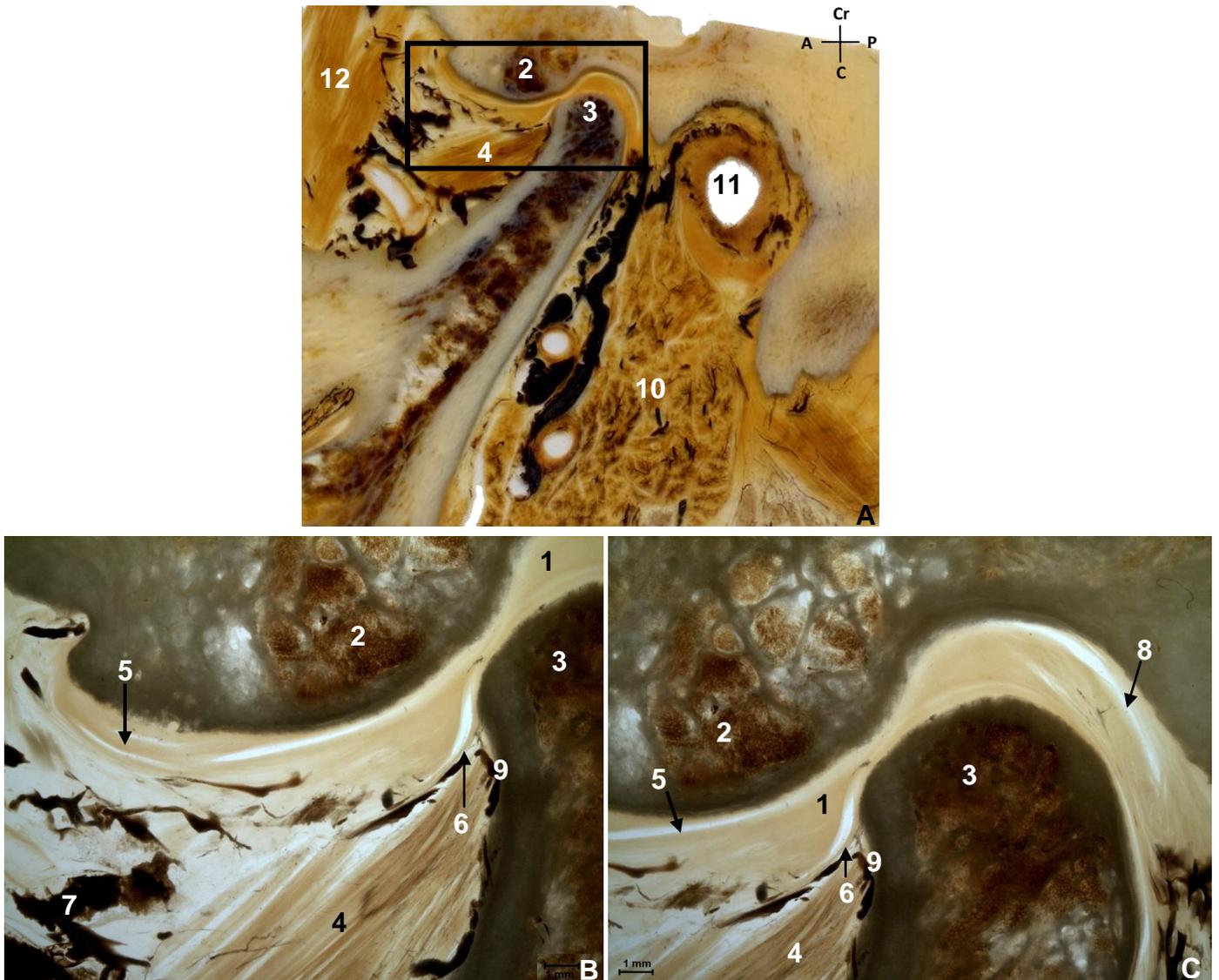


**Fig. 4.7- A) Sección plastinada (técnica E12) oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la mandíbula de ATM derecha. B, C) Detalles de la zona señalada de la imagen A ampliados mediante lupa.** La lámina anterosuperior (a) de la cápsula se inserta en el tubérculo articular del temporal, la lámina anteroinferior (b) en la parte anterior del cóndilo, la lámina posteroinferior (c) en la parte posterior del cóndilo y la posterosuperior (d) muestra una parte paralela al estrato posteroinferior y después recurre para insertarse en la fisura de Glaser. La cápsula se encuentra rodeada por el plexo venoso pterigoideo.

Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |  |
|--|--|
| 1- Disco articular.                                    | 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. |
| 2- Tubérculo articular del hueso temporal.             | 6- Cápsula articular y recesos.                        |
| 3- Cóndilo de la mandíbula                             | 7- Plexo venoso pterigoideo.                           |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 8- Glándula parótida.                                  |



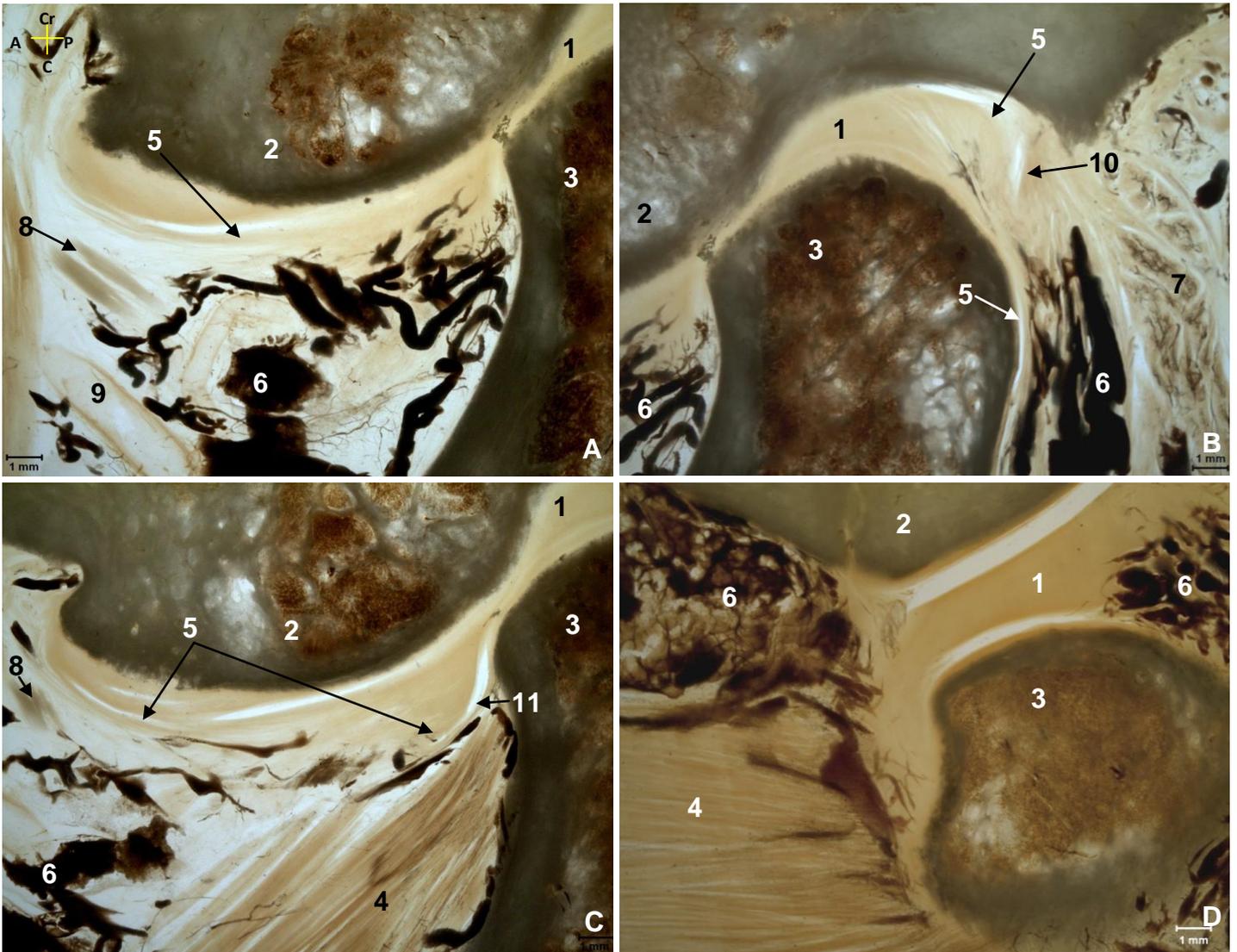


**Fig. 4.8- A) Sección plastinada (técnica E12) oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la mandíbula de ATM derecha, visión de la parte lateral de la ATM. B, C) Detalles ampliados de la zona señalada en A. En las secciones más laterales se observa la cápsula insertándose en el tubérculo articular del temporal, destaca el plexo venoso pterigoideo relacionado con la cápsula-disco y el músculo pterigoideo lateral insertándose en la fosita pterigoidea.**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |   |
|--|---|
| 1- Disco articular.                                    | 7- Plexo venoso pterigoideo.                    |
| 2- Tubérculo articular del hueso temporal.             | 8- Cápsula articular (estrato posterosuperior). |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.                            | 9- Fosita pterigoidea.                          |
| 4- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 10- Glándula parótida.                          |
| 5- Cápsula articular (estrato anterosuperior).         | 11- Conducto auditivo externo.                  |
| 6- Cápsula articular (estrato anteroinferior).         | 12- Músculo temporal.                           |



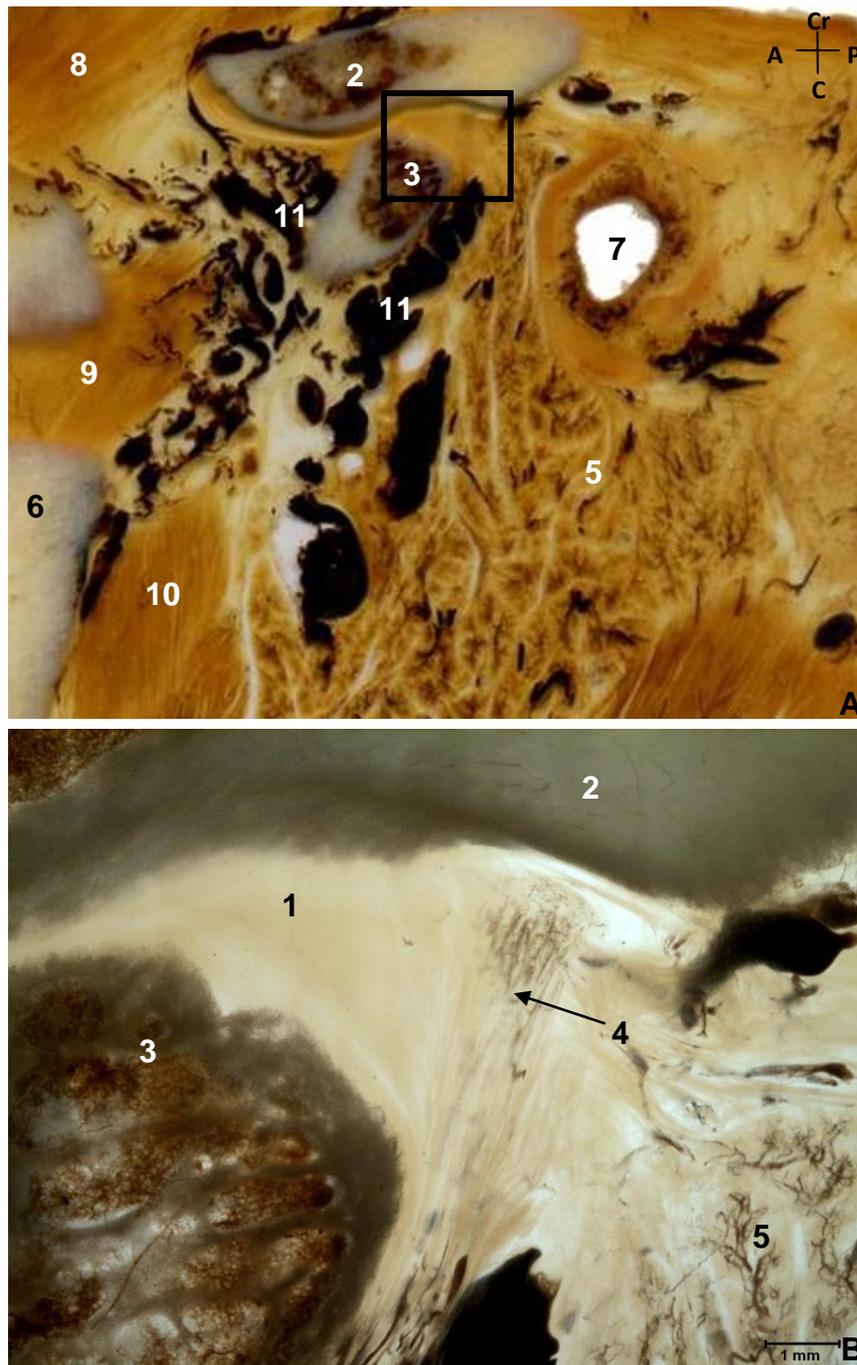


**Fig. 4.9- A-C) Detalles con lupa en la proyección oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la ATM derecha. Las imágenes están ordenadas de lateral a medial. D) Detalle con lupa en la proyección oblicuo-sagital paralela a las fibras del músculo pterigoideo lateral de la ATM izquierda.** En las secciones más laterales se observa la cápsula insertándose anterosuperiormente en el tubérculo articular del temporal, anteroinferiormente en el cóndilo de la mandíbula, posterosuperiormente en la fisura de Glaser y posteroinferiormente en la porción posterior del cuello mandibular. Destaca el plexo venoso pterigoideo relacionado con la cápsula y el disco.

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1- Disco articular.                        | 7- Glándula parótida.           |
| 2- Tubérculo articular del hueso temporal. | 8- Nervio masetérico.           |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.                | 9- Ramas de la arteria maxilar. |
| 4- Músculo pterigoideo lateral.            | 10- Receso posterosuperior.     |
| 5- Cápsula articular.                      | 11- Receso anteroinferior.      |
| 6- Plexo venoso pterigoideo.               |                                 |



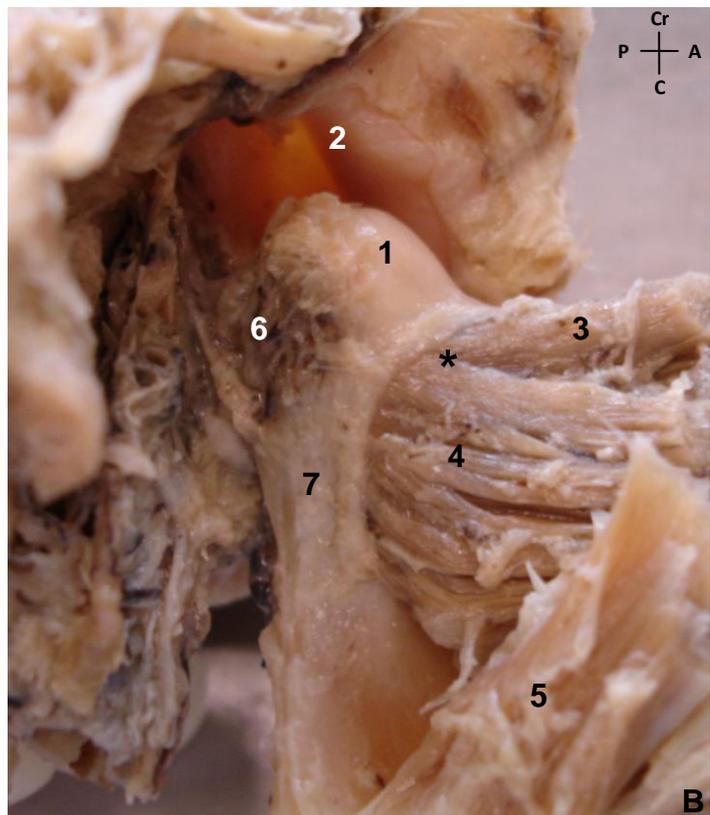
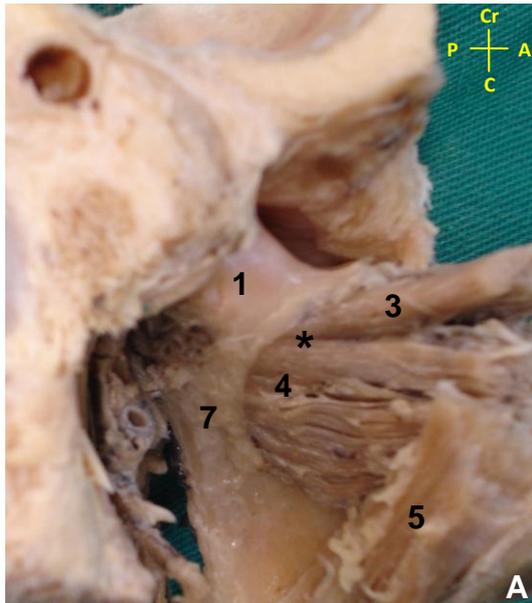


**Fig. 4.10- A) Sección plastinada oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la ATM derecha, visión lateral. B) Detalle con lupa de la cápsula en su zona posterior. En las secciones más laterales se observa la parte posterior de la cápsula dirigiéndose desde el hueso temporal hasta la región posterior del cóndilo mandibular.**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1- Disco articular.           | 7- Conducto auditivo externo.   |
| 2- Hueso temporal.            | 8- Músculo temporal.            |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.   | 9- Músculo pterigoideo lateral. |
| 4- Ligamento lateral externo. | 10- Músculo pterigoideo medial. |
| 5- Glándula parótida.         | 11- Plexo venoso pterigoideo.   |
| 6- Rama mandibular.           |                                 |





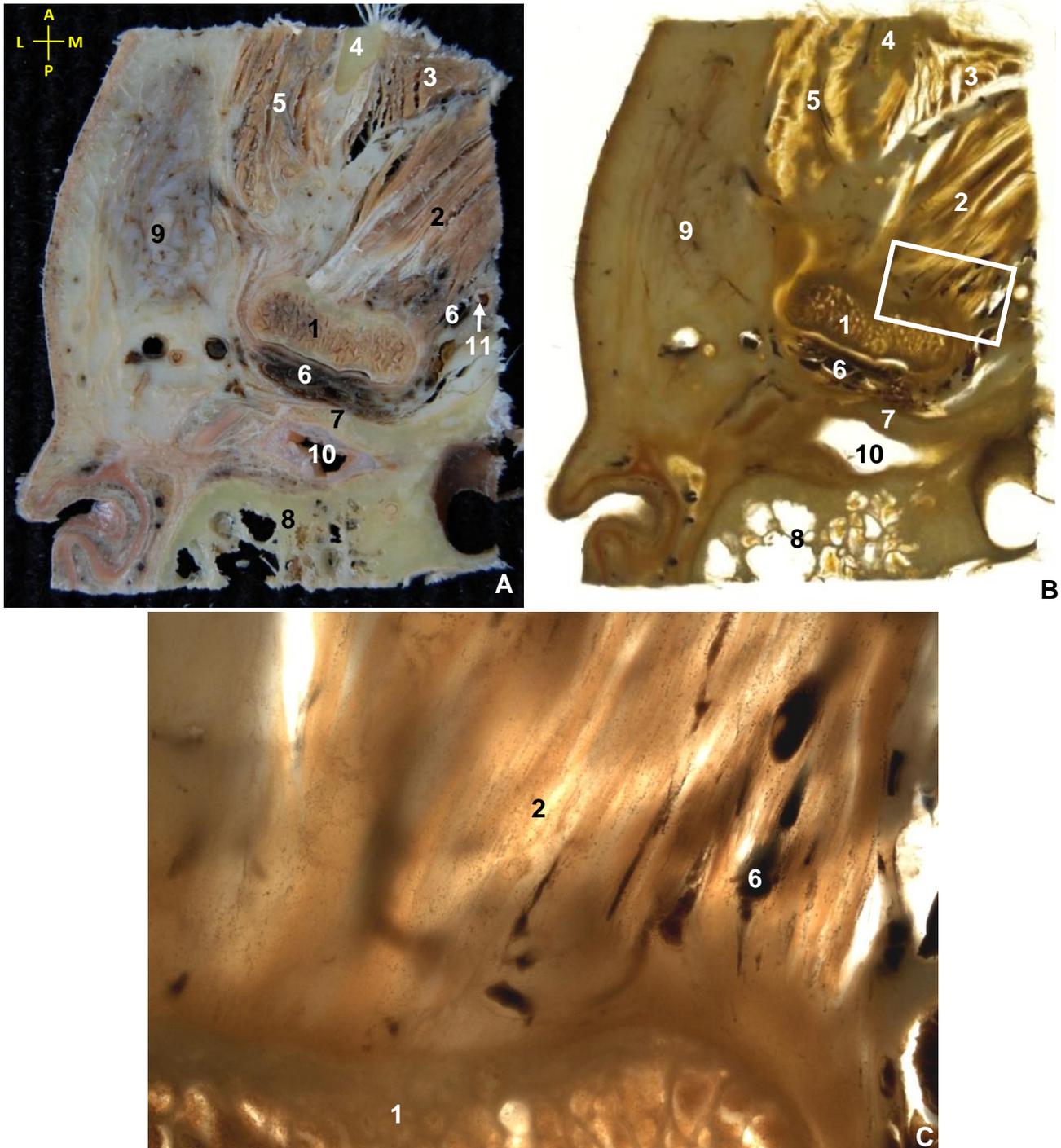
**Fig. 4.11- A, B) Imágenes de disección de la ATM izquierda a través de un abordaje medial de la articulación.** Se observan ambos fascículos del músculo pterigoideo lateral y sus inserciones a través de fibras musculares en el cóndilo, fosita pterigoidea y rama mandibular; así como la unión de ambos fascículos (asterisco).

Abreviaturas: **A-** anterior, **P-** posterior, **Cr-** craneal, **C-** caudal.

- 1- Disco articular.
- 2- Tubérculo articular del temporal.
- 3- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral.
- 4- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral.

- 5- Músculo pterigoideo medial.
- 6- Plexo venoso pterigoideo.
- 7- Cuello de la mandíbula.



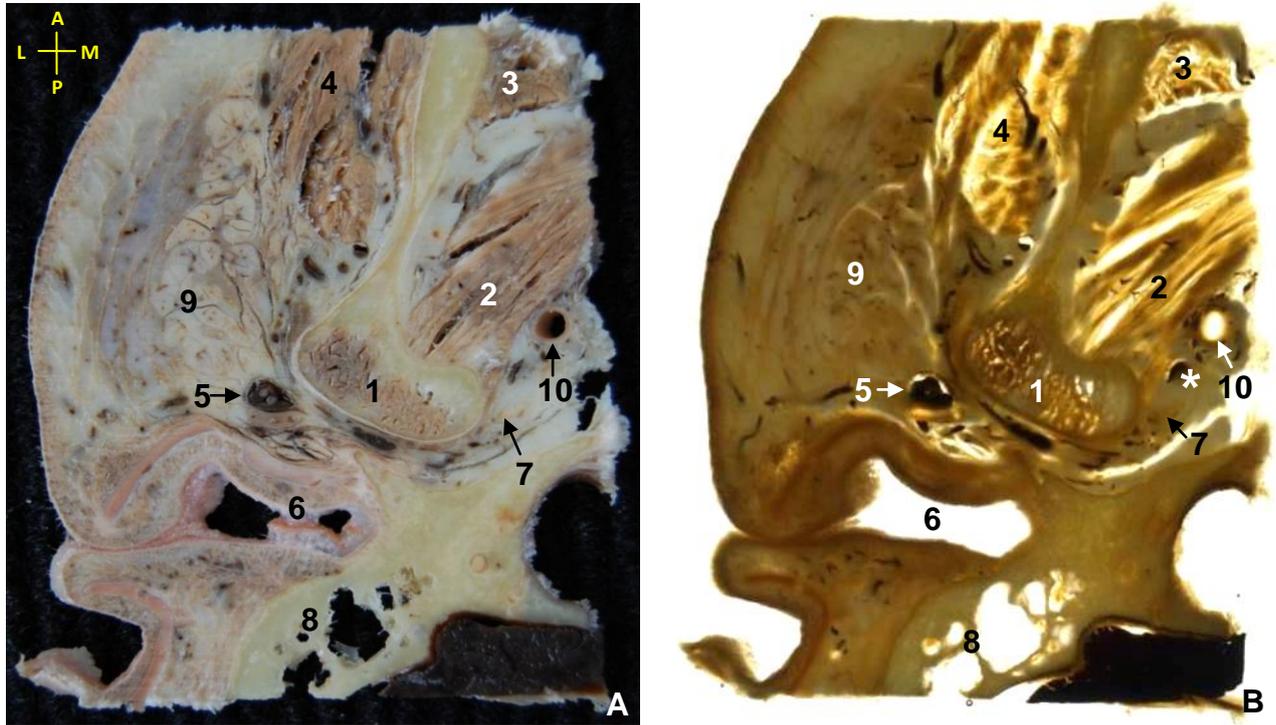


**Fig. 4.12- A) Criosección axial de ATM derecha. B) Sección plastinada (técnica E12) de la imagen A. C) Detalle ampliado con lupa de la inserción del músculo pterigoideo lateral en cóndilo mandibular de la zona señalada de imagen B. Se observa la inserción del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral en la fosita pterigoidea a través de fibras musculares en la porción medial (entremezclándose con el plexo venoso pterigoideo) y tendinosas en la parte más lateral.**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, L- lateral, M- medial.

- |   |   |
|---|---|
| 1- Cóndilo mandibular.                  | 7- Porción timpánica.                         |
| 2- Músculo pterigoideo lateral.         | 8- Peñasco del temporal (apófisis mastoides). |
| 3- Músculo temporal.                    | 9- Glándula parótida.                         |
| 4- Apófisis coronoides de la mandíbula. | 10- Conducto auditivo externo.                |
| 5- Músculo masetero.                    | 11- Arteria maxilar.                          |
| 6- Plexo venoso pterigoideo.            |   |



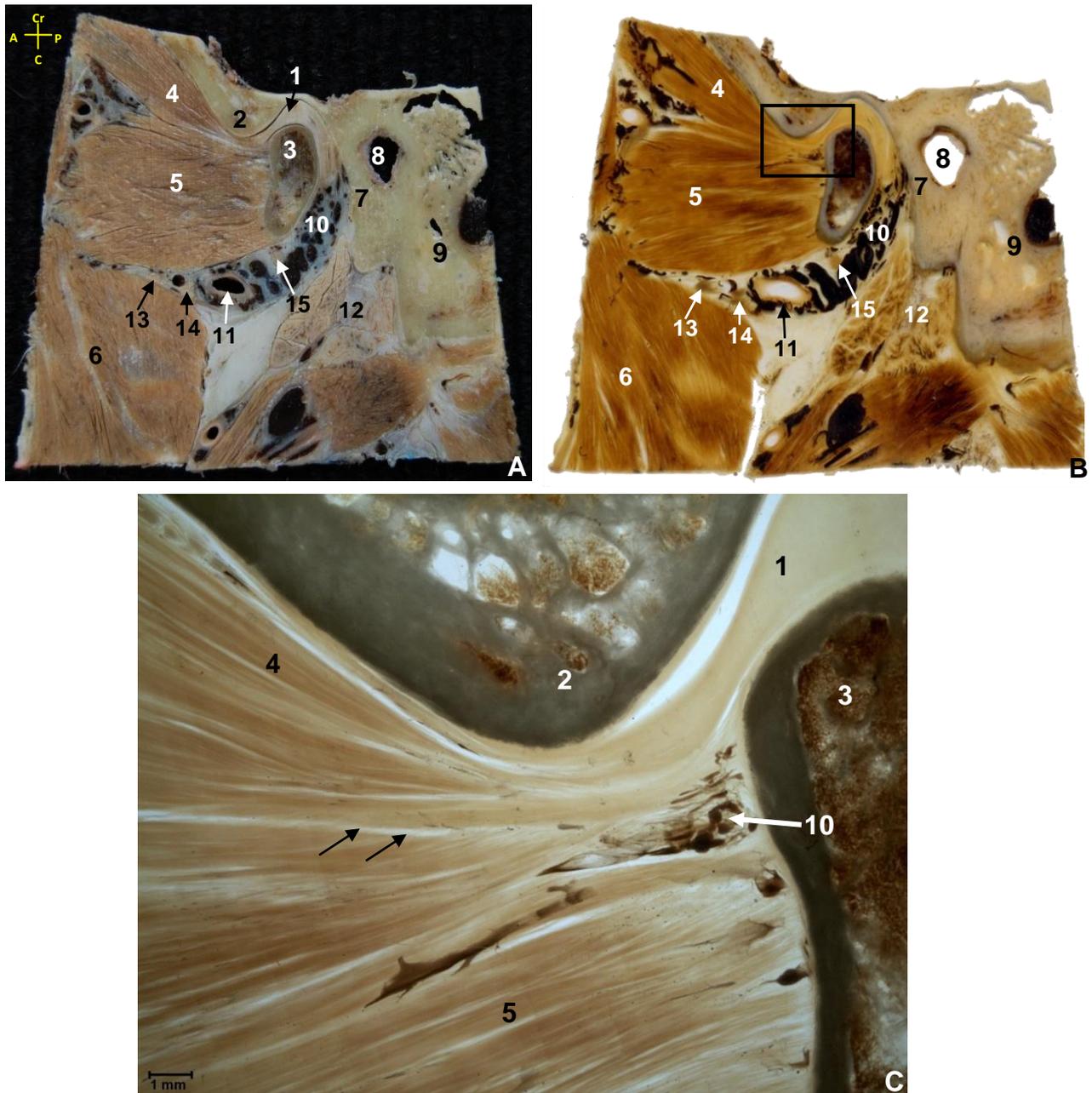


**Fig. 4.13- A) Crio sección axial de ATM derecha. B) Sección plastinada (técnica E12) correspondiente a la imagen A. El nivel de corte es más inferior que el de la imagen 4.14. Se observa la inserción del fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral en la fosita pterigoidea a través de fibras musculares fundamentalmente. Se observan vasos del plexo venoso pterigoideo medialmente (asterisco).**

Abreviaturas: **A-** anterior, **P-** posterior, **L-** lateral, **M-** medial.

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1- Cóndilo mandibular.                                 | 6- Conducto auditivo externo. |
| 2- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 7- Nervio auriculotemporal.   |
| 3- Músculo temporal.                                   | 8- Apófisis mastoides.        |
| 4- Músculo masetero.                                   | 9- Glándula parótida.         |
| 5- Paquete vascular temporal superficial.              | 10- Arteria maxilar.          |

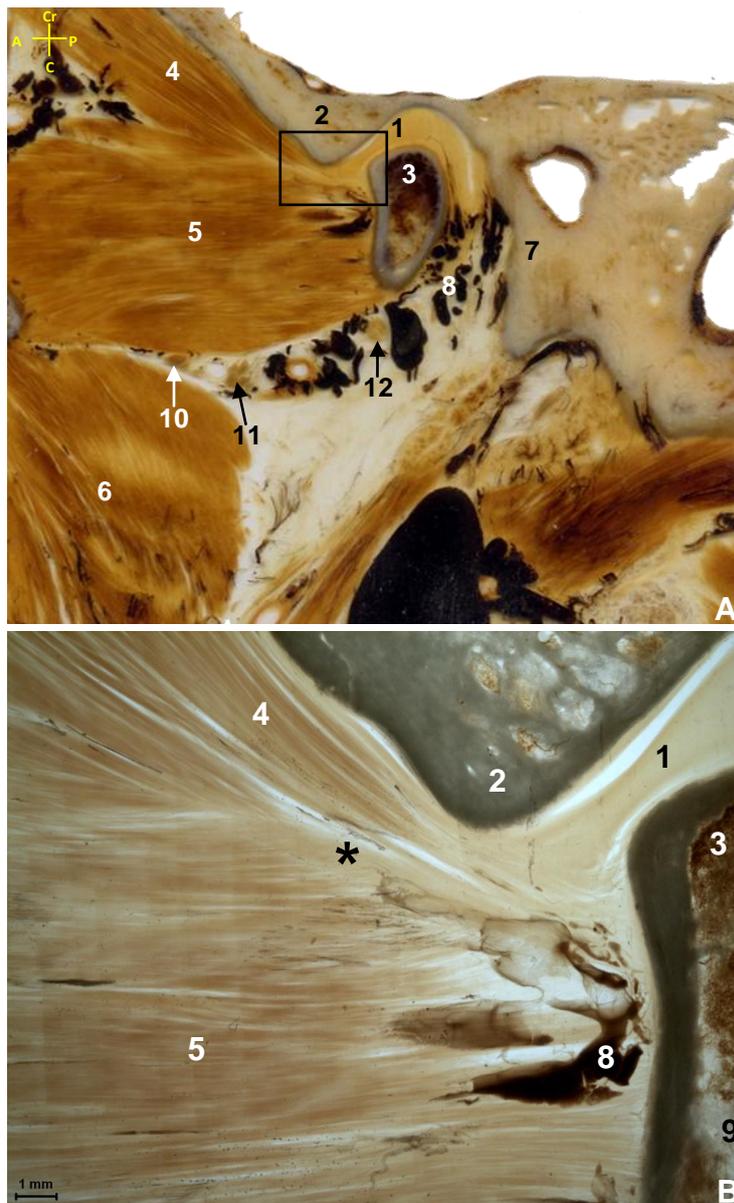




**Fig. 4.14- A) Criosección oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la mandíbula de ATM derecha. B) Sección plastinada (técnica E12) de la imagen A. C) Detalle ampliado mediante lupa de la imagen B. Se distingue la inserción del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral en el disco, cápsula y fosita pterigoidea. Y la del fascículo inferior en la fosita pterigoidea y cuello de la mandíbula. Las flechas indican el límite entre ambos fascículos y el tendón conjunto. Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.**

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1- Disco articular.                                    | 9- Peñasco del temporal.      |
| 2- Superficie articular del hueso temporal.            | 10- Plexo venoso pterigoideo. |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.                            | 11- Arteria maxilar.          |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 12- Glándula parótida.        |
| 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 13- Nervio lingual.           |
| 6- Músculo pterigoideo medial.                         | 14- Nervio alveolar inferior. |
| 7- Porción timpánica.                                  | 15- Nervio auriculotemporal.  |
| 8- Conducto auditivo externo.                          |                               |



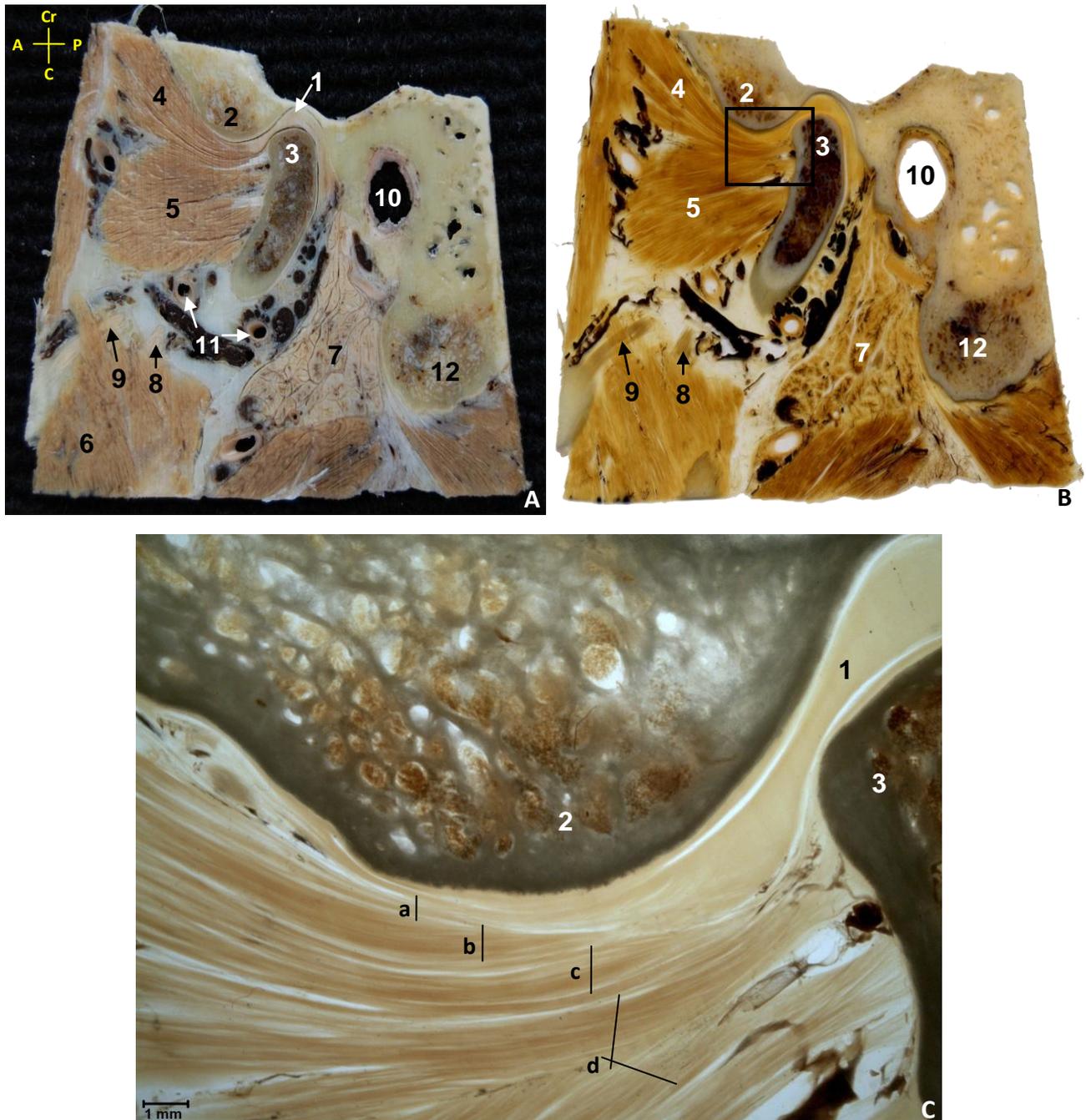


**Fig. 4.15- A) Sección plastinada (técnica E12) oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la mandíbula de ATM derecha. B) Detalle ampliado de la inserción del músculo pterigoideo lateral, zona señalada en A. Se distingue la inserción de ambos fascículos en la articulación y su relación con los diferentes elementos de la ATM. El fascículo superior se inserta en el disco, cápsula, cóndilo y fosita pterigoidea. Destacan las fibras inferiores del fascículo superior y las superiores del fascículo inferior insertándose mediante una estructura tendinosa conjunta (asterisco) en la fosita pterigoidea. El fascículo inferior rebasa la fosita pterigoidea, cerca de la línula.**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1- Disco articular.                                    | 7- Porción timpánica.         |
| 2- Superficie articular del hueso temporal.            | 8- Plexo venoso pterigoideo.  |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.                            | 9- Rama mandibular.           |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 10- Nervio lingual.           |
| 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 11- Nervio alveolar inferior. |
| 6- Músculo pterigoideo medial.                         | 12- Nervio auriculotemporal.  |



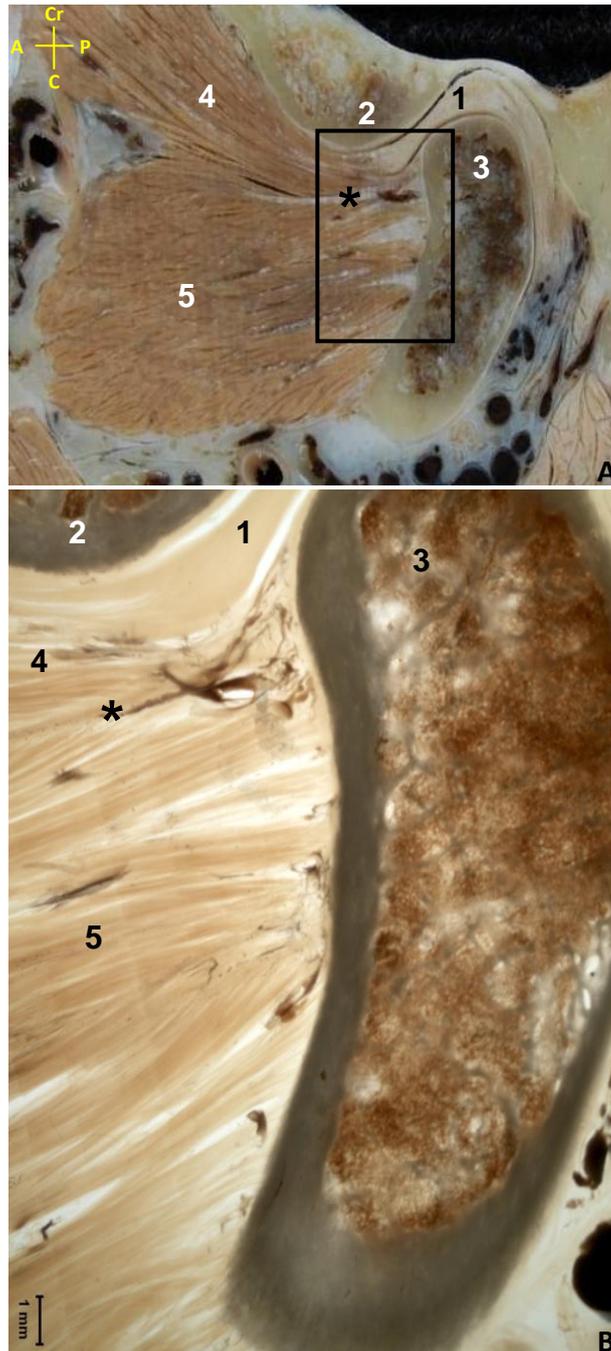


**Fig. 4.16- A) Crio sección oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la mandíbula de la ATM derecha. B) Sección plastinada (técnica E12) correspondiente a imagen A. C) Detalle de la inserción del músculo pterigoideo lateral, zona señalada en B. Se distingue la inserción de ambos fascículos en los diferentes elementos de la ATM. Dichas inserciones se detallan a continuación: a) fibras superiores del fascículo superior del músculo se insertan en la lámina anterosuperior de la cápsula, b) otras fibras en la zona anteroinferior del disco y en la lámina anteroinferior de la cápsula, c) un pequeño grupo de fibras se insertan en la lámina anteroinferior de la cápsula y en el cóndilo, d) fibras de ambos fascículos se insertan en fosita pterigoidea y cuello de la mandíbula mediante una estructura tendinosa. En las secciones plastinadas no se aprecian claramente las diferencias entre fibras musculares y tendinosas.**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1- Disco articular.                                | 7- Glándula parótida.            |
| 2- Superficie articular del hueso temporal.        | 8- Nervio alveolar inferior.     |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.                        | 9- Nervio lingual.               |
| 4- Fascículo superior músculo pterigoideo lateral. | 10- Conducto auditivo externo.   |
| 5- Fascículo inferior músculo pterigoideo lateral. | 11- Ramas de la arteria maxilar. |
| 6- Músculo pterigoideo medial.                     | 12- Apófisis mastoides.          |



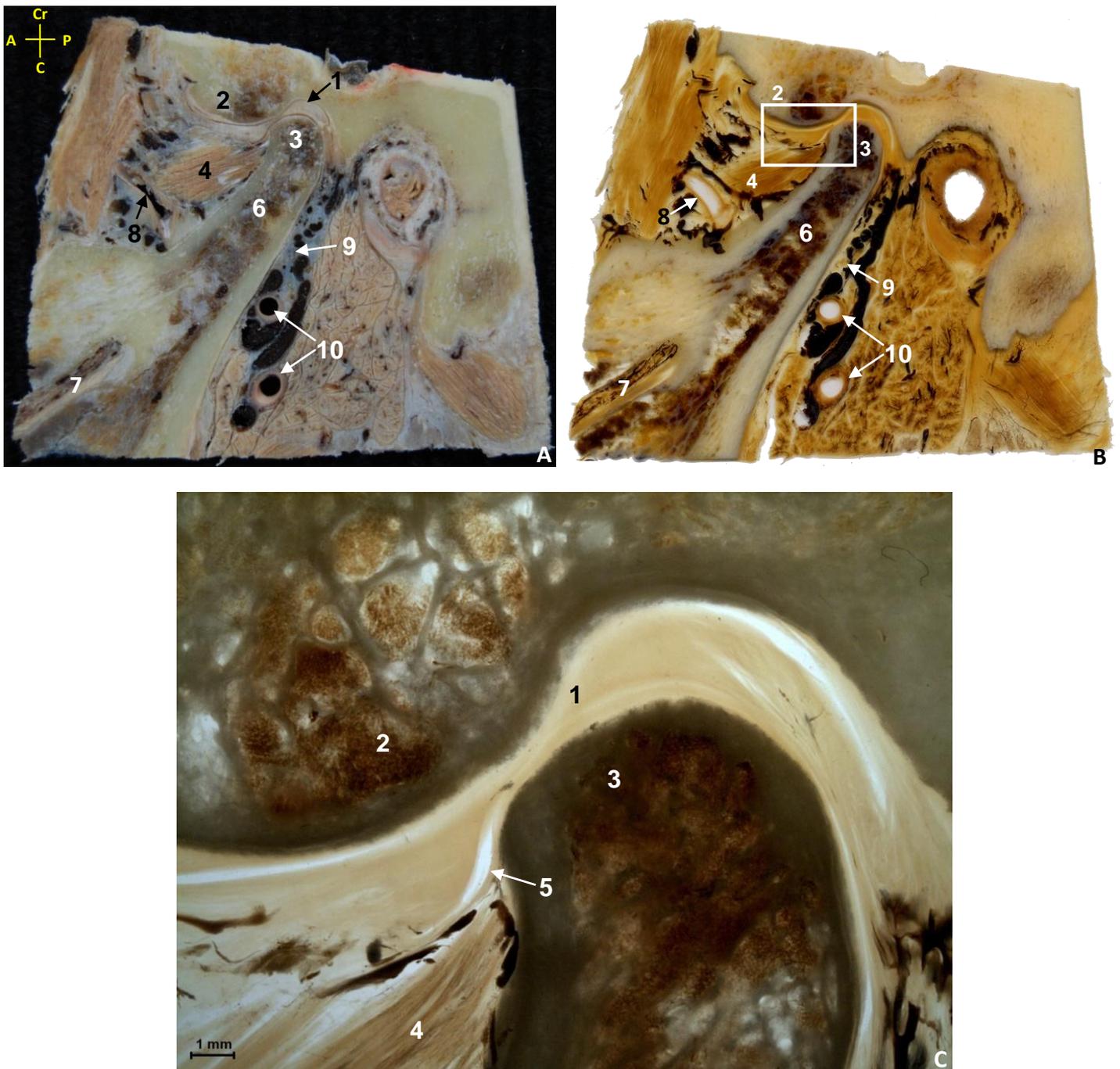


**Fig. 4.17- A) Crio-sección oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la mandíbula de ATM derecha. B) Detalle ampliado mediante lupa de la morfología de la inserción del músculo pterigoideo lateral, zona señalada en A.** Se observa la inserción del fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral mediante la alternancia de fibras músculo-tendinosas, lo que permitiría estratificar o dividir en capas dicha inserción y que le confiere a dicho fascículo una morfología multipeniforme. Destaca la capa formada por fibras de ambos fascículos que se unen (asterisco) y a través de una estructura tendinosa se insertan en la fosita pterigoidea.

Abreviaturas: **A-** anterior, **P-** posterior, **Cr-** craneal, **C-** caudal.

- 1- Disco articular.
- 2- Superficie articular del hueso temporal.
- 3- Cóndilo de la mandíbula.
- 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral.
- 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral.

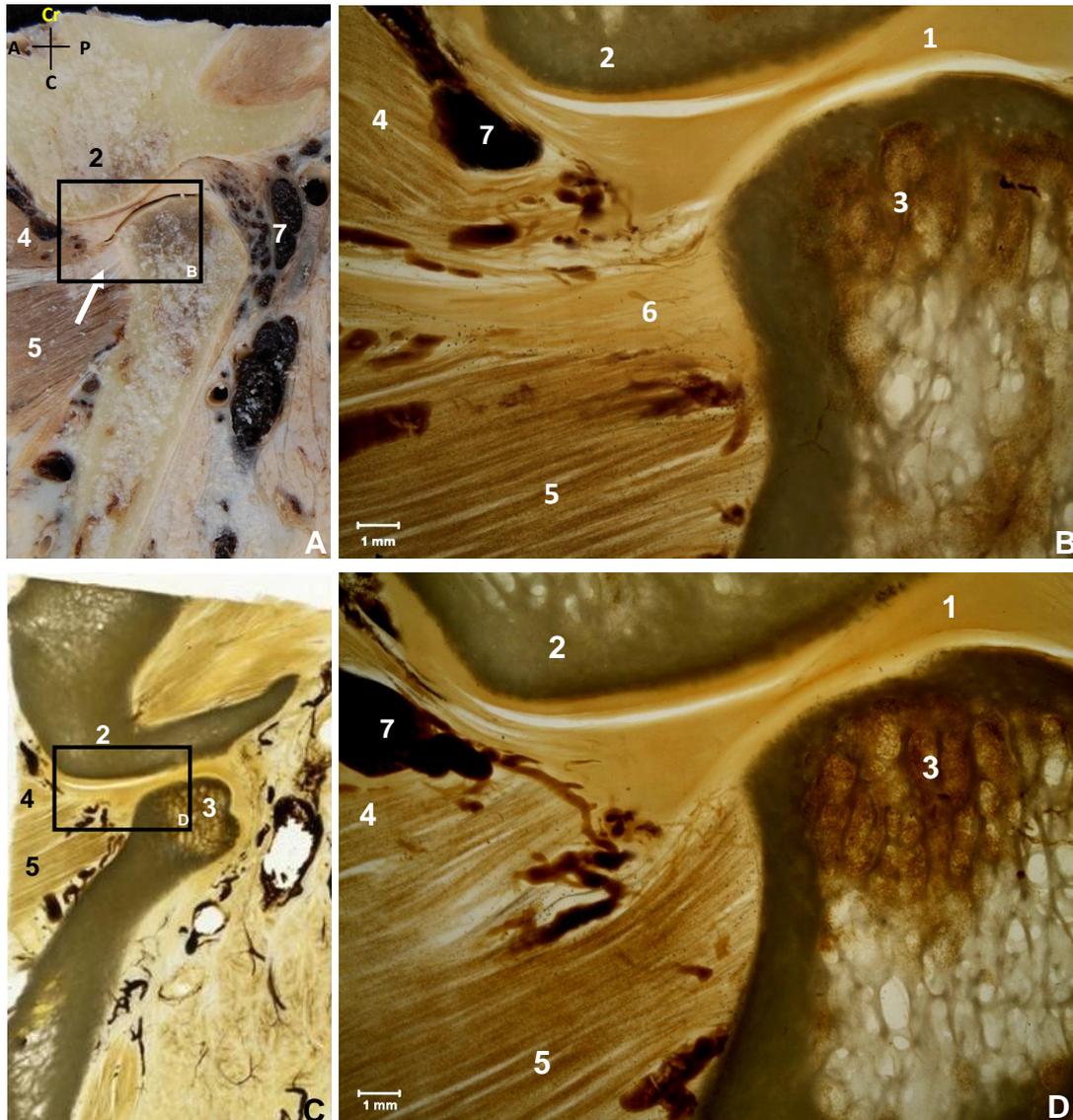




**Fig. 4.18- A) Crio sección oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo de la mandíbula de ATM derecha. B) Sección plastinada (técnica E12) correspondiente a la imagen A. C) Detalle ampliado mediante lupa de la inserción del músculo pterigoideo lateral, zona señalada en B. Se observa la parte más lateral de la inserción del músculo pterigoideo lateral en la fosita pterigoidea. Así como la lámina anteroinferior de la cápsula articular insertándose en la parte anteroinferior del cóndilo. Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.**

- |  |   |
|--|---|
| 1- Disco articular.                                    | 6- Cuello de la mandíbula.                |
| 2- Superficie articular del hueso temporal.            | 7- Nervio y vasos alveolares inferiores.  |
| 3- Cóndilo de la mandíbula.                            | 8- Ramas de la arteria maxilar.           |
| 4- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 9- Nervio auriculotemporal.               |
| 5- Lámina anteroinferior de la cápsula.                | 10- Ramas de la arteria carótida externa. |

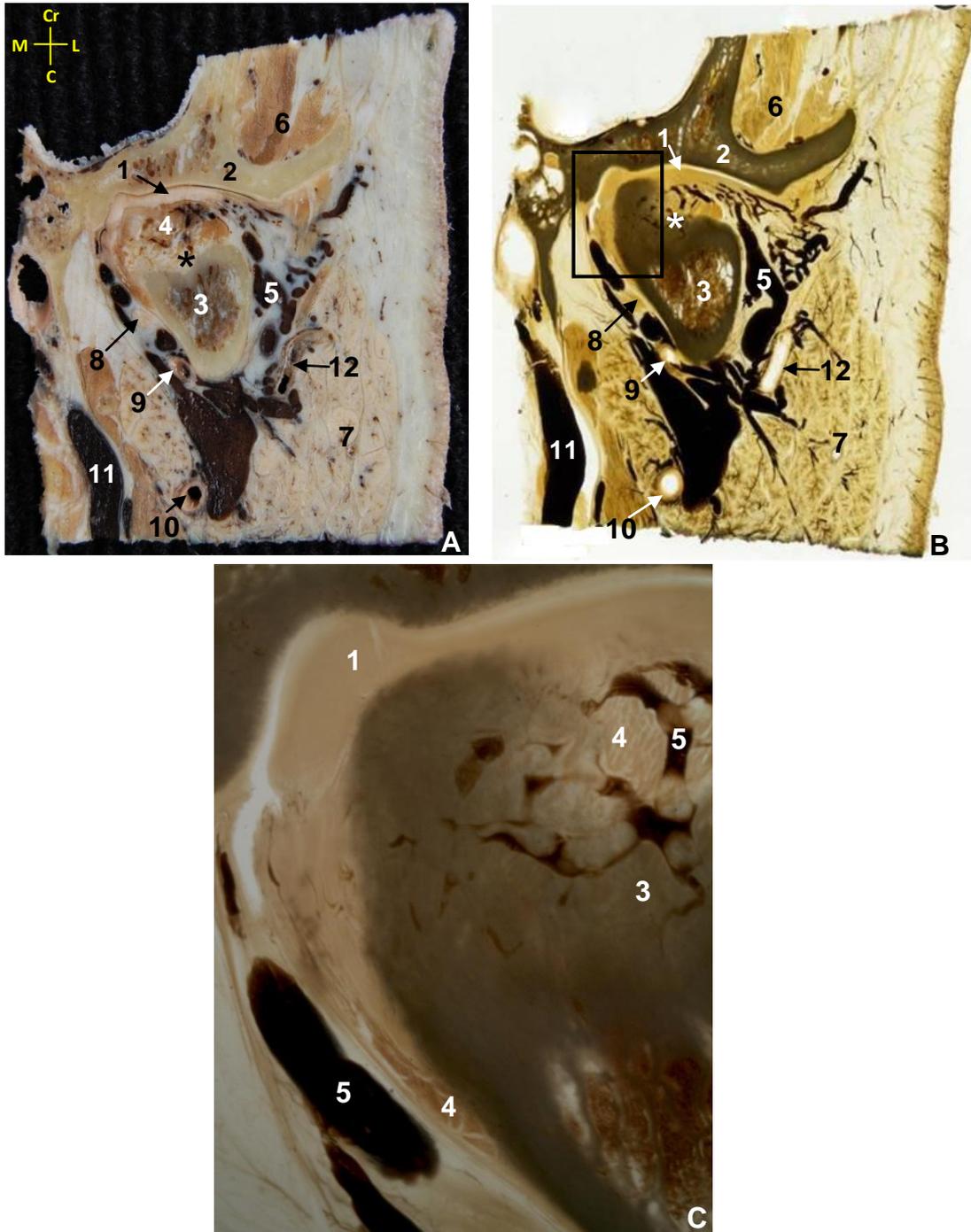




**Fig. 4.19- A) Crio-sección oblicuo-sagital paralela a las fibras del músculo pterigoideo lateral de ATM izquierda. B) Detalle amplificado de la inserción del músculo en disco y cóndilo mandibular de la imagen A. C) Sección plastinada (técnica E12) oblicuo-sagital paralela a fibras del músculo pterigoideo lateral. D) Detalle ampliado de la imagen C. Destaca en la crio-sección el tendón (flecha) de ambos fascículos musculares en la parte más superior de la fosita pterigoidea, y en las plastinadas el plexo venoso pterigoideo en la zona anterolateral de la articulación. Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.**

- 1- Disco articular.
- 2- Superficie articular del hueso temporal.
- 3- Cóndilo de la mandíbula.
- 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral.
- 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral.
- 6- Tendón de inserción de fibras de ambos fascículos del músculo pterigoideo lateral.
- 7- Plexo venoso pterigoideo.



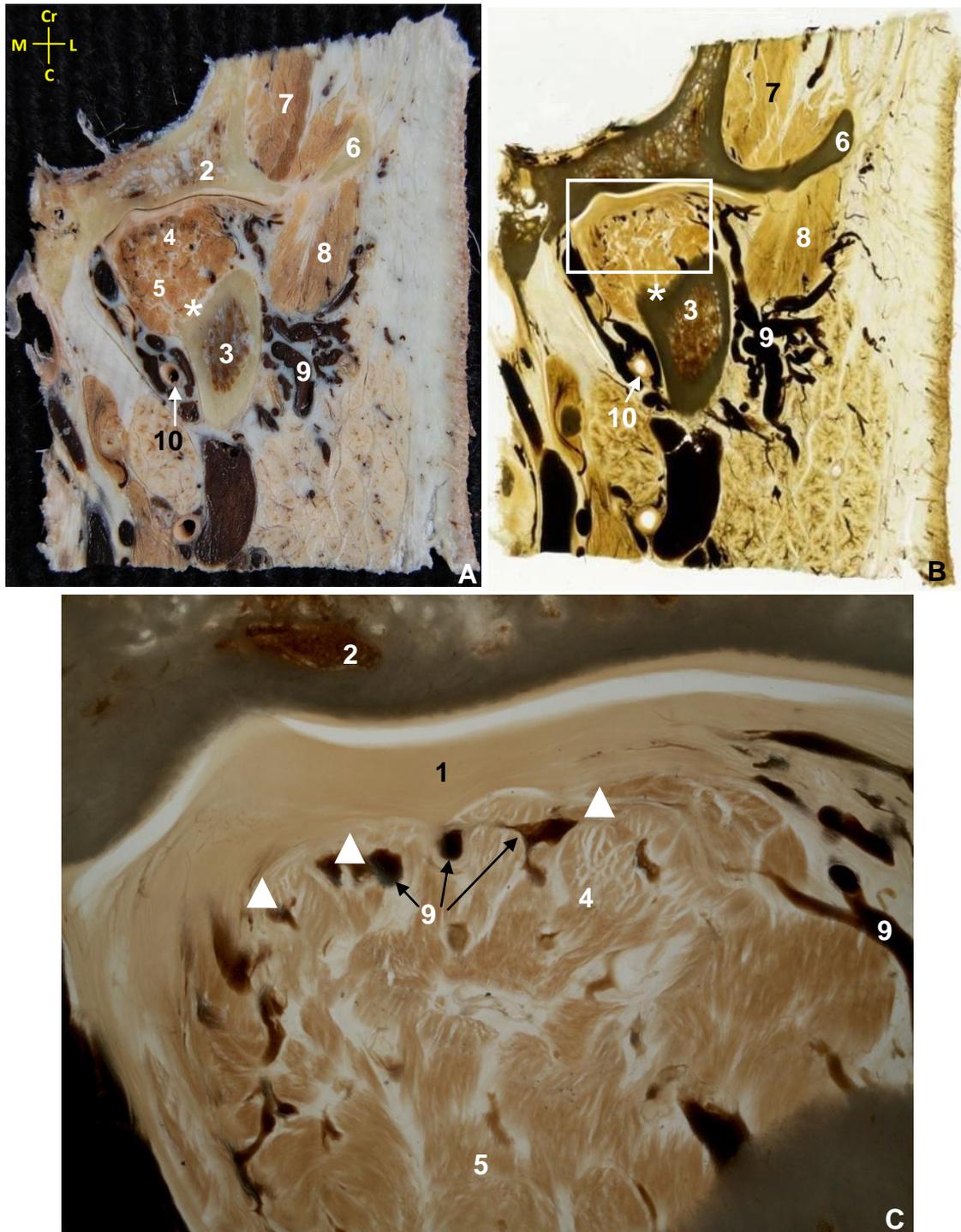


**Fig. 4.20- A) Criosección oblicuo-coronal de ATM izquierda. B) Sección plastinada (técnica E12) de la imagen A. C) Detalle ampliado mediante lupa a 0,65X de zona señalada en la imagen B. Se distingue la inserción del músculo pterigoideo lateral en la fosita pterigoidea (asterisco), cuyas fibras se entremezclan con los vasos del plexo pterigoideo.**

**Abreviaturas:** Cr- craneal, C- caudal, L- lateral, M- medial.

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 1- Disco articular.                         | 7- Glándula parótida.             |
| 2- Superficie articular del hueso temporal. | 8- Nervio auriculotemporal.       |
| 3- Cuello de la mandíbula.                  | 9- Rama de la arteria maxilar.    |
| 4- Músculo pterigoideo lateral.             | 10- Arteria carótida externa.     |
| 5- Plexo venoso pterigoideo.                | 11- Vena yugular interna.         |
| 6- Músculo temporal.                        | 12- Arteria temporal superficial. |



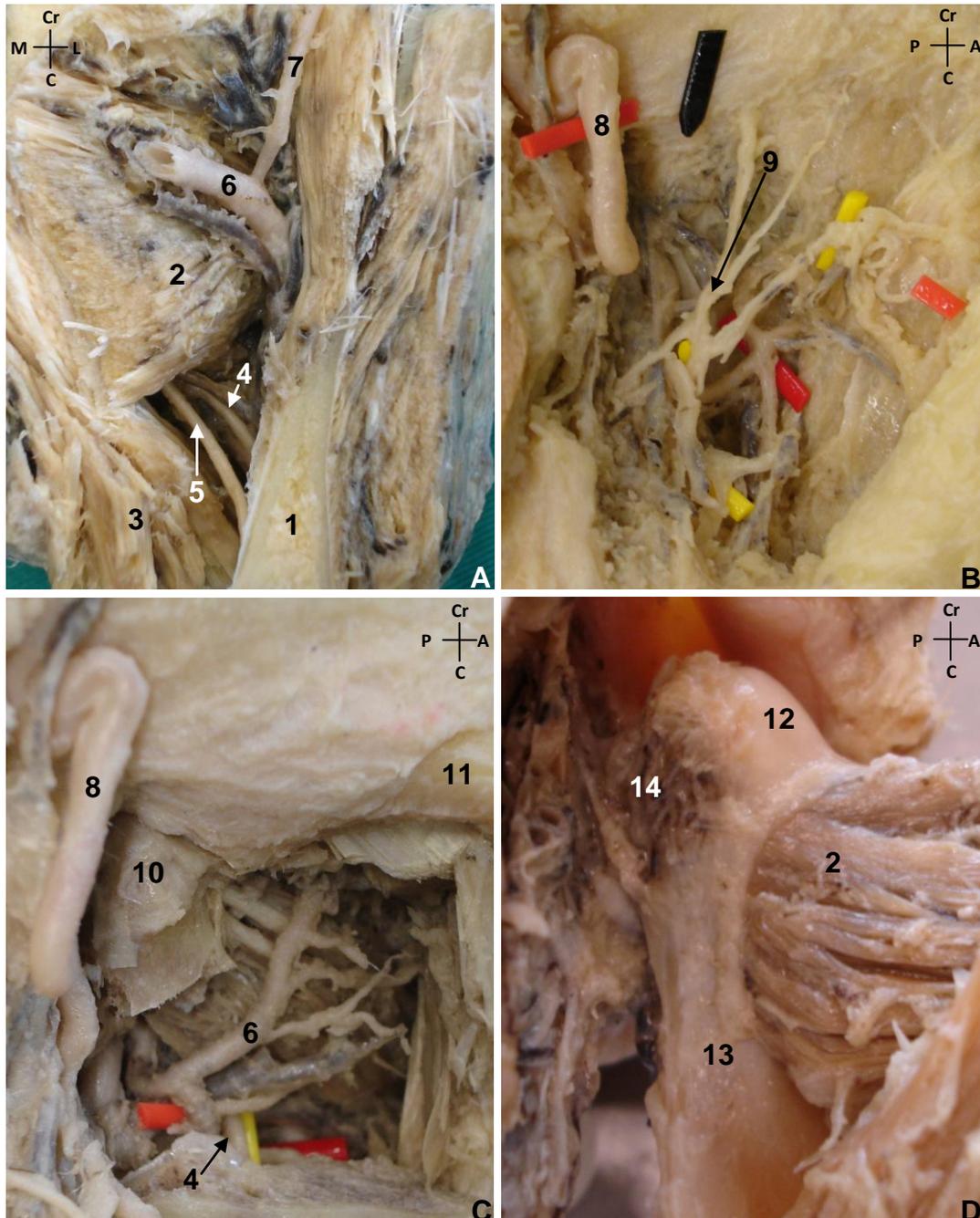


**Fig. 4.21-** A) Criosección oblicuo-coronal del bloque de ATM izquierda, más anterior que la figura 4.22. B) Sección plastinada (técnica E12) de la imagen A. C) Detalle ampliado mediante lupa a 0,65X de la zona señalada en la imagen B. Se observan algunos haces del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral insertándose en la parte inferomedial del disco articular (cabezas de flecha), así como estructuras vasculares en la zona de inserción músculo-disco. Fibras del fascículo inferior se insertan en la fosita pterigoidea (asterisco).

Abreviaturas: Cr: craneal, C: caudal, L: lateral, M: medial.

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1- Disco articular.                                    | 6- Arco cigomático.              |
| 2- Tubérculo articular del hueso temporal.             | 7- Músculo temporal.             |
| 3- Cuello de la mandíbula.                             | 8- Músculo masetero.             |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 9- Plexo venoso pterigoideo.     |
| 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 10- Ramas de la arteria maxilar. |



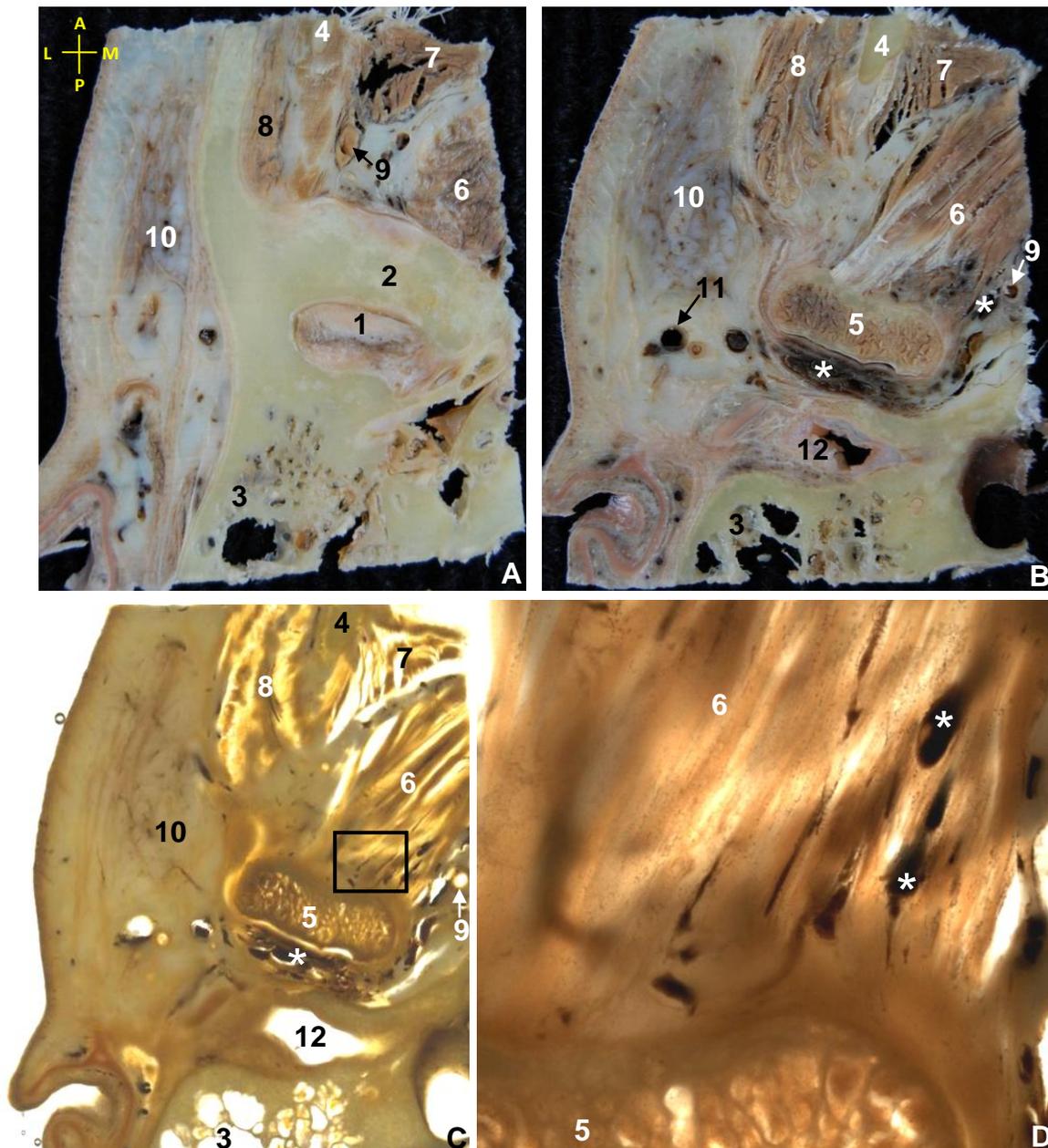


**Fig. 4.22- A-D) Imágenes de disección de bloques de ATM humana. A) Visión anterior. B) Visión lateral, extirpada la glándula parótida. La flecha negra indica el tubérculo articular del temporal y los indicadores rojos las ramas de la arteria carótida externa. C) Visión lateral previa extirpación del cuello de la mandíbula. D) Visión medial. Se observa la articulación y su relación con el músculo pterigoideo lateral, así como con la arteria maxilar y sus ramas, nervios lingual y alveolar inferior, y el plexo venoso pterigoideo que se encuentra rodeando toda la articulación.**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal, L- lateral, M- medial.

- |                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1- Mandíbula.                   | 8- Arteria temporal superficial. |
| 2- Músculo pterigoideo lateral. | 9- Nervio facial.                |
| 3- Músculo pterigoideo medial.  | 10- Cóndilo mandibular.          |
| 4- Nervio alveolar inferior.    | 11- Arco cigomático.             |
| 5- Nervio lingual.              | 12- Disco articular.             |
| 6- Arteria maxilar.             | 13- Rama mandibular.             |
| 7- Arteria temporal profunda.   | 14- Plexo venoso pterigoideo.    |



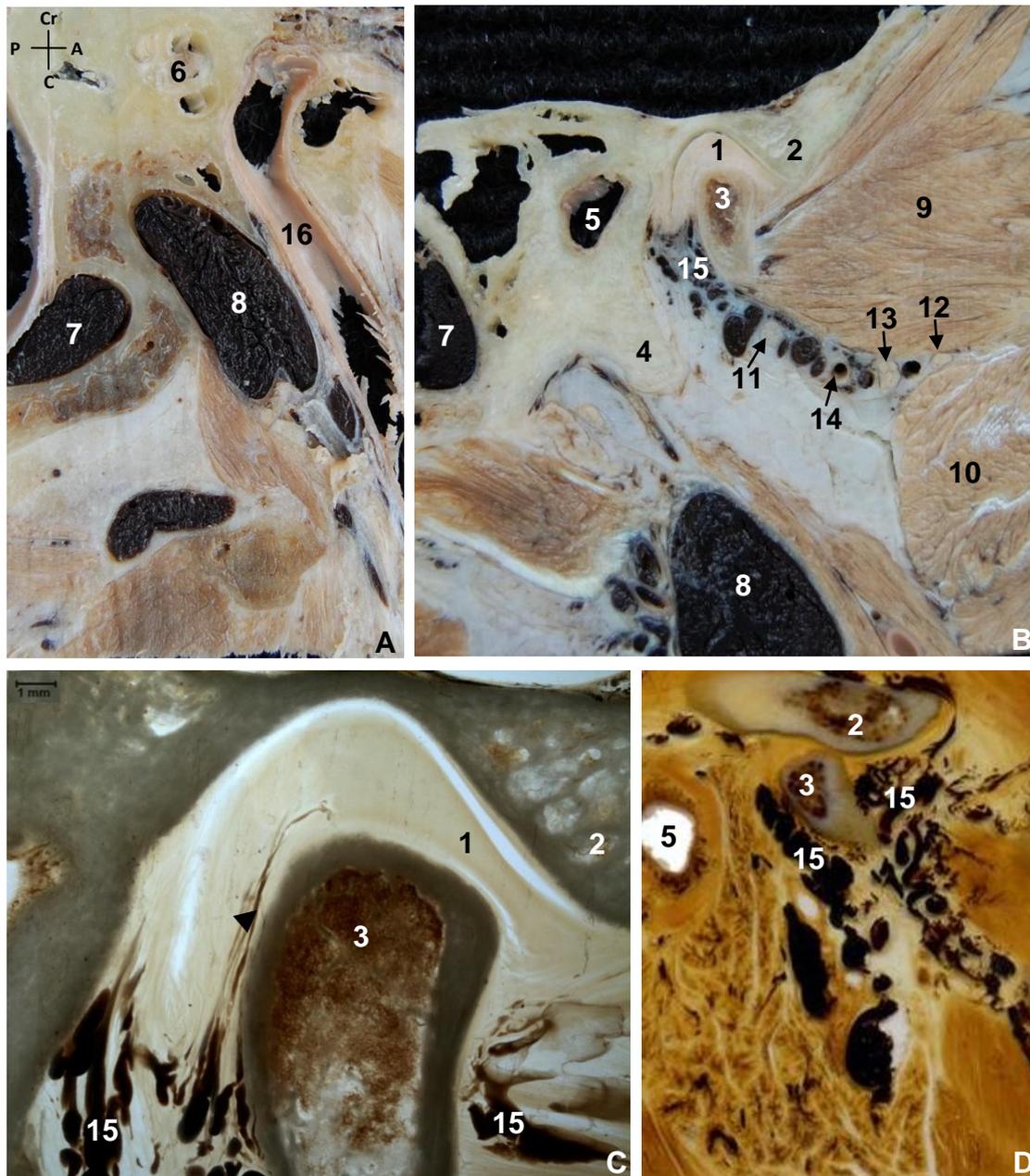


**Fig. 4.23- A-B) Criosecciones axiales de ATM derecha. C) Sección plastinada (técnica E12) de la imagen B. D) Detalle ampliado mediante lupa a 0,65X de la imagen C. Las imágenes están ordenadas de craneal a caudal. Se observa la articulación temporomandibular, las principales estructuras vásculo-nerviosas con las que se relaciona y el profuso plexo venoso pterigoideo (asterisco). En la zona anteromedial de la imagen ampliada se aprecian estructuras vasculares entrelazadas con las fibras del músculo en su inserción en el cóndilo.**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, L- lateral, M- medial.

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1- Disco articular.                  | 7- Músculo temporal.                     |
| 2- Tubérculo articular del temporal. | 8- Músculo masetero.                     |
| 3- Apófisis mastoides.               | 9- Ramas de la arteria maxilar           |
| 4- Apófisis coronoides.              | 10- Glándula parótida.                   |
| 5- Cóndilo de la mandíbula.          | 11- Arteria y vena temporal superficial. |
| 6- Músculo pterigoideo lateral.      | 12- Conducto auditivo externo.           |



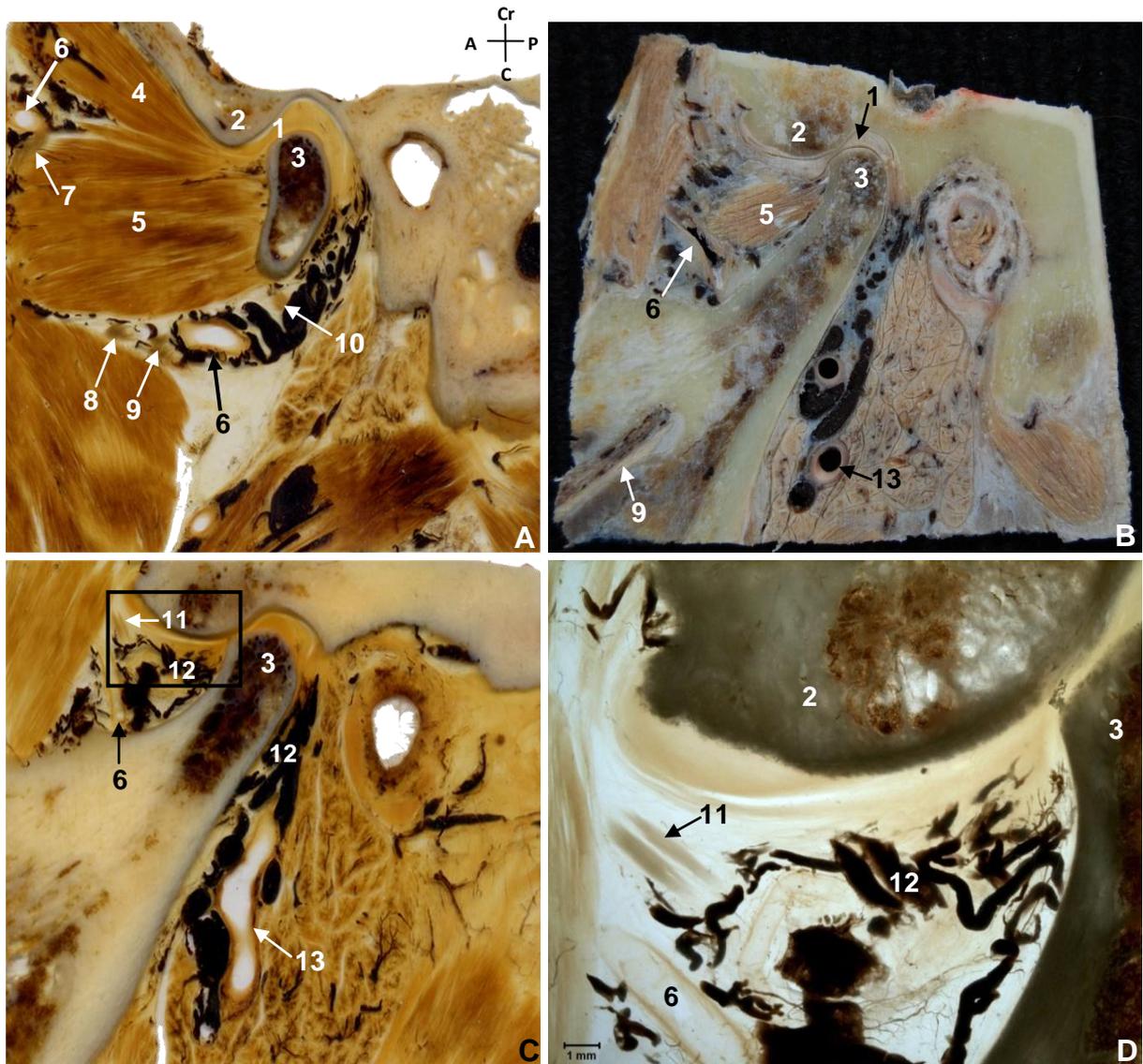


**Fig. 4.24- A-B) Crio secciones oblicuo-sagitales de ATM derecha. C) Detalle ampliado de las estructuras vasculares del disco y cápsula articular. D) Sección plastinada (técnica E12) oblicuo-sagital. Las imágenes están representadas de medial a lateral. Se aprecian las principales estructuras vásculo-nerviosas que se relacionan con la ATM, destacaríamos el plexo venoso pterigoideo que rodea toda la articulación y vasos se dirigen hacia el disco entre ambas láminas de la zona posterior de la cápsula (cabeza de flecha).**

**Abreviaturas:** **A-** anterior, **P-** posterior, **Cr-** craneal, **C-** caudal.

- |                                       |                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1- Disco articular.                   | 9- Músculo pterigoideo lateral. |
| 2- Superficie articular del temporal. | 10- Músculo pterigoideo medial. |
| 3- Cóndilo mandibular.                | 11- Nervio auriculotemporal.    |
| 4- Porción timpánica.                 | 12- Nervio lingual.             |
| 5- Conducto auditivo externo.         | 13- Nervio alveolar inferior.   |
| 6- Oído interno.                      | 14- Arteria maxilar.            |
| 7- Seno venoso sigmoideo.             | 15- Plexo venoso pterigoideo.   |
| 8- Vena yugular interna.              | 16- Arteria carótida interna.   |



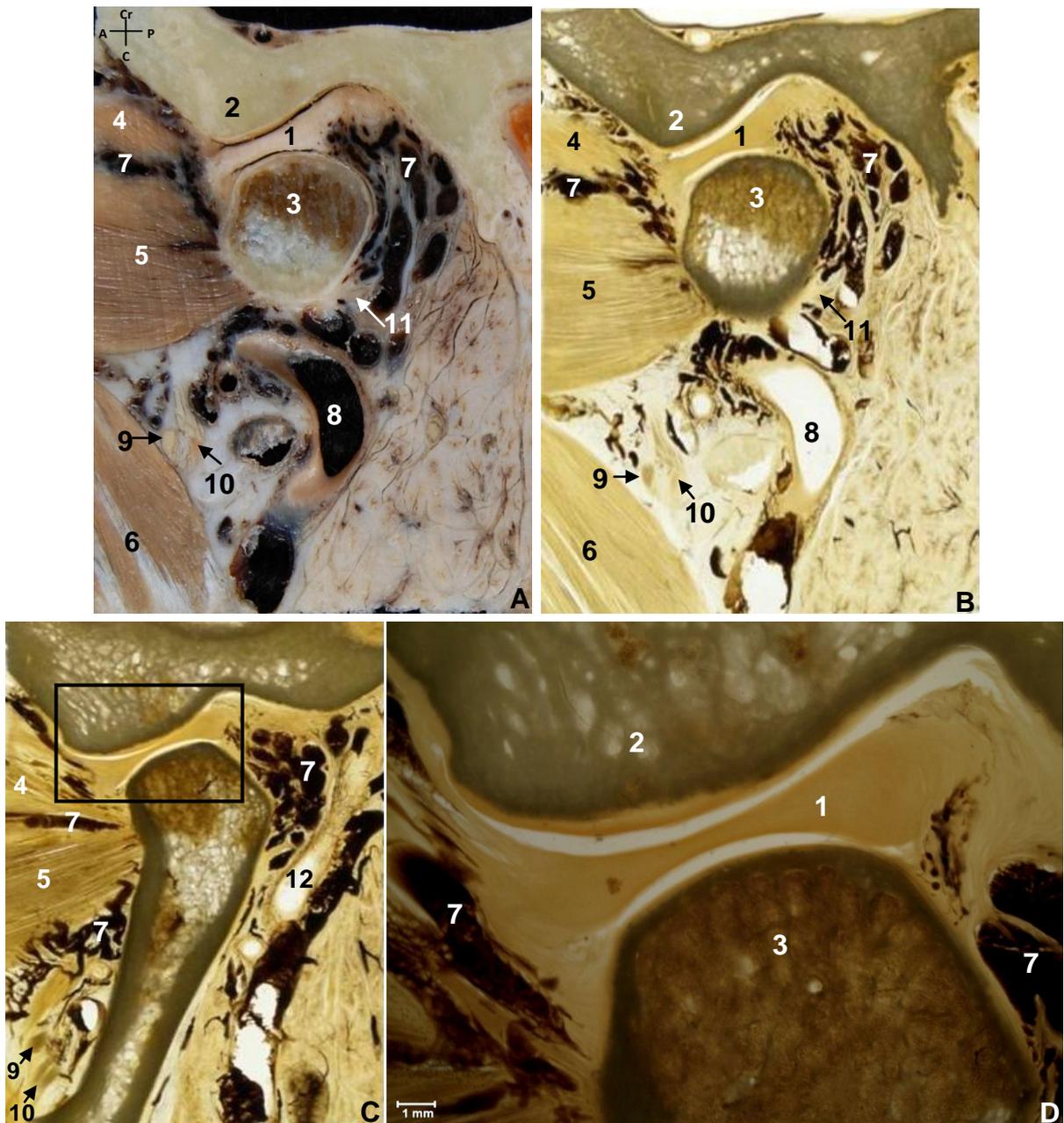


**Fig. 4.25- A, C) Secciones plastinadas (técnica E12) oblicuo-sagitales perpendiculares al eje mayor del cóndilo de ATM derecha. B) Criosección oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. D) Detalle ampliado mediante lupa a 0,65X de la zona señalada en la imagen C. Las imágenes están ordenadas de medial a lateral. El nervio alveolar inferior se encuentra situado en el interior del conducto mandibular y el profuso plexo venoso pterigoideo rodea toda la articulación.**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |   |
|--|---|
| 1- Disco articular.                                    | 8- Nervio lingual.                      |
| 2- Superficie articular del temporal.                  | 9- Nervio alveolar inferior.            |
| 3- Cóndilo mandibular.                                 | 10- Nervio auriculotemporal.            |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 11- Ramas del nervio temporomasetérico. |
| 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 12- Plexo venoso pterigoideo.           |
| 6- Ramas de la arteria maxilar.                        | 13- Arteria carótida externa.           |
| 7- Nervio temporobucal.                                |   |



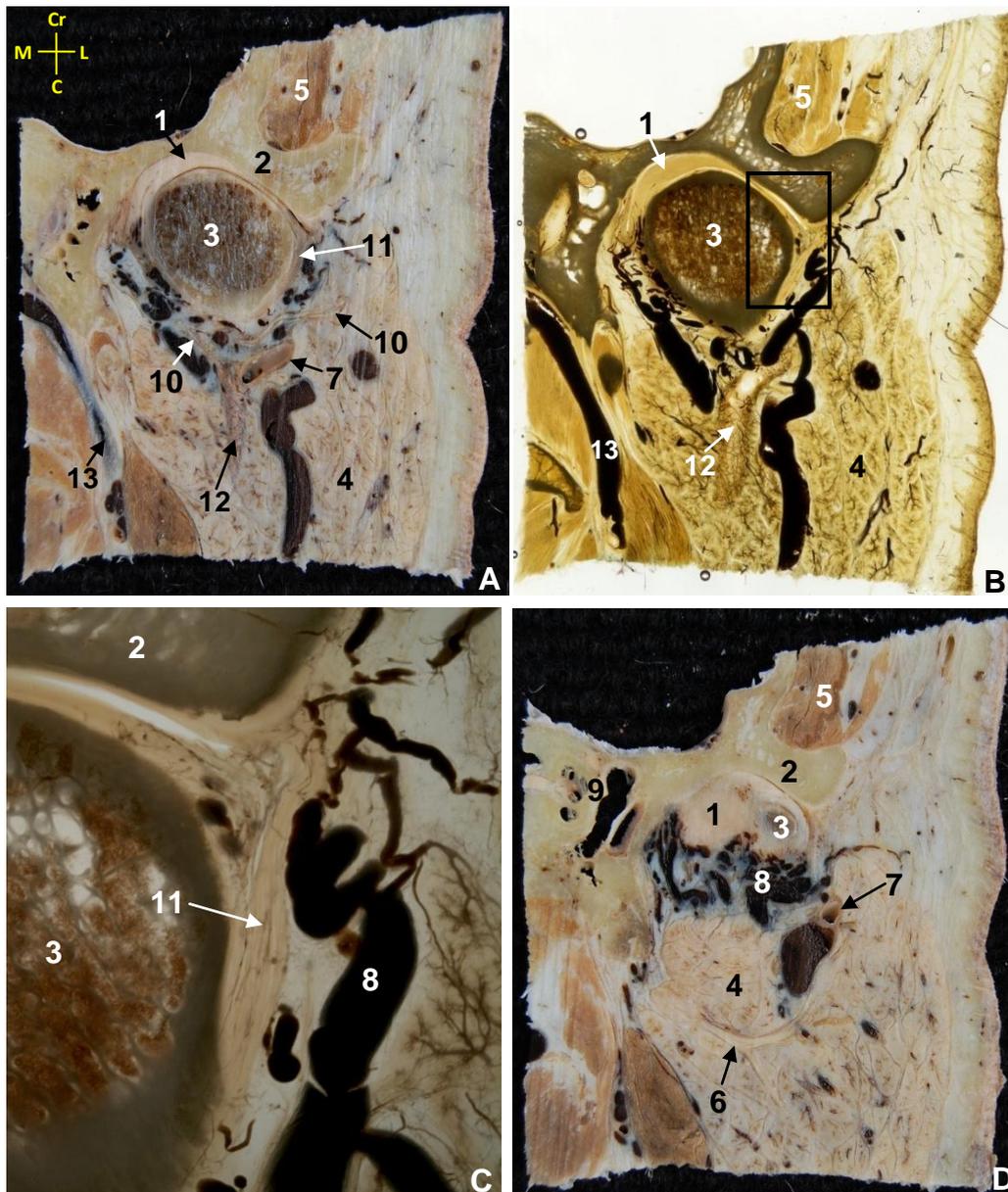


**Fig. 4.26- A) Crio-sección oblicuo-sagital paralela a las fibras del músculo pterigoideo lateral de la ATM izquierda. B) Sección plastinada (técnica E12) de la imagen A. C) Sección plastinada (técnica E12) oblicuo-sagital paralela a las fibras del músculo pterigoideo lateral. D) Detalle ampliado mediante lupa de la imagen C. Las imágenes están ordenadas de medial a lateral. Destaca el plexo venoso pterigoideo rodeando la articulación y en la zona de inserción del músculo pterigoideo lateral.**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1- Disco articular.                                    | 7- Plexo venoso pterigoideo.      |
| 2- Superficie articular del hueso temporal.            | 8- Arteria carótida externa.      |
| 3- Cóndilo mandibular.                                 | 9- Nervio lingual.                |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 10- Nervio alveolar inferior.     |
| 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 11- Nervio auriculotemporal.      |
| 6- Músculo pterigoideo medial.                         | 12- Arteria temporal superficial. |





**Fig. 4.27-** A, D) Criosecciones oblicuo-coronales de ATM izquierda. B) Sección plastinada (técnica E12) correspondiente a la imagen A. C) Detalle ampliado mediante lupa a 0,65X de la imagen B. Los cortes están ordenados de anterior a posterior. Destaca el plexo venoso pterigoideo rodeando la articulación, así como el nervio auriculotemporal y la cuerda del tímpano que bordean lateral y medialmente el cóndilo de la mandíbula, respectivamente. Por la zona lateral del cóndilo se aprecia el ligamento lateral externo de la ATM.

Abreviaturas: Cr- craneal, C- caudal, L- lateral, M- medial.

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1- Disco articular.                         | 8- Plexo venoso pterigoideo.   |
| 2- Superficie articular del hueso temporal. | 9- Oído interno.               |
| 3- Cóndilo mandibular.                      | 10- Nervio auriculotemporal.   |
| 4- Glándula parótida.                       | 11- Ligamento lateral externo. |
| 5- Músculo temporal.                        | 12- Arteria carótida externa.  |
| 6- Nervio facial (VII par craneal).         | 13- Vena yugular interna.      |
| 7- Arteria temporal superficial.            |                                |



## 4.2- Resultados del estudio de técnicas de diagnóstico por imagen:

Las técnicas de diagnóstico por imagen que se han utilizado para valorar la ATM son la resonancia magnética y la tomografía computerizada, a continuación se exponen los hallazgos morfológicos observados mediante ambas técnicas de diagnóstico.

### 4.2.1- Resonancia magnética y su correlación anatómica:

Mediante RM se estudiaron 7 piezas de ATM humana, los hallazgos observados se exponen organizados según los planos de corte (axial, oblicuo-sagital -C y PTL-, y oblicuo-coronal). Las figuras axiales están representadas de craneal a caudal (**figuras 4.28 a 4.30**), las oblicuo-sagitales de medial a lateral (**figuras 4.29 a 4.37**) y las figuras del plano oblicuo-coronal de anterior a posterior (**figuras 4.38, 4.39**).

Para poder interpretar fácilmente las imágenes de RM se han acompañado de imágenes de anatomía seccional en su mismo plano de corte.

De igual modo que al exponer los resultados anatómicos, los hallazgos observados mediante las técnicas de RM se presentan agrupados según los principales componentes de la ATM: superficie articular, disco articular, cápsula articular, músculo pterigoideo lateral y relaciones vásculo-nerviosas, tal y como a continuación se detalla.

#### 4.2.1.1- *Superficie articular.*

En cuanto a las estructuras óseas de la ATM (**figuras 4.28-4.39**) su visualización depende de la secuencia de RM utilizada, que en nuestro estudio está potenciada en T1. La cortical ósea del cóndilo de la mandíbula y las superficies del temporal se muestran como estructuras hipointensas, mientras que el hueso esponjoso del cóndilo presenta mayor intensidad de la señal. No se puede diferenciar el recubrimiento cartilaginoso de las superficies óseas articulares con claridad en las imágenes de RM.

A continuación se exponen los detalles anatómicos observados en las imágenes obtenidas según las proyecciones axiales, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales:

- Proyección axial:

Se aprecia el peñasco del temporal heterogéneamente hipointenso, así como la porción timpánica del hueso temporal conformando el conducto auditivo externo. El cóndilo mandibular y la fosita pterigoidea aparecen rodeados por una cortical hipointensa de 1-1,5 mm de grosor aproximadamente. Además, en esta proyección se distingue la morfología del cóndilo, el cual presenta mayor diámetro anteroposterior en los extremos medial y lateral que en la región central del mismo (**figuras 4.29C, D, 4.30A, B, número 1**).

- Proyecciones oblicuo-sagitales:

En las imágenes de estos planos de corte se aprecia la correspondencia entre las superficies articulares óseas de la ATM (**figuras 4.31 a 4.37**). La superficie articular del temporal está formada por el tubérculo articular, que es convexo en esta proyección, y la fosa mandibular, que es cóncava (**figuras 4.31 a 4.37**); en la zona posterior nos encontramos con la porción timpánica del hueso temporal, que separa el cóndilo de la mandíbula del conducto auditivo externo. Conforme las imágenes son más laterales se puede observar la rama mandibular así como la apófisis coronoides de la mandíbula (**figuras 4.33E, F, 4.34**). Tanto en los cortes más laterales como mediales se observa el tubérculo articular del temporal cuando ya no se visualiza el cóndilo, destacando por tanto la mayor extensión de la superficie articular del temporal respecto al cóndilo (**figuras 4.29, 4.30, número 2**).

- Proyección oblicuo-coronal:

El cóndilo presenta una morfología ovoidea y se relaciona con el hueso temporal en la cavidad articular de modo que la superficie articular del temporal muestra mayor extensión sobrepasando al cóndilo tanto lateral como medialmente (**figuras 4.38, 4.39**).

En cuanto a las principales características de las estructuras anatómicas óseas observadas destacamos que en las imágenes de los cortes más anteriores se aprecia medialmente la fosita pterigoidea en el cuello de la mandíbula (**figuras 4.38B-D, número 9**). En las imágenes más posteriores se advierte que lateralmente existe menor distancia entre el cóndilo mandibular y

la superficie articular del temporal, siendo el espacio articular menor lateral que medialmente, diferenciándose en dicho espacio una estructura de intensidad de señal intermedia que es el disco articular (**figura 4.39**).

#### 4.2.1.2- Disco articular.

El disco articular, situado entre el cóndilo de la mandíbula y la superficie articular del temporal, presenta una intensidad de señal intermedia, lo que permite su identificación en las imágenes de RM y su diferenciación de las estructuras óseas y de los tejidos blandos adyacentes (**figuras 4.28 a 4.39**).

A continuación se exponen los detalles anatómicos observados en las imágenes obtenidas según las proyecciones axiales, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales:

##### - Proyección axial:

En las imágenes más craneales en este plano se aprecia el disco en la fosa mandibular como una estructura ovoidea de intensidad de la señal intermedia. Se superpone con el tubérculo articular del temporal y el músculo pterigoideo lateral, de ahí la dificultad de su visualización en este tipo de plano (**figura 4.28, número 1**).

##### - Proyecciones oblicuo-sagitales:

En este tipo de planos se identifica el disco situado en el espacio articular, diferenciándose bien de las estructuras anatómicas adyacentes, lo que permite valorar la morfología del mismo. Su grosor es variable, siendo la zona medial del disco la más estrecha y las zonas anterior y posterior las de mayor grosor (**figuras 4.32 a 4.34**).

En las imágenes más mediales de dichas proyecciones se puede distinguir anteriormente la relación del disco con el músculo pterigoideo lateral (**figuras 4.32, 4.33, 4.34A, B**), sin embargo las imágenes de RM no permiten precisar los detalles de dicha inserción muscular.

En las proyecciones más laterales de la articulación se aprecia por la parte anterior de la misma una estructura de intensidad intermedia de la señal, pero más hipointensa que el disco, que se uniría al músculo pterigoideo lateral

(**figuras 4.34A, C, cabeza de flecha**). Gracias a las imágenes plastinadas se aprecia que puede corresponder al borde anterior del disco en la zona de inserción de la cápsula y/o a la inserción del músculo pterigoideo lateral en el disco (**figuras 4.34B, D, cabeza de flecha**).

Las diferentes proyecciones oblicuo-sagitales (C y PTL) no muestran grandes diferencias en la visualización del disco articular.

- Proyección oblicuo-coronal:

En las proyecciones de RM según este plano de corte se visualiza la morfología del disco como una estructura lineal de intensidad de señal intermedia, convexa superiormente y cóncava inferiormente, que se encuentra situada entre el cóndilo mandibular y el tubérculo articular del temporal.

El disco presenta mayor grosor en su borde medial (**figuras 4.39A-D, número 1**) e incluso en las secciones más posteriores se continúa observando esta porción del disco por la zona medial de la articulación sobrepasando posteriormente el cóndilo (**figuras 4.39E, F**).

4.2.1.3- *Cápsula articular*:

La cápsula no se distingue con claridad en las imágenes de RM en ninguno de los planos usados en nuestro estudio.

Únicamente en las imágenes de las proyecciones oblicuo-sagitales se podrían observar unas estructuras de intensidad de la señal intermedia que están en relación con el disco, y que podrían corresponder a las uniones del disco y la cápsula articular por la zona anterior (hacia el cóndilo y al tubérculo articular del temporal) y por la zona posterior (**figuras 4.34, 4.35, cabezas de flecha**).

4.2.1.4- *Músculo pterigoideo lateral*:

La RM permite valorar la relación de la ATM con las estructuras musculares adyacentes, en nuestro estudio nos hemos centrado en el músculo pterigoideo lateral (**figuras 4.29 a 4.38**).

Dicho músculo muestra una intensidad de señal intermedia pero con mayor intensidad que la que presenta el disco articular. Además, en las imágenes de RM se identifican claramente dos fascículos o vientres

musculares (**figuras 4.31 a 4.34**), así como la inserción de *ambos fascículos del músculo pterigoideo lateral* en las diferentes estructuras que constituyen la ATM, estas características morfológicas se aprecian fundamentalmente en las proyecciones oblicuo-sagitales.

A continuación se exponen los detalles anatómicos del músculo pterigoideo lateral observados en las imágenes de RM obtenidas según las proyecciones axiales, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales:

- Proyección axial:

En las imágenes según este plano de corte distinguimos el músculo pterigoideo lateral y sus relaciones (**figuras 4.28 a 4.30**).

El *fascículo superior del músculo pterigoideo lateral* se dirige hacia el disco y cuello de la mandíbula. En los cortes más craneales se observa dicho fascículo como una estructura de intensidad de señal intermedia que se inserta en el cóndilo de la ATM a través de estructuras hipointensas situadas lateralmente y con mayor intensidad medialmente (**figuras 4.29A, C, 4.30A, número 6**), que corresponderían, tal y como se advierte en las imágenes de las criosecciones, a fibras tendinosas y musculares, respectivamente (**figuras 4.29B, D, 4.30B**). Las estructuras hipointensas observadas en su interior representan tanto a tractos tendinosos como a vasos sanguíneos, ya que ambos poseen una intensidad de señal similar por lo que es difícil diferenciarlos entre sí. La hiperintensidad del músculo en la zona medial se debe a que se trata mayoritariamente de fibras musculares, aunque se entremezclan con vasos del plexo venoso (esto explicaría algunas de las zonas hipointensas observadas) (**figuras 4.29, 4.30A, B**).

En los cortes más caudales de las piezas de ATM se aprecia el *fascículo inferior* de dicho músculo como una estructura de intensidad de señal intermedia que muestra áreas hipointensas, que corresponden a fibras tendinosas y/o vasos, que se inserta en la fosita pterigoidea y en el cuello de la mandíbula (**figuras 4.30C, D, número 7**).

En cuanto a la disposición de *ambos fascículos del músculo pterigoideo lateral* respecto al eje mayor del cóndilo (oblicuo lateromedial) se observa que presentan una angulación aproximada de entre 70° y 80°, siendo esta

angulación del fascículo superior ligeramente menor a la del fascículo inferior (**figuras 4.29, 4.30**).

- Proyecciones oblicuo-sagitales:

En las imágenes de RM obtenidas según estos planos se diferencian ambos fascículos del músculo pterigoideo lateral (**figuras 4.31 a 4.34**). Las imágenes obtenidas en estos tipos de proyecciones, y fundamentalmente las proyecciones oblicuo-sagitales PTL (**figuras 4.36, 4.37**), son las que proporcionan mayor cantidad de detalles morfológicos del músculo así como de su inserción en la articulación (**figuras 4.31 a 4.33, 4.36, 4.37A-F**).

Tanto en las imágenes según el plano oblicuo-sagital C como PTL se aprecia que el *fascículo superior del músculo pterigoideo lateral* presenta una intensidad de la señal intermedia con un área hipointensa en la zona de intersección de ambos fascículos musculares en su inserción en la fosita pterigoidea (**figuras 4.32 a 4.34, 4.37A, asterisco**). En las criosecciones y secciones plastinadas se advierte que dicha estructura hipointensa corresponde tanto a fibras tendinosas como a vasos del plexo venoso pterigoideo (**figuras 4.32 a 4.34, 4.36, 4.37B, C**).

Además, en ambos tipos de proyecciones oblicuo-sagitales (C y PTL) se observa el fascículo superior del músculo como una estructura de intensidad de señal variable, insertándose en el disco, cóndilo, fosita pterigoidea y cuello de la mandíbula (**figuras 4.31 a 4.37**). En cuanto a la inserción de dicho fascículo en el disco (**figuras 4.32, 4.33, 4.34A, B**) se aprecia con mayor precisión en las imágenes obtenidas según el plano oblicuo-sagital PTL que en las proyecciones oblicuo-sagitales C. Esta inserción ocurre a través de una estructura de intensidad intermedia (son fibras musculares) alternante con áreas hipointensas (corresponden a estructuras vasculares tal y como observamos en las imágenes de las secciones plastinadas) (**figuras 4.36, 4.37A-F**).

El *fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral* se observa en este tipo de proyecciones como una estructura de intensidad de la señal intermedia cuya inserción ocurre a lo largo del cuello de la mandíbula finalizando muy próximo a la línula (**figuras 4.32, 4.33, 4.36**). En ambos tipos de proyecciones oblicuo-sagitales (C y PTL) destacan en la zona de la inserción del músculo

zonas hiperintensas y otras hipointensas (**figuras 4.32 a 4.37**), que tal y como diferenciamos en las correspondientes imágenes de anatomía seccional se trata de capas musculares y tendinosas, respectivamente (**figuras 4.32 a 4.37**). Esta alternancia de capas con diferentes intensidades de señal observadas en las imágenes de RM confiere al fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral un aspecto multipeniforme (**figuras 4.32 a 4.34**).

- Proyección oblicuo-coronal:

En las secciones más anteriores según este plano *ambos fascículos del músculo pterigoideo lateral* se aprecian como un haz músculo-tendinoso de morfología redondeada (**figura 4.38A, números 4 y 5**). Se encuentra situado superomedialmente al cóndilo y cuello mandibular y caudalmente a una estructura de intensidad intermedia que correspondería con el disco articular (**figura 4.38, número 1**). En las imágenes de RM no se puede precisar con detalle la inserción del músculo en el disco. Conforme nos dirigimos posteriormente el músculo va adquiriendo una morfología triangular de base superior y vértice inferomedial que se inserta en la fosita pterigoidea y cuello de la mandíbula (**figuras 4.38B-D**). En esta zona se observan estructuras de intensidad de la señal intermedia, que corresponderían a fibras musculares que se insertan medialmente en la rama mandibular (**figura 4.38B**), tal y como se corrobora en las criosecciones y secciones plastinadas (**figuras 4.38C, D**).

4.2.1.5-Relación vásculo-nerviosa:

- Relaciones vasculares:

Las imágenes de RM permiten apreciar los vasos sanguíneos como estructuras con muy baja intensidad de la señal (**figuras 4.28 a 4.39**). En todos los planos utilizados en nuestro estudio se pueden distinguir las estructuras vasculares, entre las que destacaríamos la arteria maxilar y el plexo venoso pterigoideo (**figuras 4.28 a 4.39**).

A continuación se exponen los detalles de la vascularización observados en las imágenes de RM obtenidas según las diferentes proyecciones utilizadas:

- Proyección axial:

Mediante este tipo de proyecciones destacan áreas hipointensas mal definidas situadas en la zona medial y posterolateral de la articulación, fundamentalmente en la zona retrodiscal (**figuras 4.28 a 4.30**). Dichas estructuras corresponden a vasos del plexo venoso pterigoideo tal y como se aprecia en las imágenes de anatomía seccional homólogas. La arteria maxilar presenta una intensidad de señal similar a la de los vasos del plexo pterigoideo por lo que no se puede diferenciar con exactitud en este tipo de proyecciones de resonancia magnética.

- Proyecciones oblicuo-sagitales:

En este tipo de planos se identifican estructuras hipointensas situadas caudalmente al fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral que corresponden a ramas de la arteria maxilar, tal y como se observa mediante las secciones plastinadas (**figuras 4.31 a 4.34**).

Además, mediante las imágenes obtenidas en el plano oblicuo-sagital PTL la arteria carótida externa se visualiza como una estructura hipointensa que forma un bucle en la zona inferior del cóndilo (**figuras 4.31 a 4.37**).

También se distinguen áreas hipointensas irregulares con menor nitidez que las estructuras arteriales que corresponden a vasos del plexo venoso pterigoideo. Dichos vasos están situados posteroinferiormente al cóndilo y a la rama mandibular (**figuras 4.31 a 4.37**) y en los cortes más laterales bordean la articulación por las zonas anterior y posterior (**figuras 4.34, 4.35, 4.37G-I**).

En el interior de las fibras del músculo (observado como una estructura de intensidad de la señal intermedia) se diferencian estructuras hipointensas que son vasos del plexo venoso pterigoideo (**figuras 4.32 a 4.34**). En las imágenes en el plano oblicuo-sagital PTL estos vasos se identifican fundamentalmente en la zona de la inserción del músculo en el disco y cóndilo (**figuras 4.36, 4.37**).

- Proyección oblicuo-coronal:

Estructuras hipointensas bordean la articulación medial y lateralmente (**figuras 4.38, 4.39**) y corresponden a vasos del plexo venoso pterigoideo tal y

como podemos comprobar con las imágenes de las secciones anatómicas, dichos vasos son más abundantes en la parte lateral de la ATM.

En los cortes más anteriores de la articulación se observa medialmente una estructura hipointensa mejor delimitada que los vasos del plexo pterigoideo, es la arteria maxilar (**figura 4.38, número 8**), y lateralmente destaca la arteria temporal superficial (**figuras 4.38B-D, número 10**). En los cortes más posteriores de la articulación se aprecia inferiormente la arteria carótida externa (**figuras 4.39C-B, número 9**) y vasos del plexo venoso pterigoideo que rodean la ATM (**figuras 4.39E-F**), así como en la parte medial de los bloques se identifica la arteria carótida interna (**figura 4.38**).

- Relaciones nerviosas:

Mediante las imágenes de RM no se pueden distinguir con claridad las estructuras nerviosas ya que se encuentran en íntima relación con los elementos vasculares y presentan una intensidad de señal intermedia similar a la del músculo pterigoideo lateral.

Mediante las imágenes en los planos oblicuo-sagitales (C y PTL) destacamos en el conducto mandibular una estructura lineal de intensidad intermedia que correspondería al nervio alveolar inferior tal y como observamos en las imágenes de las secciones plastinadas (**figuras 4.32 a 4.34**).

En la **tabla 4.3** se resumen los principales hallazgos morfológicos de las estructuras de la ATM estudiadas mediante las diferentes proyecciones de RM.

Tipo de proyección	Estructura	Principal aportación
Axial	Superficie articular	El cóndilo presenta mayor diámetro anteroposterior en sus extremos lateral y medial que en la zona central del mismo.
	Disco articular	Intensidad de señal intermedia, se superpone con el tubérculo articular por lo que es difícil valorarlo.
	Músculo pterigoideo lateral	Se inserta en el cóndilo mediante estructuras hipointensas (fibras tendinosas) lateralmente y de intensidad intermedia (fibras musculares) medialmente.
	Estructuras vasculares	Plexo venoso (hipointenso) bordea medial y posterolateralmente las superficies articulares.
Oblicuo-sagittales (C y PTL)	Superficie articular	Correspondencia de las superficies articulares entre sí. El tubérculo articular del temporal presenta mayor diámetro lateromedial que el cóndilo.
	Disco articular	Mayor grosor en la zona anterior y posterior. La cápsula articular-disco emite una serie de prolongaciones que se relacionan con el músculo pterigoideo lateral.
	Músculo pterigoideo lateral	En las secciones oblicuo-sagittales PTL se aprecian mejor los detalles morfológicos. Se aprecian las inserciones del fascículo superior en el disco, cóndilo, fosita pterigoidea y cuello de la mandíbula. Alternan zonas hipointensas con otras de intensidad intermedia, dando lugar a una morfología multipeniforme. Presencia de una estructura hipointensa entre ambos fascículos (corresponde a un tendón y/o vasos según el nivel de corte). El fascículo inferior desciende cerca de línula.
	Estructuras vasculares	Abundantes en zona anterior y posterior de la articulación. Abundantes vasos en la zona de inserción del músculo en disco y cóndilo, sobre todo se observan en las proyecciones oblicuo-sagittales PTL.
Oblicuo-coronal	Superficie articular	En cortes más posteriores disminución del espacio articular lateralmente (el cóndilo y el tubérculo articular del temporal se encuentran muy próximos entre sí).
	Disco articular	Mayor grosor medialmente. Sobrepasa la articulación posteriormente por la zona medial.
	Músculo pterigoideo lateral	En cortes anteriores tiene una forma redondeada y en los posteriores más triangular o piramidal. Se inserta en la cara inferior del disco (no visualizada con detalle), fosita pterigoidea y rama mandibular.
	Estructuras vasculares	El plexo venoso (hipointenso) bordea al cóndilo medial y lateralmente así como posteriormente. Mayor densidad de vasos lateralmente.

**Tabla 4.3-** Principales aportaciones de las diferentes proyecciones de RM en el estudio morfológico de las estructuras anatómicas de la ATM.

#### 4.2.2- Tomografía computerizada y su correlación anatómica:

Las piezas utilizadas para realizar los cortes histológicos se estudiaron mediante tomografía computerizada (TC) a través de un sistema de TC helicoidal. La adquisición de imágenes se realizó en los diferentes planos de corte utilizados en nuestro estudio (axial, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronal) y se obtuvieron reconstrucciones multiplanares y volumétricas. Se estudiaron tanto en ventana ósea como de partes blandas.

Las figuras axiales se muestran ordenadas de craneal a caudal (**figura 4.40**), las oblicuo-sagitales de medial a lateral (**figura 4.41**), las figuras de los planos oblicuo-coronales de anterior a posterior (**figura 4.42**). Las reconstrucciones volumétricas (**figura 4.43**) permiten valorar tridimensionalmente los componentes óseos de la articulación y sus relaciones, sin embargo en nuestro estudio su utilidad es limitada ya que no se realizaron reconstrucciones de las partes blandas y óseas conjuntamente.

Las imágenes de TC sirven para valorar principalmente las estructuras óseas de la articulación y sus relaciones entre sí, sin embargo esta técnica de diagnóstico por imagen no ofrece la suficiente nitidez para estudiar las partes blandas de la articulación con detalle. Para poder interpretar fácilmente las imágenes de TC, algunas de ellas se han acompañado de una imagen de anatomía seccional (criosección) en su mismo plano de corte.

De igual modo que al exponer los resultados anatómicos y de RM, los hallazgos observados mediante TC se presentan agrupados según los principales componentes de la ATM: superficie articular, disco articular, cápsula articular, músculo pterigoideo lateral y relaciones vásculo-nerviosas.

##### 4.2.2.1- *Superficie articular.*

Las estructuras óseas de la articulación se visualizan con gran detalle mediante las imágenes de TC ya que muestran un número alto de unidades Hounsfield y por tanto se aprecian de color blanco (alto valor de atenuación) (**figuras 4.40 a 4.43**).

A continuación se exponen los detalles anatómicos observados en las imágenes obtenidas según las proyecciones axiales, oblicuo-sagitales, oblicuo-coronales y mediante las reconstrucciones tridimensionales:

- Proyección axial:

Este tipo de proyecciones sirve para valorar la topografía del cóndilo respecto a la fosa mandibular. El cóndilo se observa como una estructura con alto valor de atenuación con un eje mayor oblicuo (**figura 4.40**) situada en la fosa mandibular y muestra una concavidad medialmente que es la fosita pterigoidea (**figuras 4.40B-D**).

- Proyecciones oblicuo-sagitales:

Las imágenes de estos planos se encuentran reflejadas en la **figura 4.41**. En ambos tipos de secciones oblicuo-sagitales (C y PTL) observamos el cóndilo situado en la fosa mandibular relacionándose con el tubérculo articular del temporal.

- Proyección oblicuo-coronal:

En esta proyección las características del cóndilo se visualizan bien, de modo que presenta una morfología ovoidea y destaca una escotadura (concavidad) medial, que es la fosita pterigoidea (**figura 4.42C**). En la que se insertan fibras del músculo pterigoideo lateral, el cual se visualiza como una estructura con valor de atenuación de partes blandas tal y como se detallará en el apartado correspondiente.

- Reconstrucciones tridimensionales:

En la reconstrucción volumétrica se aprecian excelentes detalles anatómicos de los componentes óseos de la ATM y sus relaciones óseas. La reconstrucción se puede girar de forma libre para observar los detalles anatómicos desde diferentes perspectivas, además se pueden realizar sustracciones selectivas de las estructuras no deseadas o que interfirieran con la visibilidad de aquellas propias de la ATM (**figura 4.43**).

#### 4.2.2.2- Disco y cápsula articular.

Ni el disco articular ni la cápsula se identifican bien mediante las imágenes de TC (**figuras 4.40 a 4.42**).

A continuación se exponen los detalles anatómicos del disco articular observados en las imágenes de TC obtenidas según las proyecciones axiales, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales.

- Proyección axial:

Sólo en las secciones más craneales de este tipo de proyecciones y fundamentalmente en las imágenes con ventana de partes blandas, se puede observar en la zona anterior de la articulación entre el cóndilo y el tubérculo articular del temporal, una estructura mal definida con valor de atenuación intermedio que podría corresponder al disco articular (**figuras 4.40A-C, número 1**). El disco no se puede diferenciar del resto de partes blandas, en concreto del músculo pterigoideo lateral, ya que ambas estructuras presentan un valor de atenuación similar (**figura 4.40**) por lo que se confunden entre sí en las diferentes secciones anatómicas.

- Proyecciones oblicuo-sagitales:

En ambos tipos de proyecciones oblicuo-sagitales se observa en el espacio articular una estructura mal delimitada con valor de atenuación intermedio, muy parecido a la que presenta el músculo pterigoideo lateral aunque ligeramente superior a este último (**figura 4.41**). Como se puede confirmar gracias a las imágenes de anatomía seccional, se trata del disco articular, así como la zona de inserción de fibras musculares en él (**figuras 4.41B, F**) aunque estas últimas en las imágenes de TC no se visualizan nítidamente.

- Proyección oblicuo-coronal:

El disco articular se observa situado entre el cóndilo y la fosa mandibular como una estructura con valor de atenuación intermedio. Pudiendo distinguirlo del resto de estructuras gracias a un área hipodensa que bordea craneal y caudalmente el disco, esta zona corresponde a los espacios articulares

superior e inferior (**figura 4.42**). Destaca el mayor espacio articular en la zona medial de la articulación, aspecto que coincide con un mayor grosor del disco (**figura 4.42D**).

### 4.2.2.3- *Músculo pterigoideo lateral*:

La TC no es una buena técnica para valorar con detalle las características morfológicas ni la inserción del músculo pterigoideo lateral (**figuras 4.40 a 4.42**), sin embargo es útil para estudiar sus relaciones con los elementos óseos de la articulación. El músculo se visualiza fundamentalmente en las imágenes con ventana de partes blandas, como una estructura con valor de atenuación de partes blandas (esto es, intermedio), rodeada por áreas con bajo valor de atenuación que corresponden a vasos sanguíneos. El valor de atenuación que presenta el músculo es similar a las del resto de estructuras de partes blandas de la articulación.

A continuación se exponen los detalles anatómicos observados en las imágenes obtenidas según las proyecciones axiales, oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales:

#### - Proyección axial:

En los cortes más craneales y fundamentalmente en las imágenes con ventana de partes blandas, se identifica una estructura con valor de atenuación de partes blandas que se dirige hacia la fosita pterigoidea (**figura 4.40**). No se puede distinguir ningún detalle de la inserción, sólo se observa en los cortes más craneales que el *fascículo superior* del músculo pterigoideo lateral se inserta en la fosita pterigoidea, y en los más caudales que el *fascículo inferior* se inserta en el cuello y rama mandibular (**figura 4.40**).

#### - Proyecciones oblicuo-sagitales:

En ambos planos oblicuo-sagitales (C y PTL) se aprecia la morfología del músculo pterigoideo lateral como una estructura con valor de atenuación de partes blandas, cuyo fascículo inferior muestra algunos tractos de menor valor de atenuación que corresponden a fibras tendinosas, adquiriendo así un aspecto multipeniforme, tal y como se distingue en sus homólogas secciones anatómicas (**figura 4.41**).

La inserción del músculo no se visualiza con detalle en las imágenes de TC, aunque podemos diferenciar cómo se dirige hacia el cuello y rama mandibular para insertarse en dichas zonas (**figura 4.41**).

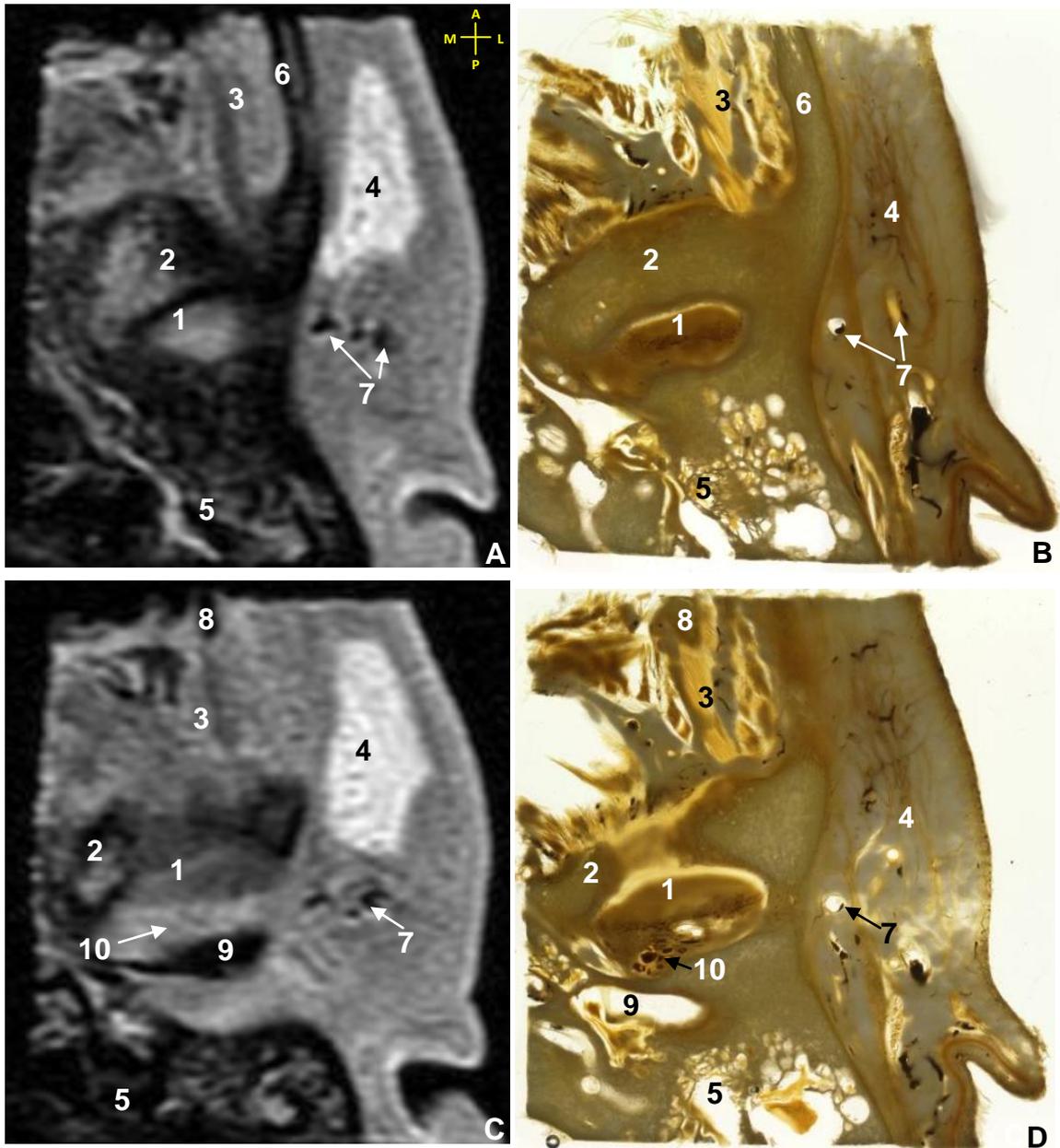
- Proyección oblicuo-coronal:

En las imágenes más anteriores de la articulación se visualizan *ambos fascículos* del músculo como una estructura con valor de atenuación intermedio que se inserta en la fosita pterigoidea y presenta una morfología triangular de base superior (**figuras 4.42A-C**).

4.2.2.4- *Relación vásculo-nerviosa:*

La TC no permite valorar en nuestras piezas las estructuras vasculares y nerviosas, ya que presentan un valor de atenuación de partes blandas. Sólo destacan zonas con bajo valor de atenuación que corresponderían a vasos sanguíneos con contenido aéreo en su interior sin poder precisar más detalles (**figuras 4.40 a 4.42**).



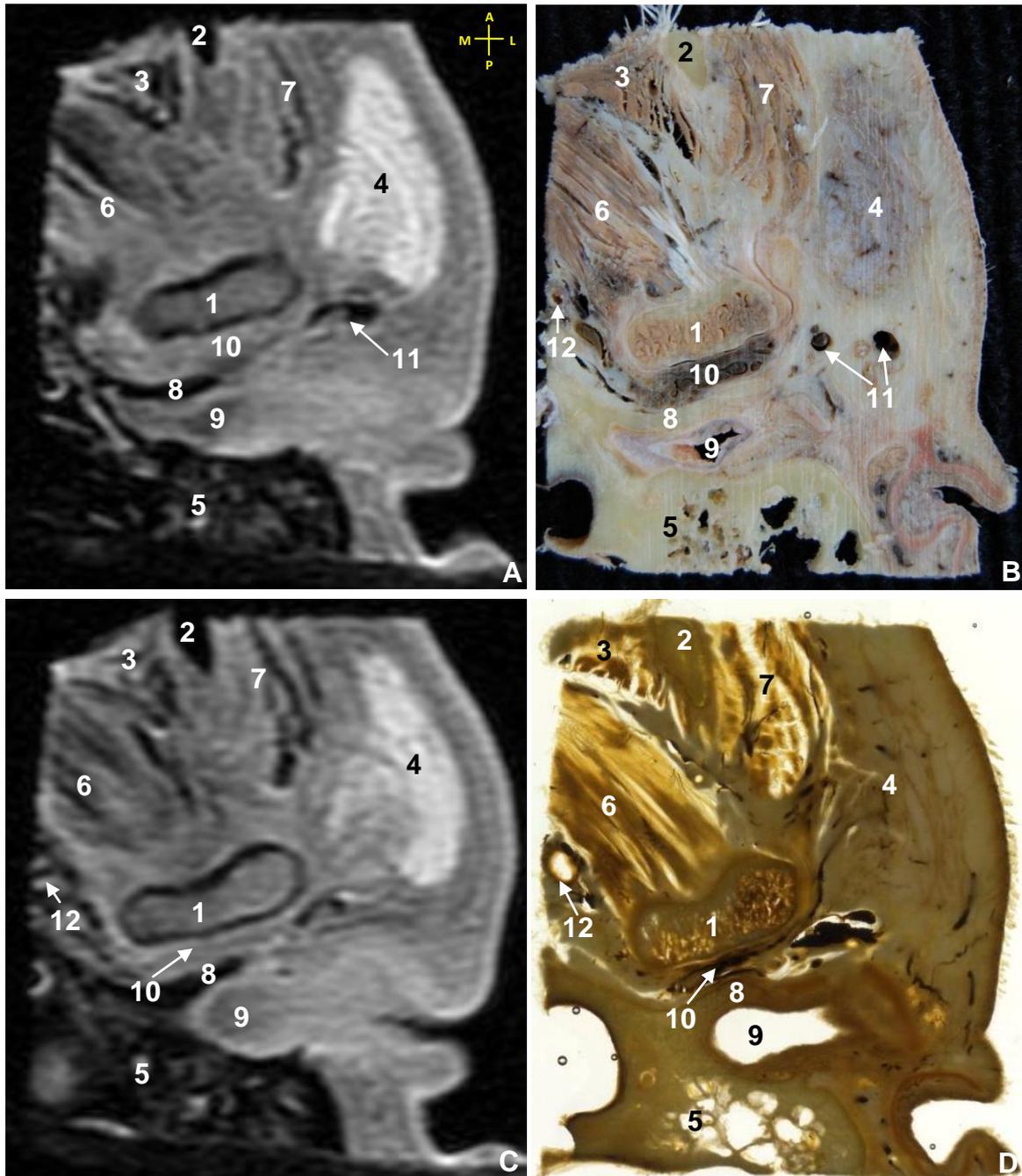


**Fig. 4.28- Correlación en el plano axial entre las imágenes de RM y sus correspondientes crio secciones anatómicas de ATM derecha. A, C) Imágenes de RM. B, D) Secciones plastinadas (técnica E12). Las imágenes están ordenadas de craneal a caudal. El disco articular se visualiza con dificultad superponiéndose con el tubérculo articular del temporal. Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, L- lateral, M- medial.**

- 1- Disco articular.
- 2- Tubérculo articular del temporal.
- 3- Músculo temporal.
- 4- Glándula parótida.
- 5- Apófisis mastoides.

- 6- Arco cigomático.
- 7- Vasos temporales superficiales.
- 8- Apófisis coronoides de la mandíbula.
- 9- Conducto auditivo externo.
- 10- Plexo venoso pterigoideo.

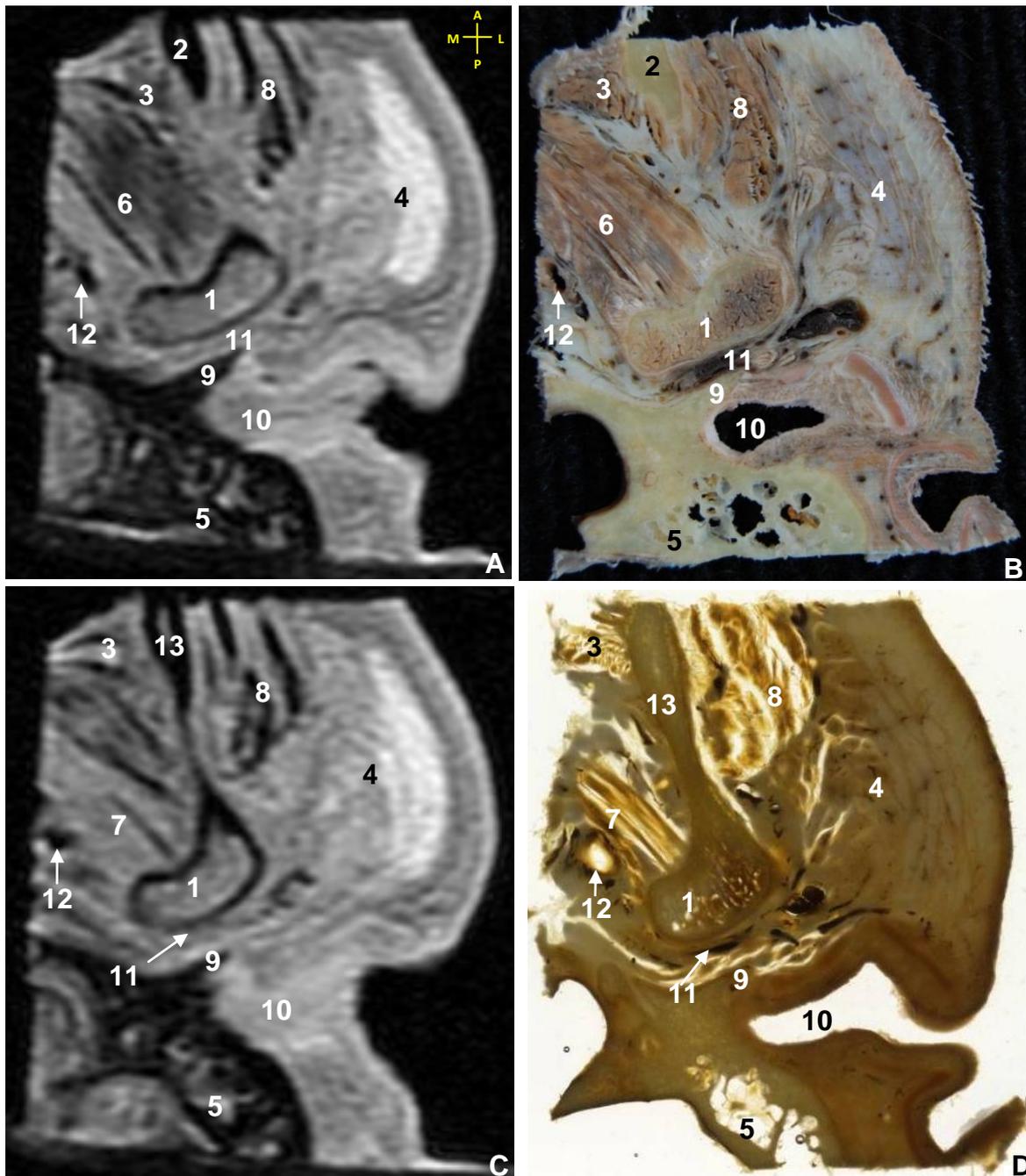




**Fig. 4.29- Correlación en el plano axial entre las imágenes de RM y sus correspondientes criosecciones anatómicas de ATM derecha. A, C) Imágenes de RM. B) Criosección. D) Sección plastinada (técnica E12). Las imágenes están ordenadas de craneal a caudal. Se observa el músculo pterigoideo lateral insertándose en el cóndilo mandibular (fosita pterigoidea) a través de fibras músculo-tendinosas, éstas últimas observadas en las imágenes de RM como estructuras hipointensas. Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, L- lateral, M- medial.**

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| 1- Cóndilo de la mandíbula.                            | 7- Músculo masetero.                |
| 2- Apófisis coronoides de la mandíbula.                | 8- Porción timpánica.               |
| 3- Músculo temporal.                                   | 9- Conducto auditivo externo.       |
| 4- Glándula parótida.                                  | 10- Plexo venoso pterigoideo.       |
| 5- Peñasco del temporal.                               | 11- Vasos temporales superficiales. |
| 6- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 12- Ramas de la arteria maxilar.    |

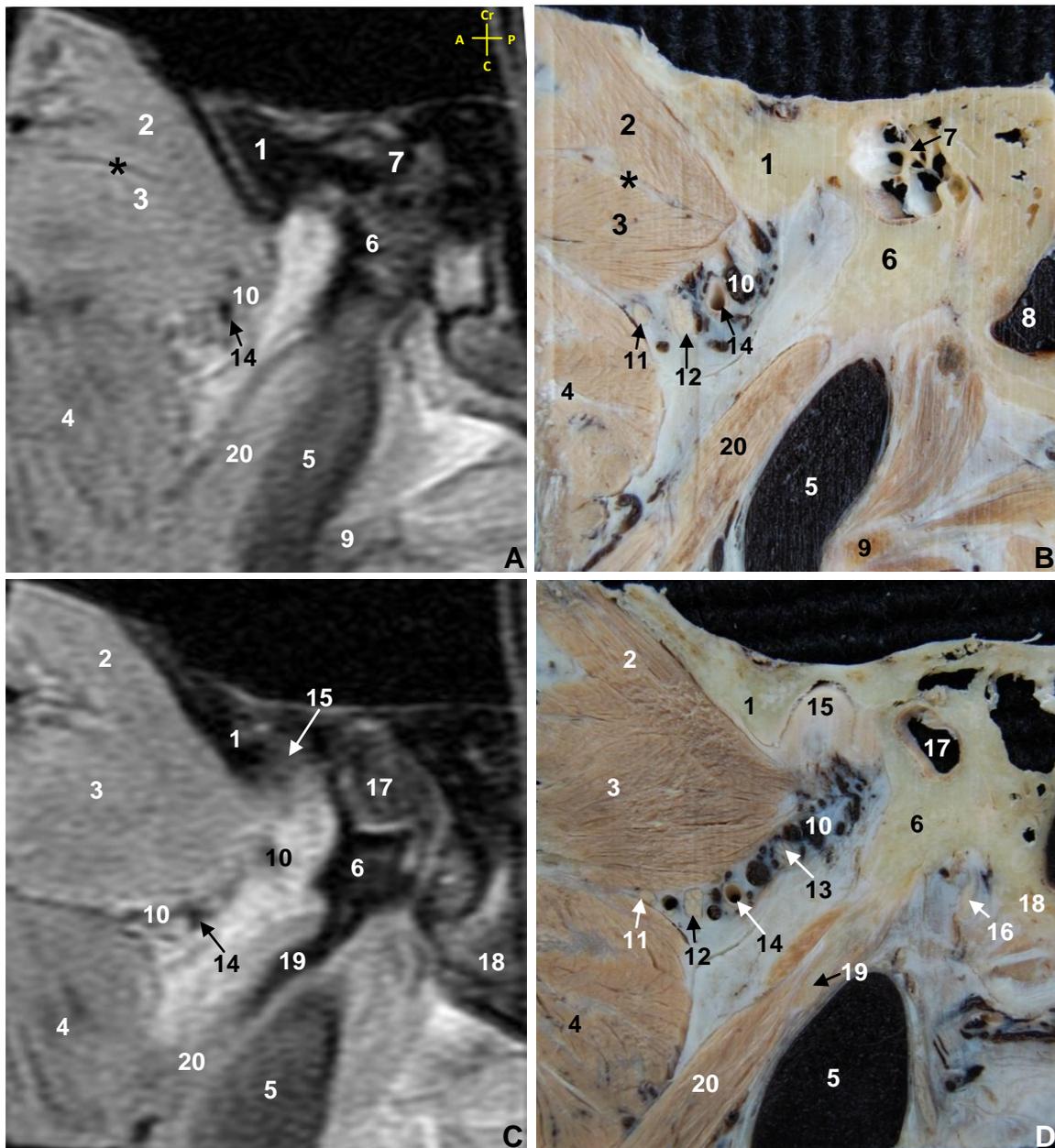




**Fig. 4.30- Correlación en el plano axial entre las imágenes de RM y sus correspondientes criosecciones anatómicas de ATM derecha. A, C) Imágenes de RM. B) Criosección. D) Sección plastinada (técnica E12). Las imágenes están ordenadas de craneal a caudal. Se observa el músculo pterigoideo lateral insertándose en el cóndilo mandibular (fosita pterigoidea) a través de fibras músculo-tendinosas, éstas últimas observadas en las imágenes de RM como estructuras hipointensas. Abreviaturas: **A-** anterior, **P-** posterior, **L-** lateral, **M-** medial.**

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1- Cóndilo de la mandíbula.                            | 8- Músculo masetero.             |
| 2- Apófisis coronoides de la mandíbula.                | 9- Porción timpánica             |
| 3- Músculo temporal.                                   | 10- Conducto auditivo externo.   |
| 4- Glándula parótida.                                  | 11- Plexo venoso pterigoideo.    |
| 5- Apófisis mastoides.                                 | 12- Ramas de la arteria maxilar. |
| 6- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 13- Rama mandibular.             |
| 7- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. |                                  |

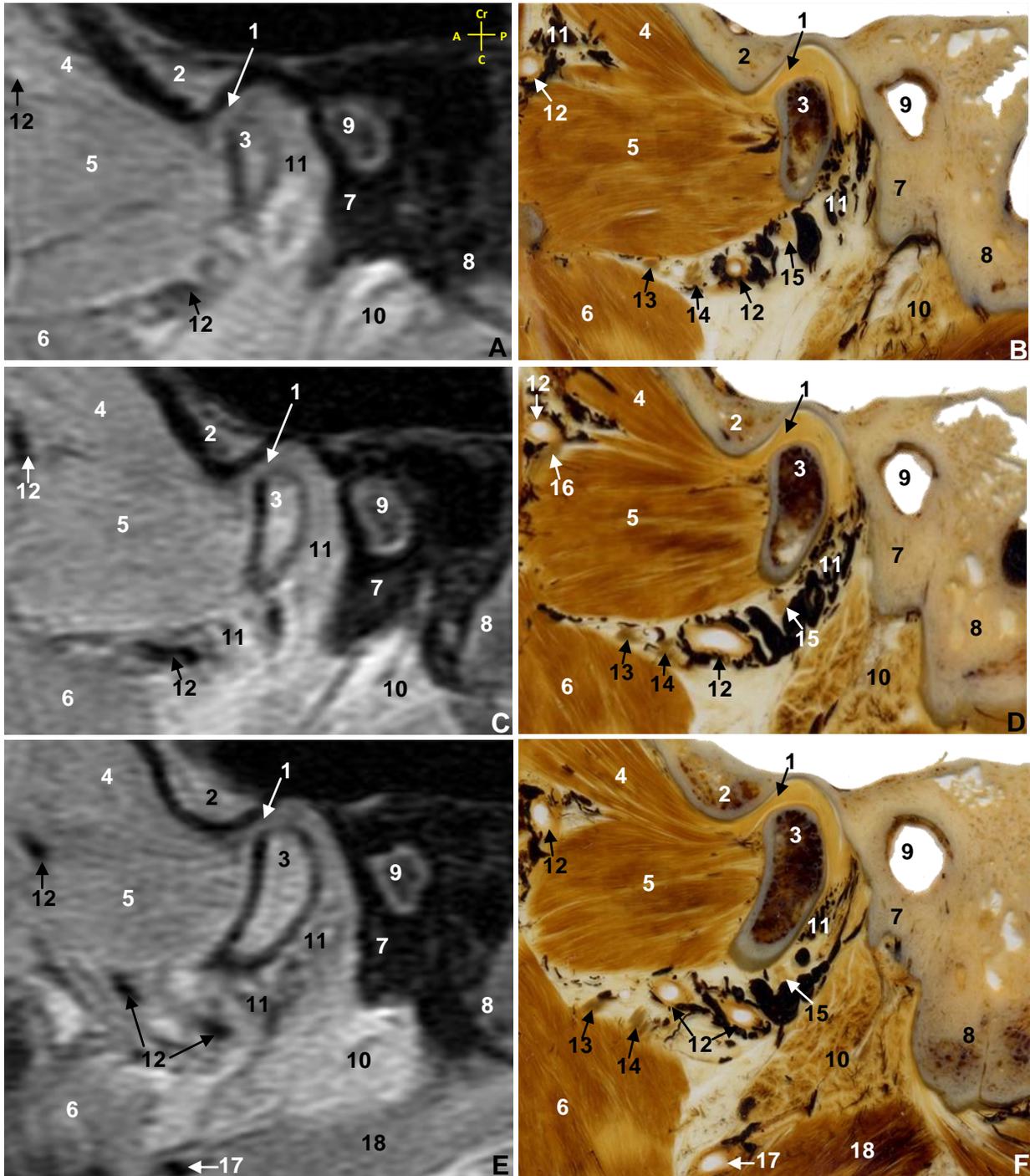




**Fig. 4.31- Correlación anatómo-radiológica de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. A, C) Imágenes de RM. B, D) Criosecciones. Las imágenes están ordenadas de medial a lateral. En las imágenes de RM se diferencian ambos fascículos del músculo pterigoideo lateral, separados por una estructura tendinosa (asterisco), sin embargo no se aprecian los detalles de la inserción del músculo en el cóndilo mandibular ni las estructuras nerviosas, en contraposición a las imágenes anatómicas. Las zonas hipointensas en el espesor del músculo pterigoideo lateral en las imágenes de RM se corresponden a tractos tendinosos y/o vasculares, tal y como se puede observar en las imágenes anatómicas. Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.**

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1- Tubérculo articular del temporal.               | 11- Nervio lingual.                  |
| 2- Fascículo superior músculo pterigoideo lateral. | 12- Nervio alveolar inferior.        |
| 3- Fascículo inferior músculo pterigoideo lateral. | 13- Nervio auriculotemporal.         |
| 4- Músculo pterigoideo medial.                     | 14- Rama de la arteria maxilar.      |
| 5- Vena yugular interna.                           | 15- Disco articular.                 |
| 6- Porción timpánica.                              | 16- Nervio facial.                   |
| 7- Oído interno.                                   | 17- Conducto auditivo externo.       |
| 8- Seno sigmoideo.                                 | 18- Peñasco del temporal.            |
| 9- Hueso hioides.                                  | 19- Apófisis estiloides.             |
| 10- Plexo venoso pterigoideo.                      | 20- Músculos del ramillete de Riolo. |



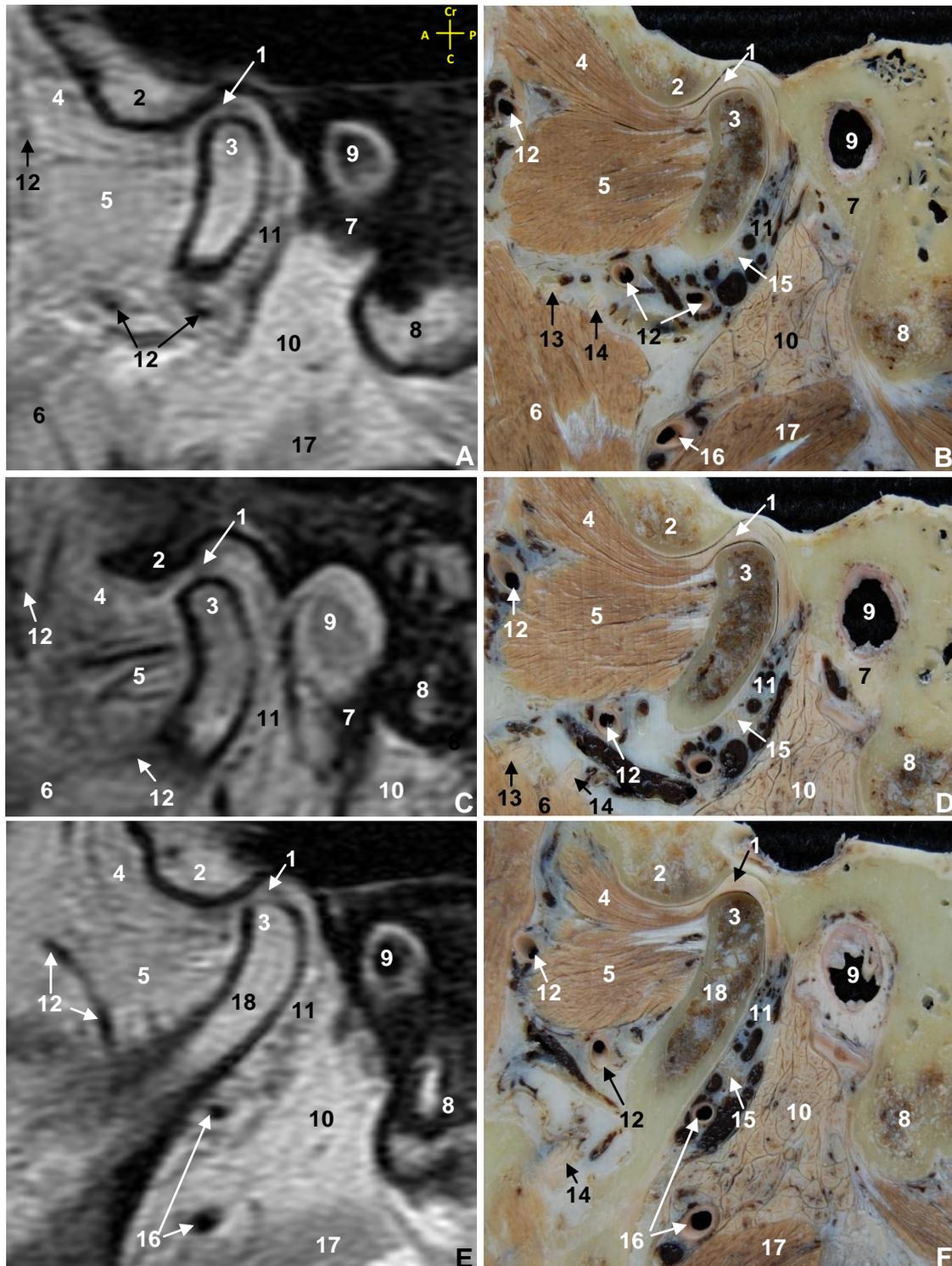


**Fig. 4.32- Correlación anatómo-radiológica de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. A, C, E) Imágenes de RM. B, D, F) Secciones plastinadas (técnica E12). Las imágenes están ordenadas de medial a lateral. En el espesor del fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral se aprecian zonas hipointensas (tractos tendinosos) alternantes con otras de mayor intensidad de la señal (haces musculares).**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| 1- Disco articular.                                | 10- Glándula parótida.                |
| 2- Tubérculo articular del temporal.               | 11- Plexo venoso pterigoideo.         |
| 3- Cóndilo mandibular.                             | 12- Ramas de la arteria maxilar.      |
| 4- Fascículo superior músculo pterigoideo lateral. | 13- Nervio lingual.                   |
| 5- Fascículo inferior músculo pterigoideo lateral. | 14- Nervio alveolar inferior.         |
| 6- Músculo pterigoideo medial.                     | 15- Nervio auriculotemporal.          |
| 7- Porción timpánica.                              | 16- Nervio temporobucal.              |
| 8- Apófisis mastoides.                             | 17- Arteria carótida externa.         |
| 9- Conducto auditivo externo.                      | 18- Vientre posterior del digástrico. |

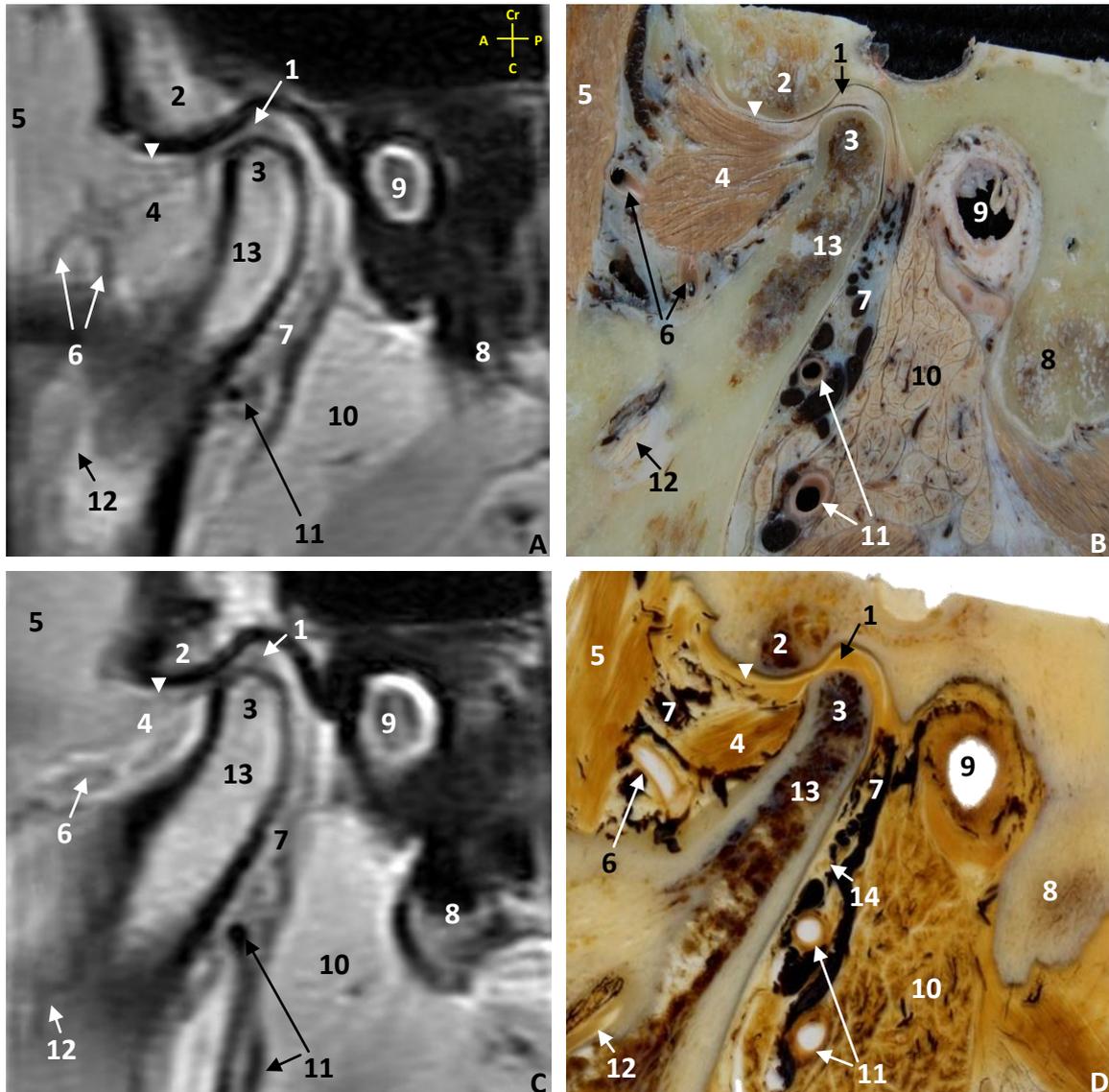




**Fig. 4.33- Correlación anatómo-radiológica de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. A, C, E) Imágenes de RM. B, D, F) Criosecciones. Las imágenes están ordenadas de medial a lateral. En el espesor del fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral se aprecian zonas hipointensas (tractos tendinosos) alternantes con otras de mayor intensidad de la señal (haces musculares). Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.**

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| 1- Disco articular.                                | 10- Glándula parótida.                |
| 2- Tubérculo articular del temporal.               | 11- Plexo venoso pterigoideo.         |
| 3- Cóndilo mandibular.                             | 12- Ramas de la arteria maxilar.      |
| 4- Fascículo superior músculo pterigoideo lateral. | 13- Nervio lingual.                   |
| 5- Fascículo inferior músculo pterigoideo lateral. | 14- Nervio alveolar inferior.         |
| 6- Músculo pterigoideo medial.                     | 15- Nervio auriculotemporal.          |
| 7- Porción timpánica.                              | 16- Arteria carótida externa.         |
| 8- Apófisis mastoides.                             | 17- Vientre posterior del digástrico. |
| 9- Conducto auditivo externo.                      | 18- Cuello de la mandíbula.           |



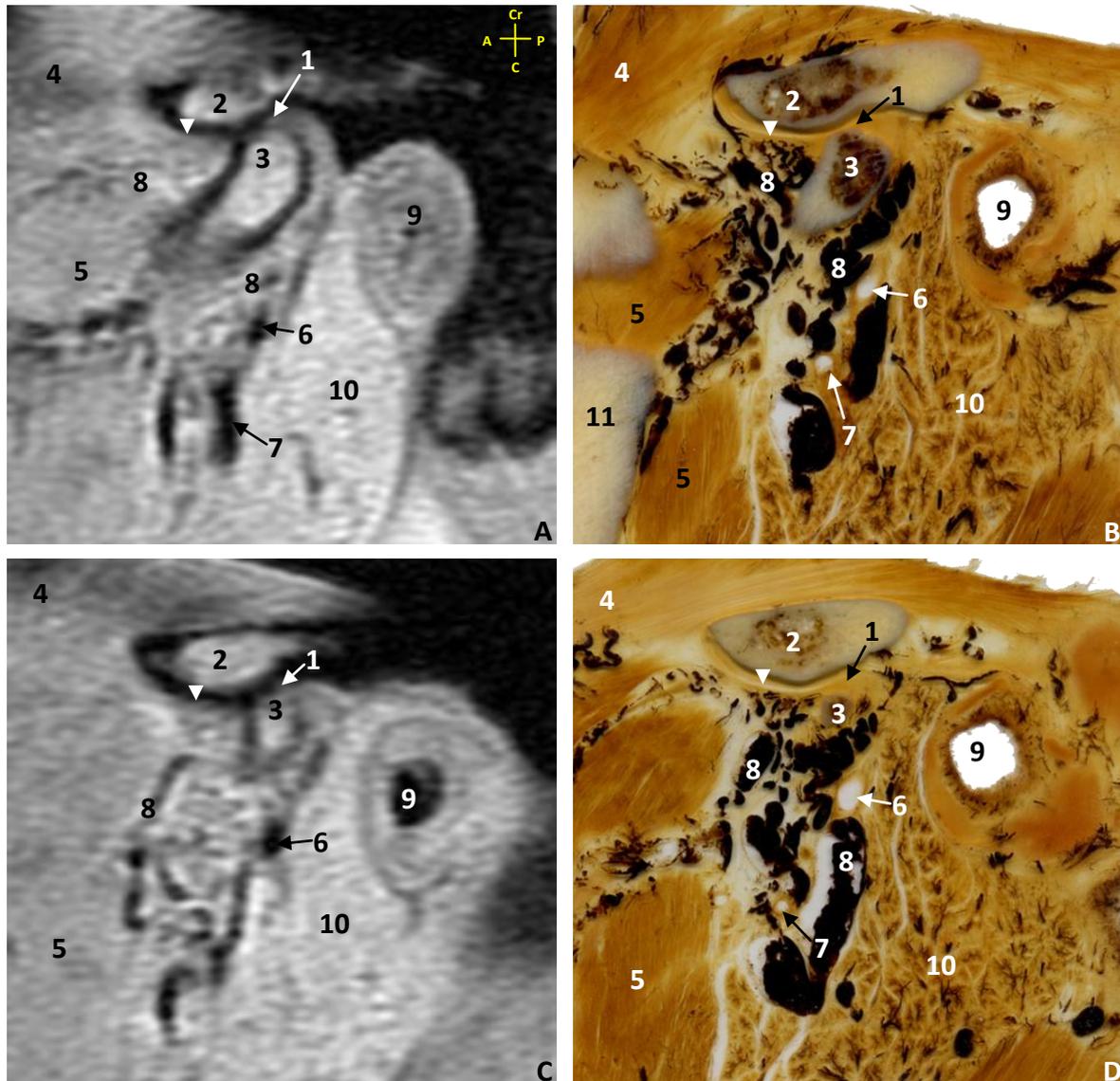


**Fig. 4.34- Correlación anatómico-radiológica de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. A, C) Imágenes de RM. B) Criosección. D) Sección plastinada (técnica E12). Las imágenes están ordenadas de medial a lateral. La cápsula articular no se puede diferenciar con claridad en las imágenes de RM, se observa una estructura lineal hipointensa que puede corresponder al borde anterior del disco en la zona de inserción de la cápsula o bien a la inserción del músculo en el disco (cabeza de flecha).**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1- Disco articular.                   | 8- Apófisis mastoides.                              |
| 2- Superficie articular del temporal. | 9- Conducto auditivo externo.                       |
| 3- Cóndilo mandibular.                | 10- Glándula parótida.                              |
| 4- Músculo pterigoideo lateral.       | 11- Arteria carótida externa.                       |
| 5- Músculo temporal.                  | 12- Conducto mandibular y nervio alveolar inferior. |
| 6- Ramas de la arteria maxilar.       | 13- Cuello de la mandíbula.                         |
| 7- Plexo venoso pterigoideo.          | 14- Nervio auriculotemporal.                        |



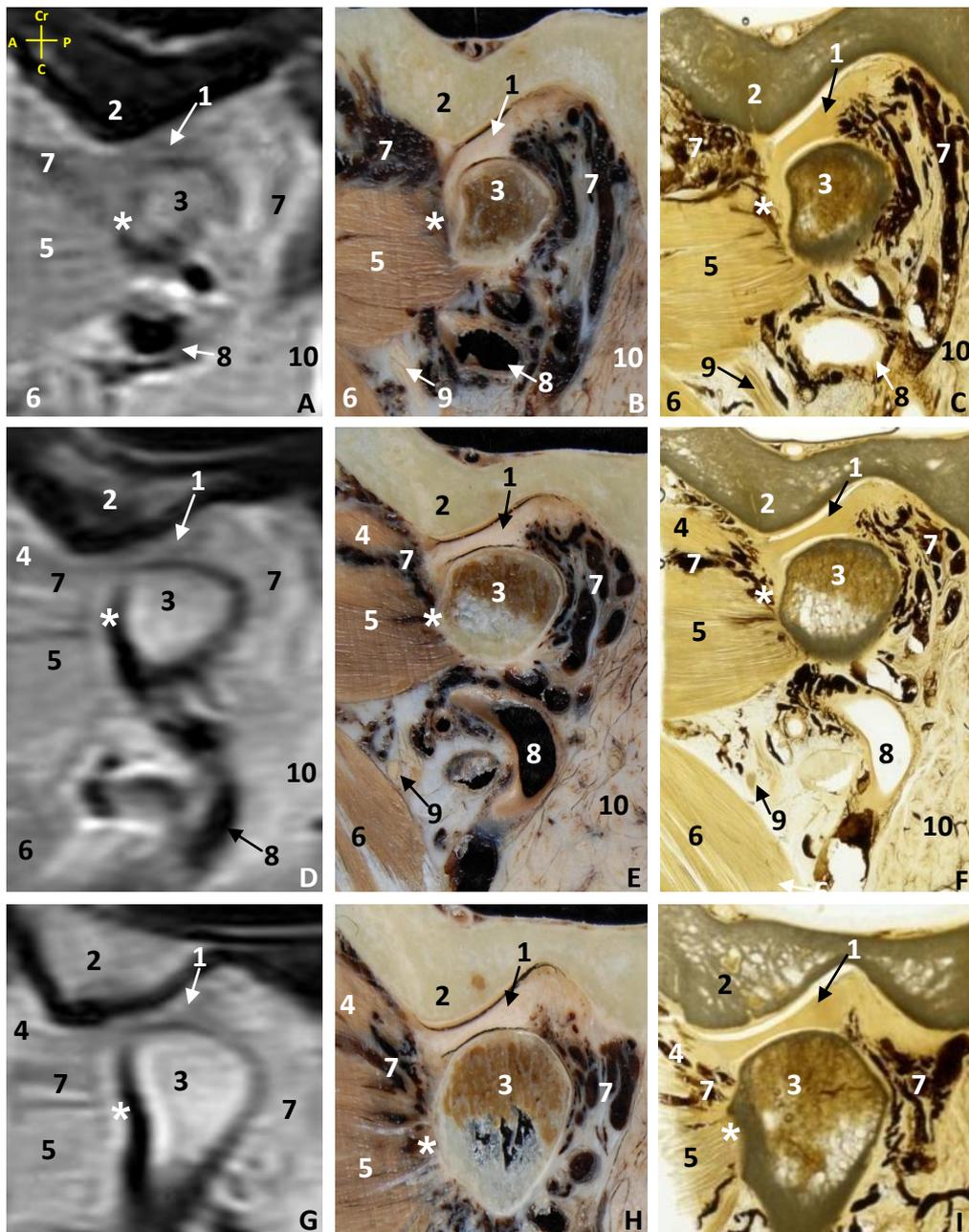


**Fig. 4.35- Correlación anatómo-radiológica de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. A, C) Imágenes de RM. B, D) Secciones plastinadas (técnica E12). Las imágenes están ordenadas de medial a lateral. Estas imágenes corresponden a los cortes más laterales de la articulación temporomandibular humana, destaca en ellos el profuso plexo venoso pterigoideo. En las secciones plastinadas se observa una estructura hipointensa que podría corresponder a la zona de unión la lámina anterosuperior de la cápsula en el disco (cabeza de flecha).**

Abreviaturas: **A-** anterior, **P-** posterior, **Cr-** craneal, **C-** caudal.

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1- Disco articular.                   | 7- Ramas de la arteria carótida externa. |
| 2- Superficie articular del temporal. | 8- Plexo venoso pterigoideo.             |
| 3- Cóndilo mandibular.                | 9- Conducto auditivo externo.            |
| 4- Músculo temporal.                  | 10- Glándula parótida.                   |
| 5- Músculo pterigoideo medial.        | 11- Rama mandibular.                     |
| 6- Arteria temporal superficial.      |  |

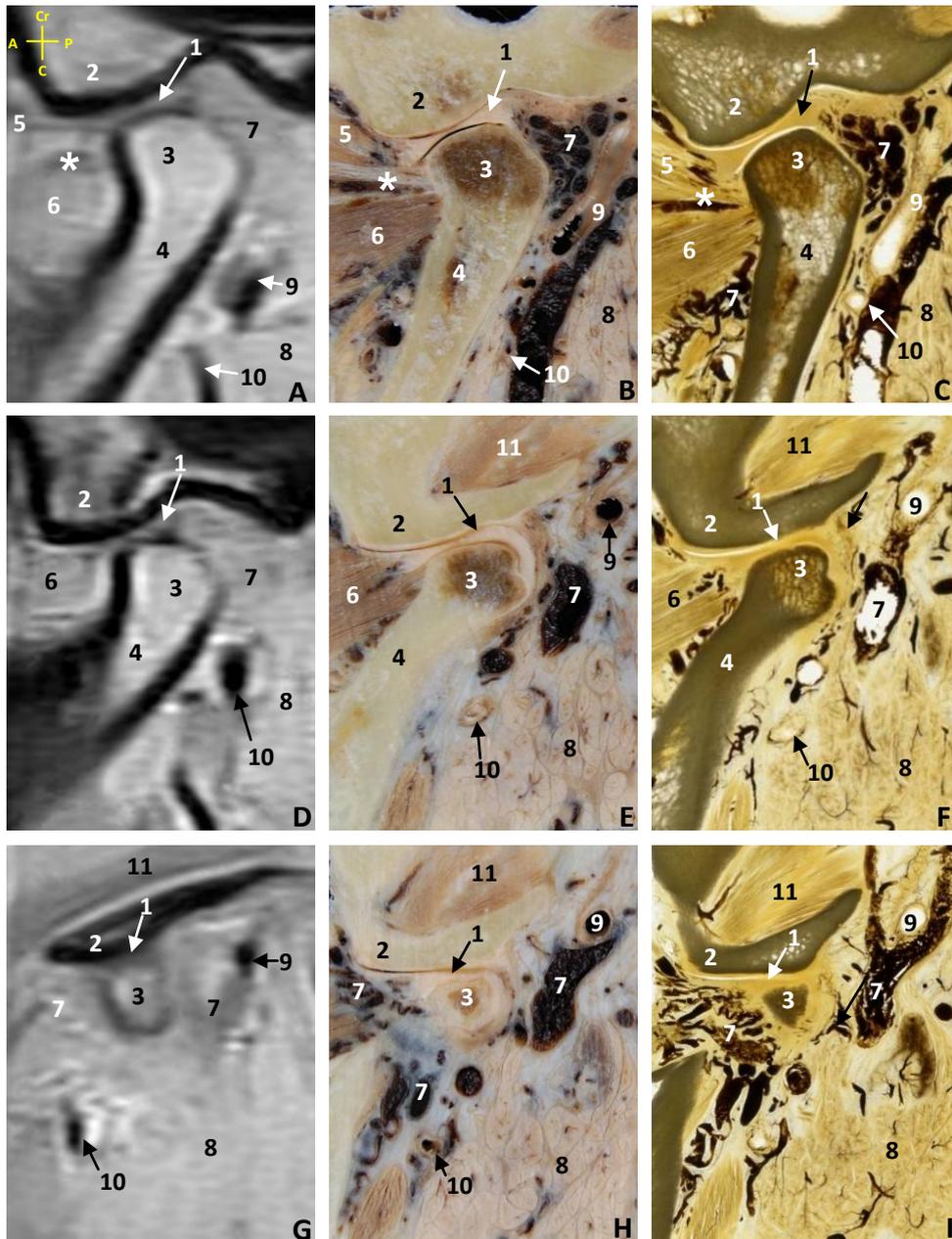




**Fig. 4.36- Correlación anatómo-radiológica de ATM izquierda según el plano oblicuo-sagital paralelo a las fibras del músculo pterigoideo lateral. A, D, G) Imágenes de RM. B, E, H) Crio secciones. C, F, I) Secciones plastinadas (técnica E12). Las imágenes están ordenadas de medial a lateral. Se aprecia la inserción del músculo pterigoideo lateral en la ATM (asterisco) y gracias a las secciones anatómicas en el mismo plano que las imágenes de RM observamos que se inserta en la cápsula, disco, cóndilo y fosita pterigoidea. Destaca el profuso plexo venoso pterigoideo en la zona de inserción del músculo en la articulación. Dicho plexo y los haces tendinosos, se observan como estructuras hipointensas en las imágenes de RM. Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.**

- |  |  |
|--|--|
| 1- Disco articular.                                    | 6- Músculo pterigoideo medial.           |
| 2- Superficie articular del temporal.                  | 7- Plexo venoso pterigoideo.             |
| 3- Cóndilo mandibular.                                 | 8- Ramas de la arteria carótida externa. |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 9- Nervio alveolar inferior.             |
| 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 10- Glándula parótida.                   |



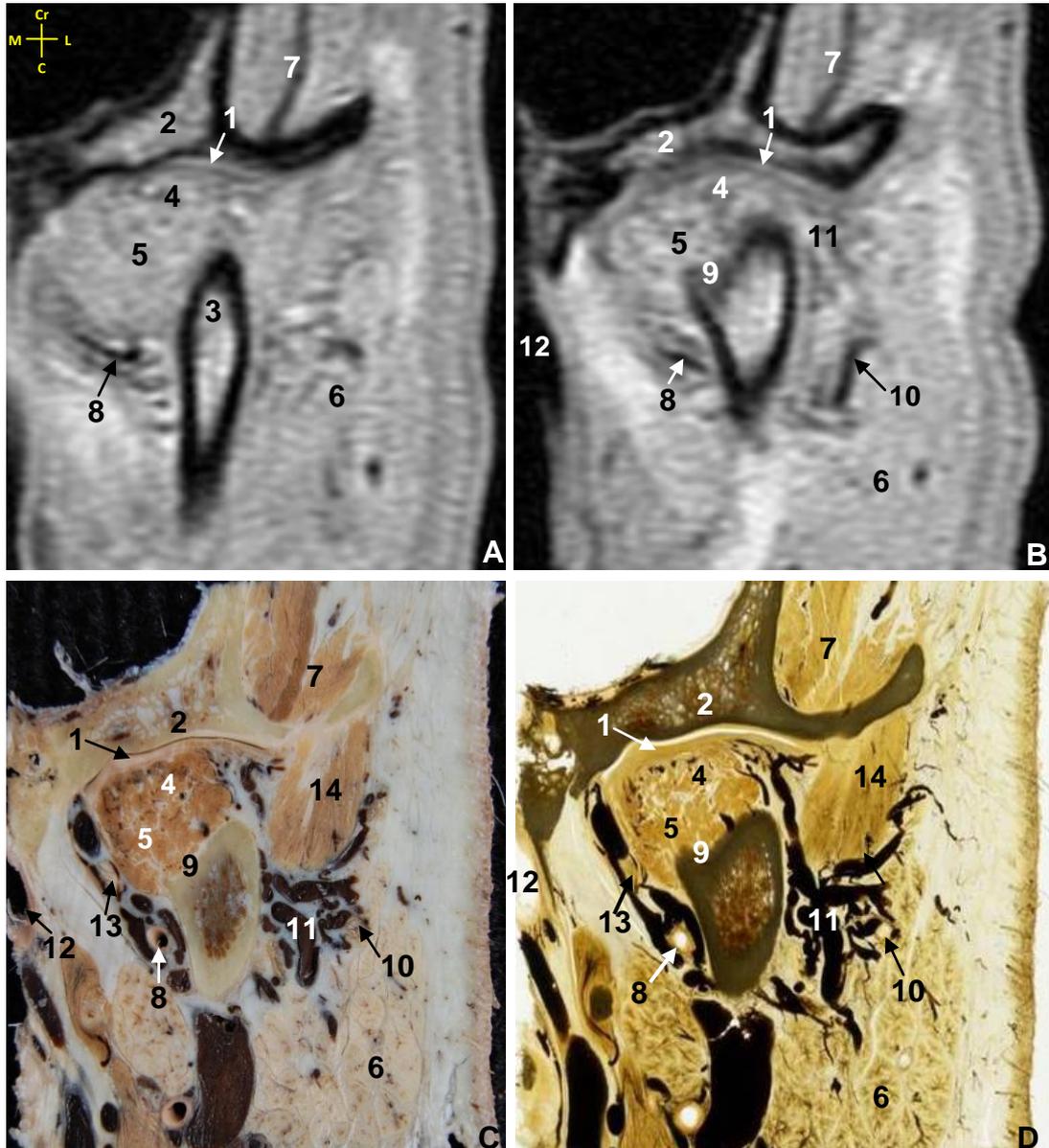


**Fig. 4.37- Correlación anatómo-radiológica de ATM izquierda según el plano oblicuo-sagital paralelo a las fibras del músculo pterigoideo lateral. A, D, G) Imágenes de RM. B, E, H) Crio secciones. C, F, I) Secciones plastinadas (técnica E12). Las imágenes están ordenadas de medial a lateral. Se aprecia la inserción del músculo pterigoideo lateral en la ATM a través de áreas de intensidad intermedia e hipointensas, tal y como se observa en sus correspondientes imágenes de anatomía seccional son fibras tendinosas (asterisco) entrelazadas con estructuras vasculares del plexo venoso pterigoideo.**

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |   |
|--|---|
| 1- Disco articular.                                    | 7- Plexo venoso pterigoideo.              |
| 2- Superficie articular del temporal.                  | 8- Glándula parótida.                     |
| 3- Cóndilo mandibular.                                 | 9- Arteria temporal superficial.          |
| 4- Cuello de la mandíbula                              | 10- Ramas de la arteria carótida externa. |
| 5- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 11- Músculo temporal.                     |
| 6- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. |   |



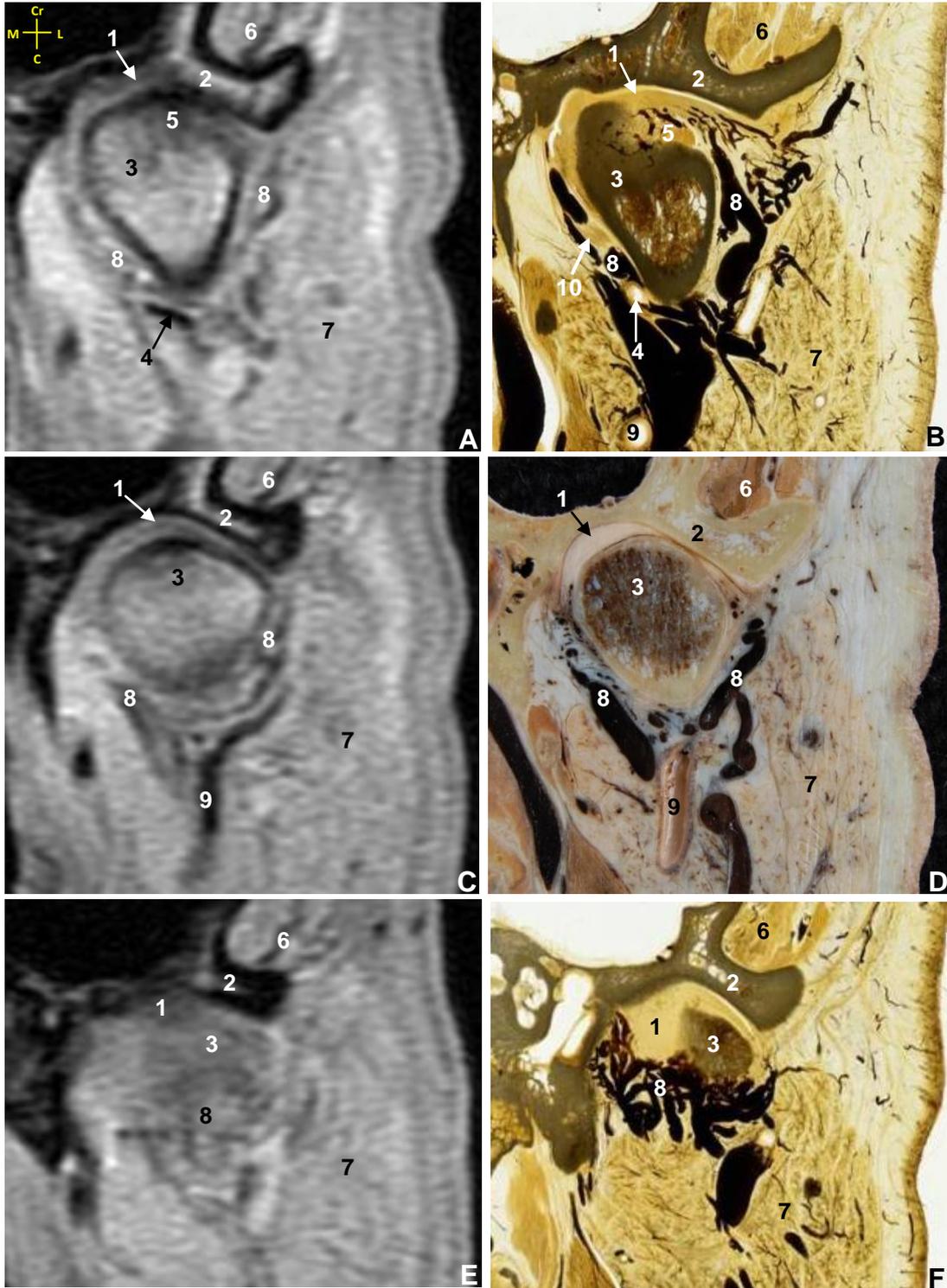


**Fig. 4.38-** Correlación anatómo-radiológica de ATM izquierda según el plano oblicuo-coronal. A) Imagen de RM. B) Imagen de RM correspondiente a las imágenes C y D. C) Crio-sección. D) Sección plastinada (técnica E12). Las imágenes están ordenadas de anterior a posterior. El disco articular es hipointenso en las imágenes de RM, la heterogeneidad en la intensidad del músculo pterigoideo lateral corresponde a la existencia de las fibras musculares y tendinosas.

**Abreviaturas:** Cr- craneal, C- caudal, L- lateral, M- medial.

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1- Disco articular.                                    | 8- Arteria maxilar.               |
| 2- Superficie articular del hueso temporal.            | 9- Fosita pterigoidea.            |
| 3- Rama mandibular.                                    | 10- Arteria temporal superficial. |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 11- Plexo venoso pterigoideo.     |
| 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. | 12- Arteria carótida interna.     |
| 6- Glándula parótida.                                  | 13- Nervio auriculotemporal.      |
| 7- Músculo temporal.                                   | 14- Músculo masetero.             |



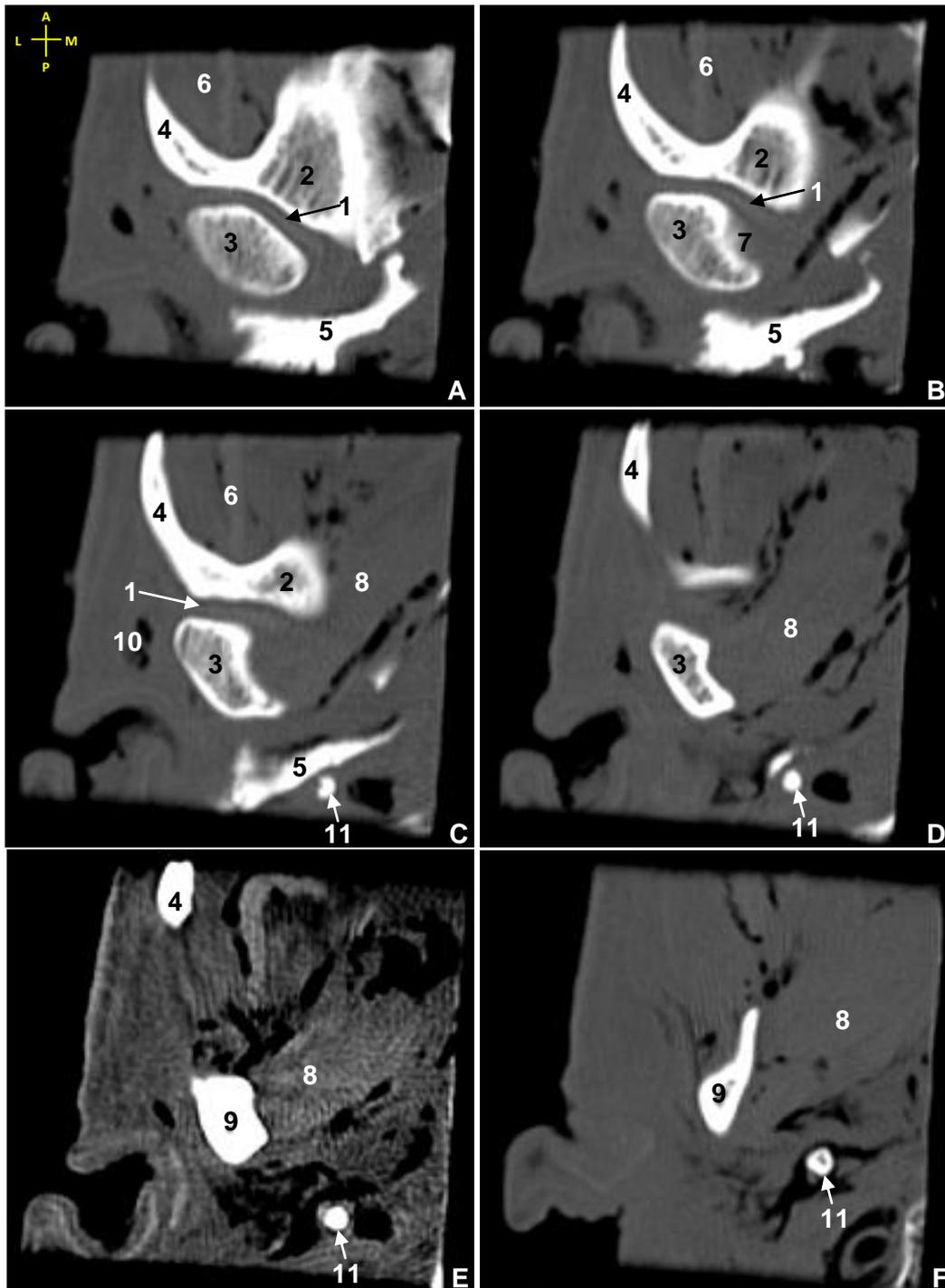


**Fig. 4.39- Correlación anatómo-radiológica de ATM izquierda según el plano oblicuo-coronal. A, C, E) Imágenes de RM. B, F) Secciones plastinadas (técnica E12). D) Criosección. Imágenes ordenadas de anterior a posterior. El disco articular presenta mayor grosor medialmente y en las secciones más posteriores sobrepasa al cóndilo articular por el lado medial.**

**Abreviaturas:** Cr- craneal, C- caudal, L- lateral, M- medial.

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1- Disco articular.                         | 6- Músculo temporal.         |
| 2- Superficie articular del hueso temporal. | 7- Glándula parótida.        |
| 3- Cóndilo mandibular.                      | 8- Plexo venoso pterigoideo. |
| 4- Arteria maxilar.                         | 9- Arteria carótida externa. |
| 5- Músculo pterigoideo lateral.             | 10- Nervio auriculotemporal. |





**Fig. 4.40-** Imágenes de TC de ATM derecha según el plano axial. A-D, F) Ventana ósea. E) Ventana partes blandas. Las imágenes están ordenadas de craneal a caudal. Se observa el cóndilo situado en la fosa mandibular y la inserción del músculo pterigoideo lateral en cóndilo, fosita pterigoidea y rama mandibular. No se pueden observar detalles de las partes blandas de la articulación.

**Abreviaturas:** A- anterior, P- posterior, L- lateral, M- medial.

- |                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1- Disco articular.                   | 7- Fosita pterigoidea.              |
| 2- Superficie articular del temporal. | 8- Músculo pterigoideo lateral.     |
| 3- Cóndilo mandibular.                | 9- Rama mandibular.                 |
| 4- Arco cigomático.                   | 10- Vasos temporales superficiales. |
| 5- Porción timpánica.                 | 11- Apófisis estiloides.            |
| 6- Músculo temporal.                  |                                     |



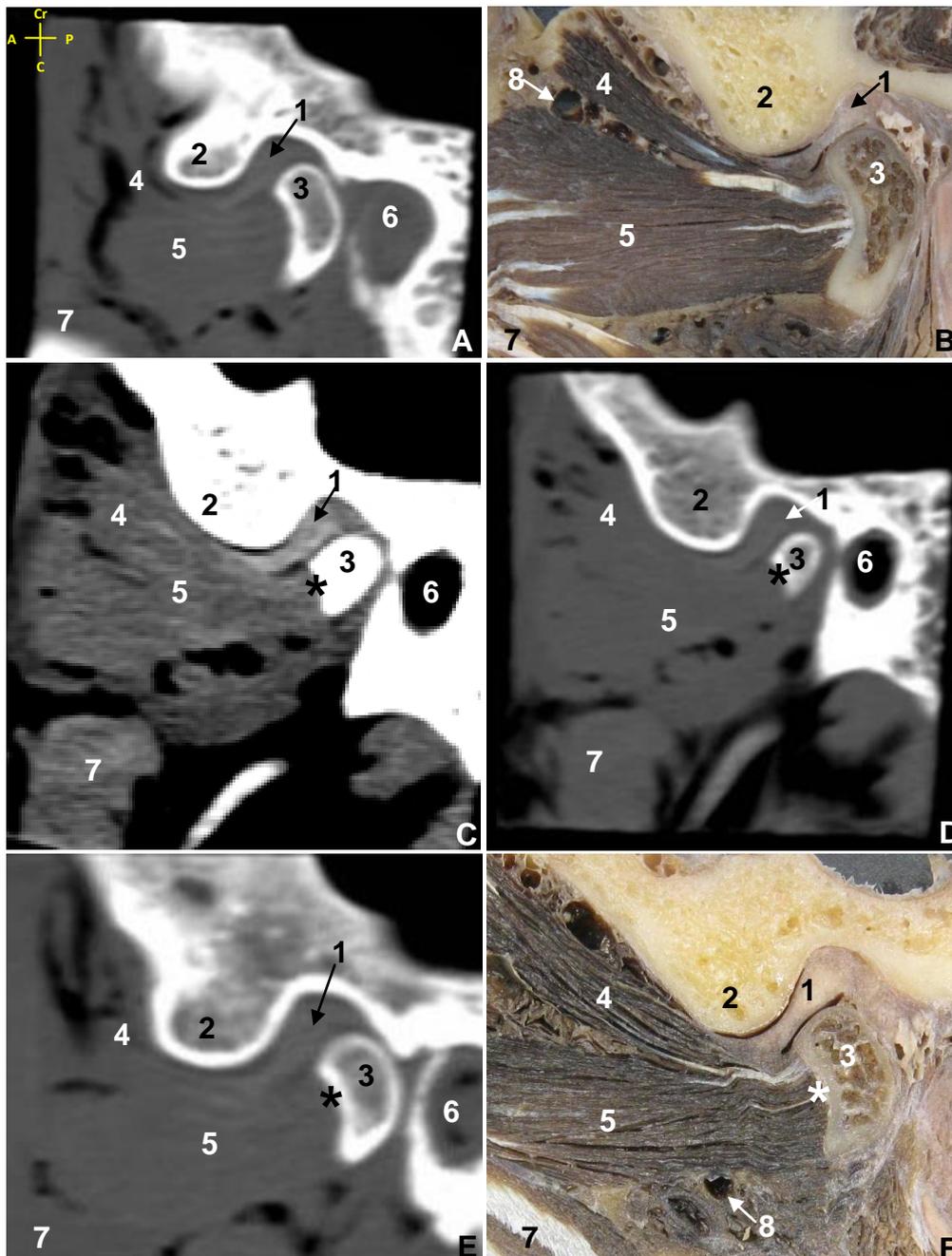
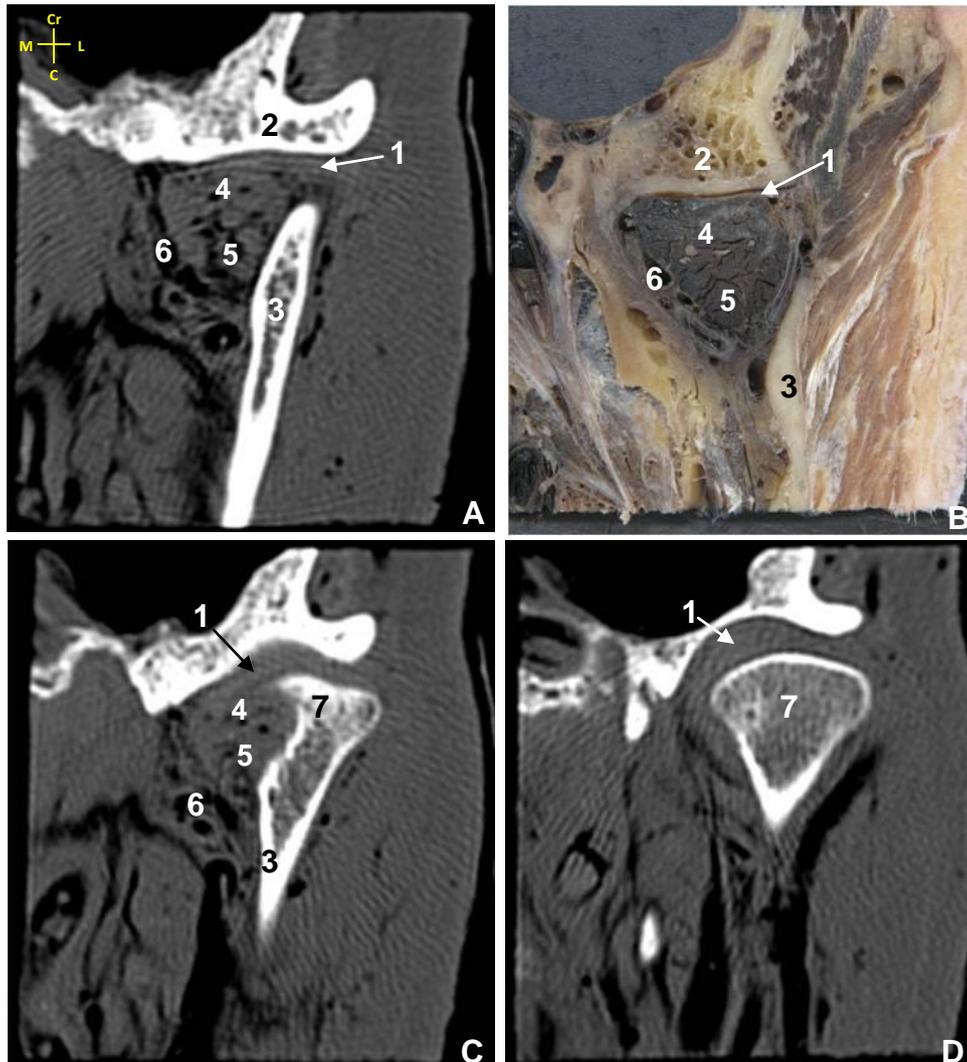


Fig. 4.41- Imágenes de TC de ATM según los planos oblicuo-sagitales y sus correspondientes imágenes de anatomía seccional. A, C, D) Imágenes de TC según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. B, F) Criosecciones. E) Imagen de TC según el plano oblicuo-sagital paralelo a las fibras del músculo pterigoideo lateral. La imagen C presenta resolución de partes blandas, el resto en ventana ósea. Las secciones están ordenadas de medial a lateral. Se observa el cóndilo situado en la fosa mandibular, el disco articular y la inserción del músculo pterigoideo lateral en cóndilo, fosita pterigoidea (asterisco) y rama mandibular.

Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal.

- |  |  |
|--|--|
| 1- Disco articular.                                    | 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. |
| 2- Superficie articular del temporal.                  | 6- Conducto auditivo externo.                          |
| 3- Cóndilo mandibular.                                 | 7- Músculo pterigoideo medial.                         |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 8- Ramas de la arteria maxilar.                        |



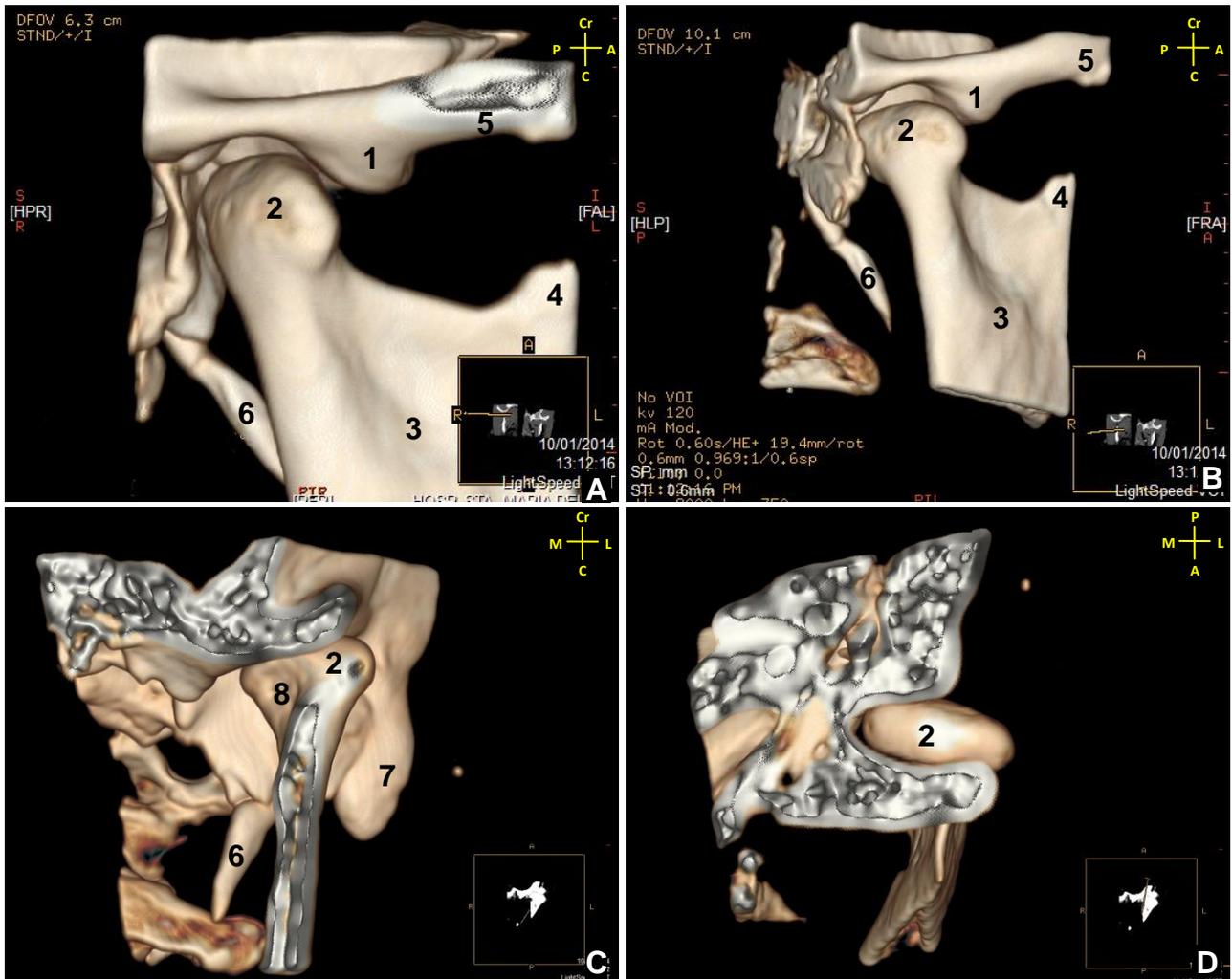


**Fig. 4.42-** Imágenes de TC de ATM izquierda según el plano oblicuo-coronal. Las secciones están ordenadas de anterior a posterior. Destaca la presencia del músculo pterigoideo lateral insertándose en la fosita pterigoidea del cóndilo. El disco articular se observa en la fosa mandibular como una estructura de densidad intermedia y mayor grosor medialmente.

Abreviaturas: Cr- craneal, C- caudal, L- lateral, M- medial.

- 1- Disco articular.
- 2- Superficie articular del temporal.
- 3- Rama de la mandíbula.
- 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral.
- 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral.
- 6- Estructuras vasculares (ramas de la arteria maxilar y vasos del plexo venoso pterigoideo).
- 7- Cóndilo mandibular.





**Fig. 4.43- Reconstrucciones volumétricas de las estructuras óseas de la ATM. A) Visión lateral de ATM derecha. B) Visión posterolateral de ATM derecha. C) Visión anterior de ATM izquierda. D) Visión craneal de ATM izquierda.**

Abreviaturas: A- anterior, P- posterior, Cr- craneal, C- caudal, L- lateral, M- medial.

- |                                      |                         |
|--------------------------------------|-------------------------|
| 1- Tubérculo articular del temporal. | 5- Arco cigomático.     |
| 2- Cóndilo mandibular.               | 6- Apófisis estiloides. |
| 3- Rama mandibular.                  | 7- Apófisis mastoides.  |
| 4- Apófisis coronoides.              | 8- Fosita pterigoidea.  |



### 4.3- Resultados del estudio histológico:

El estudio histológico de las piezas de ATM según los diferentes planos es de gran utilidad para corroborar los hallazgos de los estudios anatómicos y de los realizados mediante las técnicas de diagnóstico por imagen. También permite valorar las características de las fibras del músculo pterigoideo lateral en la inserción del mismo en la articulación temporomandibular y estudiar mediante las diferentes técnicas (hematoxilina-eosina, tricrómico de Masson y orceína) la composición histológica de los elementos de la ATM, a destacar el disco articular y el músculo pterigoideo lateral.

A continuación se exponen los resultados agrupados según los principales componentes de la ATM: superficie articular, disco articular, cápsula articular, músculo pterigoideo lateral y relaciones vásculo-nerviosas, centrando el estudio histológico en los principales hallazgos observados en el estudio anatómico y de diagnóstico por imagen.

#### 4.3.1- Superficie articular:

El cóndilo mandibular y el tubérculo articular del temporal presentan hueso cortical y esponjoso (**figura 4.44**). La superficie articular está recubierta por fibrocartílago (o cartílago fibroso), es decir fibras de tejido conectivo fibroso denso hialinizado casi acelular, dispuestas ordenadamente paralelas unas a otras, y situadas superiormente a una capa cartilaginosa con escasos condrocitos y tejido óseo (**figuras 4.44B-C, número 5**).

#### 4.3.2- Disco articular:

El disco está constituido por fibras de tejido conectivo fibroso denso, con muy escasos fibroblastos, los cuales predominan en la periferia del disco (**figuras 4.45, 4.46**). Mediante la técnica de orceína no se observan fibras elásticas ni estructuras vasculares en el espesor del mismo (**figura 4.47D**).

A continuación se exponen los detalles histológicos del disco observados en las diferentes secciones de las piezas:

### -Secciones oblicuo-sagitales:

Mediante las secciones oblicuo-sagitales C y PTL se observa la estructura del disco articular, no encontrándose grandes diferencias entre ambos tipos de proyecciones. Se identifican fibras de tejido conectivo fibroso denso dispuestas de forma irregular y arremolinada en la zona anterior y posterior del mismo (**figuras 4.45 a 4.47**), mientras que las fibras de la zona intermedia del disco muestran una disposición más ordenada, en haces paralelos con una dirección mayoritariamente oblicua anteroposterior y de medial a lateral (**figura 4.45B**). Al igual que se ha observado mediante las otras técnicas de estudio de la articulación utilizadas (disección anatómica, secciones macroscópicas, y resonancia magnética) el disco presenta mayor grosor anterior y posteriormente (**figura 4.44A, 4.45A**).

La zona bilaminar muestra abundantes haces cortos de fibras de tejido conectivo y fibras elásticas entrelazadas, que se extienden hacia el espacio retroarticular (**figuras 4.46A, B**). También destacan abundantes estructuras vasculares de pequeño tamaño en la zona bilaminar, identificándose venas dilatadas en la zona retroarticular (**figura 4.46C**), tal y como se ha observado con los otros métodos de estudio de la articulación.

### -Secciones oblicuo-coronales:

Las secciones histológicas han permitido corroborar que el disco, al igual que en las secciones anatómicas y en el estudio de resonancia magnética, presenta mayor grosor medialmente (**figura 4.47, número 1**).

Además, en las superficies articulares de la zona anterior y posterior del disco se ha observado que sus fibras de tejido conectivo denso se encuentran ordenadas y empaquetadas de lateromedialmente (**figura 4.47**). La parte del mismo que está en contacto con las superficies articulares presenta mayor hialinización de las fibras de tejido conectivo fibroso denso (**figura 4.47**).

### 4.3.3- Cápsula articular:

La cápsula articular está constituida por fibras de tejido conectivo fibroso denso entremezcladas con fibras elásticas, sobre todo en las láminas de la zona bilaminar (**figuras 4.46, 4.48, 4.49**). Su estudio histológico ha permitido corroborar la existencia de los recesos capsulares (**figuras 4.48C, asterisco;**

**4.49)** observados en las disecciones y secciones anatómicas, identificándose las características histológicas de los mismos que se detallarán en el apartado correspondiente.

- Secciones oblicuo-sagitales:

No se aprecian diferencias en la visualización de la cápsula en las diferentes proyecciones oblicuo-sagitales (C y PTL), de forma que en ambas se observa que la cápsula articular está constituida por fibras de tejido conectivo fibroso denso dispuestas paralelamente unas a otras; se trata de una extensión de las fibras de tejido conjuntivo del disco articular.

Histológicamente se confirma que la lámina anterosuperior de la cápsula se inserta en el tubérculo articular del temporal (**figuras 4.48A, B**), destaca la existencia del receso anteroinferior (**figuras 4.48A, C**) observado también en el estudio anatómico. La lámina anteroinferior presenta un repliegue de la membrana sinovial constituido por fibras de tejido conectivo dispuestas de forma paralela unas a otras con numerosas estructuras vasculares en su interior, es la franja sinovial anteroinferior (**figura 4.48C**).

En la zona posterior se observa que la lámina posteroinferior de la cápsula forma un pequeño receso posteroinferior con una franja sinovial con menor cantidad de estructuras vasculares que la franja sinovial del receso anteroinferior (**figuras 4.48A, 4.49**); este receso posteroinferior no se ha observado en las imágenes de las piezas disecadas ni en las secciones anatómicas. La lámina posterosuperior de la cápsula no se puede distinguir con claridad ya que sus fibras se entremezclan con las de tejido conectivo de la zona bilaminar de Rees (**figuras 4.46A, B, 4.49A**).

- Secciones oblicuo-coronales:

Mediante este tipo de secciones visualizamos la cápsula en la zona medial y lateral de la articulación constituida por fibras de tejido conectivo fibroso denso (**figura 4.47, número 6**). En los cortes más posteriores medialmente destaca un grupo de fibras conectivas entremezcladas con fibras elásticas y aunque está mal delimitado forma el receso superomedial, (**figura 4.47C**) tal y como se visualiza en las secciones anatómicas. Además se

aprecia una estructura fibrosa con fibras elásticas que bordea medialmente al músculo pterigoideo lateral desde la parte medial de la fosa mandibular (**figuras 4.50B, 4.51B**) y correspondería al ligamento lateral interno. En los cortes más anteriores de la articulación se observa la franja sinovial de la lámina inferomedial (**figura 4.47B**).

#### 4.3.4- Músculo pterigoideo lateral:

Tal y como se ha observado en los estudios anatómicos y en los de diagnóstico por imagen, mediante el estudio histológico se corrobora que el músculo pterigoideo lateral está constituido por fibras musculares (de color rojizo) que se insertan de forma oblicua en las fibras tendinosas (de color verde o azul) en su zona de inserción en la ATM (**figuras 4.50 a 4.58**). Esta disposición se identifica fundamentalmente en el fascículo inferior del músculo, y le confiere una morfología de músculo multipeniforme.

Además, las diferentes secciones histológicas realizadas permiten valorar los detalles de la inserción del músculo pterigoideo lateral en los componentes de la ATM y así reafirmar los hallazgos macroscópicos detectados mediante las otras técnicas de estudio utilizadas.

A continuación exponemos las características morfológicas del músculo pterigoideo lateral según los diversos planos de corte:

##### - Secciones oblicuo-sagitales:

En ambos tipos de secciones oblicuo-sagitales (C y PTL) se observa que el *fascículo superior del músculo pterigoideo lateral* es fundamentalmente muscular aunque presenta algunos tractos tendinosos. En la parte inferior del mismo se identifica un área tendinosa, que se dirige hacia la fosita pterigoidea donde se insertan conjuntamente con fibras del fascículo inferior (**figuras 4.52 a 4.55**). Entre ambos fascículos, justo en la zona del tendón conjunto y en la inserción del mismo en la fosita pterigoidea, y a lo largo de su trayecto, se observan estructuras vasculares de tipo venoso y una arteria de mediano calibre (**figuras 4,52, 4.53B, 4.54**).

Las secciones histológicas especialmente las realizadas según el plano oblicuo-sagital PTL permiten corroborar la inserción del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral a través de fibras musculares y muy finos tractos

tendinosos en la lámina anterosuperior de la cápsula (**figuras 4.54A, B**), mediante fibras tendinosas en la zona anterior del disco (**figuras 4.54A, C**), por fibras musculares y finos tractos tendinosos en la lámina anteroinferior (**figuras 4.54A, D, 4.55A**) y a través de fibras tendinosas en el cóndilo y fosita pterigoidea (**figuras 4.52, 4.54A, D, 4.55**).

En cuanto al *fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral* en este tipo de secciones se aprecia que hay vasos sanguíneos y tejido adiposo entremezclados entre sus fibras musculares y tendinosas en la zona próxima a su inserción en la ATM (**figuras 4.52 a 4.56**). Mediante el estudio histológico se confirma que el fascículo inferior del músculo se inserta junto a fibras del fascículo superior a través del tendón conjunto en la fosita pterigoidea. Este fascículo inferior además se inserta en la rama mandibular mediante fibras musculares que se dirigen de forma oblicua para insertarse en fibras tendinosas, y confieren al músculo una morfología multipeniforme. Esta inserción desciende cerca de la línula (**figuras 4.52, 4.53A**), tal y como en los estudios anatómicos y de diagnóstico por imagen se ha observado.

Las fibras mediante las cuales se inserta dicho fascículo en el cóndilo y cuello mandibular se expanden y entremezclan con las fibras de tejido conectivo del periostio, de forma que se amplía la inserción de cada fibra (**figuras 4.55B, D**).

Además, en la parte anterior de la articulación en la zona de inserción del fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral destacamos la presencia de un plexo venoso pterigoideo. En estas secciones se aprecian estructuras arteriales que penetran la cortical ósea del cuello mandibular (vasos nutricios) a nivel de la zona de inserción de las fibras de dicho músculo en el cuello y rama mandibular (**figura 4.56, flechas**).

- Secciones oblicuo-coronales:

Al igual que en las secciones anatómicas e imágenes de RM en este tipo de secciones destaca la presencia de tractos tendinosos alternantes con fibras musculares (**figuras 4.50, 4.52, 4.54, 4.58**).

El *fascículo superior del músculo pterigoideo lateral* presenta en la porción craneal del mismo y próximo a la zona lateral de su inserción un

predominio de gruesas fibras tendinosas, que corresponderían al tendón conjunto observado en las secciones oblicuo-sagitales (**figuras 4.50, 4.51, 4.57, 4.58**). También, estas secciones permiten corroborar la inserción del músculo en la cara inferior del disco (**figuras 4.54B, 4.58**), destacando la presencia en dicha zona de numerosas estructuras vasculares de pequeño tamaño (**figuras 4.58B, D**). Asimismo se observa cómo fibras predominantemente tendinosas del músculo se insertan en los haces de tejido conectivo que podrían conformar la cápsula, entremezcladas con numerosas estructuras vasculares de pequeño tamaño (**figuras 4.57B, 4.58B, C**).

El *fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral* está constituido por fibras musculares y algunos tractos tendinosos (**figura 4.51**) tal y como se ha identificado en el estudio anatómico.

#### 4.3.5- Relación vásculo-nerviosa:

En las diferentes secciones histológicas destacan numerosos vasos sanguíneos entre las fibras musculares y tendinosas, siendo los de mayor calibre aquellos situados entre las fibras tendinosas craneales (**figuras 4.52, 4.54, 4.56**).

El estudio histológico no aporta ninguna información relevante sobre las estructuras nerviosas.

##### - Secciones oblicuo-sagitales:

En este tipo de secciones (C y PTL) destaca el gran plexo vascular entre las fibras musculares y tendinosas del músculo pterigoideo lateral (**figuras 4.52, 4.56**), y en la zona de inserción del mismo en el cuello de la mandíbula. Se observa la penetración de dichos vasos al hueso; por tanto, son los vasos nutricios del cóndilo (**figura 4.56**). En la zona retrodiscal hay numerosas estructuras vasculares de pequeño tamaño entremezcladas con fibras de tejido conectivo (fibras colágenas), así como abundantes capilares dilatados en la zona posterior del cuello de la mandíbula (**figura 4.46C, asterisco**).

##### - Secciones oblicuo-coronales:

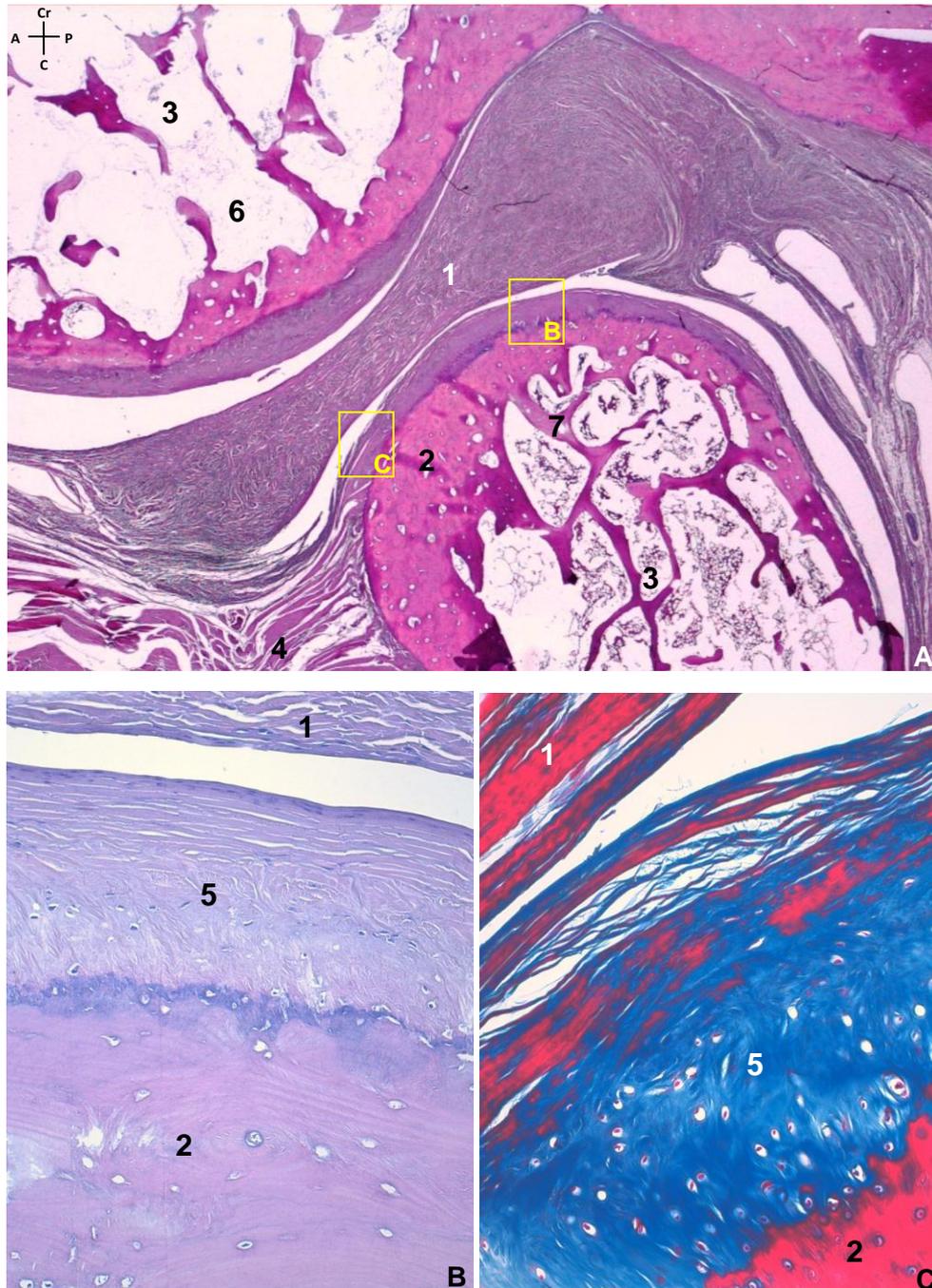
Mediante este tipo de secciones se corrobora la existencia de vasos arteriales y venosos en el espesor del músculo y bordeando al músculo tanto

medial como lateralmente (**figuras 4.57A, C; 4.58A**). En la zona de inserción del músculo en la parte inferior del disco y cápsula articular se identifican numerosos vasos sanguíneos (**figuras 4.58B, C**).

En la **tabla 4.4** se resumen las principales aportaciones del estudio histológico de la ATM tal y como hemos ido detallando anteriormente.

Plano de corte	Estructura anatómica	Principales aportaciones
Oblicuo-sagital (C y PTL)	Superficie articular	Fibrocartílago.
	Disco articular	Mayor grosor la parte anterior y posterior.
	Cápsula articular	Receso anteroinferior y su franja sinovial. Las fibras de las láminas posterosuperior y posteroinferior no se diferencian del resto de estructuras de la zona bilaminar. En la lámina posteroinferior se aprecia una franja sinovial (receso microscópico).
	Músculo pterigoideo lateral	Fibras musculares se insertan de forma oblicua en las tendinosas (morfología multipeniforme). El fascículo superior se inserta en las láminas anterosuperior y anteroinferior de la cápsula en la zona anteromedial del disco y en la fosita pterigoidea (fibras músculo-tendinosas). Existencia de un tendón conjunto constituido por fibras de ambos fascículos en la fosita pterigoidea. El fascículo inferior se inserta en la fosita pterigoidea, en el cuello y rama mandibular (desciende cerca de la línula).
	Relaciones vásculo-nerviosas	Profuso plexo venoso pterigoideo, en la zona de inserción del músculo en la ATM y en la zona bilaminar.
Oblicuo-coronal	Superficie articular	Fibrocartílago.
	Disco articular	Mayor grosor medialmente.
	Cápsula articular	Receso superomedial (mal delimitado). La lámina inferomedial presenta una franja sinovial con abundantes estructuras vasculares.
	Músculo pterigoideo lateral	El fascículo superior se inserta en la cara inferior del disco (fibras músculo-tendinosas), donde se observan numerosos vasos sanguíneos. En la porción craneal del músculo y próximo a la zona lateral de su inserción, existe un predominio de gruesas fibras tendinosas, que corresponderían al tendón conjunto.
	Relaciones vásculo-nerviosas	Profuso plexo venoso pterigoideo en la zona medial y lateral de la articulación. Vasos del plexo en la cara inferior del disco.

**Tabla 4.4-** Principales aportaciones histológicas en el estudio morfológico de la ATM.

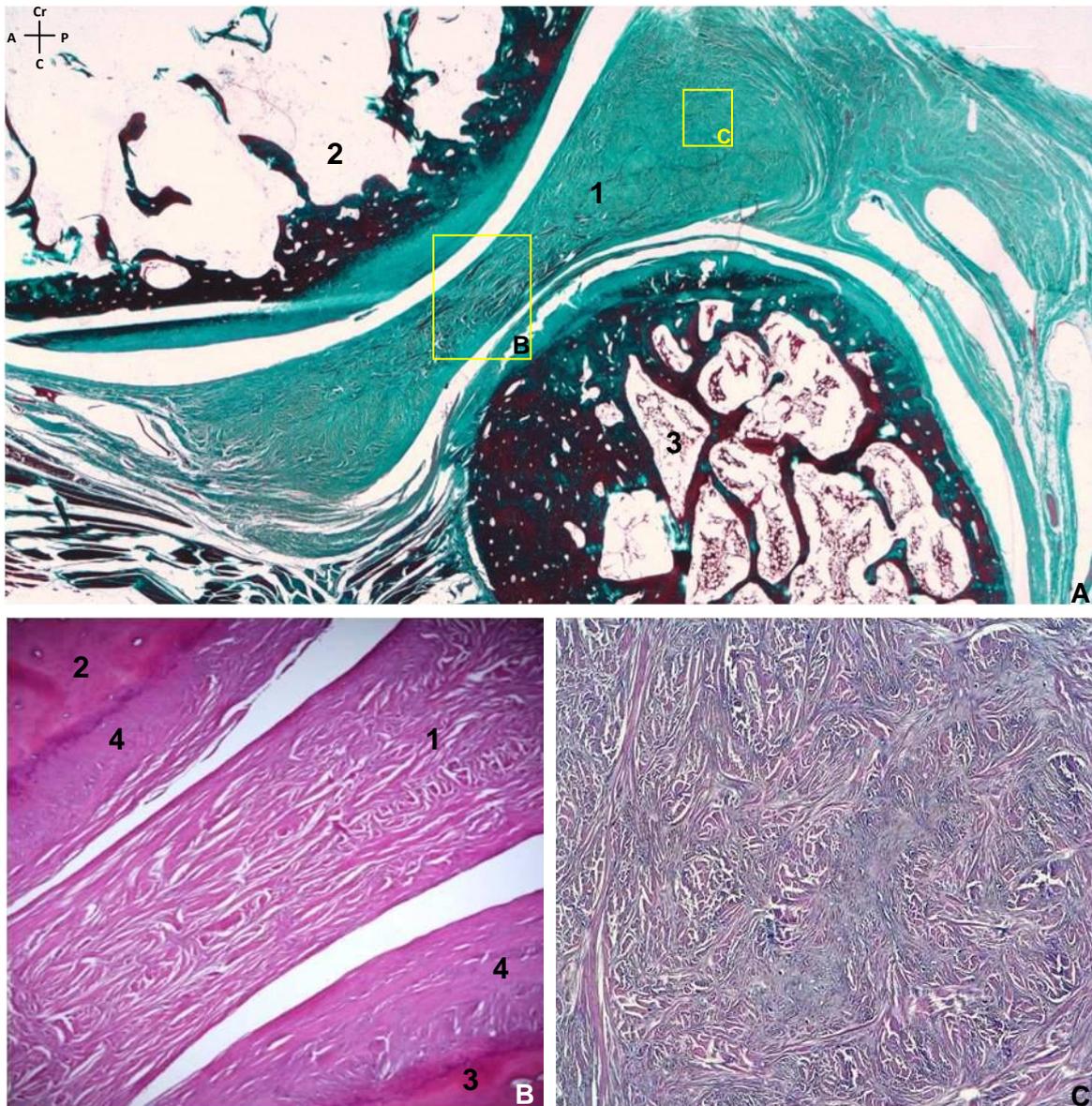


**Fig. 4.44- Cortes histológicos de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. A) Tubérculo articular del temporal, disco y cóndilo de la ATM. B, C) Superficie articular del cóndilo mandibular. En la imagen A se señala la localización de los detalles histológicos de las imágenes B y C. Destacamos las características morfológicas del fibrocartilago de la superficie articular del tubérculo articular del temporal y del cóndilo.**

**Abreviaturas:** **A:** anterior, **P:** posterior, **Cr:** craneal, **C:** caudal. **Tinción:** A, B) Hematoxilina-Eosina. C) Tricrómico de Masson. **Aumentos:** A) 10X, B, C) 200X.

- |                                  |                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1- Disco articular.              | 5- Fibrocartilago.                   |
| 2- Hueso cortical.               | 6- Tubérculo articular del temporal. |
| 3- Hueso trabecular (esponjoso). | 7- Cóndilo mandibular.               |
| 4- Músculo pterigoideo lateral.  |                                      |



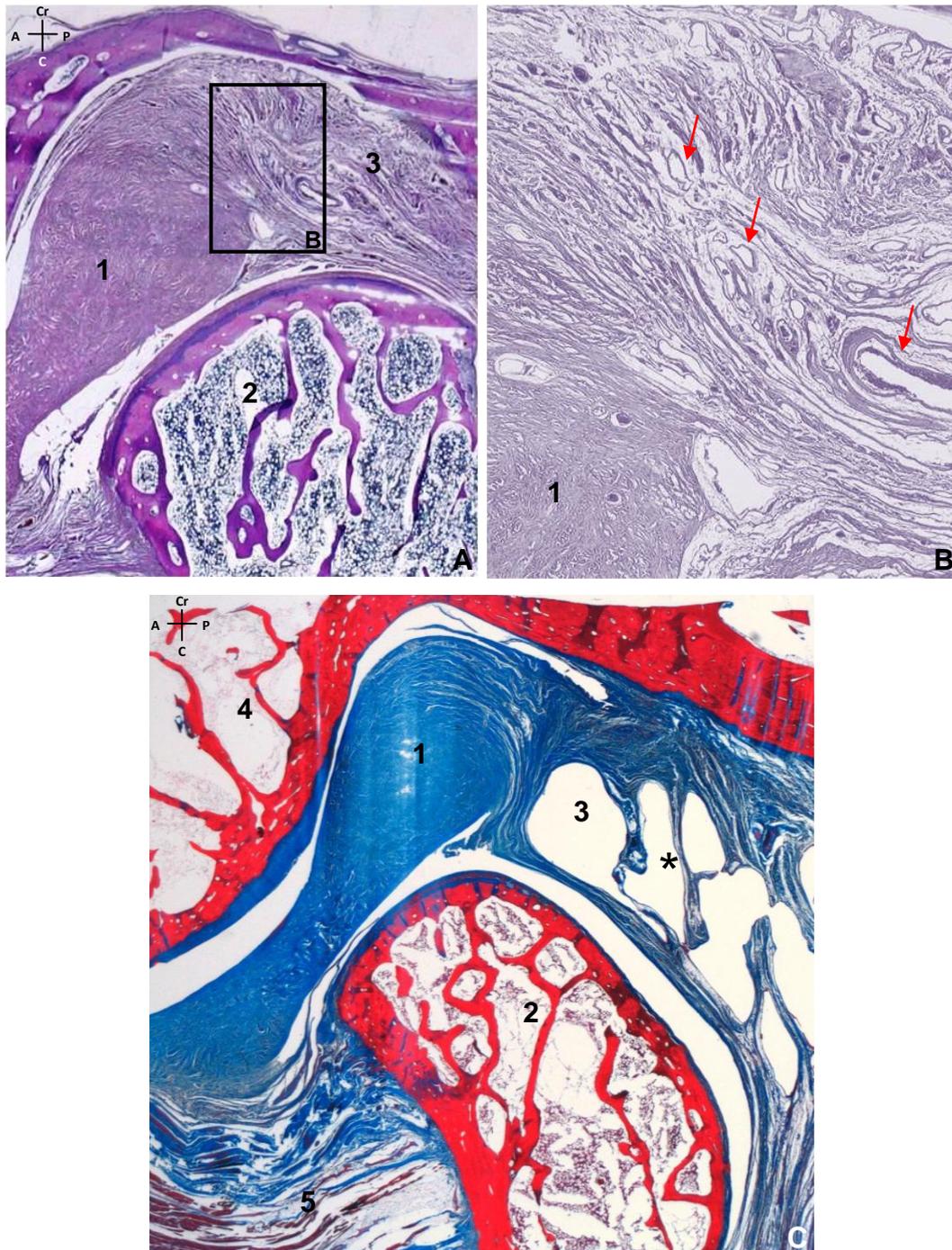


**Fig. 4.45-** Secciones histológicas de la ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. **A)** Tubérculo articular del temporal, disco y cóndilo de la ATM. **B y C)** Detalles de la parte central-media del disco articular y banda posterior del disco con otras técnicas histoquímicas. En la imagen A se señala la localización de los detalles histológicos de las imágenes B y C. El disco está constituido por fibras colágenas tal y como observamos mediante la tinción de Masson, en la zona intermedia del mismo destacan dichas fibras que muestran una disposición ordenada, mientras que en las bandas anterior y posterior están dispuestas de forma arremolinada.

Abreviaturas: **A:** anterior, **P:** posterior, **Cr:** craneal, **C:** caudal. Tinción: **A)** Tricrómico de Masson. **B, C)** Hematoxilina-Eosina. Aumentos: **A)** 10X. **B)** 100X. **C)** 200X.

- 1- Disco articular.
- 2- Tubérculo articular del temporal.
- 3- Cóndilo mandibular.
- 4- Revestimiento fibrocartilaginoso



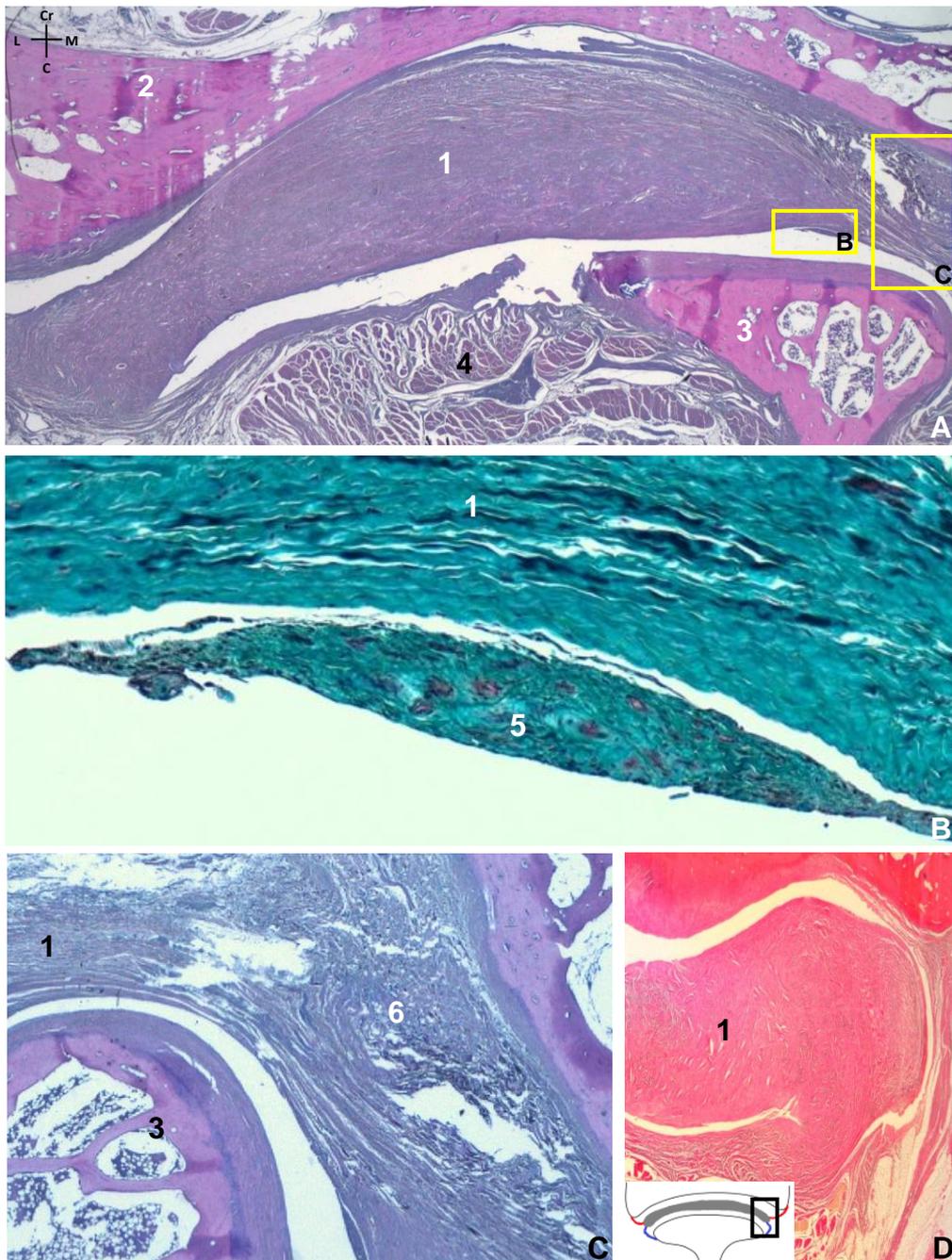


**Fig. 4.46- Secciones histológicas de ATM izquierda según el plano oblicuo-sagital paralelo a las fibras del músculo pterigoideo lateral. A) Región retroarticular, banda posterior del disco y cóndilo mandibular. B) Se observa un detalle de la zona retroarticular de la imagen A. C) Tubérculo articular del temporal, disco y cóndilo de la ATM. En la zona retrodiscal destaca la presencia de numerosas fibras colágenas dispuestas ordenadamente entremezcladas con estructuras vasculares (flechas), que corresponden al plexo venoso pterigoideo, y que en la imagen C se aprecian dilatados (asterisco).**

**Abreviaturas:** A: anterior, P: posterior, Cr: craneal, C: caudal. **Tinción:** A, B) Hematoxilina-Eosina. C) Tricrómico de Masson. **Aumentos:** A) 10X, B) 40X, C) 10X.

- |                            |                                      |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 1- Disco articular.        | 4- Tubérculo articular del temporal. |
| 2- Cóndilo mandibular.     | 5- Músculo pterigoideo lateral.      |
| 3- Espacio retroarticular. |                                      |





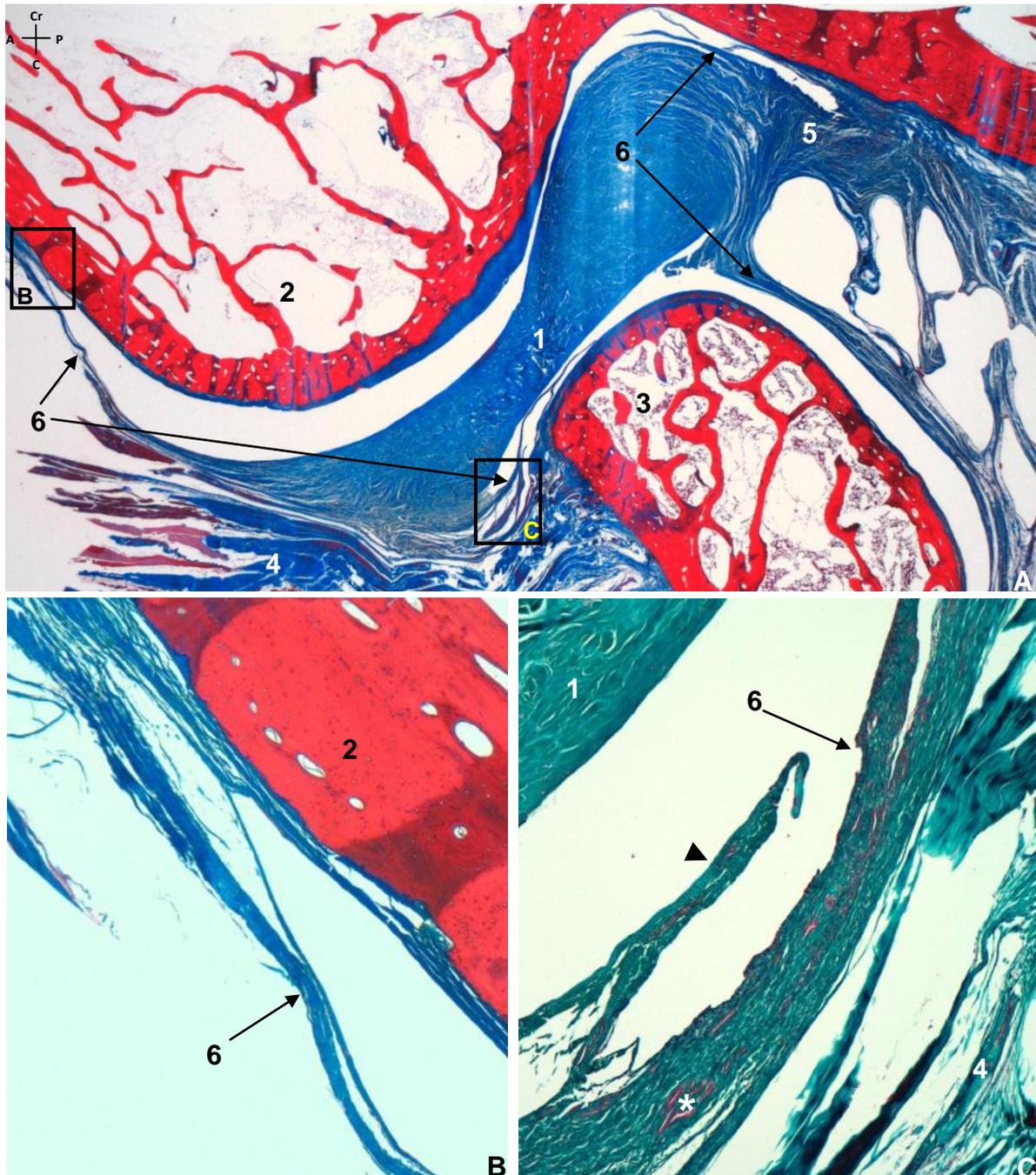
**Fig. 4.47- Secciones histológicas de ATM izquierda según el plano oblicuo-coronal. Las imágenes están ordenadas de posterior a anterior. A) Detalle del disco articular. B) Detalle de la franja sinovial de la lámina inferomedial de la cápsula. C) Detalle del receso superomedial de la cápsula. D) Sección más anterior, detalle de la zona medial del disco (zona señalada en el topograma). En el esquema de la imagen A se señala las localizaciones de los detalles histológicos de las imágenes B y C. El disco está constituido por fibras colágenas, tal y como se observa mediante la tinción de Tricrómico de Masson. No se observan fibras elásticas en el mismo.**

**Abreviaturas:** **Cr:** craneal, **C:** caudal, **L:** lateral, **M:** medial. **Tinción:** A, C) Hematoxilina-Eosina. B) Tricrómico de Masson. D) Orceína. **Aumentos:** A, D) 50X, B) 100X, C) 10X.

- 1- Disco articular.
- 2- Hueso temporal.
- 3- Cóndilo mandibular.

- 4- Músculo pterigoideo lateral.
- 5- Franja sinovial.
- 6- Cápsula articular.





**Fig. 4.48- Secciones histológicas de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. A) Sección oblicuo-sagital de la ATM. B) Detalle de la inserción de la zona anterior de la lámina superior de la cápsula. C) Detalle de la zona anterior de la lámina inferior de la cápsula.** La cápsula articular está constituida por fibras colágenas que se inserta anterosuperiormente en el tubérculo articular del temporal entremezclándose con las fibras del periostio, mientras que anteroinferiormente forma un receso con estructuras vasculares entre las fibras de colágeno (asterisco), así como un pliegue sinovial (cabeza de flecha).

Abreviaturas: **A:** anterior, **P:** posterior, **Cr:** craneal, **C:** caudal. Tinción: A, B, C) Tricrómico de Masson. Aumentos: A) 10X, B, C) 40X.

- 1- Disco articular.
- 2- Tubérculo articular del temporal.
- 3- Cóndilo mandibular.

- 4- Músculo pterigoideo lateral.
- 5- Zona bilaminar de Rees.
- 6- Cápsula articular.



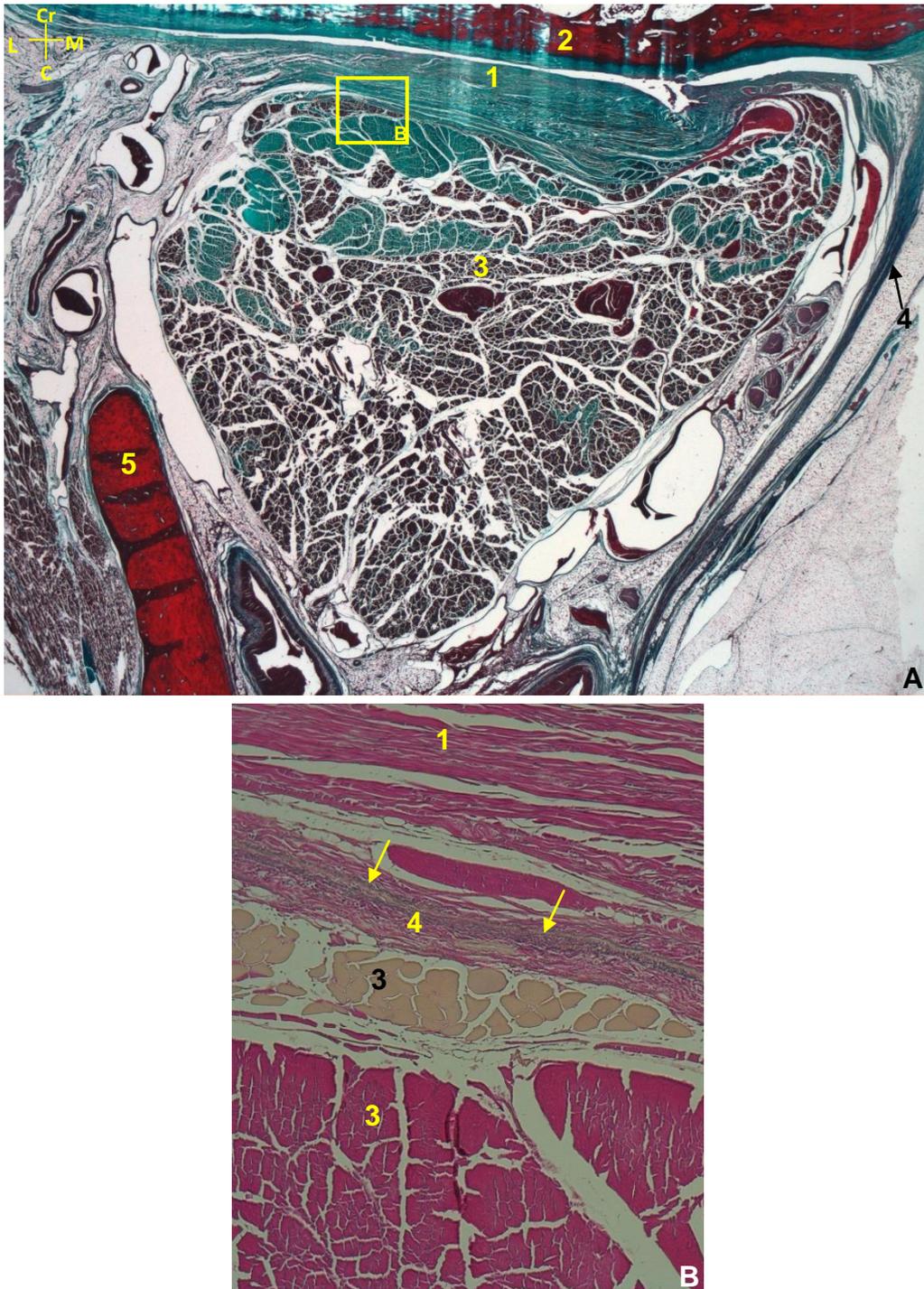


**Fig. 4.49-** Secciones histológicas de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. A) Esquema indicando la localización de los detalles histológicos. B, D) Receso posteroinferior de la cápsula. C) Detalle de la franja sinovial de la lámina posteroinferior de la cápsula. E) Detalle de las fibras elásticas de la lámina posterosuperior de la cápsula. Destaca la presencia de estructuras vasculares (asterisco) entremezcladas con las fibras colágenas en el repliegue que forma la lámina posteroinferior de la cápsula. Así como la presencia de fibras elásticas (flechas) en la cápsula, a diferencia del disco donde no se observan estas fibras.

Abreviaturas: **A:** anterior, **P:** posterior, **Cr:** craneal, **C:** caudal. Tinción: B, C) Hematoxilina-Eosina. D) Tricrómico de Masson. E) Orceína. Aumentos: B) 40X, C) 200X, D) 100X, E) 200X.

- 1- Disco articular.
- 2- Cóndilo mandibular.
- 3- Cápsula articular.
- 4- Superficie articular del temporal.



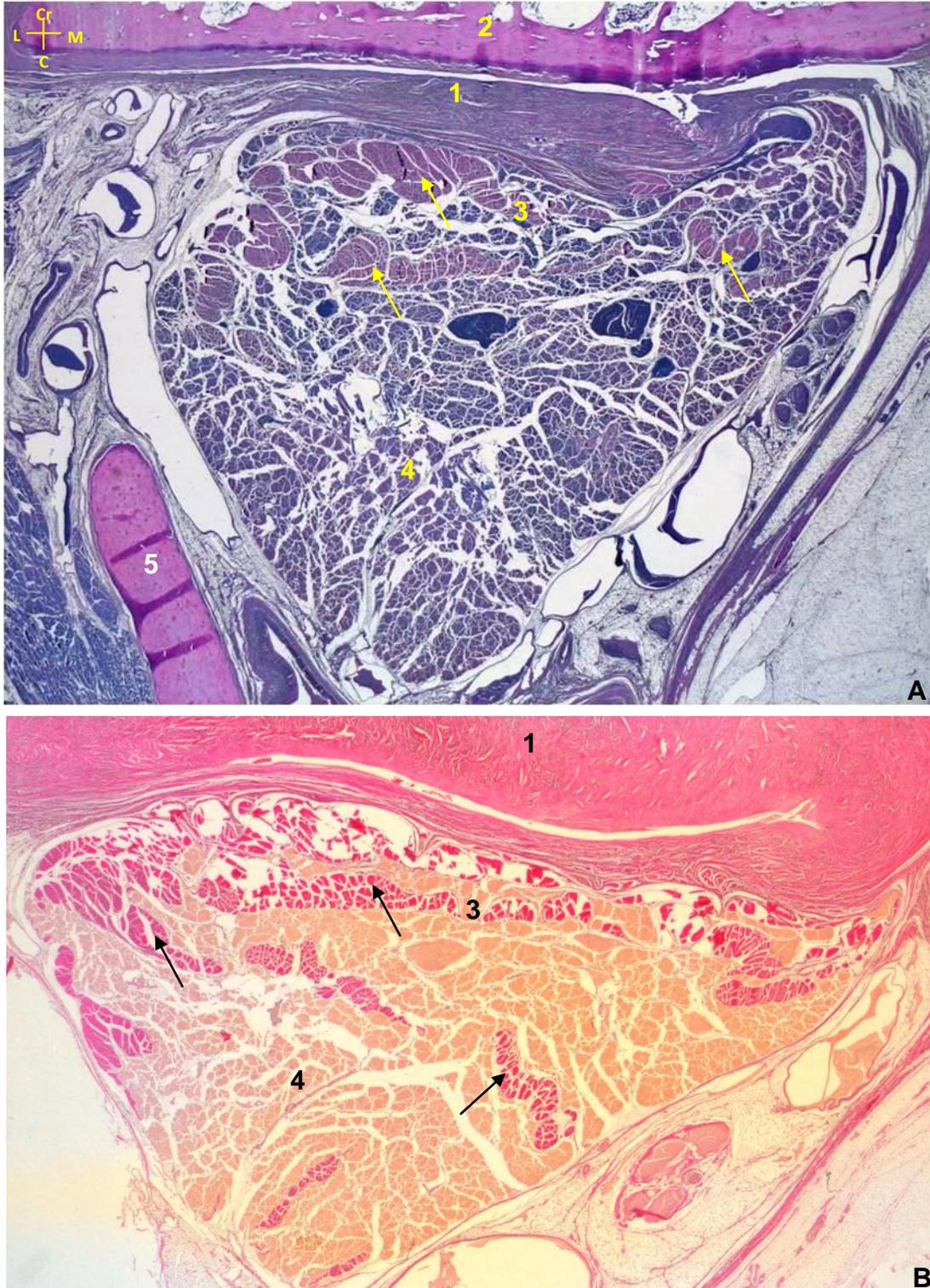


**Fig. 4.50- Secciones histológicas de ATM izquierda según el plano oblicuo-coronal, secciones anteriores al cóndilo mandibular. A) Tubérculo, disco y músculo pterigoideo lateral. B) Detalle del músculo en su inserción en la zona anteroinferior del disco y cápsula. Se observa un refuerzo de la cápsula articular constituido por fibras colágenas y elásticas (flechas).**

**Abreviaturas:** Cr: craneal, C: caudal, L: lateral, M: medial. **Tinción:** A) Tricrómico de Masson. B) Orceína. **Aumentos:** A) 10X, B) 100X.

- |                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1- Disco articular.                  | 4- Cápsula articular. |
| 2- Tubérculo articular del temporal. | 5- Rama mandibular.   |
| 3- Músculo pterigoideo lateral.      |                       |



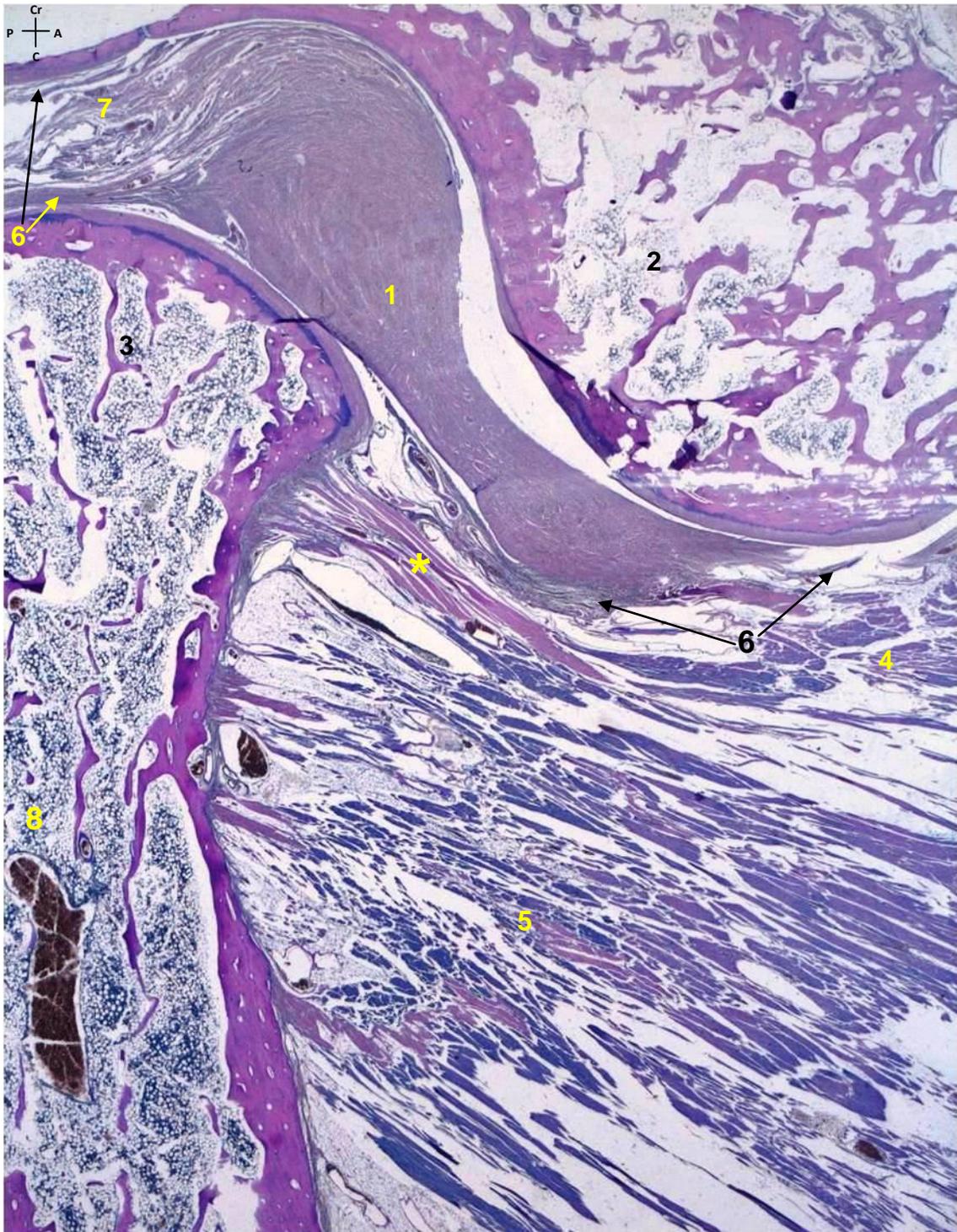


**Fig. 4.51- A, B) Secciones histológicas de ATM izquierda según el plano oblicuo-coronal.** El músculo pterigoideo lateral se observa constituido por la alternancia de fibras musculares y tendinosas (flechas).

Abreviaturas: **Cr:** craneal, **C:** caudal, **M:** medial, **L:** lateral. Tinción: A) Hematoxilina-Eosina, B) Orceína. Aumentos: A, B) 10X.

- |  |  |
|--|--|
| 1- Disco articular.                                    | 4- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. |
| 2- Tubérculo articular del temporal.                   | 5- Rama mandibular.                                    |
| 3- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. |  |

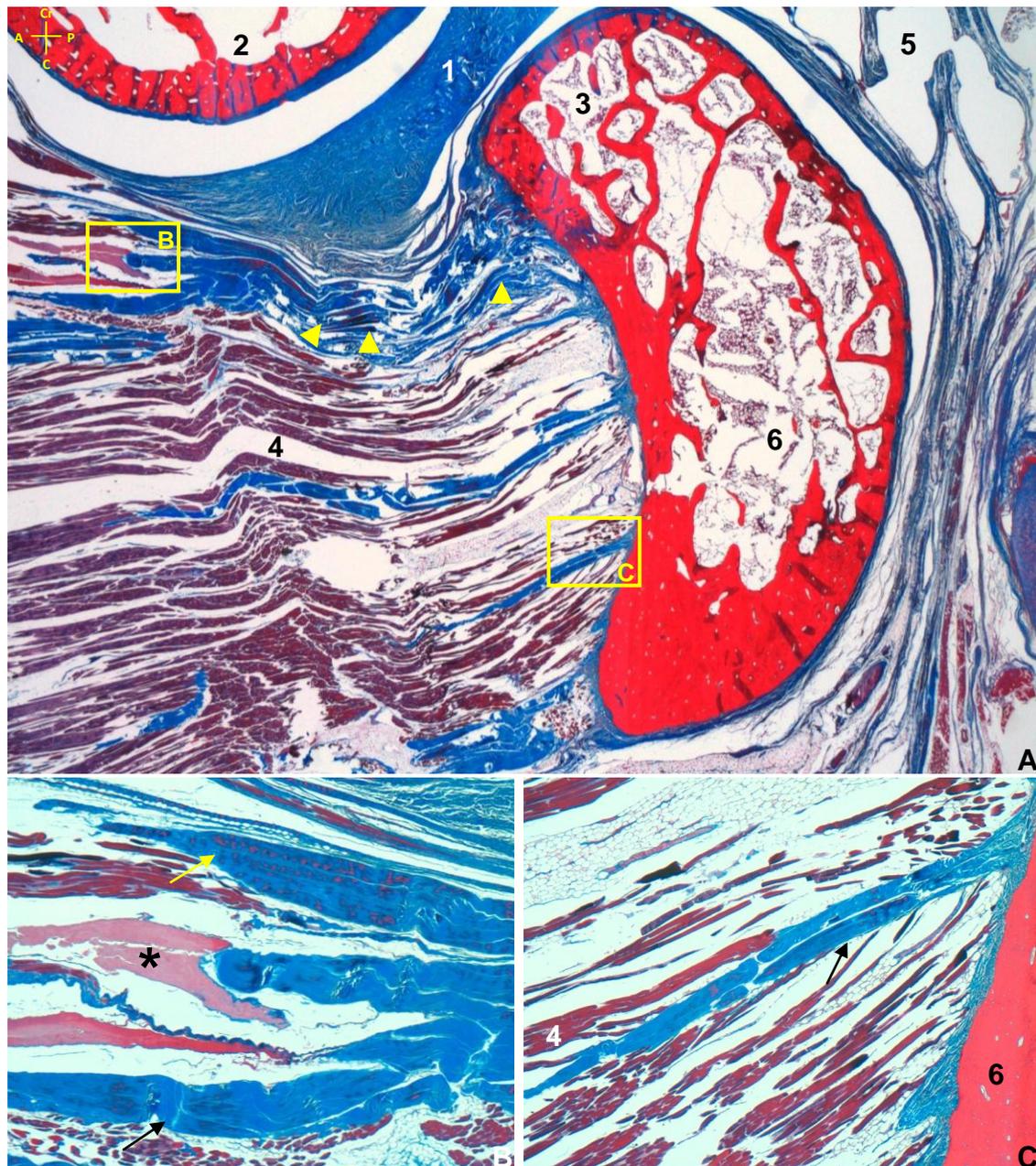




**Fig. 4.52- Sección histológica de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo.** Se observa el músculo pterigoideo lateral insertándose en el disco-cápsula, en la fosita pterigoidea y en el cuello de la mandíbula. Destaca el tendón conjunto de inserción de ambos fascículos (asterisco).  
Abreviaturas: **A:** anterior, **P:** posterior, **Cr:** craneal, **C:** caudal. Tinción: Hematoxilina-Eosina.  
Aumentos: 10X.

- |  |  |
|--|--|
| 1- Disco articular.                                    | 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. |
| 2- Tubérculo articular del temporal.                   | 6- Cápsula articular.                                  |
| 3- Cóndilo mandibular.                                 | 7- Espacio retroarticular.                             |
| 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 8- Cuello de la mandíbula.                             |



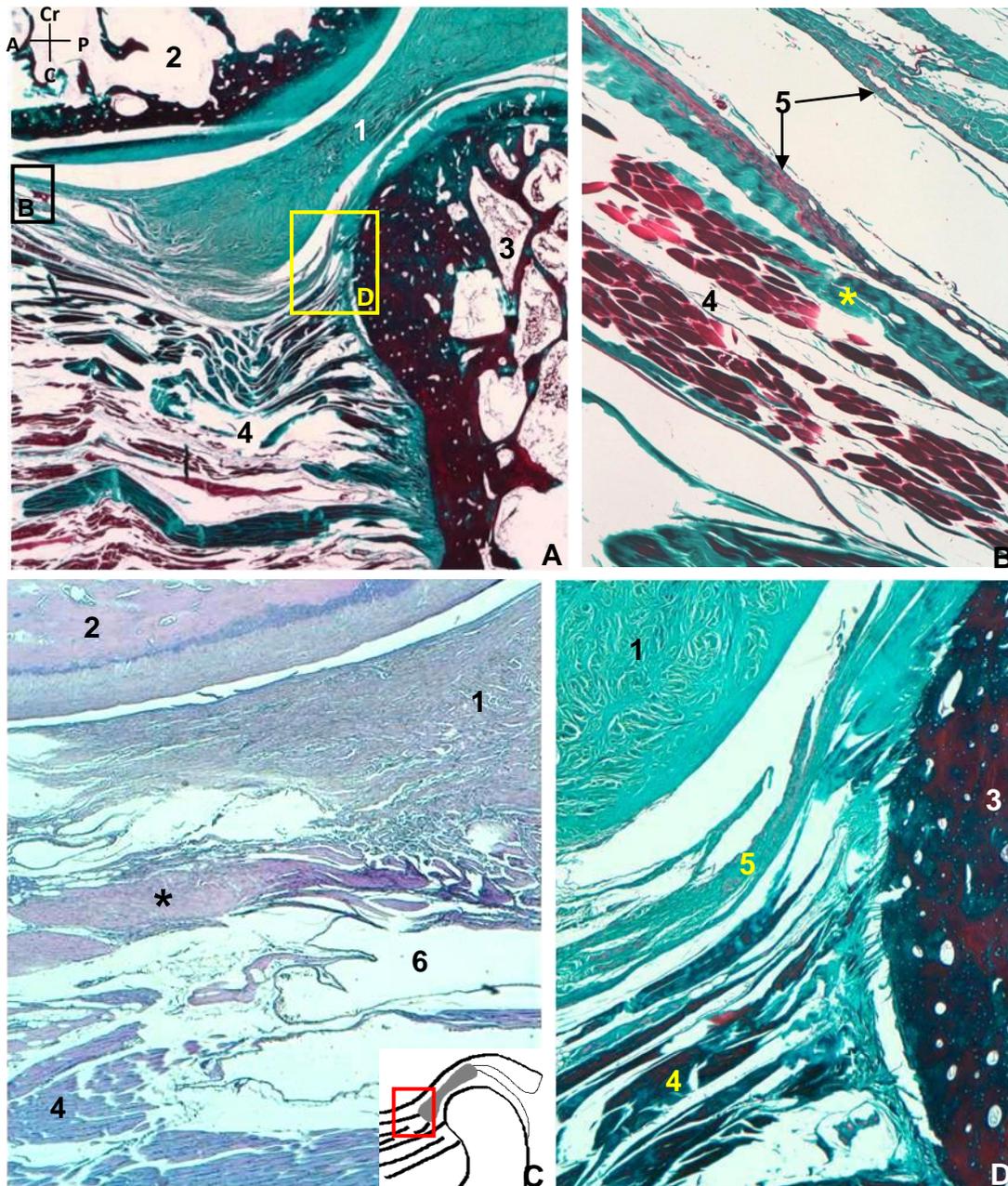


**Fig. 4.53- Secciones histológicas de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. A) Tubérculo articular, disco, cóndilo y músculo pterigoideo lateral. B) Detalle del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral en la zona de inserción de la cápsula. C) Detalle de la inserción del fascículo inferior. Destaca la presencia de fibras musculares entremezcladas con fibras tendinosas (flechas) en el espesor del músculo pterigoideo lateral y en su inserción, dando lugar a una estructura con morfología multipeniforme. El tendón constituido por fibras de ambos fascículos (cabezas de flecha) presenta abundantes estructuras vasculares en su origen (asterisco). Abreviaturas: A: anterior, P: posterior, Cr: craneal, C: caudal. Tinción: Tricrómico de Masson. Aumentos: A) 10X, B, C) 40X.**

- 1- Disco articular.
- 2- Tubérculo articular del temporal.
- 3- Cóndilo mandibular.

- 4- Músculo pterigoideo lateral.
- 5- Plexo venoso pterigoideo.
- 6- Cuello de la mandíbula.



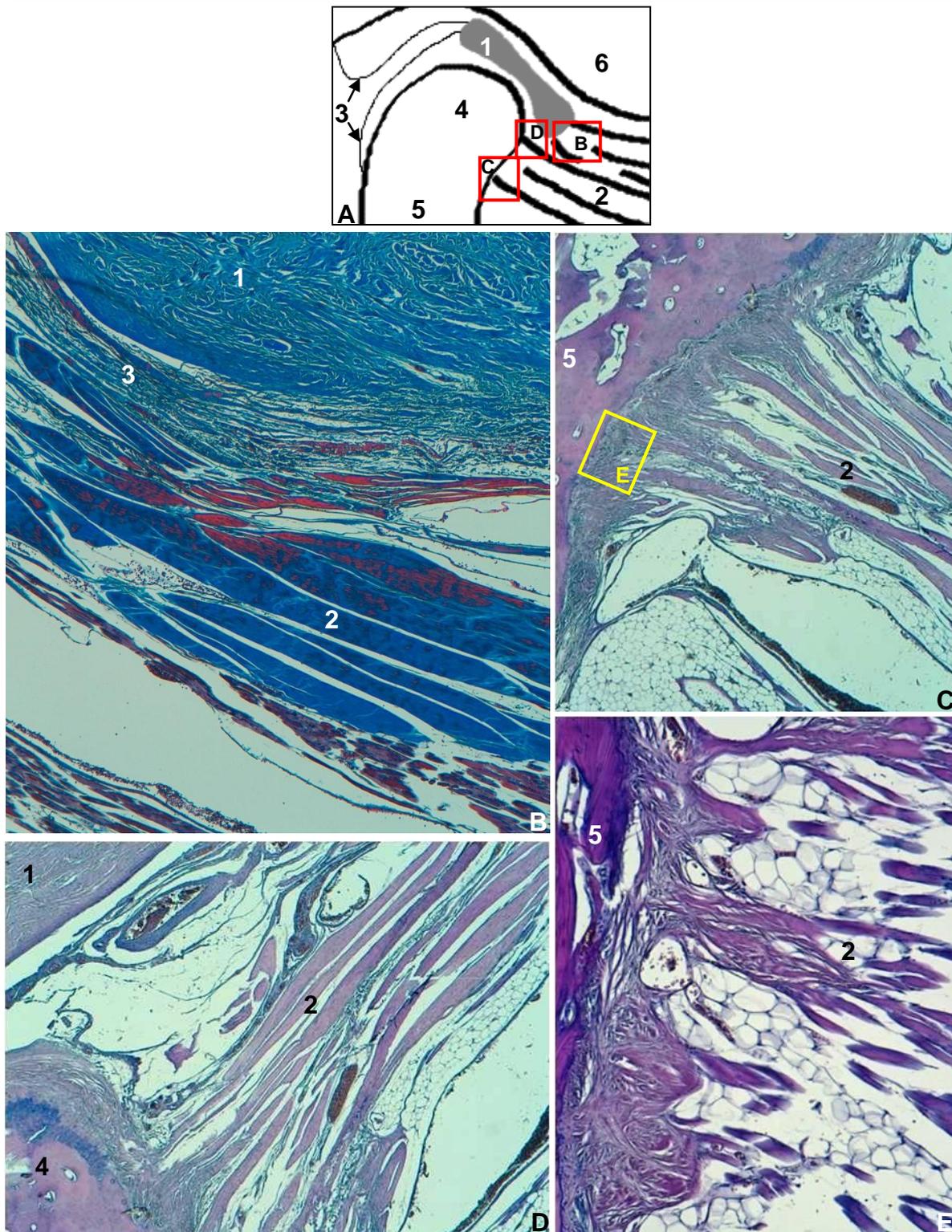


**Fig. 4.54- Secciones histológicas de ATM izquierda según el plano oblicuo-sagital paralelo a las fibras del músculo pterigoideo lateral. A) Tubérculo, disco, cóndilo y músculo pterigoideo lateral. Se observa el músculo pterigoideo lateral insertándose en el disco-cápsula, en el cóndilo, fosita pterigoidea y en el cuello de la mandíbula. B) Detalle de la inserción del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. Se inserta en la zona anterior de la lámina superior de la cápsula a través de fibras musculares y tendinosas (asterisco). C) Inserción del fascículo superior en la zona anterior del disco. En el esquema se señala el nivel de la imagen histológica. D) Detalle de la inserción del fascículo superior en la zona anterior de la lámina inferior de la cápsula y en cóndilo mandibular.**

**Abreviaturas:** A: anterior, P: posterior, Cr: craneal, C: caudal. **Tinción:** A, B, D) Tricrómico de Masson. C) Hematoxilina-Eosina. **Aumentos:** A) 10X, B) 100X, C, D) 40X.

- |                                       |                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1- Disco articular.                   | 4- Músculo pterigoideo lateral. |
| 2- Superficie articular del temporal. | 5- Cápsula articular.           |
| 3- Cóndilo mandibular.                | 6- Vasos sanguíneos.            |



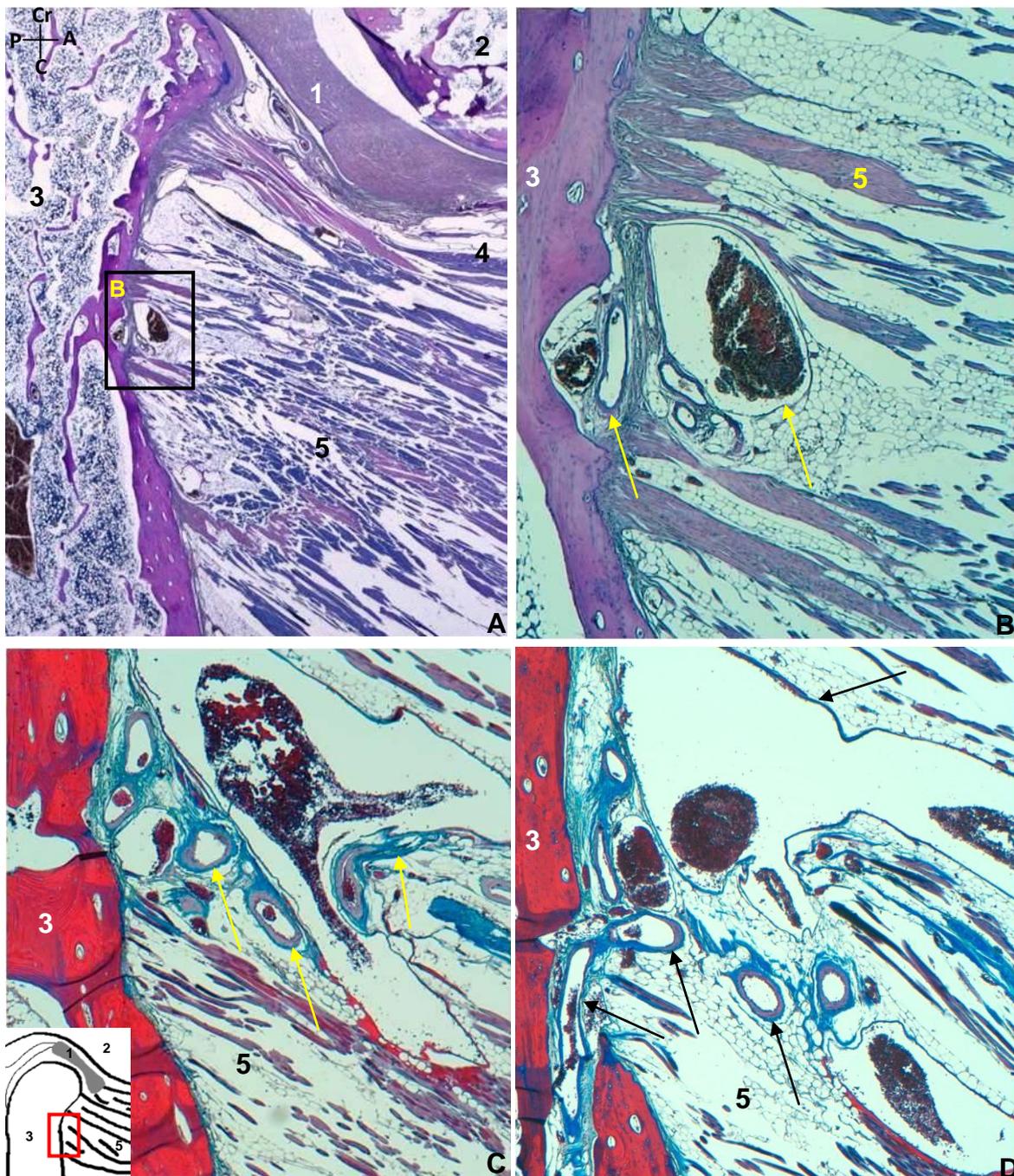


**Fig. 4.55- Secciones histológicas de ATM izquierda según el plano oblicuo-sagital PTL. A) Esquema indicando la localización de los detalles histológicos. B) Detalles de la inserción del músculo pterigoideo lateral en la lámina inferior de la cápsula. C) Inserción del músculo en el cóndilo, fosita pterigoidea y cuello de la mandíbula. D) Detalle de la inserción del músculo en el cóndilo con la presencia de numerosas estructuras vasculares. E) Detalle de la inserción del fascículo inferior del músculo en el tercio medio del cuello de la mandíbula. Se observan fibras musculares y tendinosas que se entremezclan con las fibras del periostio del hueso. Abreviaturas: A: anterior, P: posterior, Cr: craneal, C: caudal. Tinción: B) Tricrómico de Masson. C, D, E) Hematoxilina-Eosina. Aumentos: B, C, D) 40X, E) 100X.**

- 1- Disco articular.
- 2- Músculo pterigoideo lateral.
- 3- Cápsula articular.

- 4- Cóndilo mandibular.
- 5- Cuello de la mandíbula.
- 6- Superficie articular del temporal.



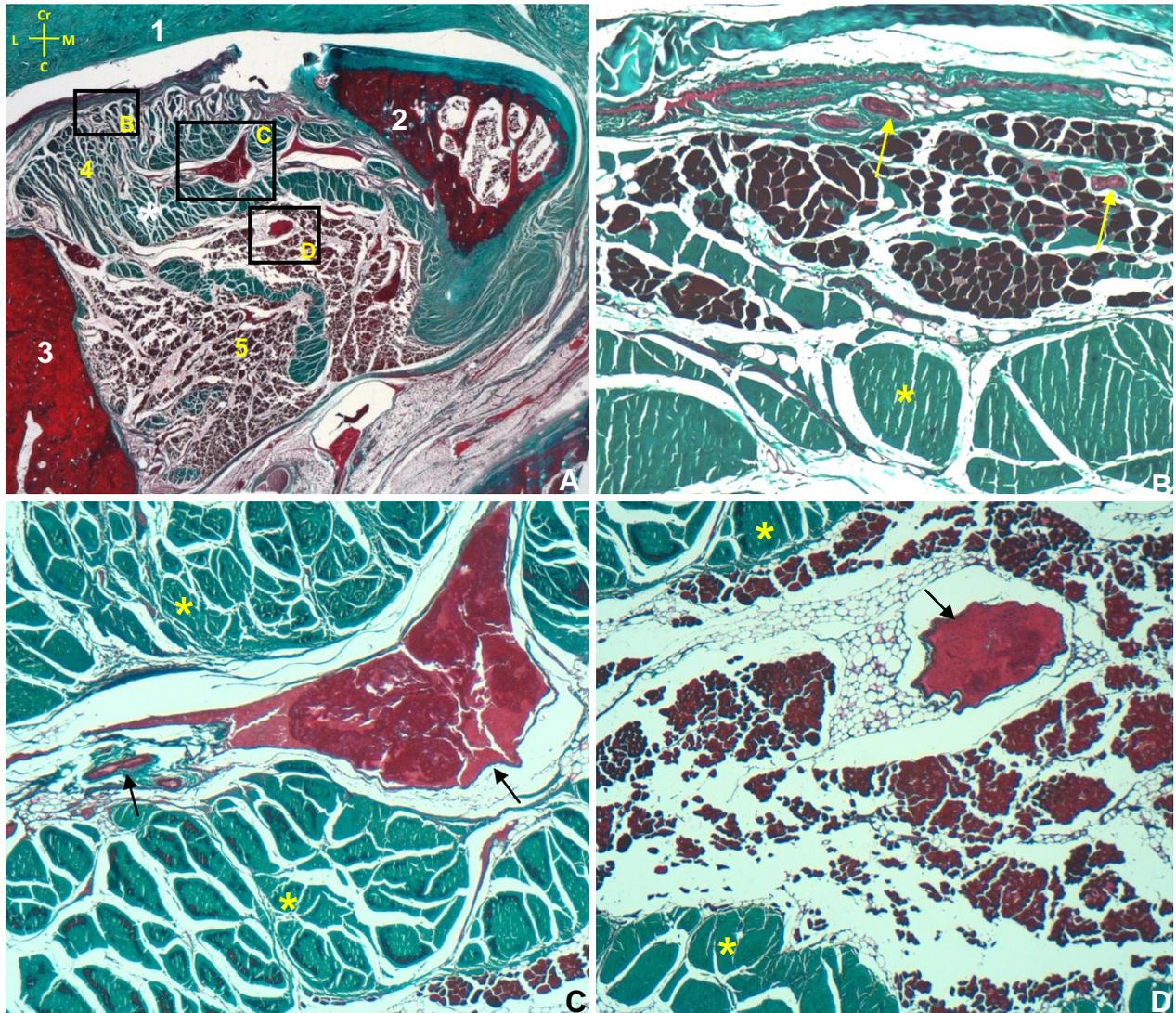


**Fig. 4.56- Secciones histológicas de ATM derecha según el plano oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo. A) Disco, cóndilo y músculo pterigoideo lateral. B) Detalle de numerosos vasos sanguíneos (venosos y arteriales) en la zona de inserción del músculo. Dichos vasos (flechas) se entremezclan entre las fibras musculares y tendinosas a nivel del periostio del hueso. C y D) Vasos nutricios (flechas) del cóndilo y cuello de la mandíbula. En la imagen esquina inferior izquierda de la imagen C se encuentra referenciada la localización anatómica de las imágenes C y D. En D se observan dichos vasos atravesando la cortical del hueso.**

**Abreviaturas:** A: anterior, P: posterior, Cr: craneal, C: caudal. **Tinción:** B, C) Hematoxilina-Eosina. D, E) Tricrómico de Masson. **Aumentos:** B) 10X, C, D, E) 40X.

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1- Disco articular.                   | 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. |
| 2- Superficie articular del temporal. | 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. |
| 3- Cuello de la mandíbula.            |  |



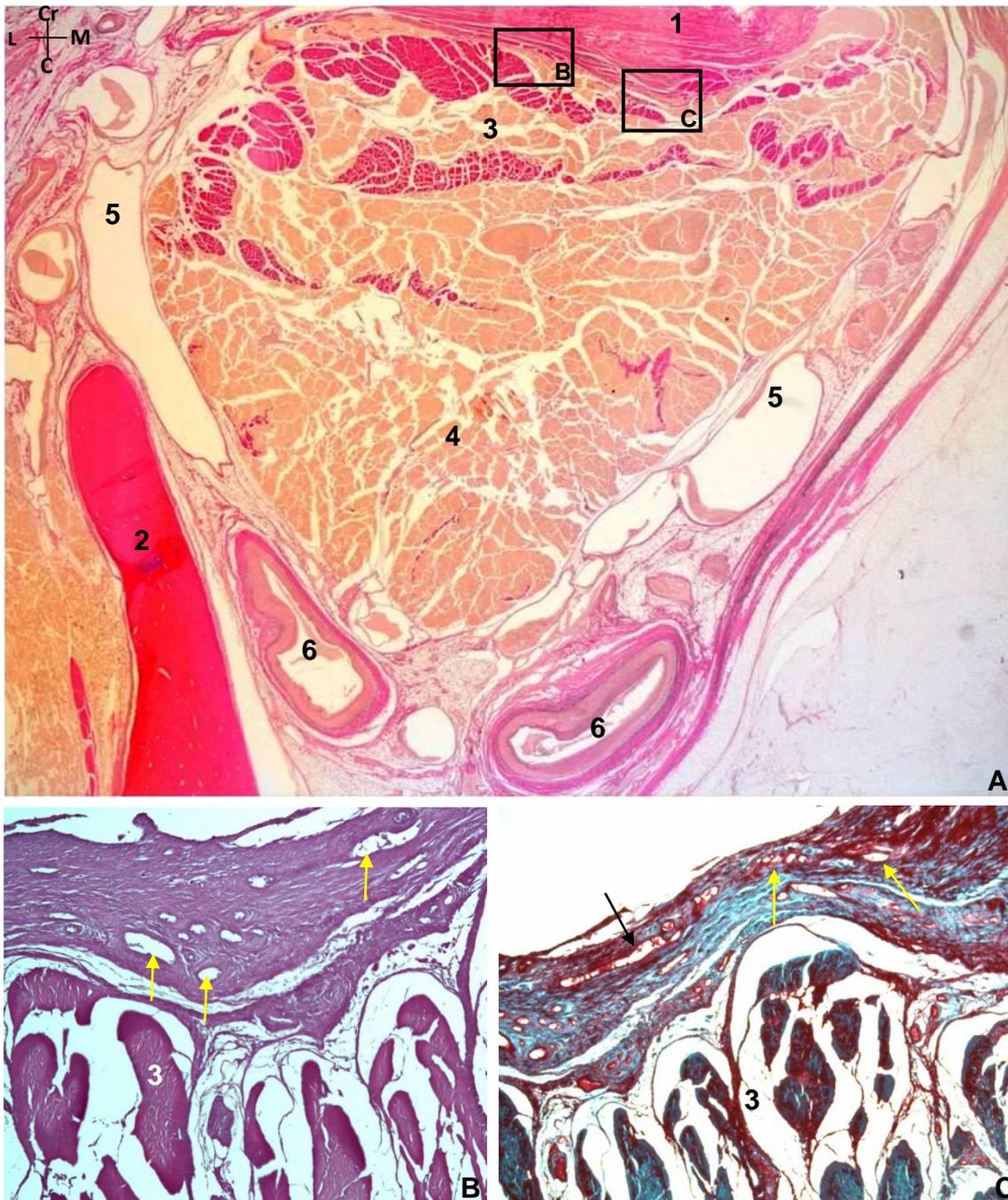


**Fig. 4.57- Secciones histológicas de ATM izquierda según el plano oblicuo-coronal. A) Músculo pterigoideo lateral, cóndilo mandibular y disco. B, C y D) Detalles del músculo pterigoideo lateral constituido por la alternancia de fibras musculares y tendinosas (asteriscos). Destaca la existencia de numerosas estructuras vasculares (flechas) entre los haces de fibras musculares, y entre las fibras musculares y de la lámina inferior de la cápsula (flechas de la imagen B). Abreviaturas: Cr: craneal, C: caudal, L: lateral, M: medial. Tinción: Tricómico de Masson. Aumentos: A) 10X, B) 100X, C, D) 40X.**

- 1- Disco articular.
- 2- Cóndilo mandibular.
- 3- Rama mandibular.

- 4- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral.
- 5- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral.

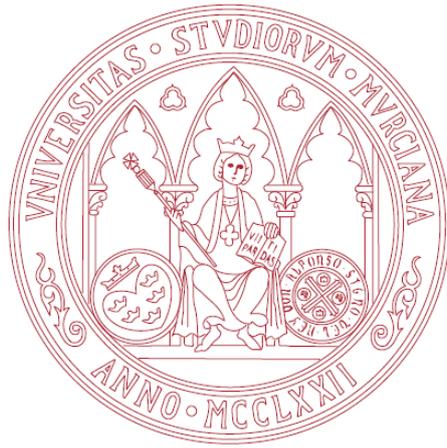




**Fig. 4.58- Secciones histológicas de ATM izquierda según el plano oblicuo-coronal.** En la imagen **A** destaca la presencia de estructuras vasculares (arteriales y venosas) que rodean al músculo pterigoideo lateral. En las imágenes **B** y **C** se observa la zona del músculo que se encuentra insertándose en el disco inferiormente, donde encontramos numerosas estructuras vasculares (flechas). Abreviaturas: **Cr:** craneal, **C:** caudal, **L:** lateral, **M:** medial. Tinción: A) Orceína. B) Hematoxilina-Eosina. C) Tricrómico de Masson. Aumentos: A) 10X, B, C) 50X.

- |  |  |
|--|--|
| 1- Disco articular.                                    | 4- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral. |
| 2- Rama mandibular.                                    | 5- Plexo venoso pterigoideo.                           |
| 3- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral. | 6- Ramas de la arteria maxilar.                        |





---

## 5. DISCUSIÓN

---



La ATM humana es una región anatómica compleja que se encuentra sometida a frecuentes patologías, por lo que es necesario un conocimiento preciso tanto morfológico como funcional de la misma para poder precisar la fisiopatología de la disfunción temporomandibular.

Los estudios radiológicos realizados en individuos vivos (TC, RM) que pretenden valorar la morfología de la articulación temporomandibular así como la disfunción de la misma, justifican que se realicen exploraciones con la boca abierta y cerrada (Westesson y cols., 2003; Kaztberg y Tallents, 2005; Tomas y cols., 2006; Pedullá y cols., 2009; Imanimoghaddam y cols., 2013; Yang y cols., 2015). La interpretación de los hallazgos radiológicos, como el signo del doble disco en las imágenes de RM (Tomas y cols., 2006) que se aprecia en determinadas patologías han llevado a varios autores a postular la necesidad de contrastar dichas imágenes con cortes anatómicos en la valoración de la articulación (von Hagens y cols., 1987; Latorre y cols., 2002, 2006; Qiu y cols., 2004).

Por otro lado, la utilización de diversos planos de resonancia magnética es de especial relevancia en el estudio de la articulación (Hollender y cols., 1998; Schmitter y cols., 2005). Además, cada plano permite apreciar con mayor detalle ciertas estructuras anatómicas. Así, los planos sagitales son los que permiten observar con más precisión el disco y el músculo pterigoideo lateral (Pinkert y cols., 2000; Tomas y cols., 2006; Pedullà y cols., 2009; Almășan y cols., 2013; Sugimori y cols., 2013).

Pensamos que nuestros resultados van a contribuir a clarificar diversos puntos de controversia existentes en el amplio abanico de estudios previos sobre la articulación. En nuestra investigación hemos pretendido correlacionar las imágenes obtenidas con estas técnicas radiológicas con piezas anatómicas, aportando así información relevante que no se puede conocer sólo del estudio radiológico realizado en el individuo vivo.

No obstante, nuestras observaciones presentan ciertas limitaciones funcionales al haberse realizado sobre cadáveres.

Plantaremos la discusión en función de los detalles más relevantes observados durante nuestro trabajo sobre las diferentes estructuras anatómicas estudiadas y siguiendo el mismo orden empleado en la presentación de los resultados.

### **5.1.- Superficies articulares y disco:**

Las características morfológicas de las superficies articulares y del disco han sido estudiadas por diferentes autores. Destacamos entre ellos Bermejo-Fenoll y cols., (1987) y González y cols., (1992) que empleando técnicas de observación macroscópica, cortes histológicos y simulaciones informáticas postularon la teoría del complejo articular temporomandibular. Dicho complejo está formado por las articulaciones témporo-meniscal en encaje recíproco y menisco-condilar de tipo condíleo, separadas por el disco articular, que muestra una cara anterosuperior cóncava anteroposteriormente y convexa lateromedialmente y una cara posteroinferior cóncava tanto anteroposteriormente como lateromedialmente.

Los estudios sobre embriología de la ATM realizados por Keith (1982) refieren la existencia de un doble blastema embrionario, que explicaría que la articulación se origina a partir de un blastema condilar que daría lugar al cóndilo mandibular, y otro blastema temporal que daría lugar a las superficies articulares del temporal. Estos trabajos sustentarían la teoría enunciada por Bermejo-Fenoll y cols., (1987, 1992).

Al realizar nuestro estudio empleando técnicas de anatomía seccional (criosecciones, plastinación y secciones histológicas) y de RM hemos podido corroborar en todos los planos y en todas las piezas estudiadas esta morfología.

La valoración de las superficies articulares se ha realizado con técnicas de imagen (TC y RM), siendo la TC la técnica idónea para valorar las estructuras óseas (Christiansen y cols., 1987). Las reconstrucciones volumétricas y multiplanares obtenidas a partir de las imágenes de TC y RM han mostrado también su utilidad (Hayakawa y cols., 2007; Cuccia y cols.,

2014), tal y como hemos corroboramos en nuestro estudio. Las imágenes de RM permiten valorar con menos precisión las superficies articulares (Ros y cols., 2008).

En situación de normalidad la mayoría de los autores coinciden en que el cartílago articular no se puede identificar con exactitud con ninguna de las dos técnicas radiológicas, no obstante en las imágenes de RM de alta resolución el cartílago se aprecia como una estructura de mayor intensidad de la señal (Westesson y cols., 2003). Además, en ciertas patologías como la osteoartritis y la degeneración interna de la ATM y empleando técnicas de RM, se observan alteraciones del cartílago articular como son la reabsorción del mismo o erosiones de la superficie articular (Ros y cols., 2008; Ahmed y cols., 2015; Güven y cols., 2015). En estadios avanzados se pierde el cartílago y aparecen alteraciones óseas, siendo estas últimas identificadas preferentemente con TC (Westesson y cols., 2003). En nuestro trabajo no hemos podido valorar el cartílago articular en las imágenes de RM, tal y como la mayoría de autores refieren.

El estudio seccional e histológico en los *planos oblicuo-sagitales (C y PTL)* nos ha permitido ratificar las diferentes regiones del disco (zona anterior, intermedia, posterior y zona bilaminar) y destacar el mayor grosor de la banda posterior del mismo, tal y como apuntaban clásicamente otros autores (Testut y Latarjet, 1975). Además hemos podido apreciar en las secciones histológicas la orientación especial que las fibras de la zona intermedia y central del disco muestran. Estas fibras se hallan agrupadas de forma compacta y presentan mayoritariamente una disposición paralela al eje anteroposterior del cóndilo. Son resultados similares a los del estudio de las superficies articulares del disco que con microscopía electrónica de barrido realizaron González-Sequeros y cols., (1996). Estos autores describieron que las fibras colágenas centrales seguían una orientación ligeramente oblicua hacia delante y hacia fuera con respecto al eje anteroposterior del cóndilo. A pesar de esta mínima discrepancia, las secciones que hemos realizado en los planos oblicuo-sagitales (C y PTL) nos han permitido apreciar que no existen prácticamente diferencias en la orientación de las fibras. Pensamos que la orientación singular de las mismas podría estar en relación con el desplazamiento anterior del disco

y la tracción que ejercen las fibras del músculo pterigoideo lateral. Además, el empaquetamiento que presentan en la parte intermedia del mismo, podría estar en concordancia con la mayor carga que soporta esta zona durante los movimientos de apertura y cierre bucal, no en vano es la que con el desgaste y la edad presenta con más frecuencia perforaciones discales.

En las secciones histológicas *oblicuo-coronales* de las zonas anterior y posterior del disco hemos apreciado que las fibras se encuentran empaquetadas lateromedialmente en sus superficies articulares y fundamentalmente en el borde anterior y posterior del mismo. Este aspecto también fue observado mediante microscopía electrónica de barrido por González-Sequeros y cols. (1996).

Este plano oblicuo-coronal nos ha permitido observar con las diferentes técnicas utilizadas un aspecto morfológico que hasta la fecha sólo Haiter-Neto y cols., (2002) habían descrito, esto es, el mayor grosor de la zona medial del disco articular. Esta particularidad la hemos identificado en todas las piezas estudiadas, tanto en las secciones plastinadas como en las imágenes de RM y lo hemos ratificado histológicamente. En las imágenes de TC no es posible valorar el disco con exactitud, no obstante, destaca la irregularidad del espacio articular que se encuentra aumentado en la zona medial de la articulación. Pensamos que esto se debe, como ya hemos comentado, al mayor grosor que adopta el disco en esta zona.

La mayoría de los autores consultados, como Tasaki y cols., (1993) y Tomas y cols., (2006), indican que la mejor técnica para evaluar la patología del disco es la RM puesto que permite identificar la posición y los desplazamientos del mismo. Sin embargo, autores como Westesson y cols., (1998) y Haiter-Neto y cols., (2002) indicaban que no todos los planos permitían identificar con RM la morfología del disco, siendo necesario una combinación de planos para valorar el disco articular completamente. Incluso se recurre a técnicas de reconstrucción tridimensional para comprender mejor esta articulación (Cuccia y cols., 2014). En la actualidad, el estudio de la ATM se realiza mediante técnicas de RM, centradas en los ejes del cóndilo, en los planos axial, sagital y coronal. Estas proyecciones son similares a las que hemos utilizado en nuestro estudio, en el que hemos introducido una variación

en los planos de corte, la proyección *oblicuo-sagital PTL*, que ofrece grandes ventajas en la valoración del disco y sus relaciones, fundamentalmente con el músculo pterigoideo lateral, aspecto que comentaremos posteriormente.

### **5.2- Cápsula articular:**

Hemos podido apreciar la existencia de una doble cápsula tal y como proponen Bermejo-Fenoll y cols., (1987) y González y cols., (1992). Tanto en las piezas disecadas, como en las secciones anatómicas (especialmente en las secciones plastinadas) y en las secciones histológicas, hemos observado la presencia de dos láminas de la cápsula articular: estrato superior (témpero-meniscal) y estrato inferior (menisco-condilar). Estos detalles no hemos podido identificarlos ni en las imágenes de TC ni en las diferentes proyecciones de RM analizadas. Por este motivo estamos de acuerdo con lo apuntado por Pedullà y cols., (2009) respecto a que la valoración de la cápsula de la ATM es actualmente un aspecto limitante de la RM como técnica de diagnóstico por imagen.

Para observar macroscópicamente los detalles de la cápsula ha sido crucial el estudio pormenorizado y ampliado mediante lupa estereoscópica de las secciones plastinadas en los planos oblicuos. Las zonas medial y lateral de la cápsula han sido identificadas mediante las secciones oblicuo-coronales, mientras que las zonas anterior y posterior de la misma han sido valoradas con las oblicuo-sagitales.

Los cortes más laterales de estas secciones oblicuo-sagitales (C y PTL) han permitido apreciar fibras que se extienden directamente desde el borde lateral de la superficie articular temporal hasta la porción lateral del cuello de la mandíbula. La existencia de estas fibras es un tema de controversia en estudios previos como los de Schmolke (1994), ya que se interpretan como las fibras largas capsulares mencionadas por Testut y Latarjet (1975). No obstante, Bermejo-Fenoll y cols., (1992) y Bravetti y cols., (2004) basándose en estudios histológicos, indican que la cápsula estaría formada en su porción lateral, únicamente por fibras que van desde la superficie temporal al disco y desde éste al cuello de la mandíbula, aspecto en el que coincidimos con ellos. Por

este motivo creemos que las fibras largas témporo-condilares observadas sólo podrían corresponder al ligamento lateral externo.

De igual modo estos planos nos han permitido valorar la cavidad articular poniendo de manifiesto, sobre todo con el plano oblicuo-sagital PTL, el receso anteroinferior clásicamente conocido (Scapino, 1983; Bibb y cols., 1993) que forma la lámina inferior de la cápsula.

Hemos de destacar que nuestro trabajo ha servido para identificar otros recesos, que no nos consta hayan sido descritos anteriormente, tanto en la zona posterior como en la medial de la articulación. En ambos casos estos recesos, que hemos denominado posterosuperior y superomedial, dependen de la lámina superior de la cápsula en su inserción en la superficie temporal cerca de la fisura de Glasser, y muestran mayor grosor que las correspondientes láminas inferiores, característica que tampoco ha sido referida previamente.

El estudio histológico muestra que ambos recesos están constituidos por fibras de tejido conectivo laxo entremezcladas con fibras elásticas, predominando éstas últimas en la zona posterior de la lámina superior.

Pensamos que dichos recesos pueden ser importantes para la biomecánica articular, ya que facilitarían la amplitud de movimiento que necesita la ATM para los movimientos de apertura, cierre y diducción mandibular. Las fibras elásticas descritas serían, en parte, las responsables de devolver el disco articular a la posición de reposo.

En relación a la disposición de la membrana sinovial, el estudio histológico ha permitido observar en la zona del receso anteroinferior, la presencia de una franja sinovial muy vascularizada. En las zonas posterior y medial de la lámina inferior de la cápsula en las que no se aprecia ningún receso, sí se identifican estas formaciones sinoviales. Por el contrario, en los recesos que hemos descrito de la lámina superior no se aprecian franjas sinoviales. Apenas hemos encontrado referencias bibliográficas respecto a este tema, y dado que nuestro estudio se ha realizado en cadáveres, no podemos asegurar qué papel tendrían estas franjas en la fisiopatología de la articulación.

### 5.3- Músculo pterigoideo lateral:

En los diversos estudios existentes hasta el momento no se ha logrado un consenso sobre la morfología y la inserción del músculo pterigoideo lateral en la ATM.

A través de los diferentes métodos de estudio que hemos utilizado confirmamos la existencia macroscópica de los dos fascículos musculares (superior e inferior) descritos clásicamente por Testut y Latarjet (1975). Esta descripción no ha sido aceptada por toda la comunidad científica y ha sido ampliamente discutida, desde autores que consideran que se trata de dos músculos diferentes (Aziz y cols., 1998), otros que plantean que existe una gran variabilidad en la organización de los fascículos (Ogütçen-Toller y Juniper, 1993, 1994; Fujita y cols., 2001; Dergin y cols., 2012), e incluso los que sugieren que cada uno de los fascículos está constituido por un sistema de fibras con un sentido funcional diferente (Phanachet y cols., 2003; Murray y cols., 2007). Nosotros diferimos de las sugerencias de autores como Imanimoghaddam y cols., (2013) y Mazza y cols. (2009) ya que ellos consideran que sólo se distinguen ambos fascículos del músculo cuando las técnicas de imagen se realizan con la boca abierta. Sin embargo, en nuestro estudio las piezas de ATM, que procedían de individuos con la boca cerrada, mostraban ambos fascículos. Otro aspecto que hemos observado en nuestras piezas, y que apoya la existencia de dos fascículos musculares diferentes, es que la angulación del fascículo superior del músculo respecto al cóndilo es ligeramente menor que la del fascículo inferior, característica sobre la que no hemos encontrado referencias bibliográficas.

Hemos observado que las proyecciones de resonancia magnética en planos oblicuos, y en especial las oblicuo-sagitales PTL, permiten un abordaje anatómico todavía más exacto del estudio morfológico del músculo pterigoideo lateral y sus inserciones.

- Fascículo superior del músculo pterigoideo lateral:

En cuanto a la inserción del músculo pterigoideo lateral en la ATM, destacamos que el fascículo superior de dicho músculo se inserta en la cápsula, en el disco, en el cóndilo y en la fosita pterigoidea. Esta característica

morfológica es observada con detalle en las secciones anatómicas, especialmente en las realizadas según el plano oblicuo-sagital PTL. Las imágenes de RM obtenidas en los planos oblicuo-sagitales también han permitido valorar este aspecto morfológico. Por lo tanto, nuestros resultados amplían los de Wongwatana y cols., (1994) y Heylings y cols., (1995), que consideran que la inserción de dicho fascículo se encontraría dividida entre la cápsula y el cóndilo, ellos no detectan una inserción directa en el disco, característica morfológica que sí hemos apreciado en nuestro estudio.

Sin embargo, otros autores como Usui y cols., (2008) y Matsunaga y cols., (2009), proponen que el fascículo superior se inserta en la superficie inferior del disco, en la zona medial del cóndilo y en la fosita pterigoidea, sin mencionar la inserción en la cápsula articular que sin embargo nosotros sí hemos descrito.

El estudio de anatomía seccional e histológico ha ofrecido importantes aportaciones en relación a la inserción de dicho fascículo, ya que hemos podido observar cómo fibras musculares y tendinosas se insertan en la parte anterior de la lámina superior de la cápsula, en la parte anterior de la cara inferior del disco, en la parte anterior de la lámina inferior de la cápsula, en el cóndilo y en la fosita pterigoidea. Estos hallazgos tan específicos no se han comentado en los estudios revisados, aunque Bermejo-Fenoll y cols., (2008) mencionan la existencia de fibras de dicho fascículo que se insertan en la mitad anterior de lo que denomina la cara posteroinferior del disco.

Nuestras observaciones coinciden parcialmente con la inserción tipo II (33% de los casos estudiados) descrita por Taskaya-Yilmaz y cols., (2005). Dicho autor indica que las fibras del fascículo superior presentan una doble inserción, en el disco y en el cóndilo. De igual modo, se corresponde con la asociación de las inserciones tipo I (55.5%) y tipo II (27,8% de los casos) señaladas por Antonopoulou y cols. (2013), puesto que en el tipo I las fibras del fascículo superior se insertan en parte anteromedial del disco, cápsula y fosita pterigoidea, y tanto en el tipo I como en el II existen fibras de ambos fascículos que se fusionan e insertan en la fosita pterigoidea.

Sin embargo, estos autores no hacen referencia a que la inserción en la porción lateral de esta fosita ocurre, tal y como hemos descrito en nuestros

resultados, mediante una doble estructura tendinosa constituida por fibras de ambos fascículos (superior e inferior) que se insertan conjuntamente. Estos hallazgos podrían explicar lo que algunos autores como Tomas y cols., (2006) denominaron en RM el signo del “doble disco”. En este caso, además de la zona hipointensa correspondiente a una luxación o desplazamiento anterior del disco, que se visualiza en la parte anteroinferior de la articulación, se apreciaría otra zona hipointensa más inferior que se interpreta habitualmente como una degeneración muscular. Nosotros pensamos que estas imágenes podrían corresponder en parte a los dos tendones de inserción del músculo pterigoideo lateral, a menudo entrelazados con estructuras vasculares del plexo venoso, también hipointensas, que se encuentran a ese nivel, tal y como hemos confirmado, en las secciones anatómicas y en las imágenes de RM según el plano oblicuo-sagital C.

Tanto Yang y cols., (2002) como Taskaya-Yilmaz y cols., (2005) afirman que en RM la proyección oblicuo-sagital permite observar con más detalle la morfología del músculo y su anclaje en la ATM. Nuestros datos nos permiten confirmar este aspecto, y proponemos que el plano oblicuo-sagital PTL, sería el más apropiado para distinguir con más detalle estas características porque coincide con la angulación existente entre las fibras del fascículo superior del músculo pterigoideo lateral y su inserción en la ATM. Este hecho concuerda con lo apuntado por Schmolke (1994) respecto a la necesidad de utilizar secciones paralelas a las fibras del músculo para valorar correctamente su inserción.

Para describir tanto macroscópica como microscópicamente las características particulares que presentan las fibras musculares en la inserción en la cara inferior del disco, han sido útiles las secciones oblicuo-coronales, que nos han permitido identificar la alternancia entre las fibras musculares y el abundante plexo vascular de esta región. No hemos encontrado bibliografía respecto a estos detalles.

- Fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral:

Con la mayoría de las técnicas empleadas en nuestro estudio, hemos observado que, además de las características clásicamente descritas, la

inserción del fascículo inferior desciende a lo largo del cuello llegando a insertarse en las proximidades de la línula mandibular. Sin embargo, no hemos encontrado en la literatura referencias a este hecho, ya que habitualmente se le describe terminando en la fosita pterigoidea únicamente, junto con el fascículo superior.

Como ya hemos comentado, ambos fascículos musculares se agrupan en una estructura tendinosa común que se inserta en la parte más lateral de la fosita pterigoidea. Esta estructura ha podido ser identificada mediante la realización de ambos tipos de secciones oblicuo-sagitales con las diferentes técnicas empleadas, y también se observa en las secciones oblicuo-coronales fundamentalmente en la parte lateral del músculo. Estas mismas secciones oblicuo-sagitales han resultado fundamentales para valorar la morfología del fascículo inferior, constituido por capas tendinosas en las que se insertan las fibras musculares de forma oblicua.

Las criosecciones han sido muy útiles para valorar si se trata de fibras musculares y tendinosas, ya que en las secciones plastinadas no se diferencian bien las fibras tendinosas, lo que disminuye su utilidad para el estudio de las inserciones musculares. Esta alternancia músculo-tendinosa, ya mencionada por El Haddioui y cols., (2005) en estudios de disección, la hemos apreciado en las imágenes de RM como áreas hipointensas (tendinosas) alternantes con otras de mayor intensidad de la señal (musculares).

La disposición de fibras musculares que se insertan de forma oblicua en fibras tendinosas, nos sugiere que debemos considerar al pterigoideo lateral como un músculo multipeniforme, aspecto morfológico del que no hemos encontrado ninguna referencia hasta la fecha. Pensamos que esta peculiaridad anatómica tiene gran valor para entender la fisiología del músculo en la ATM, ya que permitiría incrementar la potencia muscular en sus acciones y movimientos relacionados con la apertura de la boca, la antepulsión mandibular, y por consiguiente con el desplazamiento anterior del disco y cóndilo.

En la literatura consultada no se hace referencia a una limitación que hemos encontrado en la observación de las secciones plastinadas con la técnica E12, y que consiste en la dificultad para diferenciar las estructuras

tendinosas de las musculares, tal y como se puede observar en la correlación con las criosecciones correspondientes.

#### **5.4- Relación vásculo-nerviosa:**

El plexo venoso pterigoideo se aprecia tanto en las criosecciones como en las secciones plastinadas, pero con mayor detalle en estas últimas, debido al mayor contraste que proporciona esta técnica. Las secciones anatómicas en los planos oblicuo-sagitales (C y PTL) y oblicuo-coronales, su análisis mediante lupa estereoscópica y las secciones histológicas, han contribuido notoriamente a la visualización de este gran plexo vascular y los detalles del mismo.

Con la mayoría de las técnicas utilizadas en nuestro trabajo hemos observado alrededor de toda la articulación la existencia de un profuso plexo venoso, que se encuentra entre las dos láminas de la cápsula articular y rodeando la periferia del disco. No obstante, la mayoría de los autores hacen referencia a que las estructuras vasculares están en zonas aisladas de la articulación. De este modo encontramos mayoritariamente menciones del plexo retroarticular de Zenker (Katzberg y Tallents, 2005; Siessere y cols., 2008), mientras que otros como Schmolke (1994) han descrito algunas estructuras vasculares en la zona anterior del disco lateralmente a la inserción del músculo pterigoideo lateral sin ofrecer más detalles.

Las secciones anatómicas según el plano oblicuo-sagital PTL nos han permitido observar como dicho plexo venoso se intercala entre las fibras del músculo pterigoideo lateral en toda la extensión de su inserción. Las secciones oblicuo-coronales facilitan la identificación del plexo en las zonas lateral y medial de la articulación, y en la zona inferior del disco. Las imágenes de RM en todas las proyecciones contribuyen con exactitud a la valoración de la presencia del plexo, ya que se pueden observar como estructuras hipointensas alrededor de toda la articulación.

Como hemos comentado anteriormente, la existencia de este plexo en la zona de la inserción del músculo junto con el tendón de ambos fascículos puede ocasionar dificultades a la hora de la interpretación de las imágenes de RM debido a que ambas estructuras muestran una intensidad de la señal similar.

El conocimiento de la vascularización de esta articulación es crucial para diferentes aspectos fisiológicos y clínico-quirúrgicos. De este modo durante la apertura bucal ocurre una ingurgitación del plexo (Wilkinson y Crowley, 1994); durante el envejecimiento hay un incremento del grosor de las paredes de los vasos de la región retrodiscal (Gómez de Ferraris y Campos, 2009) e incluso hay autores que histológicamente han observado al valorar marcadores de neoangiogénesis en ATM degeneradas, que existe un incremento de la misma (Yoshida y cols., 1999b). Dicho plexo justifica el frecuente sangrado que ocurre en intervenciones quirúrgicas y artroscopia de la ATM (Rajab y cols., 2009; Cuccia y cols., 2013).

A pesar de la gran relevancia anatómica que parece tener este plexo, son muy escasos los estudios que hacen referencia al drenaje venoso de la articulación (Mérida-Velasco y cols., 1997; Cuccia y cols., 2013). Este plexo venoso resulta todavía más evidente en las proyecciones de RM de individuos vivos realizadas con la boca abierta (Pedullà y cols., 2009).

En nuestro estudio hemos corroborado que las técnicas de plastinación (Von Hagens y cols., 1987; Latorre y cols., 2002, 2006; Soal y cols., 2010) permiten observar con mucho detalle todas las relaciones vásculo-nerviosas de la ATM, y fundamentalmente son las que posibilitan analizar con mayor exactitud las finas estructuras capilares que se encuentran entre las dos láminas de la cápsula articular y que se dirigen al disco en todas sus vertientes siendo estos hallazgos más visibles en la parte posterior del disco. Este hallazgo concuerda con lo que la mayoría de los autores proponen (Scapino, 1991a, b, 1996; Wink y cols., 1992).

En relación a las estructuras nerviosas, en las secciones oblicuo-sagitales y en las oblicuo-coronales se identifica el nervio auriculotemporal estrechamente relacionado con los diferentes elementos de la ATM, tal y como Schmidt y cols., (1996) identificaron en sus estudios y que estos autores proponían que se encontraba relacionado con neuralgias de la articulación temporomandibular.

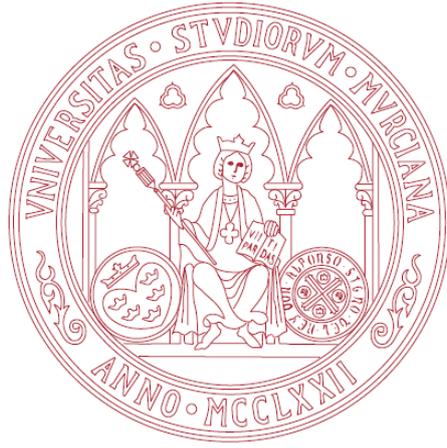
Para finalizar, no debemos olvidar que para llegar a un conocimiento anatómico exhaustivo de la articulación y poder establecer técnicas o pruebas de imagen, es importante la correlación de imágenes anatómicas y radiológicas que nos permitan evitar falsos hallazgos o diagnósticos. Son muy escasas las investigaciones en las que se han valorado estos aspectos de la ATM en las mismas piezas, destacando al respecto las aportaciones de Katzberg y cols., (1988), referidas básicamente a la posición del disco.

Nuestro trabajo ofrece una completa correlación anatomo-radiológica de la ATM en situación de normalidad, ya que las técnicas de diagnóstico por imagen se han realizado sobre las mismas piezas que posteriormente se estudiaron con diferentes técnicas anatómicas.

Después de nuestro trabajo, podemos decir que la técnica de realización de secciones plastinadas de las piezas de ATM humana sería la de elección para realizar estudios comparativos de este tipo, ya que permite además estudios detallados con lupa estereoscópica.

Además, la realización de estas secciones en los mismos planos utilizados en el estudio de resonancia magnética, ha permitido clarificar algunos detalles anatómicos que hasta la fecha no se habían descrito mediante esta técnica de diagnóstico por la imagen. Si bien algunos autores como Yang y cols., (2002) y Taskaya-Yilmaz y cols., (2005) han destacado la utilidad de los planos oblicuos en la valoración de la ATM, de nuestro estudio se deduce que son principalmente las nuevas proyecciones oblicuo-sagitales PTL las que aportan más información al permitir un mayor conocimiento de las características de la inserción del músculo pterigoideo lateral y su relación con la articulación.





---

## 6. CONCLUSIONES

---



De los resultados obtenidos y bajo las condiciones de nuestra experiencia podemos concluir que:

1. El estudio anatómico seccional ha puesto de manifiesto que existen dos cápsulas bien diferenciadas en el **complejo articular** temporomandibular.

2. La técnica de plastinación E12 ha permitido identificar **nuevos recesos articulares** de la cápsula: posterosuperior y superomedial.

3. La mayor relación entre la **morfología del disco** apreciada en las secciones anatómicas (criosecciones y plastinación) y las imágenes de RM, se obtiene aplicando los planos oblicuo-sagitales (C y PTL) y oblicuo-coronal, siendo este último el que ha demostrado el mayor grosor que presenta el disco medialmente.

4. Las diferentes técnicas utilizadas en los planos oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales han permitido observar la compleja inserción del **fascículo superior del músculo pterigoideo lateral** en la zona anterior de las láminas superior e inferior de la cápsula, en la parte anterior de la cara inferior del disco, en el cóndilo y en la fosita pterigoidea.

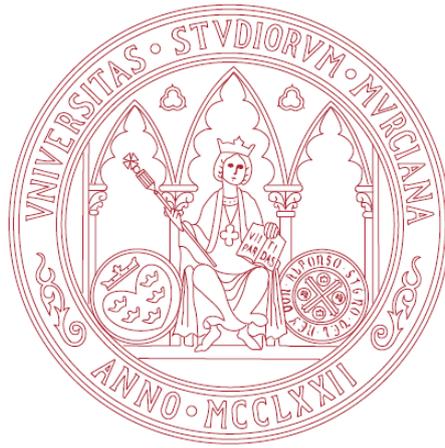
5. Los dos fascículos del músculo pterigoideo lateral se insertan en la parte lateral de fosita pterigoidea a través de una **estructura tendinosa conjunta** en la que confluyen fibras de ambos fascículos.

6. El **fascículo inferior del músculo pterigoideo lateral** se inserta en el cuello y en la rama mandibular, descendiendo su inserción hasta la proximidad

de la l ngula y las diferentes técnicas utilizadas en los planos oblicuo-sagitales y oblicuo-coronales han demostrado que es un músculo multipeniforme.

7. El **plano oblicuo-sagital paralelo** a las fibras del músculo pterigoideo lateral es el que permite valorar con mayor precisión la morfología e inserción de dicho músculo en los diferentes elementos de la articulación temporomandibular.

8. Las técnicas histológicas, de plastinación E12 y las imágenes de RM en las diferentes secciones propuestas han permitido apreciar que el **plexo venoso pterigoideo** se encuentra entre las dos láminas de la cápsula, bordeando la periferia del disco e intercalándose entre las fibras del músculo pterigoideo lateral en toda la extensión de su inserción.



---

## 7. BIBLIOGRAFÍA

---



Abe S, Ouch 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: 203-207.

Abolmaali ND, Schmitt J, Schwarz W, Toll DE, Hinterwimmer S, Vogl TJ. Visualization of the articular disk of the temporomandibular joint in near-real-time MRI: feasibility study. *Eur Radiol* 2004; 14: 1889-1894.

Abramovich A. Embriología de la región maxilofacial. 3ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana S.A.; 1997.

Ahmed N, Petersson A, Catrina AI, Mustafa H, Alstergren P. Tumor necrosis factor mediates temporomandibular joint bone tissue resorption in rheumatoid arthritis. *Acta Odontol Scand* 2015; 73: 232-240.

Aiken A, Bouloux G, Hudgins P. MR Imaging of the Temporomandibular joint. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2012; 20: 397-412.

Akar GC, Govsa F, Ozgu Z. Examination of the heads of the lateral pterygoid muscle on the temporomandibular joint. *J Craniofac Surg* 2009; 20: 219-223.

Akita K, Shimokawa T, Sato T. Positional relationships between the masticatory muscles and their innervating nerves with special reference to the lateral pterygoid and the midmedial and discotemporal muscle bundles of temporalis. *J Anat* 2000; 197: 291-302.

Almășan OC, Hedeșiu M, Băciuț G, Leucuța DC, Băciuț M. Disk and joint morphology variations on coronal and sagittal MRI in temporomandibular joint disorders. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 1243-1250.

Altruda Filho L, Alves N. Insertion of the superior head of the lateral pterygoid muscle in human fetuses. *Int J Morphol* 2006; 24: 643-649.

Alvez CS, Carvalho de Moraes LO, Marques SR, Tedesco RC, Harb LJC, Rodríguez-Vázquez JF, Mérida-Velasco JR, Garcia Alonso L. Analysis by light, scanning, and transmission microscopy of the intima synovial of the temporomandibular joint of human fetuses during the development. *Anat Res Int* 2014; 2014:732720.

Antonopoulou M, Iatrou I, Paraschos A, Anagnostopoulou S. Variations of the attachment of the superior head of human lateral pterygoid muscle. *J Craniomaxillofac Surg* 2013; 41: e91-e97.

Aprile H. *Anatomía odontológica*. Buenos Aires: Ed. El Ateneo; 1971.

Avery JK. *Essentials of oral histology and embryology. A clinical approach*. St. Louis: Mosby Year Book; 1992. p. 224.

Aziz MA, Cowie RJ, Skinner CE, Abdi TS, Orzame G. Are the two heads of the human lateral pterygoid separate muscle? A perspective based on their nerve supply. *J Orofac Pain* 1998; 12: 226-239.

Ballesteros L, García L. Morfometría de la articulación temporomandibular. Un estudio con material de autopsia. *Medunab* 1998; 1:78-83.

Baume LJ. Ontogenesis of the Human Temporomandibular Joint: 1-Development of the condyles. *J Dent Res* 1962; 41: 1327-1339.

Baume LJ, Holz J. Ontogenesis of the Human Temporomandibular Joint: 2-Development of the Temporal components. *J Dent Res* 1970; 49: 864-875.

Beek M, Koolstra JH, Van Ruijven LJ, Van Eijden TM. Three-dimensional finite element analysis of the human temporomandibular joint disc. *J Biomech* 2000; 33: 307-316.

Bell KA, Miller KD, Jones JP. Cine magnetic resonance imaging of the TMJ. *J Craniomandib Pract* 1992; 10: 314-317.

Benigno MIM, Azeredo RA, Lemos JLr, König Júnior B, Liberti EA. The structure of the bilaminar zone in the human temporomandibular joint: a light and scanning electron microscopy study in Young and elderly subjects. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 113-119.

Bermejo-Fenoll A, Puchades Orts A, Sánchez del Campo F, Panchón Ruiz A, Herrera Lara M. Morphology of the meniscotemporal part of the temporomandibular joint and its biomechanical implications. *Act Anat* 1987; 129: 220-226.

Bermejo-Fenoll A, González-Sequeros O, González-González JM. Histological study of the temporomandibular Joint capsule: theory of the articular complex. *Acta Anatomica* 1992; 145: 24-28.

Bermejo-Fenoll A, González O, González M. The pig as an animal model for experimentation on the temporomandibular articular complex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 75: 18-23.

Bermejo-Fenoll A, Panchoz-Ruiz A, González-González JM, González-Sequeros O. A study of the movements of the human temporomandibular joint complex in the cadaver. *Cranio* 2002; 20: 181-191.

Bermejo-Fenoll A. Desórdenes temporomandibulares. Bloque 1, capítulo 1. Ed. Science Tools S.L. 2008. [citado 13 julio 2015]. Disponible en: [http://issuu.com/ambrosiobermejofenoll/docs/atm\\_bi](http://issuu.com/ambrosiobermejofenoll/docs/atm_bi)

Bertilsson O, Ström D. A literature survey of a hundred years of anatomic and functional lateral pterygoid muscle research. *J Orofac Pain* 1995; 9: 17-23.

Bhutada MK, Phanachet I, Whittle T, Wanigaratne K, Peck CC, Murray GM. Threshold properties of single motor units in superior head of human lateral pterygoid muscle. *Arch Oral Biol* 2007a; 52: 552-561.

Bhutada MK, Phanachet I, Whittle T, Peck CC, Murray GM. Activity of superior head of human lateral pterygoid increases with increases in contralateral and protusive jaw displacement. *Eur J Oral Sci* 2007b; 115: 257-264.

Bhutada MK, Phanachet I, Whittle T, Peck CC, Murray GM. Regional properties of the superior head of human lateral pterygoid muscle. *Eur J Oral Sci* 2008; 116: 518-524.

Bibb CA, Pullinger Ag, Baldioceda F. The articular-synovial lining tissue system in temporomandibular joints of young adults. *J Orofac Pain* 1993; 7: 241-246.

Blackwood HJJ. Vascularization of the condylar cartilage of the human mandible. *J Anat* 1965; 99: 551-563.

Boyer CC, Williams TW, Stevens FH. Blood supply of the temporomandibular joint. *J Dent Res* 1964; 43: 224-228.

Bravetti P, Membre H, el Haddioui A, Gerard H, Fyard JP, Mahler P, Gaudy JF. Histological study of the human temporomandibular joint and its surrounding muscles. *Surg Radiol Anat* 2004; 26: 371-378.

Bullough PG. Joints. En: Mills SE, editors. Histology for pathologists, 3<sup>o</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. p. 97-122.

Burch JG. Activity of the accessory ligaments of the temporomandibular joint. J Prosthet Dent 1970; 24: 621-628.

Carpentier P, Yung JP, Marguelles-Bonnet R, Meunissier M. Insertions of the lateral pterygoid muscle: an anatomic study of the human temporomandibular joint. J Oral Maxillofac Surg 1988; 46: 477-482.

Carvalho de Moraes LO, Sabú C, de Quadros Uzêda-Gonzalez S, Marques SR, Vretos C, Itezerote AM, Smith RL, Garcia Alonso L. Macroscopy and light microscopy of the discomalleolar ligament passing through the petrotympanic fissure in human fetuses. Eur J Anat 2007; 11: 47-51.

Cascone P, Nicolai G, Vetrano S, Fabiani F. TMJ biomechanical constraints: the disc and the retrodiscal tissue. Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol 1999; 41: 26-32.

Chevrel JP, Fontaine C. Anatomie Clinique. Tête et cou. Paris: Springer; 1996. p. 490.

Cheyne F, Chossegros C, Blanc JL, Gola R, Lachard J. Complications of temporomandibular arthroscopy. Report of 100 arthroscopies. Rev Stomatol Chir Maxillofac 1992; 93: 252-257. (Artículo en francés).

Cheyne F, Guyot L, Richard O, Layoun W, Gola R. Discomalleolar and malleomandibular ligaments: anatomical study and clinical applications. Surg Radiol Anat 2003; 25: 152-157.

Chirani RA, Jacq JJ, Meriot P, Roux C. Temporomandibular joint: A methodology of magnetic resonance imaging 3-D reconstruction. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2004; 97: 756-761.

Choukas NC, Sicher H. The structure of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1960; 13: 1203-13.

Christiansen EL, Chan TT, Thompson JR, Hasso AN, Hinshaw DB Jr, Kopp S. Computed tomography of the normal temporomandibular joint. *Scand J Dent Res* 1987; 95(6): 499-509.

Christo JE, Bennett S, Wilkinson TM, Townsend GC. Discal attachments of the human temporomandibular joint. *Aust Dent J* 2005; 50: 152-160.

Cioffi I, Van Ruijven LJ, Michelotti A, Langenbach GEJ. Degree of mineralization at the attachment of lateral pterygoid. *Anat Rec* 2010; 293: 1387-1392.

Clément C, Bravetti P, Plénat F, Foliguet B, El Haddioui A, Gaudy JF, Weissenbach M. Quantitative analysis of the elastic fibres in the human temporomandibular articular disc and its attachments. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006; 35: 1120-1126.

Couly G, Hureau J, Vaillant JM. Le complexe dynamique du menisque temporo-mandibulaire. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1975; 76: 597-605. (Artículo en francés).

Crabbe JP, Brooks SL, Lillie JH. Gradient-echo MR imaging of the temporomandibular joint: diagnostic pitfall caused by the superficial temporal artery. *Am J Roentgenol* 1995; 164: 451-454.

Csillag A, Karlinger K, Marton E. *Atlas de Anatomía Humana: Técnicas de Imagen Médicas*. Colonia: Ed. Konemann Verlagsgesellschaft mbH; 1999.

Cuccia AM, Caradonna C, Caradonna D, Anastasi G, Milardi D, Favaloro A, De Pietro A, Angileri TM, Caradonna L, Cutroneo G. The arterial blood

supply of the temporomandibular joint: an anatomical study and clinical implications. *Imaging Sci Dent* 2013; 43: 37-44.

Cuccia AM, Caradonna C, Bruschetta D, Vaccarino G, Milardi D. Imaging of temporomandibular joint: approach by direct volumen rendering. *J Clin Diagn Res* 2014; 8: 105-109.

Curry T, Dowdey J, Murry R. Christensen's Physics of diagnostic radiology. Philadelphia: Ed. Lea & Febiger; 1990.

Dalili Z, Khaki N, Kia SJ, Salamat F. Assessing joint space and condylar position in the people with normal function of temporomandibular joint with cone-beam computed tomography. *Dent Res J (Isfahan)* 2012; 9: 607-612.

Detamore MS, Athanasiou KA. Structure and function of the temporomandibular joint disc: implications for tissue engineering. *J Oral Maxillofac Surg* 2003, 61: 494-506.

Dawson PE. Evaluation, Diagnosis and Treatment of Occlusal Problems. 2<sup>a</sup> ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 1989.

Dergin G, Kilic C, Gozneli R, Yildirim D, Garip H, Moroglu S. Evaluating the correlation between the lateral pterygoid muscle attachment type and internal derangement of the temporomandibular joint with an emphasis on MR imaging findings. *J Craniomaxillofac Surg* 2012; 40:459-463.

Dibbets JM, Dijkman GE. The postnatal development of the temporal part of the human temporomandibular joint. A quantitative study on skulls. *Ann Anat* 1997; 179: 569-572.

D'Ippolito SM, Borri Wolosker AM, D'Ippolito G, Herbert de Souza B, Fenyo-Pereira M. Evaluation of the lateral pterygoid muscle using magnetic resonance imaging. *Dentomaxillofac Radiol* 2010; 39: 494-500.

Drace JE, Young SW, Enzmann DR. TMJ meniscus and bilaminar zone: MR imaging of the substructure-diagnostic landmarks and pitfalls of interpretation. *Radiology* 1990; 177: 73-76.

DuBrul L. *Anatomía Oral de Sicher y Dubrul*. 8ª ed. Sao Paulo: Artes médicas, ediciones Doyma; 1990.

Dwivedi AN, Tripathi R, Gupta PK, Tripathi S, Garg S. Magnetic resonance imaging evaluation of temporomandibular joint and associated soft tissue changes following acute condylar injury. *J Oral Maxillofac Surg* 2012; 70: 2829-2834.

El Haddioui A, Laison F, Zouaoui A, Bravetti P, Gaudy JF. Functional anatomy of the human lateral pterygoid muscle. *Surg Radiol Anat* 2005; 27: 271-286.

El Haddioui A, Bravetti P, Gaudy JF. Anatomical study of the arrangement and attachments of the human medial pterygoid muscle. *Surg Radiol Anat* 2007; 29: 115-124.

Enlow DH. *Facial growth*. 3ª ed. Philadelphia: ed. WE Saunders Company; 1990.

Feneis H, Wolfgang D. *Nomenclatura anatómica ilustrada*. 5ª ed. Barcelona: Edit. Elsevier España S.L. Masson; 2007.

Ferraz AM Jr, Devito KL, Guimarães JP. Temporomandibular disorder in patients with juvenile idiopathic arthritis: clinical evaluation and correlation with the findings of cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012; 114: e51-57.

Finden SG, Enochs WS, Rao VM. Pathologic changes of the lateral pterygoid muscle in patients with derangement of the temporomandibular joint

disk: objective measures at MR imaging. Am J Neuroradiol 2007; 28: 1537-1539.

Fleckenstein P, Trantum-Jensen J. Bases anatómicas del diagnóstico por imagen. 2ª ed. Madrid: Editorial Elsevier Science, Ediciones Harcourt S.A.; 2002.

Fujita S, Iizuka T, Dauber W. Variation of heads of lateral pterygoid muscle and morphology of articular disc of human temporomandibular joint: anatomical and histological analysis. J Oral Rehabil 2001; 28: 560-571.

Gartner LP, Hiatt JL. Texto Atlas de Histología. 2ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2002.

Giambartolomei LA, Brunotto MN, Gómez de Ferraris ME. Human Temporomandibular joint disc: Anatomy and measurements in prenatal development. Acta Odontol Latinoam 2011; 24: 98-103.

Godlewski G, Bossy J, Giraudon M, Dussaud J, Pavart JC, López JF. Arterial vascularization of the temporomandibular joint. Bull Assoc Anat (Nancy) 1978; 62: 229-236. (Artículo en francés).

Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz A. Histología, Embriología e Ingeniería tisular Bucodental. Capítulo 9: Complejo Articular Temporomandibular. 3ª ed. México: Editorial Médica Panamericana; 2009. p.209-229.

González González JM, Bermejo-Fenoll A, González-Sequeros O. Morfogénesis de la articulación temporomandibular. Relación entre el origen en un doble blastema y el concepto de doble articulación. Rev Eur Odontoestomatol 1992; 6: 277-280.

González González JM, Bermejo Fenoll A, González Sequeros O, Panchón Ruiz A. Anatomía y función del menisco dentro del concepto del complejo articular temporomandibular. Revisión bibliográfica. Av Odontoestomatol 1998; 14: 391-402.

González-González J, González-Sequeros O, Bermejo-Fenoll A. Reconstrucción tridimensional de imágenes anatómicas de un complejo articular temporomandibular humano para estudios de simulación en ordenador. Arch Esp Morfol 2000; 4: 71-78.

González-Sequeros O. Temporomandibular joint compared anatomy. An Anat 1990; 36: 151-152.

González-Sequeros O, Royo-Villanova Pérez ML. ATM: algunos conceptos anatómicos y biomecánicos que ayudan a entender el síndrome de disfunción mandibular. Archivos de Anatomía y Embriología 1990a; 21: 125-149.

González-Sequeros O, Royo-Villanova ML. Nuevos aspectos de la filosofía de la oclusión dentaria: II. Biomecánica de la articulación temporomandibular. Rev Eur Odontoestomatol 1990b; II (4): 261-270.

González-Sequeros O, Guijarro de Pablos JE, Bermejo-Fenoll A, González-González J. Características morfológicas de las superficies del menisco del complejo articular temporomandibular humano (CATM): Estudio a microscopía electrónica de barrido. Arch Esp Morfol 1996; 1: 151-158.

Gray H. Anatomía para estudiantes: 3ª edición. RL Drake, AW Vogl, AWM Mitchell. Barcelona: Elsevier España S.L.; 2015.

Greess H, Anders K. Indications for validity of computed tomography and magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint. Rontgenpraxis 2005; 56: 1-11. (Artículo en alemán).

Gross MD. La oclusión en odontología restauradora. Barcelona: Ed. Labor; 1986.

Güven O, Tekin U, Salmanoğlu B, Kaymak E. Tumor necrosis factor-alpha levels in the synovial fluid of patients with temporomandibular joint internal derangement. *J Craniomaxillofac Surg* 2015; 43: 102-105.

Haiter-Neto F, Hollender L, Barclay P, Maravilla KR. Disk position and the bilaminar zone of the temporomandibular joint in asymptomatic young individuals by magnetic resonance imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 94: 372-378.

Hayashi T, Ito J, Koyama J, Hinoki A, Kobayashi F, Torikai Y, Hiruma Y. Detectability of anterior displacement of the articular disc in the temporomandibular joint on Helical Computed Tomography: The value of open mouth position. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 88: 106-111.

Harms SE, Wilk RM, Wolford LM, Chiles DG, Milam SB. The temporomandibular joint: magnetic resonance imaging using surface coils. *Radiology* 1985; 157: 133-136.

Hans MG, Lieberman J, Goldberg J, Rozenowaig G, Bellon E. Comparison of clinical examination, history, and magnetic resonance imaging for identifying orthodontic patients with temporomandibular joint disorders. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992; 101: 54-59.

Hayakawa Y, Kober C, Otonari-Yamamoto M, Otonari T, Wakoh M, Sano T. An approach for three-dimensional visualization using high-resolution MRI of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 2007; 36: 341-347.

Heffez LB, Jordan SL. Superficial vascularity of temporomandibular joint retrodiskal tissue: an element of the internal derangement process. *Cranio* 1992; 10: 180-191.

Helland MM. Anatomy and function of the temporomandibular joint. *J Orthop Sports Phys Ther* 1980; 1: 145-152.

Helms CA, Kaban LB, McNeill C, Dodson T. Temporomandibular joint: Morphology and signal intensity characteristics of the disk at MR imaging. *Radiology* 1989; 172: 817-820.

Heylings DJ, Nielsen IL, McNeill C. Lateral pterygoid muscle and the temporomandibular disc. *J Orofac Pain* 1995; 9: 9-16.

Hiraba K, Hibino K, Hiranuma K. Reciprocal activities of the two heads of the human lateral pterygoid muscle. En: Morimoto T, Matsuya T, Takada D, editores. *Brain and Oral Functions*. Amsterdam: Elsevier; 1995. p. 499-505.

Hiraba K, Hibino K, Hiranuma K, Negoro T. EMG activities of two heads of the human lateral pterygoid muscle in relation to mandibular condyle movement and biting force. *J Neurophysiol* 2000; 83: 2120-2137.

Hofer M. *Manual práctico de TC: introducción a la TC*. 4ª ed. España: Ed. Médica Panamericana; 2005.

Hollender L, Barclay P, Maravilla K, Terry V. A new coronal imaging plane for magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint disc. *Dentomaxillofac Radiol* 1998; 27: 48-50.

Hubbell DS, Dwornik JJ, Alway SE, Eliason R, Norenberg RE. Teaching gross anatomy using living tissue. *Clin Anat* 2002; 15: 157-159.

Ikeda K, Kawamura A, Ikeda R. Assessment of optimal condylar position in the coronal and axial planes with limited cone-beam computed tomography. *J Prosthodont* 2011; 20: 432-438.

Imanimoghaddam M, Madani AS, Hashemi EM. The evaluation of lateral pterygoid muscle pathologic changes and insertion patterns in temporomandibular joints with or without disc displacement using magnetic resonance imaging. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2013; 42: 1116-1120.

Jank S, Emshoff R, Norer B, Missmann M, Nicasi A, Strobl H, Gassner R, Rudisch A, Bodner G. Diagnostic quality of dynamic high-resolution ultrasonography of the TMJ-a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005; 34: 132-137.

Juniper RP. The pathogenesis and investigation of TMJ dysfunction. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1987; 25: 105-112.

Kalaykova S, Naeije M, Huddleston Slater JJR, Lobbezoo F. Is condylar position a predictor for functional signs of TMJ hypermobility. *J Oral Rehab* 2006; 33: 349-355.

Kaplan P, Tu H, Williams S, Lydiatt D. The normal temporomandibular joint: MR and arthrographic correlation. *Radiology* 1987; 165: 177-178.

Kaplan M, Erol FS, Ozveren MF, Topsakal C, Sam B, Tekdemir I. Review of complications due to foramen ovale puncture. *J Clin Neurosci* 2007; 14: 563-568.

Katzberg RW, Schenck J, Roberts D, Tallents RH, Manzione JV, Hart HR, Foster TH, Wayne WS, Bessette RW. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint meniscus. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 59: 332-335.

Katzberg RW, Besette R, Tallents RH, Plewes DB, Manzione JV, Schenck JF, Foster TH, Hart HR. Normal and abnormal temporomandibular joint: MR imaging with surface coils. *Radiology* 1986; 158: 183-189.

Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Anderson R, Kurita K, Manzione JV Jr, Totterman S. Temporomandibular joints: MR assessment of rotational and sideways disk displacements. *Radiology* 1988; 169: 741-748.

Katzberg RW. State of the art: temporomandibular joint imaging. *Radiology* 1989; 170: 297-307.

Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Drake CM. Anatomic disorders of the temporomandibular joint disc in asymptomatic subjects. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 147-153; discussion 153-155.

Katzberg RW, Tallents RH. Normal and abnormal temporomandibular joint disc and posterior attachment as depicted by magnetic resonance imaging in symptomatic and asymptomatic subjects. *J Oral Maxillofac Surg* 2005; 63: 1155-1161.

Kaya K, Dulgeroglu D, Unsal-Delialioglu S, Babadag M, Tacal T, Barlak A, Ozel S. Diagnostic value of ultrasonography in the evaluation of the temporomandibular joint anterior disc displacement. *J Craniomaxillofac Surg* 2010; 38: 391-395.

Keith DA. Development of the human temporomandibular joint. *J Oral Surg* 1982; 20: 217-224.

Kerstens HC, Tuinzing DB, Van der Kwast WA. Eminectomy and discoplasty for correction of the displaced temporomandibular joint disc. *J Oral Maxillofac Surg* 1989; 47: 150-154.

Kinoshita H, Umezawa T, Omine Y, Kasahara M, Rodríguez-Vázquez JF, Murakami G, Abe S. Distribution of elastic fibers in the head and neck: a histological study using late-stage human fetuses. *Anat Cell Biol* 2013, 46: 39-48.

Kirks D. Practical pediatric imaging. Diagnostic radiology in infants and children. 3ª ed. Philadelphia: Ed. Lippincott-Raven; 1998.

Komori E, Sugisa M, Tanabe H, Katoh S. Discomalleolar ligament in the adult human. *J Craniomandib Pract* 1986; 4: 300-305.

Koolstra JH, Tanaka E. Tensile stress patterns predicted in the articular disc of the human temporomandibular joint. *J Anat* 2009; 215: 411-416.

Korioth T, Romilly D, Hannam A. Three-dimensional finite element stress analysis of the dentate human mandible. *Am J Phys Anthropol* 1992; 88: 66-96.

Kraus BS, Jordan RE, Abrams L. Anatomía dental y oclusión. 1ª ed. México: Ed. Interamericana; 1972.

Lafrenière CM, Lamontagne M, el-Sawy R. The role of the lateral pterygoid muscles in TMJ disorders during static conditions. *Cranio* 1997; 15: 38-52.

Latorre RM, Reed RB, Gil F, López-Albors O, Ayala MD, Martínez-Gomaríz F, Henry RW. Epoxi impregnation without hardener: to decrease yellowing, to delay casting, and to aid bubble removal. *J Int Soc Plastination* 2002; 17: 17-22.

Latorre R, Arencibia A, Gil F, Rivero M, Henry RW, Ramírez G, Vázquez RM. Correlation of magnetic resonance images with anatomic features of the equine tarsus. *Am J Vet Res* 2006; 67: 756-761.

Latorre RM, García-Sanz MP, Moreno M, Hernández F, Gil F, López O, Ayala MD, Ramírez G, Vázquez JM, Arencibia A, Henry RW. How useful is plastination in learning anatomy? *J Vet Med Educ* 2007; 34: 172-176.

Lee H, Rao K, Zimmerman R. *Cranial MRI and CT*. Nueva York: Ed. McGraw Hill; 1999.

Liedberg J, Panmekiate S, Petersson A, Rohlin M. Evidence-based evaluation of three imaging methods for the temporomandibular disc. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25: 234-241.

Liu XM, Zhang SY, Yang C, Chen MJ, Cai XY, Haddad MS, Yun B, Chen ZZ. Correlation between disc displacements and locations of disc perforation in the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 2010; 39:149-156.

Liu MQ, Chen HM, Yap AU, Fu KY. Condylar remodelling accompanying splint therapy: a cone-beam computerized tomography study of patients with temporomandibular joint disk displacement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012; 114: 259-265.

Loughner BA, Gremillion HA, Larkin LH, Mahan PE, Watson RE. Muscle attachment to the lateral aspect of the articular disk of the human temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 82: 139-144.

Loughner BA, Gremillion HA, Mahan PE, Watson RE. The medial capsule of the human temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 1997; 55: 363-369.

Luque Valero F. *Desarrollo de la articulación témporo-mandibular*. Tesis doctoral. Facsímil producido por la editorial de la Universidad Complutense de Madrid, 1982.

Mahan PE, Wilkinson TM, Gibbs CH, Mauderli A, Brannon LS. Superior and inferior bellies of the lateral pterygoid muscle EMG activity at basic jaw position. *J Prosth Dent* 1983; 50: 710-718.

Manfredini D. Etiopathogenesis of disk displacement of the temporomandibular joint: A review of the mechanisms. *Indian J Dent Res* 2009; 20: 212-218.

Matamala Vargas F, Fuentes Fernández R, Ceballos Casanova M. Morphology and Morphometry of the Temporomandibular Joint Disc in Human Fetus and Adults. *Int J Morphol* 2006; 24: 245-250.

Matsunaga K, Usui A, Yamaguchi K, Akita K. An anatomical study of the muscles that attach to the articular disc of the temporomandibular joint. *Clin Anat* 2009; 22: 932-940.

Mazza D, Marini M, Impara L, Cassetta M, Scarpato P. Anatomic examination of the upper head of lateral pterygoid muscle using magnetic resonance imaging and clinical data. *J Craniofac Surg* 2009; 20: 1508-1511.

McNamara JA. The independent functions of the two heads of the lateral pterygoid muscle. *Am J Anat* 1973; 138: 197-206.

Mérida-Velasco JR, Rodríguez Vázquez JF, Jimenez Collado J. The relationships between the temporomandibular joint disk and related masticatory muscles in humans. *J Oral Maxillofac Surg* 1993; 51: 390-396.

Mérida-Velasco JR, Rodríguez-Vázquez JF, Jiménez-Collado J. Anterior tympanic artery: course, ramification and relationship with the temporomandibular Joint. *Acta Anat (Basel)* 1997; 158: 222-226.

Mérida-Velasco JR, Rodríguez-Vázquez JF, Mérida-Velasco JA, Sánchez-Montesinos I, Espín-Ferra J, Jiménez-Collado J. Development of the Temporomandibular Joint. *Anat Rec* 1999; 255: 20-33.

Mérida-Velasco JR, Rodríguez JF, de la Cuadra C, Peces MD, Mérida JA, Sánchez I. The posterior segment of the temporomandibular joint capsule and its anatomic relationship. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65:30-33.

Meyenberg M, Kubik S, Palla S. Relationships of the muscle of mastication to the articular disk of the temporomandibular joint. *Helv Odont Acta* 1986; 30: 1-20.

Miles AEW, Dawson JA. Elastic fibres in the articular fibrous tissue in some joints. *Arch Oral Biol* 1962; 7: 249.

Minarelli AM, del Santo M Jr, Liberti EA. The structure of the human temporomandibular joint disc: a Scanning Electron Microscopy Study. *J Orofacial Pain* 1997; 11: 95-100.

Moffett BC, Johnson LC, McCabe JB, Askew HC. Articular remodeling in the adult human temporomandibular joint. *Am J Anat* 1964; 115: 119-142.

Molinari F, Manicone PF, Raffaelli L, Raffaelli R, Pirronti T, Bonomo L. Temporomandibular joint soft-tissue pathology, I: disc abnormalities. *Semin Ultrasound CT MRI* 2007; 28: 192-204.

Murakami KI, Hoshino K. Regional anatomical nomenclature and arthroscopic terminology in human temporomandibular joints. *Okaj Folia Anat Jpn* 1982; 58: 745-760.

Murray CM, Phanachet I, Uchida S, Whittle T. The role of the human lateral pterygoid muscle in the control of horizontal jaw movements. *J Orofac Pain* 2001; 15: 279-292.

Murray GM, Phanachet I, Uchida S, Whittle T. The human lateral pterygoid muscle: a review of some experimental aspects and possible clinical relevance. Aust Dent J 2004; 49: 2-8.

Murray GM, Bhutada M, Peck CC, Phanachet I, Sae-Lee D, Whittle T. The human lateral pterygoid muscle. Arch Oral Biol 2007; 52: 377-380.

Musgrave MT, Westesson PL, Tallent RH, Manzione JV, Katzberg RW. Improved magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint by oblique scanning planes. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1991; 71: 525-528.

Myers LJ. Newly described muscle attachments to the anterior band of the articular disk of the temporomandibular joint. J Am Dent Assoc 1988; 117: 437-439.

Naidoo LCD. The lateral pterygoid muscle and its relationship to the temporomandibular joint. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996; 82: 4-9.

Naidoo LCD, Juniper RP. Morphometric análisis of the insertion of the upper head of the lateral pterygoid muscle. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod 1997; 83: 441-446.

Nebbe B, Brooks SL, Hatcher D, Hollender LG, Prasad NG, Major PW. Interobserver reliability in quantitative MRI assesement of temporomandibular joint disk status. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1998; 86: 746-750.

Nelson JS, Ash MM. Wheeler. Anatomía, Fisiología y oclusión dental. En: Nelson JS, editores. 10ª ed. Barcelona: Elsevier España S.L.U.; 2015.

Netter FH, Atlas de Anatomía Humana. 5ª ed. Barcelona: Editorial Elsevier Doyma S. L., Masson; 2011.

Nickel JC, McLachlan KR, Smith DM. Eminence development of the human temporomandibular joint. *J Dent Res* 1988a; 67: 896-902.

Nickel JC, McLachlan KR, Smith DM. A theoretical model of loading and eminence development of the postnatal human temporomandibular joint. *J Dent Res* 1988b; 67: 903-910.

Ogütçen-Toller M, Juniper RP. The embryologic development of the human lateral pterygoid muscle and its relationships with the temporomandibular joint disc and Meckel's Cartilage. *J Oral Maxillofac Surg* 1993; 51: 772-778.

Ogütçen-Toller M, Juniper RP. The development of the human lateral pterygoid muscle and the temporomandibular joint and related structures: a three-dimensional approach. *Early Hum Dev* 1994; 39: 57-68.

Ogütçen-Toller M, Keskin M. Computerized 3-Dimensional Study of the Embryologic Development of the Human Masticatory Muscles and Temporomandibular Joint. *J Oral Maxillofac Surg* 2000; 58: 1381-1386.

Ogütçen-Toller M, Taskaya-Yilmaz N, Yilmaz F. The evaluation of temporomandibular joint disc position in TMJ disorders using MRI. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002; 31: 603-607.

Ohlerth S, Scharf G. Computed Tomography in small animals: Basic principles and state of the art applications. *Vet J* 2007; 173: 254-271.

Okesson P. Tratamiento de Oclusión y Afecciones temporomandibulares. 5ª ed. Madrid: Elsevier; 2003.

Okochi K, Ida M, Honda E, Kobayashi K, Kurabayashi T. MRI and clinical findings of posterior disk displacement in the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 105: 644-648.

Omami G, Lurie A. Magnetic resonance imaging evaluation of discal attachment of superior head of lateral pterygoid muscle in individuals with symptomatic temporomandibular joint. *Oral Surg Oral med Oral Pathol Oral Radiol* 2012; 114: 650-657.

Orts LLorca F. Anatomía humana: tomo 1. 6ª ed. Barcelona: Editorial científico-médica; 1986. p.789-795.

Osborn JW. The disc of the human temporomandibular joint: design, function and failure. *J Oral Rehabil* 1985; 12: 271-293.

Paegle DI, Holmlund AB, Reinbolt FP. Characterization of tissue components in the temporomandibular joint disc and posterior disc attachment region: internal derangement and control autopsy specimens compared by morphometry. *J Oral Maxillofac Surg* 2002; 60: 1032-1037.

Paesani D, Westesson PL, Hatala MP, Tallents RH, Kurita K. Prevalence of temporomandibular joint internal derangement in patients with craniomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992; 101: 41-47.

Palla S. Mioartropatías del sistema masticatorio y Dolores orofaciales. Milano: Ripano, editorial médica; 2003.

Paturet G. *Traité d'Anatomie Humaine*. Vol 1. Paris: Masson; 1951.

Pedullà E, Meli GA, Garufi A, Cascone P, Mandalà ML, Deodato L, Palazzo G. Morphometric evaluation of the temporomandibular joint and the masticatory spaces: the role of high-definition MRI. *Minerva Stomatol* 2009; 58: 127-143.

Phanachet I, Whittle T, Wanigaratne K, Murray GM. Functional properties of single motor units in inferior head of human lateral pterygoid muscle: task relations and thresholds. *J Neurophysiol* 2001; 86: 2204-2218.

Phanachet I, Whittle T, Wanigaratne K, Murray GM. Functional properties of single motor units in the inferior head of human lateral pterygoid muscle: task firing rates. *J Neurophysiol* 2002; 88: 751-760.

Phanachet I, Whittle T, Wanigaratne K, Klineberg IJ, Sessle BJ, Murray GM. Functional heterogeneity in the superior head of the human lateral pterygoid. *J Dent Res* 2003; 82: 106-111.

Phanachet I, Whittle T, Wanigaratne K, Murray GM. Minimal tonic firing rates of human lateral pterygoid single motor units. *Clin Neurophysiol* 2004; 115: 71-75.

Pinkert R, Wandelt T, Kittner T. Comparative study of sagittal and coronal MRI of histological disk and temporomandibular joint specimen for examining an identity of anterior disk dislocation and anterior capsular connective tissue. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2000; 4: 285-291. (Artículo en alemán).

Porter MR. The attachment of the lateral pterygoid muscle to the meniscus. *J Prosthet Dent* 1970; 24: 555-562.

Pozo Kreilinger JJ. La región posterior de la cápsula de la articulación temporomandibular. [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2010.

Pullinger AG, Seligman DA. Multifactorial analysis of differences in temporomandibular joint hard tissue anatomic relationships between disk displacement with and without reduction in women. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 407-419.

Qiu MG, Zhang SX, Liu ZJ, Tan LW, Wang LS, Deng JH, Tang ZS. Three-Dimensional computacional reconstruction of lateral Skull base with plastinated slices. *Anat Rec Part A* 2004; 278A: 437-442.

Quemar JC, Ravalec X, Akoka S. Parasagittal magnetic resonance imaging of the lateral pterygoid muscle: a preliminary study. *J Orofac Pain* 1993; 7: 169-174.

Rajab BM, Sarraf AA, Abubaker AO, Laskin DM. Masseteric artery: anatomic location and relationship to the temporomandibular joint area. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67: 369-371.

Ren YF, Westesson PL, Isberg A. Magnetic resonance of the temporomandibular joint. Values of pseudodynamic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 81: 110-123.

Riederer BM. Plastination and its importance in teaching anatomy. Critical points for long-term preservation of human tissue. *J Anat* 2014; 224: 309-315.

Rodríguez-Vázquez JF, Mérida-Velasco JR, Jiménez-Collado J. Development of the human sphenomandibular ligament. *Anat Rec* 1992; 233: 453-460.

Rodríguez-Vázquez JF, Mérida-Velasco JR, Mérida-Velasco JA, Jiménez-Collado J. Anatomical considerations on the discomalleolar ligament. *J Anat* 1998; 192: 617-621.

Ros Mendoza LH, Cañete celestino E, Velilla Marco O. Resonancia magnética de la articulación temporomandibular. *Radiología* 2008; 50: 377-385.

Rouvière H, Delmas A. Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 1- cabeza y cuello. 10ª ed. Barcelona: Editorial Masson; 2002.

Ruangsi S, Whittle T, Murray GM. Superior head of human lateral pterygoid muscle: single motor unit firing rates during isometric force. *Arch Oral Biol* 2007; 52: 995-1001.

Sano T, Westesson PL. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint: increased T2 signal in the retrodiskal tissue of painful joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1995; 79: 511-516.

Scapino RP. Histopathology associated with malposition of the human temporomandibular joint disc. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 55: 382-397.

Scapino RP. The posterior attachment: its structure, function, and appearance in TMJ imaging studies. Part 1. *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain* 1991a; 5: 83-95.

Scapino RP. The posterior attachment: its structure, function, and appearance in TMJ imaging studies. Part 2. *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain* 1991b; 5: 155-166.

Scheffer P, Roucayrol AM, Boudon Brière De L'isle R. Les insertions musculaires sur le disque temporo-mandibulaire. Implications physiologiques. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1992; 93: 246-251.

Schellhas KP. MR imaging of muscles of mastication. *Am J Roentgenol* 1989; 153: 847-855.

Schmidt BL, Pogrel MA, Necoechea M, Kearns G. The distribution of the auriculotemporal nerve around the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 86: 165-168.

Schmitter M, Kress B, Ludwig C, Koob A, Gabbert A, Rammelsberg P. Temporomandibular joint disk position assessed at coronal MR imaging in asymptomatic volunteers. *Radiology* 2005; 236: 559-564.

Schmolke C. The relationship between the temporomandibular joint capsule, articular disc and jaw muscles. *J Anat* 1994; 184: 335-345.

Sencimen M, Yalçın B, Dogan N, Varol A, Okçu KM, Ozan H, Aydintug YS. Anatomical and functional aspects of ligaments between the malleus and the temporomandibular joint. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008; 37: 943-947.

Shimazaki Y, Saito K, Matsukawa S, Onizawa R, Kotake F, Nishio R, Abe K. Image quality using dynamic MR imaging of the temporomandibular joint with True-FISP sequence. *Magn Reson Med Sci* 2007; 6: 15-22.

Sicher H. The muscles of head and neck. En: Sicher M, editor. *Oral anatomy*. 4<sup>a</sup> ed. Saint Louis: CV Mosby Co.; 1965. p. 141-145.

Siéssere S, Vitti M, Semprini M, Regalo SC, Iyomasa MM, Dias FJ et al. Macroscopic and microscopic aspects of the temporomandibular joint related to its clinical implication. *Micron* 2008; 39: 852-858.

Sittel C, Eckel HE, Ricke S, Stennert E. Sheet plastination of the larynx for whole-organ histology. *Acta Anatomica (Basel)* 1997; 158: 74-80.

Soal S, Pollard M, Burland G, Lissaman R, Wafer M, Stringer MD. Rapid ultrathin slice plastination of embalmed specimens with minimal tissue loss. *Clin Anat* 2010; 23: 539-544.

Sommer OJ, Aigner F, Rudisch A, Gruber H, Fritsch H, Millesi W, Stiskal M. Cross-sectional and functional imaging of the temporomandibular joint: radiology, pathology, and basic biomechanics of the jaw. *Radiographics* 2003; 23: e14.

Steinke H. Plastinated body slices for verification of magnetic resonance tomography images. *Ann Anat* 2001; 183: 275-281.

Steinke H, Rabi S, Saito T, Sawutti A, Miyaki T, Itoh M, Spanel-Borowski K. Light-weight plastination. *Ann Anat* 2008; 190: 428-431.

Sugimori Y, Tanaka S, Nishimura T, Yamamoto A, Ohfuji S, Naito Y, Katsumata Y, Miki Y. Usefulness of dual echo volumetric isotropic turbo spin echo acquisition (VISTA) in MR imaging of the temporomandibular joint. *Magn Reson Med Sci* 2013; 12: 249-259.

Sugisaki M, Ikai A, Tanabe H. Dangerous angles and depths for middle ear and middle cranial fossa injury during arthroscopy of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 1995; 53: 803-810.

Symons NBB. The development of the human mandibular Joint. *J Anat Lond* 1952; 86:326-333.

Takagi R, Shimoda T, Westesson PL, Takahashi A, Morris TW, Sano T, Moses JJ. Angiography of the temporomandibular joint. Description of an experimental technique with initial results. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78: 539-543.

Takahashi T, Nagai H, Seki H, Fukuda M. Relationship between joint effusion, joint pain, and protein levels in joint lavage fluid of patients with internal derangement and osteoarthritis of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 1999; 57: 1187-1193.

Takaku S, Sano T, Yoshida M, Toyoda T. A comparison between magnetic resonance imaging and pathologic findings in patients with disc displacement. *J Oral Maxillofac Surg* 1998; 56: 171-176; discussion 177.

Talebzadeh N, Rosentstein TP, Pogrel MA. Anatomy of the structures medial to the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 88: 674-678.

Tanaka E, Rodrigo DP, Tanaka M, Kawaguchi A, Shibazaki T, Tanne K. Stress analysis in the TMJ during jaw opening by use of a three-dimensional

finite element model based on magnetic resonance images. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2001; 30: 421-430.

Tanaka E, Hirose M, Inubushi T, Koolstra JH, Van Eijden TM, Suekawa Y, Fujita R, Tanaka M, Tanne K. The effect of hyperactivity of the lateral pterygoide muscle on the temporomandibular joint disk. *J Biomech Eng* 2007; 129: 890-897.

Tasaki MM, Westesson PL, Raubertas RF. Observer variation in interpretation of magnetic resonance images of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 76: 231-234.

Tasaki MM, Westesson PL. Temporomandibular joint: diagnostic accuracy with sagittal and coronal MR imaging. *Radiology* 1993; 186: 723-729.

Tasaki MM, Westesson PL, Isberg AM, Ren YF, Tallents RH. Classification of temporomandibular joints disc displacement and prevalence in patients and asymptomatic volunteers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 109: 249-262.

Taskaya-Yilmaz N, Caylan G, Incesu L, Muglali A. A possible etiology of the internal derangement of the temporomandibular joint based on the MRI observations of the lateral pterygoid muscle. *Surg Radiol Anat* 2005; 27: 19-24.

Testut L, Latarjet A. Músculos de la Cabeza. *Tratado de Anatomía Humana, Tomo I: osteología, artrología, miología*. En: Testut L, Latarjet A, editores. Barcelona: Salvat Editores; 1975. p. 774-784.

Tidwell A, Jones J. Advanced imaging concepts: a pictorial glossary of CT and MRI Technology. *Clin Tech Small Anim Pract* 1999; 14: 65-111.

Thilander B, Carlsson GE, Ingervall B. Postnatal development of the human temporomandibular joint: 1-a histological study. *Acta Odont Scand* 1976; 34: 117-126.

Thomson C, Kornegay J, Burn R, Drayer B, Hadley D, Levesque D, Gainsburg L, Lane S, Sharp N, Wheeler S. Magnetic Resonance Imaging: A general overview of principles and examples in veterinary neurodiagnosis. *Vet Radiol & Ultrasound* 1993; 34: 2-17.

Tomas X. Estudio por resonancia magnética, mediante secuencias GE T2 (flash 2D) y SE T1, de la detección de patología disfuncional a nivel de la articulación temporomandibular. [Tesis doctoral]. Barcelona, España: Universidad de Barcelona; 1999.

Tomas X, Pomes J. Articulación temporomandibular. *Neuroradiología diagnóstica y terapéutica*. En: Mercader JM, Viñuela F, editores. Barcelona: Masson; 2004. p. 403-408.

Tomas X, Pomes J, Berenguer J, Quinto LL, Nicolau C, Mercader JM, Castro V. MR imaging of temporomandibular joint dysfunction: a pictorial review. *RadioGraphics* 2006; 26: 765-781.

Tomura N, Otani T, Narita K, Sakuma I, Takahashi S, Watarai J, Ohnuki T. Visualization of anterior disk displacement in temporomandibular disorders on contrast-enhanced magnetic resonance imaging: comparison with T2-weighted, proton density-weighted, and precontrast T1-weighted imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103: 260-266.

Tvrdy P. Methods of imaging in the diagnosis of temporomandibular joint disorders. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2007; 151: 133-136.

Usui A, Akita K, Yamaguchi K. An anatomic study of the divisions of the lateral pterygoid muscle based on the findings of the origins and insertions. *Surg Radiol Anat* 2008; 30: 327-333.

Valmaseda E, Gay-Escoda C. Diagnóstico y tratamiento de la patología de la articulación temporomandibular. *ORL-DIPS* [Internet] 2002; 29: 55-70. Disponible en. <http://es.scribd.com/doc/146010422/Diagnostico-y-tratamiento-de-la-patologia-de-la-ATM#scribd>

Van der Linden EJ, Burdi AR, Jongh HJ. Critical periods in the prenatal morphogenesis of the human lateral pterygoid muscle, the mandibular condyle, the articular disk, and medial articular capsule. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987; 91: 22-28.

Van Spronsen PH, Weijs WA, Valk J, Prahj-Andersen B, Van Ginkel PC. Comparison of jaw-muscle bite-force cross-sections obtained by means of magnetic resonance imaging and high-resolution CT scanning. *J Dent Res* 1989; 68: 1765-1770.

Velayos JL, Díaz Santana H. Capítulo 5: Articulación temporomandibular. En: Velayos, Santana, eds. *Anatomía de la cabeza, con enfoque odontoestomatológico*. 3ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2001. p. 115-125.

Von Hagens G, Tiedemann K, Kriz W. The current potential of plastination. *Anat Embryol* 1987; 175: 411-421.

Wadhwa S, Kapila S. TMJ Disorders: Future innovations in diagnostics and therapeutics. *J Dent Educ* 2008; 72: 930-947.

Wang MQ; Yan CY, Yuan YP. Is the superior belly of the lateral pterygoid primarily a stabilizer? An EMG study. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 507-510.

Westesson PL, Eriksson L, Liedberg J. The risk of damage to facial nerve, superficial temporal vessels, disk, and articular surfaces during arthroscopic examination of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986; 62: 124-127.

Westesson PL, Katzberg RW, Tallents RH, Sanchez-Woodworth RE, Svensson SA. CT and MR of the temporomandibular joint: comparison with autopsy specimens. *Am J Roentgenol* 1987a; 148: 1165-1171.

Westesson PL, Katzberg RW, Tallents RH, Sanchez-Woodworth RE, Svensson SA, Espeland MA. Temporomandibular joint: comparison of MR images with cryosectional anatomy. *Radiology* 1987b; 164: 59-64.

Westesson PL, Kwok E, Barsotti JB, Hatala M, Paesani D. Temporomandibular joint: improved MR image quality with decreased section thickness. *Radiology* 1992; 183: 280-282.

Westesson PL. Reliability and validity of imaging diagnosis of temporomandibular joint disorder. *Adv Dent Res* 1993; 17: 331-335.

Westesson PL, Larheim TA, Tanaka H. Posterior disc displacement in the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 1998; 56: 1266-1273; discussion 1273-1274.

Westesson PL, Yamamoto M, Sano S, Okano T. Chapter 18: temporomandibular joint: anatomy and pathology. *Head and Neck Imaging*. En: Som PM, Curtin HD, editores. 4<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Pa: Mosby, 2003. p. 995-1053.

Wilkinson TM. The relationship between the disk and the lateral pterygoid muscle in the human temporomandibular joint. *J Prosthet Dent* 1988; 60: 715-724.

Wilkinson TM, Crowley CM. A histologic study retrodiscal tissues of the human temporomandibular joint in the open and closed position. *J Orofac Pain* 1994; 8: 7-17.

Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH, editores. *Gray's Anatomy*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1989.

Wink CS, St Onge M, Zimny ML. Neural elements in the human temporomandibular articular disc. *J Oral Maxillofac Surg* 1992; 50: 334-337.

Wongwatana S, Kronman JH, Clark RE, Kabani S, Mehta N. Anatomic basis for disk displacement in temporomandibular joint (TMJ) dysfunction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 105: 257-264.

Wright DM, Moffett BC Jr. The postnatal development of the Human temporomandibular joint. *Am J Anat* 1974; 141: 235-250.

Xu Y, Zhan J, Zheng Y, Han Y, Zhang Z, Xi Y, Zhu P. Synovial fluid dynamics with small disc perforation in temporomandibular joint. *J Oral Rehabil* 2012; 39:719-726.

Yang C, Zhang SY, Wang XD, Fan XD. Magnetic resonance arthrography applied to the diagnosis of intraarticular adhesions of the temporomandibular joint. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005; 34: 733-738.

Yang X, Pernu H, Pyhtinen J, Tiilikainen PA, Oikarinen KS, Raustia AM. MR abnormalities of the lateral pterygoid muscle in patients with non-reducing disc displacement of the TMJ. *Cranio* 2002; 20: 209-221.

Yang ZJ, Song DH, Dong LL, Li B, Tong DD, Li Q, Zhang FH. Magnetic resonance imaging of temporomandibular joint: morphometric study of asymptomatic volunteers. *J Craniofac Surg* 2015; 26: 425-429.

Yoshida H, Fujita S, Nishida M, Iizuka T. Localization of lymph capillaries and blood capillaries in human temporomandibular joint discs. *J Oral Rehabil* 1999a; 26: 600-607.

Yoshida H, Fujita S, Nishida M, Iizuka T. Angiogenesis in the human temporomandibular joint studied by immunohistochemistry for CD34 antigen. *J Oral Pathol Med* 1999b; 28: 289-292.

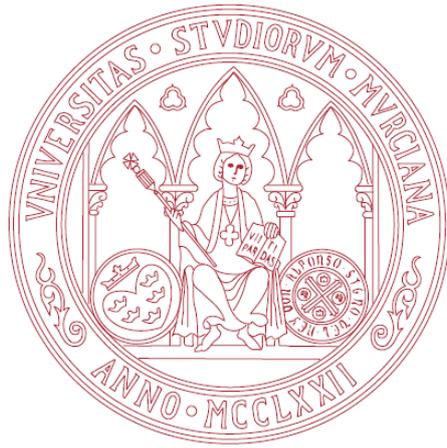
Yotsuya M, Sato T, Kawamura S, Furuya E, Saito F, Hisanaga R, Onodera K. Electromyographic response in inferior head of human lateral pterygoid muscle to anteroposterior postural change during opening and closing of mouth. *Bull Tokyo Dent Coll* 2009; 50: 191-198.

Young B, Heath JW. Capítulo 10: tejidos esqueléticos. *Weather's histología funcional*. 4ª ed. Madrid: Elsevier España; 2002.

Yung JP, Pajoni D, Carpentier P. L'ATM en mouvement. Le sens de la forme. *Rev Orthop Dento Faciale* 1987; 21: 531-542. (Artículo en francés).

Yung JP, Carpentier P, Marguelles-Bonnet R, Meunissier M. Anatomy of the temporomandibular joint and related structures in the frontal plane. *Cranio* 1990; 8: 101-107.

Yuodelis RA. The morphogenesis of the Human Temporomandibular Joint and its associated structures. *J Dent Res* 1966; 45: 182-191.



---

## 8. ABREVIATURAS

---



ATM: articulación temporomandibular.

CATM: complejo articular temporomandibular.

CAE: conducto auditivo externo.

DP: densidad protónica.

FOV: *field of view* (campo de vision).

FSEIR: Secuencia rápida de *spin-echo* inversión-recuperación.

GRE: secuencias eco gradiente.

H&E: hematoxilina-eosina.

NEX: número de excitación.

Oblicuo-sagital C: oblicuo-sagital perpendicular al eje mayor del cóndilo.

Oblicuo-sagital PTL: oblicuo-sagital paralelo a las fibras del músculo pterigoideo lateral.

RM: Resonancia magnética.

SE: Secuencia *spin-echo*.

STIR: Secuencias de supresión de grasa por inversión-recuperación corta de T1.

TC: tomografía computerizada.

TR: tiempo de repetición.

TE: tiempo de excitación.