

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Departamento de Anatomía y Embriología Humana II



**LA REGIÓN POSTERIOR DE LA CÁPSULA DE LA
ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR.**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

José Juan Pozo Kreilinger

Bajo la dirección de los doctores

José Ramón Mérida Velasco
Crótida de la Cuadra Blanco

Madrid, 2010

ISBN: 978-84-693-7793-2

© José Juan Pozo Kreilinger, 2010

The background of the cover features the seal of the Universidad Complutense de Madrid. It is a circular emblem with a central eagle with spread wings. The eagle's chest is covered by a shield with a red and white checkered pattern. Above the eagle's head is a sunburst and a banner with the text 'COMPLUTENSIS'. The eagle's feet are bound with a rope. The outer ring of the seal contains the text 'UNIVERSITAS COMPLUTENSIS MDCCLXXXIII'.

*Universidad Complutense
Facultad de Odontología
Madrid*

LA REGIÓN POSTERIOR DE LA CÁPSULA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Trabajo de investigación presentado por el Ldo.

José Juan POZO KREILINGER

para optar al Grado de Doctor

*Directores: Prof. Dr. José Ramón Mérida Velasco
Profa. Dra. Crótida de la Cuadra Blanco
Departamento de Anatomía Humana y Embriología Humana II*

Madrid, septiembre de 2009

*A mis Padres,
a mi esposa, María
y a mi hijo, Diego.*

A los Directores de la Tesis, la Profa. Dra. Crótida de la Cuadra y el Prof. Dr. José Ramón Mérida, director del Departamento de Anatomía Y Embriología Humana II de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, por su decisiva colaboración personal y científica durante los últimos cinco años, fruto de la cual es el presente trabajo. Nunca podré agradecer lo suficiente el lujo que me han concedido al aprender y colaborar con ellos en docencia universitaria, disfrutar de tantas jornadas en las salas de disección, en la magnífica embrioteca de departamento o en sus despachos, siempre de puertas abiertas para todo el que lo requiera.

Al Prof. Dr. José Francisco Rodríguez, ya que gran parte del desarrollo del presente trabajo se realizó durante su jefatura de departamento, por todos los sabios consejos y facilidades dadas en torno a cualquier problema que se me planteaba.

A los demás componentes del claustro de profesores del departamento de Anatomía Humana y Embriología II, como son los Dres. Luis A. Arráez, compañero y gran amigo, maestro y ejemplo de tantas promociones de Terapia Ocupacional y Medicina, José Sanz, faro y referencia de la odontología y del que muchas promociones guardamos un recuerdo cariñoso como excepcional docente en Medicina, M^a Dolores Cabañas, Susana García y Elena Herrero.

Un recuerdo imborrable mantengo con mis compañeros, profesores asociados de Departamento, los Dres. Samuel Verdugo, Ángel Herrero, Luis Quirós, Isabel Maestre, Juan Perfecto Tobío y Guadalupe Fernández, por su amistad y haberme ayudado en poder dedicarle el tiempo necesario al estudio que presentamos.

Al Prof. Dr. Jesús Boya, por sus consejos y sabia interpretación morfológica de las preparaciones histológicas. Ejemplo como profesor y catedrático

universitario, aprovecho la ocasión para agradecerle las mejores clases que recibí en la licenciatura de Medicina, hace ya veinte años.

A las secretarias del Departamento de Anatomía Humana II, D^a Ana Álvarez por su eficaz gestión en todo trámite administrativo, así como en la obtención de la bibliografía más recóndita, y D^a Montserrat Juanilla por su inestimable ayuda y paciencia en darle orden y cuerpo escrito al presente trabajo de investigación.

A los técnicos de Laboratorio, D^a Araceli García, D^a Purificación Chimeno y D. Jesús de la Calle por su infatigable colaboración en el procesado de la muestras y enseñarme con tanta paciencia el maravilloso mundo del laboratorio.

A los técnicos especialistas en Anatomía Pilar Mansilla y Jesús Ruiz por su disposición, colaboración y buen humor convirtiendo el día a día en la sala de Anatomía en un acto riguroso a la vez que entretenido.

A mi esposa, María, y mi hijo, Diego, por su paciencia y todo el inestimable tiempo que me han concedido para el buen desarrollo de este trabajo.

Introducción	6 □ 27
Material y métodos	28 □ 35
Resultados	36 □ 61
Discusión	62 □ 79
Conclusiones	80 □ 81
Bibliografía	82 □ 96

INTRODUCCIÓN

Situada en el macizo craneofacial, la articulación temporomandibular (ATM) es uno de los componentes del aparato estomatognático. Es una articulación sinovial con una biomecánica articular peculiar y de reciente adquisición filogenética, siendo su morfología característica y distintiva para la familia de los mamíferos dentro de los vertebrados. Además de las funciones comunes de los mamíferos, como la succión, la deglución y la masticación; en el ser humano la dinámica mandibular se integra en el desarrollo de una serie de funciones propias de la vida de relación de la especie humana. Las articulaciones temporomandibulares derecha e izquierda del sujeto actúan al mismo tiempo estableciéndose un tipo de articulación sinovial de variedad bicondílea (Williams, 1999; Alomar y cols., 2007).

Para un mejor planteamiento de nuestro trabajo dividimos este capítulo de introducción en varios apartados.

Filogenia y Ontogenia

Para comprender la naturaleza de la ATM y su desarrollo embriológico (ontogenia) es necesario revisar la evolución de la misma en el reino animal (filogenia). Así, observamos que como tal articulación aparece sólo en los mamíferos y algunos esqueletos fosilizados de ciertos reptiles transicionales. Mientras que en los mamíferos la articulación mandibular es convexa y dispone de un disco articular, en el resto de especies la superficie

articular de la mandíbula es cóncava y no poseen disco articular (Sharry, 1977).

La historia evolutiva desde los peces marca una tendencia a la reducción de los vestigios meckelianos hasta alcanzar en los mamíferos una mandíbula conformada sólo por el hueso dentario con su rama horizontal y su rama ascendente para articularse con el hueso escamoso del cráneo (Pirlot, 1976). En una escala evolutiva anterior a los mamíferos, la primitiva articulación de la mandíbula se realiza a través del hueso cuadrado y el articular (articulación cuadradoarticular o articulación mandibular primaria), ambos derivados del cartílago de Meckel (Sharry, 1977) y que en los mamíferos quedan integrados, en la transición evolutiva, como componentes del oído medio: el yunque y el martillo. Es decir, la articulación de la mandíbula en la escala animal inferior a los mamíferos (p.ej.: reptiles) está representada en los mamíferos por la articulación incudo-maleolar (Sharry, 1977) o incudo-meckeliana (Mérida y cols., 1990). En los mamíferos la mandíbula se articulará a través del hueso dentario con el escamoso dando lugar a la articulación escamoso dentaria o mandibular secundaria. Este cambio evolutivo de las especies animales se ha querido explicar mediante dos teorías. Una de ellas se basa en que un factor morfológico produciría cambios en las inserciones musculares de modo que el hueso dentario comienza a tener otros contactos con el cráneo en una situación anterior a la articulación cuadrado-articular, originándose una bolsa en este punto. A continuación esta bolsa crea en los mamíferos la articulación escamoso-dentaria o articulación secundaria (Crompton, 1963).

La otra teoría, siguiendo a Pirlot (1976), considera un factor funcional basado en el cambio de la audición a lo largo de la filogenia con el paso del medio acuático de los peces al medio terrestre. En los peces, envueltos por agua, cualquier parte de su cuerpo puede servir para la transmisión de ondas sonoras, pero la recepción de ondas sonoras en los animales terrestres cuya transmisión era aérea en un principio no tuvo que ser muy

adecuada. Los sonidos se percibían mejor a través de otro medio más denso que el aire: el suelo. De este modo adquieren en los tetrápodos inferiores, los miembros y la mandíbula una gran importancia en la transmisión de los sonidos. Según avanza la evolución, los elementos posteriores del arco mandibular, primitivamente no destinados a la transmisión acústica, se irán adaptando a esta función.

Diversos estudios sustentan la descripción morfológica en el desarrollo de la ATM (Youdelis, 1966; Perry y cols., 1985; Mérida y cols., 1999a). Embriológicamente la ATM humana se desarrolla en tres fases como queda descrito en estudios sobre especímenes humanos fechados entre la 7ª y 17ª semana de desarrollo (Mérida y cols., 1999a). La etapa blastemática abarca la 7ª y 8ª semana y en ella se observa una condensación mesenquimal en el área de la futura ATM con la organización de lo que será cóndilo mandibular, disco y cápsula articular. En la 8ª semana comienza la osificación intramembranosa de la escama del temporal y aparece una banda mesenquimatosa densa que se extiende desde el área del blastema condilar a la superficie lateral del cartílago de Meckel, que se corresponde con el futuro ligamento discomaleolar. En los trabajos de Coleman (1970), Smeele (1988), Rodríguez y cols. (1992), Mérida y cols. (1999a), queda reflejada la existencia del ligamento discomaleolar en fetos humanos, aunque otros autores no lo observaron en sus estudios (Youdelis, 1966; Baume y Holz, 1970).

Humphrey en 1968 describe en especímenes humanos de 7 – 8 semanas de edad gestacional la realización de movimientos reflejos orales. Siguiendo el desarrollo humano, el cartílago de Meckel tendrá gran importancia para la realización de estos movimientos bucales primarios (Mérida y cols., 1990). Al no tener el embrión la ATM desarrollada será el cartílago de Meckel a través de su extremo craneal el que se relacione con el esbozo cartilaginoso del yunque para conformar la articulación entre el cartílago de Meckel y el yunque. Esta articulación, que presenta una cavidad articular a las 7-8

semanas, es necesaria para la realización de movimientos bucales hasta que sea la ATM la que pueda realizarlos. La articulación establecida entre el extremo craneal del cartílago de Meckel, que posteriormente se osificará dando lugar al martillo del oído medio, y el esbozo cartilaginoso del yunque, se corresponde con la articulación cuadrado-articular de los reptiles. Mérida y cols. (1990) han denominado a esta articulación, "articulación mandibular primaria". El cartílago de Meckel se extiende desde la proximidad de la cápsula ótica, en dirección caudal, ventral y medial hasta un área donde se formará posteriormente la sínfisis mandibular. Serán los músculos que directamente se inserten en el cartílago de Meckel, como el tensor del martillo, los que movilicen la articulación incudo-meckeliana o aquellos músculos que insertándose en la mandíbula en desarrollo (maseteros, temporales, digástricos,...), debido a la relación de ésta con el cartílago de Meckel, movilicen esta articulación de manera indirecta.

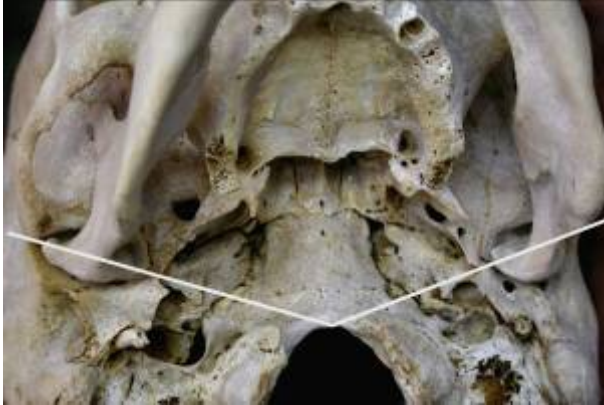
De la 9ª a la 11ª semana se extiende la etapa de cavitación articular. En la 9ª semana comienza la cavitación del espacio articular inferior y la condrogénesis condilar. En la 11ª semana se inicia la cavitación del espacio articular superior. La etapa de maduración va desde la 12ª semana en adelante.

Cuando la ATM comienza a formarse y modularse morfológicamente para ser apta a las funciones bucales, el cartílago de Meckel irá dejando de tener significado funcional. Estos hechos confirman como la ATM es una diartrodia de reciente adquisición evolutiva, ya que en comparación con otras articulaciones también muestra un desarrollo embriológico más tardío en el hombre. Así, mientras que en la 8ª semana las articulaciones de la rodilla, codo o cadera ya tienen conformadas las cavidades articulares, en la ATM apenas existe una condensación mesenquimal (O´Rahilly y Müller, 1996; Mérida y cols., 1999a).

Sin embargo, en el desarrollo de la ATM son escasos los trabajos que se han centrado en el estudio de la región posterior y del tejido retroarticular (Rodríguez y cols., 1999). Nosotros pretendemos aportar nuestros datos sobre el desarrollo de ésta zona, tratando de aclarar, tanto la topografía de los elementos que integran esta región como el correcto uso de su denominación.

Anatomía descriptiva de la ATM

La ATM presenta dos superficies articulares óseas incongruentes. Estas son, por una lado, el tubérculo o eminencia articular y la cavidad glenoidea del hueso temporal, y por otro lado la cabeza o cóndilo mandibular. La congruencia articular se establece debido a la completa interposición del disco articular entre dichas superficies articulares, dando lugar a su vez a dos cavidades articulares independientes, una inframeniscal y otra suprameniscal. Morfológicamente la cavidad glenoidea es una fosa ovalada. Posee un eje mayor que se dirige de lateral a medial y de ventral a dorsal, y cuya prolongación se cruza con la del lado opuesto en el margen anterior del agujero occipital. El cóndilo mandibular tiene a su vez una morfología, también, elipsoidal cuyo eje mayor coincide en dirección con el descrito para la fosa glenoidea del temporal. Los ejes de ambos cóndilos mandibulares conforman un ángulo de apertura anterior de 150° a 160° (Alomar y cols., 2007). Esta orientación de los componentes articulares hará que la morfología del espacio retroarticular tenga una orientación semejante. Con respecto a un plano frontal de referencia, el polo medial del cóndilo mandibular y lo relacionado topográficamente con él, tendrá una posición más dorsal en comparación a la situación del polo lateral del cóndilo mandibular y sus estructuras topográficamente más cercanas.

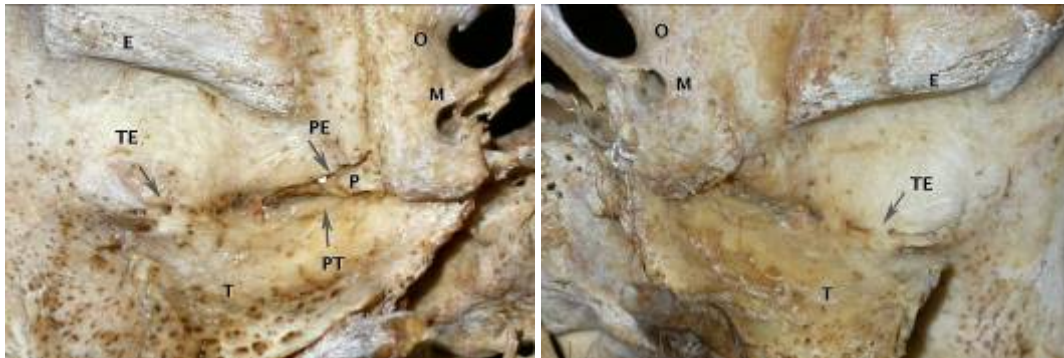


Visión caudal de la base craneal. Orientación del eje mayor de ambas ATM.

En la posición de máxima intercuspidación dental la superficie articular condilar está enfrentada a la vertiente posterior de la eminencia del temporal, con la zona central del disco articular interpuesta entre ambas. La eminencia articular del temporal es una superficie de carga, al igual que el plano

preglenoideo y la apófisis entoglenoidea, y por ello presentan un mayor espesor óseo. La fosa glenoidea, con un techo óseo delgado evidencia ser una superficie no destinada a soportar carga (DuBrul, 1990).

El límite entre el hueso timpánico y la escama del temporal se define lateralmente con la sutura timpanoescamosa. Medialmente puede observarse como una lengüeta del peñasco del temporal, el tegmen tympani, se hernia entre la escama del temporal y el hueso timpánico dividiendo la sutura timpanoescamosa en petrotimpánica y petroescamosa. En esta disposición de la fisura de Glaser hay gran variabilidad anatómica no sólo entre individuos sino también entre los dos lados de un mismo sujeto.



Disposición de la fisura de Glaser.- Lado derecho. E, eminencia articular, T, hueso timpánico; TE, porción timpanoescamosa; PE, porción petroescamosa; PT, porción petrotimpánica; P, tegmen tympani (hueso petroso); O, foramen oval; M, foramen espina

Disposición de la fisura de Glaser.- Lado izquierdo. E, eminencia articular, T, hueso timpánico; TE, porción timpanoescamosa; O, foramen oval; M, foramen espina

La ATM está descrita como una entidad anatómica independiente aunque realmente constituye sólo una parte de una articulación funcionalmente más amplia: la articulación craneomandibular. Y es así, ya que ambas articulaciones temporomandibulares no son anatómica y funcionalmente independientes como pueden ser las articulaciones del hombro, la cadera o el codo (Sharry, 1977).

El disco articular se fija periféricamente sobre la cápsula, así como sobre los polos lateral y medial del cóndilo mandibular, al que acompañará en los movimientos de la mandíbula. En estado de reposo mandibular, la parte central del disco se articula con el cóndilo mandibular y la vertiente posterior de la eminencia articular. El disco, en su zona central, es más fino, presentando un grosor de 1 a 2 mm con una composición fibrilar más densa. En su periferia el disco es más grueso, blando y maleable (Sharry, 1977). Rees (1954) en su estudio morfofuncional de la ATM dividió al disco articular en cuatro zonas: banda anterior, zona intermedia o central, banda posterior y zona bilaminar. La zona bilaminar queda compuesta por dos láminas. La lámina superior se extiende desde el disco hasta el hueso temporal, mientras que la inferior se fija en la cara posterior del cuello del cóndilo mandibular.

La cápsula articular clásicamente se describe con morfología de tronco de cono con una base superior mayor que se fija desde el punto más declive y anterior de la eminencia articular para seguir por los bordes laterales de la fosa glenoidea alcanzando medialmente la sutura esenoescamosa y dorsalmente el labio anterior de la fisura de Glaser. En el otro extremo del manguito articular, a nivel mandibular, se fija a nivel del cuello del cóndilo mandibular aunque descendiendo más caudalmente en su cara posterior (Paturet, 1951; Orts Llorca, 1986). Paturet (1951) incluso diferencia como constitutivas de la cápsula unas fibras largas y otras cortas. Las primeras, superficiales, saltarían sin interrupción desde el hueso temporal hasta el cóndilo mandibular, mientras que las fibras cortas, más profundas terminan insertándose en el disco articular pudiendo diferenciar en éstas unas temporomeniscales y otras meniscomandibulares. Sin embargo, para Rees (1954) las fibras de la cápsula posterior, "inseparablemente mezcladas" con la cara posterior de ambos estratos de la zona bilaminar, tan sólo pueden distinguirse de éstas debido a que las fibras capsulares saltan directamente del hueso temporal al cóndilo mandibular.

Zenker (1956) en contraste con la descripción clásica de la cápsula articular, no encontró en sus observaciones fibras capsulares que se extendieran sin interrupción directamente desde el temporal a la mandíbula, tampoco un espacio articular limitado por la región capsular posterior con la zona bilaminar del disco, sino que la propia zona bilaminar representa para este autor el elemento posterior de la ATM, quedando dorsal a ella un tejido conjuntivo laxo rico en lagunas vasculares localizado en la fosa retromandibular en directa comunicación con la celda parotídea y que denominó "retroartikuläres plastisches Polster". Más recientemente, Schmolke (1994) en un estudio con cinco cadáveres encontró resultados similares a los descritos por Zenker (1956).

La cara lateral de la cápsula articular de la ATM está reforzada por un conjunto de fibras que conforman el ligamento temporomandibular (Orts

Llorca, 1986). Sin embargo, Savalle (1988) en un análisis anatómico e histológico sobre la morfología de la cápsula articular, observa sólo en tres de dieciséis especímenes estudiados una estructura ligamentosa lateral. El ligamento temporomandibular posee dos fascículos. El fascículo externo es oblicuo. Con un origen en la superficie externa del tubérculo articular del hueso temporal se dirige caudal y dorsalmente para cubrir el borde lateral del cuello mandibular e insertarse en la cara posterior de éste. El fascículo interno tiene una orientación horizontal. Se extiende dorsalmente desde la superficie externa del tubérculo articular hasta el polo externo del cóndilo mandibular y la cara externa del disco articular (DuBrul, 1990).

En la dinámica mandibular el fascículo oblicuo del ligamento temporomandibular colabora en la limitación de la primera parte del movimiento bordeante posterior de la apertura mandibular en el que se produce una rotación mandibular sin traslación condilar. El fascículo interno debido a su orientación horizontal colabora, al ser tensado, en la limitación de la retrusión del complejo cóndilo-discal, así como de una excesiva distensión del músculo pterigoideo lateral (Okeson, 2008).

Hay autores que describen en el adulto un ligamento lateral interno de la ATM (Paturet, 1951; Testut y Latarjet, 1980; Rouviere y Delmas, 2005), mientras que otros no aprecian estructura ligamentosa alguna sobre la cara medial de la cápsula articular (Sharry, 1977; Williams y Warwick, 1985; Orts Llorca, 1986; Moore y Dalley, 2002).

Son considerados ligamentos accesorios, al estar situados a distancia de la ATM, el ligamento estilomandibular, esfenomandibular y pterigomandibular. El ligamento estilomandibular se extiende desde la apófisis estiloides del hueso temporal hasta el ángulo mandibular cubriendo la superficie interna del músculo pterigoideo interno. Es considerado un refuerzo de la fascia cervical profunda. Algunos autores consideran al ligamento estilomandibular como la regresión fibrosa del haz muscular mandibular del músculo

estilogloso (Orts Llorca, 1986; Rouviere y Delmas, 2005; Mérida y cols., 2006). Funcionalmente el ligamento estilomandibular se tensa en la máxima protusión mandibular limitando dicho movimiento.

Se ha descrito que el ligamento esfenomandibular se origina en la espina del esfenoides y fisura petrotimpánica, y se extiende caudal y lateralmente hasta insertarse en la lín-gula de la mandíbula (DuBrul, 1990; Toledo Filho y cols., 1985). Rouviere y Delmas (2005) y Orts Llorca (1986) consideran al ligamento esfenomandibular como la parte posterior de la aponeurosis interptergoidea. Sin embargo, estudios sobre el desarrollo embriológico del cartílago de Meckel han mostrado que este ligamento no es más que la regresión fibrosa extratimpánica de este cartílago y que por tanto se extiende hasta el martillo del oído medio, atravesando la fisura de Glaser (Rodríguez y cols., 1993). A similares conclusiones llega Kim y cols. (2004) en su estudio sobre especímenes adultos.

El ligamento pterigomandibular se ensancha desde el gancho del ala interna de la apófisis pterigoides al área retromolar de la mandíbula. Este ligamento es considerado el rafe de inserción entre el músculo buccinador y el constrictor superior de la faringe (Orts Llorca, 1986; Shimada y Gasser, 1989).

Porción posterior de la cápsula de la ATM

Es la zona articular posterior dónde más intensamente se han reflejado los cambios evolutivos de la ATM. Precisamente aquí, a lo largo del desarrollo existe una clara y amplia comunicación entre la ATM y el oído medio a través del espacio timpanoescamoso fetal (Rodríguez y cols., 1992; Rodríguez y cols., 1993; Mérida y cols., 1999b; Rodríguez y cols., 1999) discurriendo o situándose en esta zona diferentes estructuras (nervio cuerda del tímpano, cartílago de Meckel, hueso gonial, ramas de la arteria timpánica anterior y ligamento discomaleolar).

El elemento más voluminoso en cruzar dicho espacio durante el desarrollo es cartilaginoso: el cartílago de Meckel, que dará lugar al ligamento esfenomandibular. Medial al cartílago de Meckel queda un elemento nervioso, el nervio cuerda del tímpano. Ambos entran en el oído medio del adulto siguiendo el surco malleolaris en el borde anterosuperior del hueso timpánico, es decir a través de la fisura petrotimpánica. Autores como Harpman y Woollard (1938); Symons (1952); Moffet (1957); Coleman (1970) y Smeele (1988), refieren durante el periodo fetal la presencia de la fisura petrotimpánica, aunque otros no han observado la existencia de dicha fisura durante el periodo fetal estudiado ya que ésta se formará cuando el tegmen tympani descienda entre el hueso timpánico y la escama del temporal para constituir las fisuras petroescamosa y petrotimpánica (Couly y Hureau, 1976; Mérida y cols., 1990; Rodríguez y cols., 1992; Ögütçen-Toller, 1995). Siendo por ello que estos autores definen que el paso de las estructuras que unen las regiones retroarticular y ótica durante el periodo fetal estudiado, se realiza a través de la fisura timpanoescamosa.

Por debajo del cartílago de Meckel queda el hueso gonial, que dará lugar a la apófisis anterior del martillo (Rodríguez y cols., 1991).

En el adulto, las fibras temporomeniscales de la cápsula articular se insertan en el labio anterior de la fisura de Glaser (fisura timpanoescamosa y petroescamosa). En la zona posteromedial, Pinto (1962) describió un pequeño ligamento (tiny ligament) que conectaba el martillo del oído medio con la porción posterosuperior de la cápsula y disco de la ATM. Esta estructura corresponde al ligamento discomaleolar.

En la denominación del ligamento discomaleolar no hay consenso entre los autores, siendo "banda discomaleolar" para Rees (1954), "tiny ligament" para Pinto (1962), "ligamento discomaleolar" para Coleman (1970), "fascículo medio e inferior del ligamento anterior del martillo" para Toledo Filho y cols. (1985), "lámina intermedia" para Smeele (1988) o "porción articular del ligamento anterior del martillo" para Cesarini (1991).

El ligamento discomaleolar, por reforzar la porción posterosuperior de la cápsula y tener un desarrollo claro y definido ha sido considerado como ligamento intrínseco de la ATM (Mérida y cols., 1997; Rodríguez y cols., 1998; Mérida y cols., 2007).

La región posterior de la ATM, como ya hemos señalado, se localiza en la encrucijada otoarticular durante el desarrollo, de ahí que sea una zona de gran interés embriológico. Nosotros pretendemos hacer un estudio morfodescriptivo del desarrollo de esta región, haciendo especial hincapié en aquellos detalles que pueden tener interés funcional.

Relaciones anatómicas de los elementos retrocapsulares

Siguiendo la descripción morfológica de la zona retrocapsular mandibular de algunos autores (Zenker, 1956; Rodríguez y cols., 1999; Mérida y cols., 2007), el espacio retrocapsular es considerado una encrucijada anatómica limitada dorsalmente por el hueso timpánico del temporal y ventralmente por la cápsula articular temporomandibular.

Caudalmente mantendrá relaciones con el polo superior de la glándula parótida, de modo que algunos autores describen en sus estudios conexiones entre fibras del área retrodiscal y la cápsula de la glándula parótida, aunque sin poder afirmar que dichas fibras penetren entre los lóbulos de ésta (Zenker, 1956; Kino y cols., 1993; Scapino, 1991).

Dorsal a la zona bilaminar, diferentes autores describen un plexo venoso que drena a la vena retromandibular (DuBrul, 1990; Wilkinson y Crowley, 1994). Este plexo venoso está descrito por Zenker (1956) y otros autores le atribuyen funcionalmente la amortiguación sonora de los ruidos articulares que pudieran transmitirse al oído durante la dinámica articular (Wish-Bartz y cols., 1993). Para Bade y cols. (1994), el plexo venoso retrocapsular actuaría como amortiguador hidráulico en el control del movimiento incurso de retorno del cóndilo y disco a la fosa mandibular. Findlay (1964) incluso registra las presiones de la zona bilaminar durante la dinámica mandibular encontrando para cada ATM valores negativos durante la apertura bucal, la protrusión o el movimiento de lateralidad mandibular hacia el lado contralateral, así como valores positivos durante los movimientos de cierre, retrusivos o de lateralidad mandibular ipsilateral.

Los elementos arteriales del espacio retrodiscal dependen fundamentalmente de la arteria timpánica anterior, clásicamente descrita como rama de la arteria maxilar (Testut y Latarjet, 1980; Lang, 1995). Combelles y Becue (1970) afirman que en ciertos casos la arteria timpánica anterior no es rama de la arteria maxilar. Así, Mérida y cols. (1997) observan en su estudio, basado en 36 disecciones, como en 31 casos dicha arteria procede de la arteria maxilar, sin embargo en otros cinco lo hace de la arteria temporal superficial. Estos autores describen que la arteria timpánica anterior cruza el espacio retrocapsular y se divide en dos grupos de ramas. Uno es anterior y contribuye a la vascularización del segmento posterior de la ATM y de su plexo subsinovial (Sharry, 1977; Piette y

Lametschwandtner, 1995) siendo así la principal fuente de líquido sinovial. Las ramitas del grupo posterior como describen algunos libros de texto, se encargan de irrigar el conducto auditivo externo (Testut y Latarjet, 1980; Williams y Warwick, 1985). Las ramas mediales de este grupo posterior se relacionan con el ligamento discomaleolar, que como lámina portavasos las guía a través de la fisura petrotimpánica al oído medio (Mérida y cols., 1997).

El nervio auriculotemporal discurre primero sobre la cara medial y a continuación en relación con la cara posterior del cuello mandibular, craneal a la arteria maxilar, donde emite ramos nerviosos distribuidos en el espesor del área retrocapsular (Hromada y Kràlove, 1960; Thilander, 1961). El nervio auriculotemporal en su recorrido lateral alcanza la glándula parótida.

Inervación de la ATM

Como en todo complejo biomecánico, el aparato estomatognático realiza sus funciones de manera armoniosa y eficaz gracias a la continua modulación del sistema neuromuscular sobre la acción motora de la musculatura masticatoria. Es aquí donde la inervación aferente de cada uno de los componentes del aparato estomatognático tiene gran importancia como continua fuente de información de su estado espacial tanto estático como dinámico.

La inervación aferente de la ATM depende de ramas del nervio mandibular, a su vez rama del quinto par craneal. La cara medial, posterior y lateral del articulación corre a cargo del nervio auriculotemporal, la cara anteromedial del nervio maseterino y inconstantemente la cara anterolateral del nervio temporal profundo posterior (Hromada y Kràlove 1960; Thilander 1961; Schmid 1969; Mc Kay y Yemm 1992; Schmidt y cols., 1998).

Por otro lado, la ATM recibe inervación del sistema nervioso autónomo vehiculizada por el nervio auriculotemporal y el plexo de la arteria temporal superficial (McKay y Yemm, 1992) procedentes del ganglio cervical superior (Widenfalk y Wiberg, 1990). Estas fibras nerviosas están involucradas en el control vasomotor implicado en el equilibrio del fluido sinovial.

El nervio auriculotemporal también lleva fibras secretoras parasimpáticas originadas en el núcleo salival inferior del glosofaríngeo y que por sus ramas, como nervio timpánico primero y a continuación como nervio petroso superficial menor acceden al ganglio ótico de donde parten fibras postganglionares ya con el nervio auriculotemporal y las cuales por los ramos parotídeos alcanzan el plexo parotídeo del nervio facial con el que se anastomosan e inervan la glándula parótida (Hromada y Kràlove, 1960; Orts Llorca, 1986).

La ATM está profusamente inervada por fibras sensitivas (Kido y cols., 1995), ya sea su modalidad nociceptiva a través del estímulo de terminaciones libres o propioceptiva a través de mecanorreceptores (Clark y Wyke, 1974). Esta información aferente es importante para la modulación motora de la musculatura masticatoria durante la dinámica mandibular armoniosa que rige la eficaz funcionalidad del aparato estomatognático (Klineberg, 1980).

En la revisión bibliográfica encontramos discrepancias entre los resultados obtenidos por diferentes autores al describir la inervación de la articulación. Describen mecanorreceptores autores como Bernick (1962), Thilander (1964), Franks (1964), Greenfield y Wycke (1964 y 1966), Kawamura y Majima (1964), Kawamura y cols. (1967), Wycke (1967 y 1977), Klineberg y cols. (1970a y b, 1971), Klineberg (1971 y 1980), Clark y Wyke (1974), Johansson y cols. (1986), Zimny (1988), Wink (1992), Tahmasebi-Sarvestani y cols. (1996), y Ramieri y cols. (1996), mientras que otros sólo

distinguen terminaciones libres aunque dejan una puerta abierta al considerarlos receptores polimodales como Frommer y Monroe (1966) o Dressen y cols. (1990). Kido y cols. (1995), Dixon (1962), Morani y cols. (1994) e Ichikawa y cols. (1990) no observan terminaciones encapsuladas en sus respectivas investigaciones.

Nosotros pretendemos estudiar la inervación de la región retroarticular, ya que como han señalado la mayoría de los autores, la inervación parece mayor en la región posterolateral de la ATM (Dressen y cols., 1990). Para nuestro estudio utilizaremos marcadores de fibra nerviosa (antiNF-200) y marcadores de derivados neuroectodémicos (HNK-1)

Ciclo fisiológico del Aparato Estomatognático

Alonso y cols. (1999) consideran que "el sistema gnático" debe comportarse durante la masticación como una palanca de clase III. Las palancas se clasifican de clase I, II, y III según la localización del punto de aplicación de la fuerza, de la resistencia y del fulcrum. La palanca es un dispositivo muy empleado en la biomecánica del sistema locomotor. En la palanca de clase III el fulcro se encuentra en un extremo, la fuerza de resistencia en otro, y la fuerza de esfuerzo entre ambos. La función masticatoria con un brazo de esfuerzo corto tiene la aplicación de la potencia en la musculatura masticatoria, representada principalmente por la cincha pterigomasetérica, próxima a la ATM que actuará de fulcrum, mientras que la resistencia se configura con el bolo alimentario entre las arcadas dentarias. Así, los músculos masticatorios no necesitan alargarse mucho para obtener una amplia apertura bucal.

La completa interposición del disco articular entre las superficies articulares del hueso temporal y el cóndilo mandibular dividen a la ATM en dos espacios articulares con comportamiento biomecánico diferente en cada

uno. El espacio articular inferior o sistema articular condilodiscal presenta una fuerte unión entre el disco articular y el cóndilo mandibular a través de los ligamentos laterales de ambas articulaciones, lo que permitirá como único movimiento fisiológico la rotación mandibular sin translación. El espacio articular superior o temporodiscal muestra durante la dinámica mandibular un movimiento de deslizamiento y translación del complejo cóndilo-disco sobre la superficie articular del hueso temporal en gran parte debido a que el disco no está tan fuertemente fijado al temporal como al cóndilo mandibular.

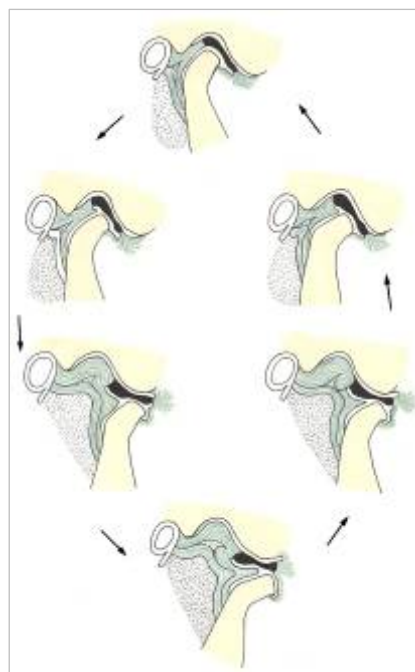
El aparato estomatognático queda integrado por las siguientes estructuras anatomofuncionales interdependientes: las articulaciones temporo-mandibulares, la articulación interdentaria entre ambas arcadas dentarias, la articulación alveolodentaria, los tejidos blandos y anejos asociados (lengua, mejilla, labios y glándulas salivales...) y el sistema neuromuscular. Todos los componentes del aparato estomatognático, localizados en la región craneocervicofacial, deben integrarse armónicamente durante su función. Las principales funciones de las que es responsable directo el aparato estomatognático son la masticación, la deglución y la fonación. Estas funciones quedan reguladas y moduladas a través del componente neurosensorial, tanto sensibilidad exteroceptiva como propioceptiva o profunda consciente e inconsciente.

En el ciclo fisiológico craneomandibular los propioceptores, localizados en ligamento periodontal, mucosa del paladar duro, periostio de la cortical ósea y distribuidos en la ATM, emiten información aferente al núcleo sensitivo del nervio trigémino en función de la cual y por las proyecciones al núcleo motor del quinto par craneal se produce una respuesta motora modulando el tono y actividad muscular acorde con el estado o actividad necesaria para la homeostasis de aparato estomatognático. Esta nueva actividad muscular generada provocará otra estimulación de los propioceptores cerrándose así el ciclo fisiológico (Kornfeld, 1972). En el caso de estar ausentes los

propioceptores periodontales, como se da en la edentación, desaparece la fina regulación que aportaban estos receptores, ya sea durante la masticación, la deglución o cualquier movimiento mandibular bordeante contactante. El sujeto dependerá en mayor medida de los restantes receptores neurosensoriales, incluidos los de la ATM.

Otra situación, ya no por la falta de propioceptores periodontales dada en la desdentación, es la padecida en el contexto de la disfunción craneomandibular, en la que una dinámica mandibular con un tono y actividad muscular alterados generan un desequilibrio en la homeostasis del aparato estomatognático el cual se reflejará predominantemente en alguno de sus componentes principales, bien oclusal, periodontal, articular o muscular. Las alteraciones producidas en la disfunción craneomandibular, ya sean en la relación interdentaria, en sus tejidos de soporte o la propia ATM pueden tener un carácter agudo o crónico transmitiéndose la información recogida por receptores sensoriales bien al córtex cerebral o al núcleo sensitivo del nervio trigémino para desde ahí proyectar a través del núcleo motor del trigémino bien un reflejo de defensa o uno de adaptación mediante otra respuesta motora que intenta, y no siempre lo consigue, compensar la disfunción craneomandibular (Pozo y cols., 2004). La información aferente que procede de la ATM sobrecargada es fundamental para modular esa respuesta muscular con el objetivo de compensar clínicamente y no continuar lesionando los diferentes componentes del aparato estomatognático.

El conocimiento del fisiologismo de la ATM,



Ciclo en el movimiento condilo-discal funcional durante la apertura y cierre mandibular máxima. Según Rees, 1954 (modificado por Williams y Warwick, 1985).

basado en su morfología, es fundamental, para entender en algunas ocasiones la patología que acaece en esta compleja articulación.

Justificación

En gran medida las controversias suscitadas en el estudio de la región posterior de la cápsula y del espacio retroarticular de la ATM viene dado por el desacuerdo terminológico de esta región (Friedman, 1988; Loughner y cols., 1997).

La zona bilaminar del disco de la ATM y sus componentes son denominados por cada autor de manera distinta, aunque sinónimos conceptualmente, colaboran en el confusionismo que existe a la hora de estudiar esta región anatómica. Así, el estrato superior de la zona bilaminar de Rees, coincide con la lámina superior de Zenker, o el freno meniscal posterosuperior de Paturet o de Sappey.

Por otro lado, la definición del elemento que define la cápsula posterior y por tanto que limita lo intra- de lo extracapsular también es descrito sin consenso en los distintos trabajos de investigación publicados. La discrepancia viene dada entre las descripciones clásicas de la ATM (Paturet, 1951; Williams y Warwick, 1985), en las que la cápsula articular se localiza dorsal a la zona bilaminar existiendo entre ellas un espacio intracapsular ocupado por tejido conjuntivo laxo. Otras descripciones morfológicas (Zenker, 1956; Schmolke, 1994; Rodríguez y cols., 1999; Mérida y cols., 2007) consideran la zona bilaminar como el elemento capsular posterior de la articulación, siendo retrocapsular todo lo que quede dorsal a ella.

Actualmente se editan libros de texto (Bumann y Lotzmann, 2000; Agur y Dalley, 2007; Okeson, 2008) que siguen la concepción morfológica clásica de la ATM descrita por Paturet (1951).

Tanto por las controvertidas descripciones de la disposición capsular en la región posterior de la ATM como la de algunos de sus elementos, verbigracia, el ligamento discomaleolar, la de sus relaciones anatómicas y la inervación de los mismos nos conducen a intentar aclarar las mencionadas controversias mediante el presente estudio. Los objetivos marcados en este trabajo se resumen en definir la región capsular posterior de la ATM, las estructuras retrocapsulares, sus relaciones anatómicas así como la inervación de esta zona. Para alcanzar estos objetivos se analizará el desarrollo de esta región en especímenes humanos de 7 a 17 semanas de desarrollo. Por otra parte se estudiará histológicamente la cápsula posterior y la zona retroarticular de especímenes humanos adultos.

HIPOTESIS

Creemos que analizando el desarrollo y morfología de esta zona de la articulación podemos aclarar algunos aspectos importantes para sistematizar los elementos de esta intrincada zona. Parece claro que para obtener un diagnóstico preciso y un tratamiento adecuado para los trastornos de la ATM, es necesario tener un conocimiento morfológico, funcional y del desarrollo de esta articulación.

Por otro lado, mediante disecciones en adultos estudiaremos esta región con técnicas histológicas convencionales (hematoxilina – eosina; orceina), así como con técnicas inmunohistoquímicas con antiNF- 200 y NHK-1 (Leu-7), tratando de poner de manifiesto estructuras nerviosas. De esta manera trataremos de aclarar la morfología de los elementos que conforman esta importante región.

OBJETIVOS

1. Describir el desarrollo de la región posterior de la ATM y del tejido retroarticular.
2. Estudiar la morfología del segmento posterior de la articulación y las estructuras que se encuentran en la región retroarticular en adultos.
3. Aclarar la terminología en cuanto a los elementos que constituyen la región posterior de la cápsula articular y los elementos anatómicos que topográficamente se localizan en la región retroarticular.
4. Aclarar la disposición de la región posterior de la cápsula articular y sus relaciones con el disco articular, así como de los elementos anatómicos de la región retroarticular en el adulto.

MATERIAL Y MÉTODOS

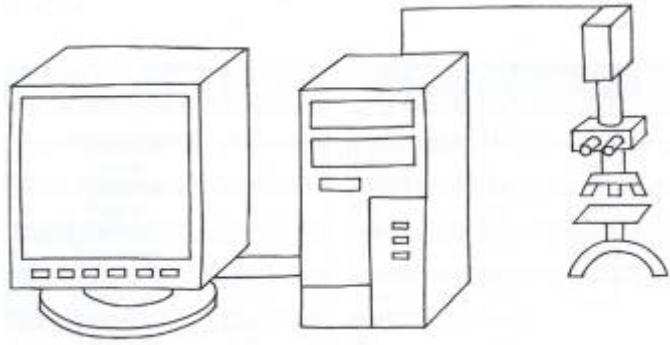
1.- Desarrollo de la región posterior de la cápsula y tejidos retrodiscales de la ATM.

Se han estudiado cinco embriones humanos cuya longitud vertex-coccix abarca entre los 26 y los 30 mm., correspondientes al estadio 22 y 23 de O´Rahilly (7-8 semanas de desarrollo), y 55 fetos humanos cuya longitud vertex-coccix están comprendidos entre 35 y 150 mm. (9 y 17 semanas de desarrollo).

Los especímenes estudiados pertenecen a la Colección del Instituto de Embriología de la Universidad Complutense de Madrid. Todos los especímenes fueron fijados en formol neutro al 10%; seguidamente se deshidrataron con alcohol a concentraciones crecientes aclarando en unos casos con benzoato de metilo y benceno (especimen GI- 4) y con butanol (el resto) e incluidos posteriormente en parafina según la técnica de Peterfi. Posteriormente se les realizaron cortes seriados en grosores de entre 10 y 25 micras en los tres planos del espacio. Los fetos de más de 45 milímetros fueron decalcificados en una solución de ácido tricloracético al 5% disuelta en formol neutro al 15%. El tiempo de decalcificación varía según el tamaño del espécimen, oscilando entre cinco días para los menores y un mes para los mayores. Las secciones fueron teñidas con diferentes técnicas (hematoxilina- eosina, azan, tricrómico de Masson, método en bloque de Bielchowsky) según el proceder de McManus y Mowry (1968). El estudio

morfológico se realizó con un microscopio Nikon Eclipse DXM 1200 acoplado a un PC Pentium IV.

El plano de sección, la longitud vertex-cóccix, y el periodo del desarrollo (O'Rahilly y Müller, 1987, 1996) se exponen en las tablas I (embriones) y II (fetos).



Para la tinción con hematoxilina - eosina se procedió como sigue:

1. Desparafinar en xilol de 12 a 15 minutos
2. Hidratar con serie decreciente de alcoholes
3. Lavar con agua corriente
4. Desparafinar en xilol de 12 a 15 minutos
5. Hidratar con serie decreciente de alcoholes
6. Lavar con agua corriente
7. Hematoxilina de Harris 10- 15 minutos
8. Lavar con agua destilada hasta virar
9. Eosina al 1 % durante 2 minutos
10. Deshidratar
11. Carboxilol 10 minutos
12. Xilol 10 minutos
13. Montaje en bálsamo

Técnica de tinción de Azán

1. Desparafinar con xilol
2. Hidratar y lavar
3. Azocarmín de 20 a 30 minutos a 60° centígrados
4. Lavado en agua
5. Diferenciación en alcohol - anilina al 0,1% (anilina en alcohol de 90°)

30 ■ MATERIAL Y MÉTODOS

6. Acido acético al 1% en alcohol de 96° de 2 a 3 minutos
7. Acido fosfotúngstico al 5% de 5 a 10 minutos
8. Lavar en agua
9. Tinción en ácido acético azul, anilina naranja de 20 a 30 minutos
10. Lavado en agua
11. Deshidratar
12. Carboxilol 10 minutos
13. Xilol 10 minutos
14. Montaje en bálsamo.

Solución de azocarmín: disolver por cada 100cc. de agua destilada 0,1 gramo de azocarmín G. Hervir la solución. Dejar enfriar, filtrar, añadir 1 cc. de ácido acético por cada 100cc.

Solución de azul de anilina naranja: en 100 cc de agua destilada se disuelven 0,5 gr de azul de anilina soluble en agua y 2 gr de naranja G. Posteriormente se agregan 8 cc. de acetato, haciendo ebullición la totalidad. Luego de un enfriamiento lento se filtra la solución. Para teñir se mezclará la solución anterior con agua destilada, en relación de 1:1 hasta 2:3.

Método de Masson:

1. Desparafinar
2. Serie decreciente de alcoholes
3. Lavar con agua
4. Hematoxilina férrica, 3 minutos
5. Lavado en agua
6. Solución al 0,5% del clorhídrico en alcohol de 70%
7. Lavar en agua corriente y aclarar en agua destilada
8. Ponceau 2R al 1 % en ácido acético al 1%. Se mezclan dos partes de la primera solución y una de la segunda. (7 minutos)
9. Agua destilada
10. Acido fosfomolibdico al 1% durante 5 minutos

31 ■ MATERIAL Y MÉTODOS

11. Agua destilada
12. Azul de anilina 3 minutos
13. Lavado en ácido acético al 1% teniéndolos al menos 1 minuto.
14. Deshidratación
15. Carboxilol 10 minutos
16. Xilol 10 minutos
17. Montaje

Método en bloque de Bielchowski:

1. Fijación en formol neutro de Creta, de una semana a un mes
2. Piridina al 50% en agua destilada, 3 a 4 días
3. Lavado en agua corriente de 12 a 24 horas
4. Lavado en agua destilada renovándola varias veces de 12 a 24 horas
5. Nitrato de plata al 3% a 36° de 3 a 5 días
6. Lavado en agua destilada (pase rápido)
7. Plata amoniacal, 24 horas

Preparación de la plata amoniacal: 10cc de nitrato de plata al 10% en una probeta, añadir 5 gotas de sosa muy pura al 40% (sosa en barras). Añadir amoniaco gota a gota hasta que desaparece el precipitado y completar con agua destilada hasta 100cc.

8. Lavado en agua destilada cambiándola frecuentemente de 1 a 2 horas
9. Reducción en formol neutro al 10%, de 10 a 12 horas
10. Lavado en agua destilada
11. Inclusión rápida en parafina
12. Cortar
13. Desparafinar y montar

2.- Material adulto

Se han utilizado seis cadáveres de edades comprendidas entre 70 y 80 años. Ningún espécimen padeció en vida patología de la ATM. Todos los casos fueron disecados en fresco bilateralmente mediante el siguiente proceder:

1. Se resecó la piel de la región de la mejilla.
2. Se disecó el plano superficial y tras extirpar la glándula parótida y su conducto de drenaje, se resecaron las ramas extraparotideas del nervio facial.
3. De esta forma accedimos al plano del músculo masetero y la ATM.
4. Se realizó la osteotomía del cóndilo mandibular y de la eminencia articular del temporal para facilitar de esta forma el acceso al disco articular y la región retroarticular (Mérida y cols., 1993).
5. Obtenidas las piezas anatómicas a estudiar, consistentes en el disco articular, cápsula articular asociada y tejido retroarticular anexo, se fijaron en formol neutro al 15% durante siete días, decalcificadas en ácido tricloroacético al 5% durante ocho meses, renovándolo cada mes. El proceso de laboratorio continuó lavando las muestras en agua destilada, deshidratándolas en serie de alcohol creciente, aclarado en butanol, inclusión en bloque de parafina y realización de cortes seriados.
6. Posteriormente se practicó las técnicas histológicas descritas a continuación.

El tejido extirpado era de articulaciones sin alteraciones macroscópicas significativas siguiendo los criterios de Scapino (1983):

- superficies articulares lisas
- banda posterior sobre la cúspide del cóndilo mandibular

- morfología del disco articular bicóncavo, sin perforaciones ni hendiduras
- estado oclusal de las arcadas dentarias en máxima intercuspidad, tanto en sujetos total o parcialmente dentados
- ninguna muestra articular mostró desplazamiento discal ni signos de disfunción craneomandibular

2A. Estudio inmunohistoquímico:

Los anticuerpos empleados han sido:

- Anticuerpo monoclonal contra neurofilamento de peso molecular de 200 kd, desarrollado en ratón: anti NF- 200, clon NE 14 (Sigma, USA). Dilución 1/150
- Anticuerpo contra IgG de ratón PAP conjugado desarrollado en cabra (Sigma, USA). Dilución 1/200
- Anticuerpo monoclonal NHK-1 (Leu-7;CD-57) (Chemicon)
- Anticuerpo contra IGM de ratón conjugado con PAP (Chemicon)

El anticuerpo primario anti NF-200 es un marcador para fibras nerviosas (Triviño y cols., 2002). El anticuerpo primario NHK-1 es un marcador de tejido neuroectodérmico.

El protocolo seguido en el método de inmunohistoquímica fue:

1. Desparafinado
2. Lavado en suero fosfato salino tamponado (PBS) (2 pasos en 15 minutos)
3. Bloqueo de la peroxidasa (2- 3 horas)
4. Lavado en PBS (2 lavados de 30 minutos)
5. Eliminación de la señal de fondo incubando en suero normal de cabra (NGS, Sigma; USA) al 10% y 0,2% de TX- 100 (Merck, Germany) diluido en PBS a temperatura ambiente durante 24 horas
6. Incubación en Ac primario durante 48 horas a 4º centígrados. Diluyente del suero PBS con 1% de NGS y 0,2% de TX-100

7. Incubación en Ac. secundario durante 72 horas
8. Lavado con PBS (2 veces durante 3 horas)
9. Revelado con diaminobencina DAB
10. Lavado con PBS
11. Deshidratar y montar

Finalmente, se realizaron los correspondientes controles negativos eliminando la primera capa (antiNF-200) que era sustituido por suero PBS con un 1% de NGS y 0,2% de TX-100, para demostrar que el anticuerpo secundario se une solamente a su correspondiente anticuerpo primario.

2B. Estudio histológico convencional:

Algunas secciones de las piezas estudiadas se procesaron con hematoxilina y eosina (descrita anteriormente) y con coloración para fibras elásticas con orceína según la técnica de Fränkel (Técnica Histológica, Burch, 1965), cuyo modo de operar fue: los cortes desparafinados se sacan del alcohol absoluto, luego de 96° y finalmente del alcohol al 70% para ser llevados a:

1. Orceina durante 24 horas
2. Diferenciar en alcohol al 80%
3. Solución de picrocarmín de índigo (1 minuto).
4. Lavado con ácido acético al 3,5% (2 minutos)
5. Serie creciente de alcoholes
6. Montar

Otras preparaciones se han teñido con la Técnica de Gallego cuyo proceder es el siguiente:

1. Desparafinar e hidratar
2. Formol ferronítrico (5 minutos)
3. Lavar con agua

35 ■ MATERIAL Y MÉTODOS

4. Teñir con reactivo de Gallego
5. Lavar con agua
6. Formol ferronítrico (5-10 minutos)
7. Lavar con agua
8. Teñir con picrocarmín de Índigo (10 minutos)
9. Lavar con agua hasta que vire
10. Deshidratar y montar

TABLA I (EMBRIONES)

<i>EMBRIÓN</i>	<i>V.C. (mm.)</i>	<i>PLANO DE SECCIÓN</i>	<i>ESTADIO DE O'RAHILLY</i>	<i>SEMANA DEL DESARROLLO</i>
Pt-10	26	Frontal	22	7
GI-4	26,5	Frontal	22	7
Br-4	28	Frontal	23	8
Ca 2	29	Transversal	23	8
LR-7	30	Transversal	23	8

TABLA II (FETOS)

<i>FETOS</i>	<i>LONG. V.C.</i>	<i>PLANO DE SECCIÓN</i>	<i>SEMANA DE DESARROLLO</i>
Fe-21	35	Transversal	9
Me-1	37	Frontal	9
OI	38	Frontal	9
OY-2	38	Sagital	9
JR-3	43	Frontal	10
OC	43	Frontal	10
BE	47	Sagital	10
Be-503	48	Frontal	10
PT-7	51	Sagital	10
Ca-6	52	Frontal	11
JR-1	55	Frontal	11
JP-1	56	Transversal	11
Mu-1	58	Transversal	11
Be-101	65	Frontal	11
R-11	69	Transversal	12
Be113	70	Frontal	12
Bu-14	72	Transversal	12
Mu-11	72	Transversal	12
HL 30	74	Transversal	12
JR-8	75	Frontal	12
PT-12	75	Frontal	12
JR-6	80	Frontal	12
Be-516	82	Sagital	13
Cr-2	83	Transversal	13
HL-31	83	Frontal	13
B-107	84	Transversal	13
HL-32	84	Transversal	13
LR-1	84	Transversal	13
Bu-23	85	Transversal	13
B-250	86	Transversal	13
J1	86	Sagital	13
Cr-1	87	Transversal	13
Cer 61	90	Transversal	13
Sa-14	91	Transversal	13
Ca-11	92	Sagital	13
Bu-18	93	Transversal	13
B-207	93	Frontal	13
Cu-1	100	Sagital	14
HC-1	100	Transversal	14
Ca-8	101	Transversal	14
Be 1010	103	Transversal	14
J-4	103	Sagital	14
Be 502	105	Transversal	14
St 8	105	Transversal	14
NO 10	106	Transversal	14
Bu 007	107	Frontal	14
Cer-85	110	Sagital	14
B62	113	Frontal	14
Ce-2	115	Transversal	15
B-29	116	Transversal	15
B3	120	Transversal	15
R-6	125	Transversal	15
Cu-2	137	Frontal	16
Esc-3	140	Transversal	16
B-28	150	Transversal	17

RESULTADOS

A. Análisis de la ontogenia de la región posterior de la ATM

Periodo Embrionario:

Séptima semana:

Al final del periodo embrionario se observa en la parte dorsal de la región articular temporomandibular, entre el esbozo de la escama del temporal y el cartílago de Meckel, una condensación mesenquimal, para nosotros corresponde al blastema condilar. Caudal al cartílago de Meckel se observan los esbozos del hueso gonial y del hueso timpánico, ambos tienen osificación intramembranosa. El blastema condilar se extiende lateral al cartílago de Meckel. El blastema condilar se relaciona con una condensación mesenquimal que constituye el esbozo del ligamento discomaleolar. En su disposición se relaciona con los esbozos de los huesos timpánico y gonial.

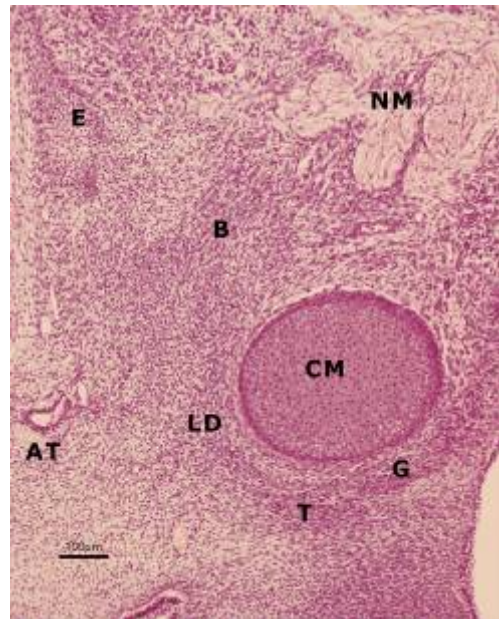


Fig. 1.- Embrión humano Gi4. 26,5 mm. VC. Entre el esbozo de la escama del temporal (E) y el cartílago del Meckel (CM) se observa el blastema condilar (B) extendiéndose lateralmente mediante una condensación mesenquimal que corresponde al ligamento discomaleolar.

Craneal y medial al blastema condilar se observan las ramas del nervio mandibular, mientras que lateral al blastema condilar se observa la arteria temporal superficial (Fig. 1).

Algunas micras en dirección ventral, se observa la inserción del músculo pterigoideo lateral en el blastema condilar. Entre el blastema condilar y el cartílago de Meckel, discurre el nervio auriculotemporal. El nervio tempromaseterino se localiza entre el músculo pterigoideo lateral y el músculo temporal, mientras que el nervio temporobucal se dispone entre los fascículos del músculo pterigoideo lateral, ocupando el futuro espacio intrapterigoideo (Fig. 2)

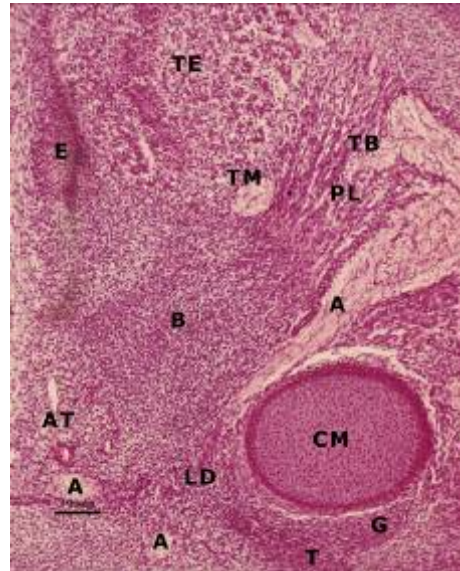


Fig. 2.- Embrión humano Gi4; 26,5 mm VC. El músculo pterigoideo lateral (PL) se inserta en el blastema condilar (B).

Octava semana:

Durante esta semana aparece el esbozo de vasos, que se relacionan lateralmente con el ligamento discomaleolar (Figs. 3 y 4).

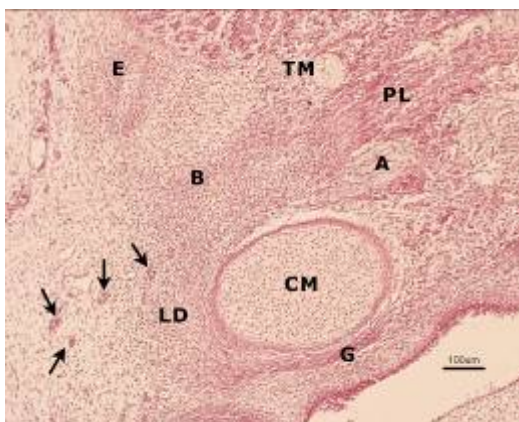


Fig. 3.- Embrión humano Ca-2 29 mm VC. Lateral al ligamento discomaleolar (LD) aparecen vasos arteriales (flechas).

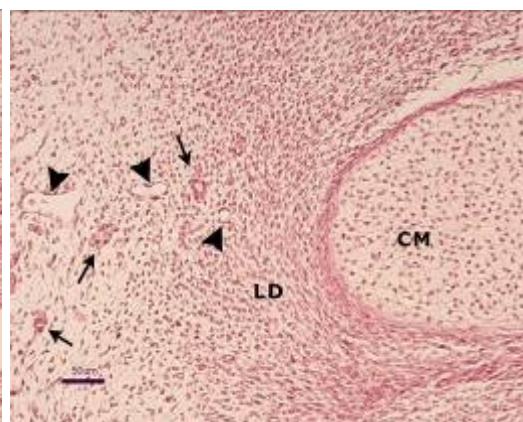


Fig. 4.- Aumento de la figura 3. Junto con los vasos arteriales (flechas) aparecen vasos venosos (cabeza de flechas).

Medial al ligamento discomaleolar se observan ramas procedentes del nervio mandibular (Figs. 5, 6 y 7).

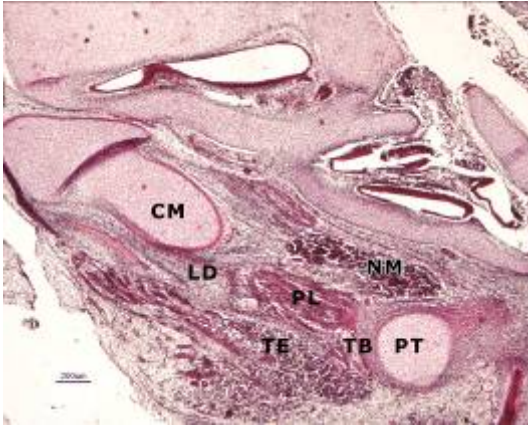


Fig. 5.- Embrión humano LR-7, 30 mm VC. Corte transversal. Medial al músculo pterigoideo lateral (PL) se observa el nervio mandibular con el ganglio ótico anexo (NM).

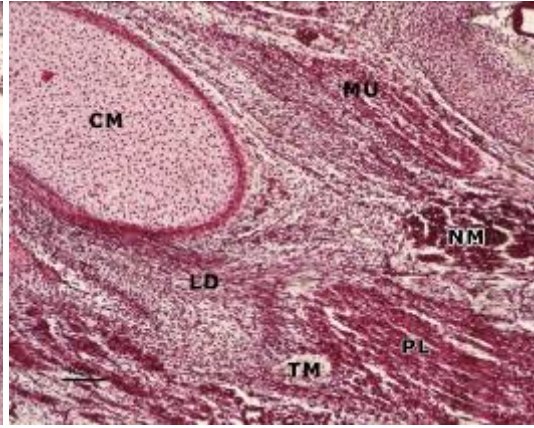


Fig. 6.- Dorsal al nervio mandibular (NM) se observa el músculo del martillo (MU).

Periodo Fetal:

Novena semana:

Las observaciones del periodo embrionario son más evidentes durante el inicio del periodo fetal. De este modo, observamos ramas procedentes del nervio mandibular dispuestas entre el cartílago de Meckel y el esbozo del ligamento

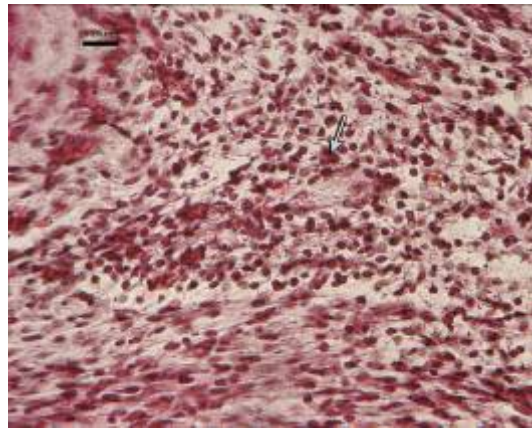


Fig. 7.- Aumento de la figura 6. Nervio (flecha).

discomaleolar. Estas ramas nerviosas van acompañadas de un vaso procedente de la arteria meníngea menor (Figs. 8, 9, 10 y 11).



Fig. 8.- Feto humano Fe, 35 mm VC. Corte frontal. El ligamento discomaleolar (LD) se relaciona con el cartílago de Meckel (CM).

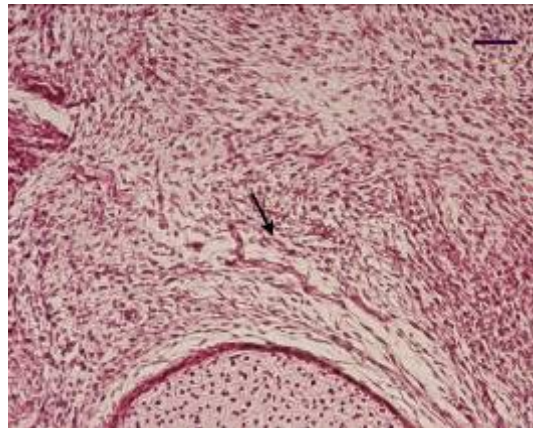


Fig. 9.- Aumento figura 8. Rama procedente del nervio mandibular (flecha).

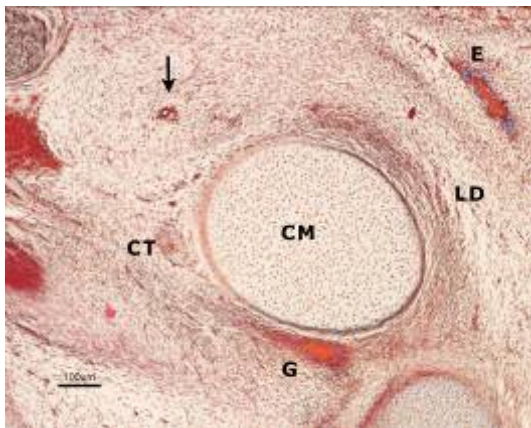


Fig. 10.- Feto humano Me-1, 37 mm. VC. Corte frontal. Ramos procedentes del nervio mandibular y de la arteria meníngea menor (flecha) se dirigen hacia el ligamento discomaleolar (LD).

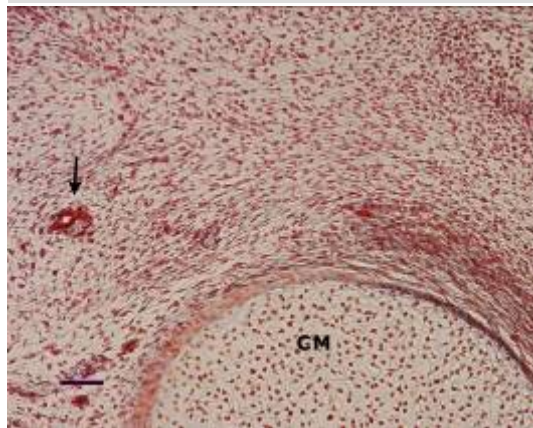


Fig. 11.- Aumento de la figura 10. Vaso y nervio procedente de la arteria meníngea menor y del nervio mandibular (flecha).

El proceso de osificación intramembranosa de la escama del temporal, del hueso gonial y del hueso timpánico ha comenzado, así ahora podemos delimitar la fisura tímpanoescamosa, que está ocupada por el cartílago de Meckel y el ligamento discomaleolar (Figs. 12 y 13).

Vasos procedentes de la arteria temporal superficial y ramas del nervio auriculotemporal se localizan laterales al ligamento discomaleolar (Figs. 12 y 13).

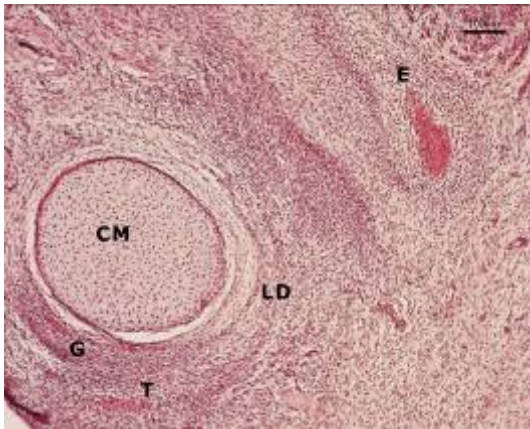


Fig. 12.- Feto humano Fe 35 mm VC. Corte frontal. El ligamento discomaleolar (LD) y el cartílago de Meckel (CM) ocupan la fisura timpanoescamosa.

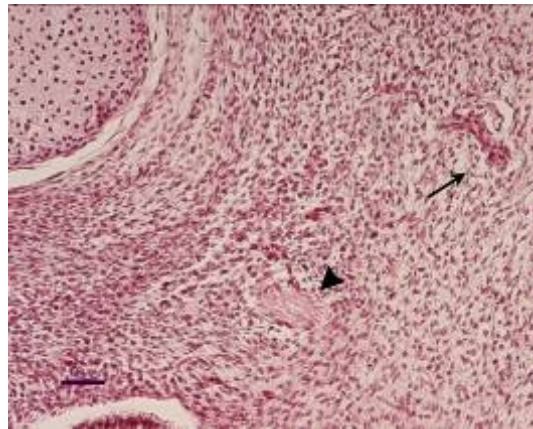


Fig. 13.- Aumento de la figura 12. Lateral al ligamento discomaleolar aparecen vasos (flecha) y nervios (cabeza de flecha).

Décima semana:

La amplia fisura timpanoescamosa está ocupada por el cartílago de Meckel, relacionado medialmente con el nervio cuerda del tímpano y caudalmente con el hueso gonial. Entre el cartílago de Meckel y la escama del temporal se observa la lámina superior del segmento posterior de la cápsula articular. Esta se encuentra reforzada medialmente por el ligamento discomaleolar (Fig. 14).



Fig. 14.- Feto humano Be 503, 48 mm VC. Corte frontal. La fisura timpanoescamosa se delimita entre la escama del temporal (E) y el hueso timpánico (T). Ramas de la arteria temporal superficial (flecha). Rama del nervio mandibular (cabeza de flecha).

Ramas procedentes del nervio mandibular y de la arteria meníngea menor se dirigen hacia esa región (Figs. 14, 15 y 16).

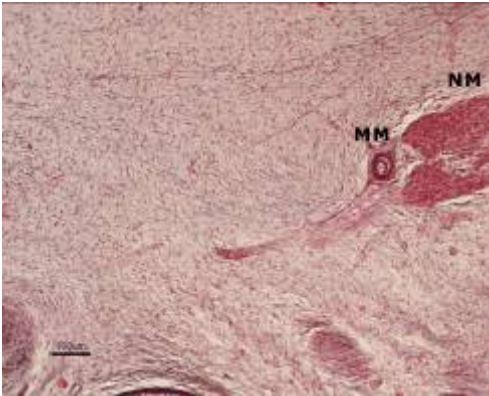


Fig. 15.- Feto humano Be 503, 48 mm VC. Corte frontal. Ramos procedentes del nervio mandibular (NM con el ganglio ótico) aparecen acompañados de ramos vasculares procedentes de la arteria meníngea menor.

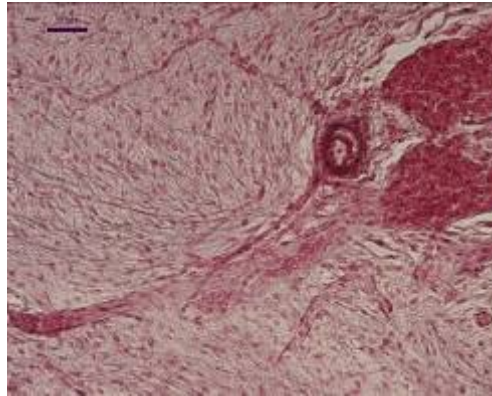


Fig. 16.- Aumento de la figura 15.

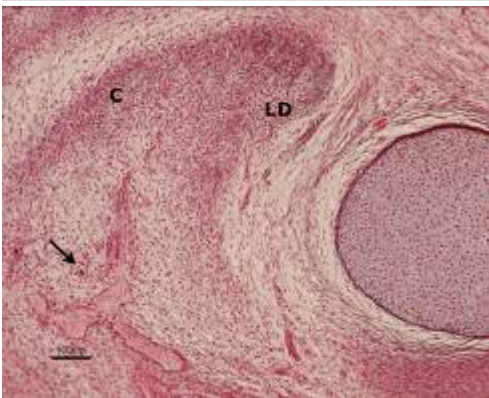


Fig. 17.- Feto humano Be503, 48 mm. VC. Corte frontal entre el esbozo capsular posterior y el ligamento discomaleolar aparecen vasos arteriales y venosos (flecha).

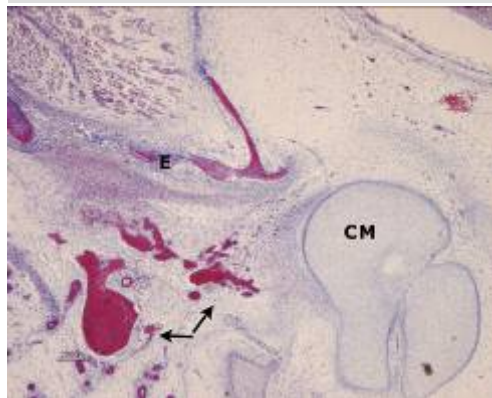


Fig. 18.- Feto humano Be, 47 mm. VC. Corte sagital. Abundantes lagunas venosas situadas en el espacio retroarticular lateral (flechas).

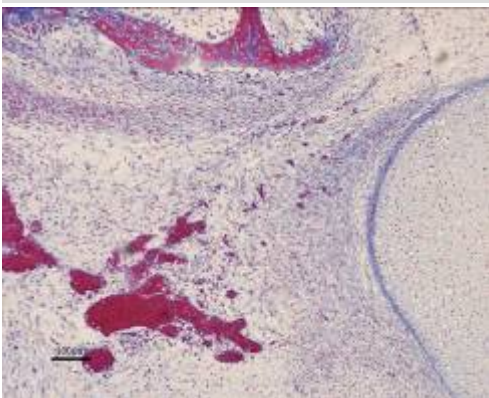


Fig. 19.- Aumento de la figura 18. Lagunas venosas del espacio retroarticular lateral.

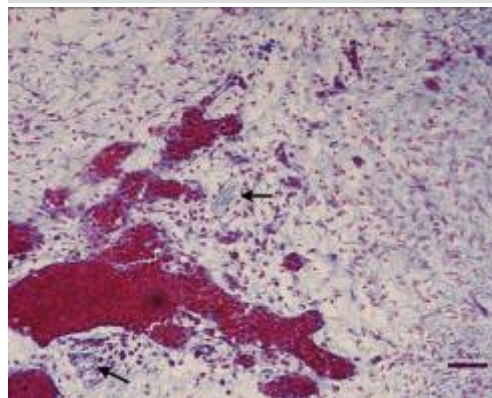


Fig. 20.- Aumento de la figura 18. Entre las lagunas venosas se observan ramas nerviosas del nervio auriculotemporal (flecha).

La lámina superior del segmento posterior de la cápsula articular y el ligamento discomaleolar adoptan una morfología en "V" acostada, entre cuyas ramas se observan vasos arteriales y venosos (Fig. 17). En cortes sagitales se observa en el espacio retroarticular lateral abundantes lagunas venosas con vasos arteriales y ramas nerviosas procedentes del nervio auriculotemporal (Figs. 18, 19 y 20).

Undécima y duodécima semana:

Durante este periodo se observa el inicio de la cavidad articular superior, dispuesta entre el disco articular y la escama del temporal (Fig. 21). Además durante este periodo se puede identificar la inserción del disco articular en el polo interno condilar, continuándose dorsalmente con el futuro ligamento discomaleolar, el cual alcanza la parte lateral del cartílago de Meckel (fig. 21). El disco articular está en continuidad con la lámina superior del segmento posterior de la cápsula articular en la zona de la fisura timponoescamosa (Fig. 22).

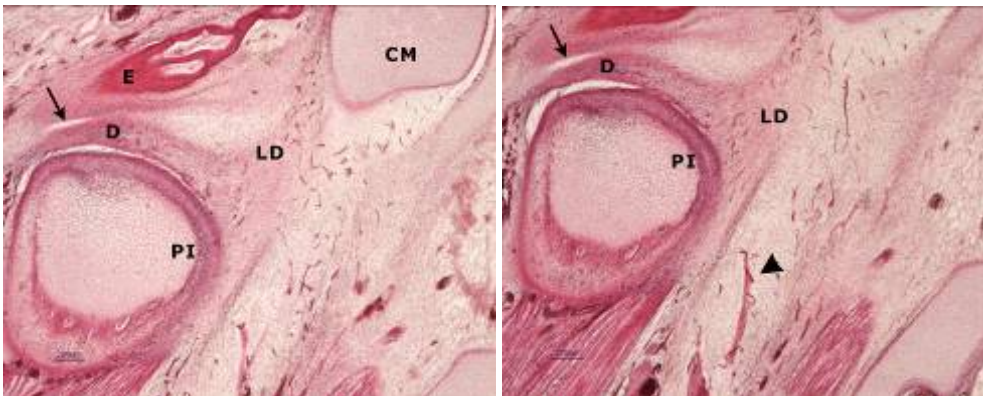


Fig. 21.- Feto humano Ri11, 69 mm. VC. Corte transversal. El disco articular (D) se continua dorsalmente con el ligamento discomaleolar (LD). Cavidad articular superior (flecha).

Fig. 22.- Feto humano Ri11, 69 mm. VC. Corte transversal. Una rama del nervio mandibular (cabeza de flecha) se dirige hacia la inserción del disco (D) en el polo interno condilar (PI). Cavidad articular superior (flecha).

El patrón vasculonervioso es similar al descrito en la semana anterior. Así el nervio mandibular emite una rama que se dirige hacia la parte medial de la

articulación, a nivel del origen del ligamento discomaleolar en el polo interno condilar (Fig. 22). En otros especímenes se observa como la rama nerviosa que se dirige hacia esta zona articular va acompañada de una rama de la arteria meníngea menor (Figs. 23 y 24).

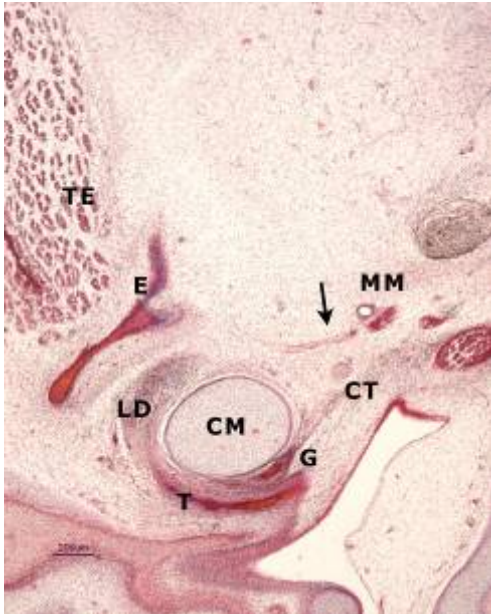


Fig. 23.- Feto humano Ca6, 52 mm VC. Corte frontal. La cápsula posterior reforzada por el ligamento discomaleolar (LD) se dispone en la fisura timpanoescamosa junto con el cartílago de Meckel (CM) y el hueso gonial (G). Rama del nervio mandibular (flecha).

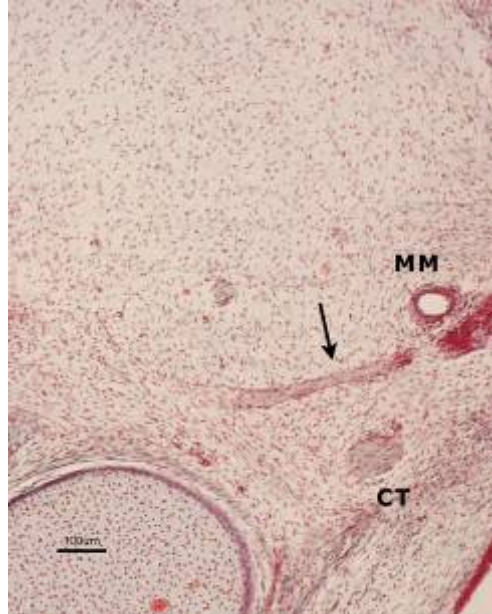


Fig. 24.- Aumento de la figura 23. Rama del nervio mandibular (flecha).

El ligamento discomaleolar adopta una morfología triangular de base anterior, en relación con el disco y el polo interno condilar y vértice posterior, a nivel de la inserción en el cartílago de Meckel (Figs. 21 y 22).

La parte lateral del ligamento discomaleolar, así como el segmento posterior de la cápsula articular se relacionan con vasos procedentes de la arteria timpánica anterior y el plexo venoso de la región retroarticular (Figs. 25, 26, 27 y 28).



Fig. 25.- Feto humano Ri11, 69 mm. VC. Corte transversal. Vasos y plexo venoso (flecha). CO: Cóndilo mandibular.



Fig. 27.- Feto humano Be 101, 65 mm. VC. Corte frontal. La cápsula posterior (C) se dispone entre el cartílago de Meckel (CM) y la escama del Temporal (E).

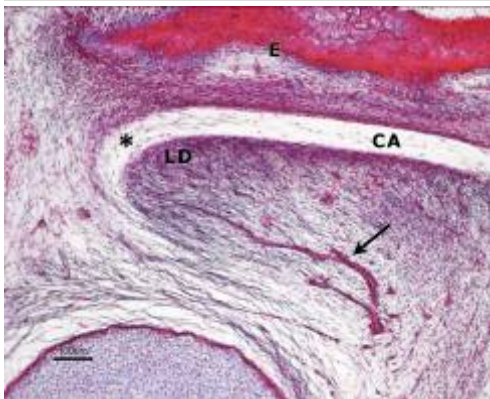


Fig. 26.- Feto humano JR6, 80 mm. VC. Corte frontal. Ramas de la arteria timpánica anterior (flecha) se dirigen hacia la cápsula articular posterior, reforzada por el ligamento discomaleolar (LD). Entre el ligamento discomaleolar y la cápsula medial, se dispone el fondo de saco de la cavidad articular superior (asterisco).

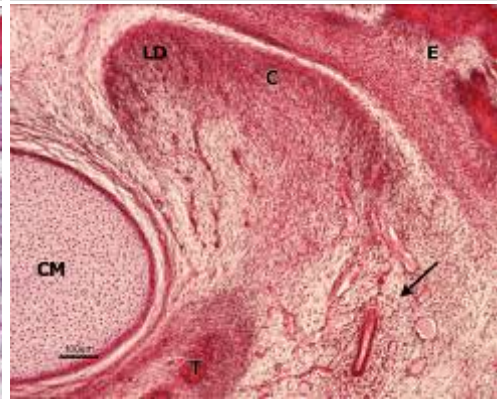


Fig. 28.- Feto humano Be 101, 65 mm. VC. Corte frontal de la región posterior articular. La cápsula posterior (C) se encuentra reforzada por el ligamento discomaleolar (LD). En la parte lateral se observan ramas de la arteria timpánica anterior (flecha) rodeadas del plexo venoso.

Decimotercera semana:

Durante esta semana se observa nítidamente, en cortes sagitales, la disposición del segmento posterior de la cápsula articular. Medialmente se observa como el disco articular se continua con la lámina superior capsular que se fija en la escama del temporal y que alcanza a través de la fisura timpanoescamosa, el cartílago del techo de la caja del tímpano (Tegmen tympani) (Fig. 29). Más lateralmente la lámina superior capsular alcanza el

cartílago de Meckel (Figs. 29 y 30). La lámina inferior capsular se inserta sobre la cara posterior del cóndilo mandibular (Fig. 30).

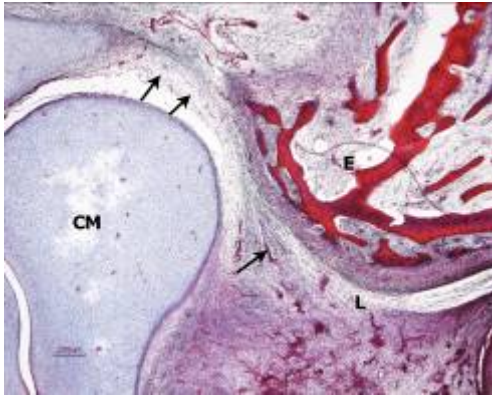


Fig. 29.- Feto humano Be 516, 82 mm. VC. Corte sagital. La lámina superior capsular (L) alcanza el cartílago del techo de la caja del tímpano (flechas).

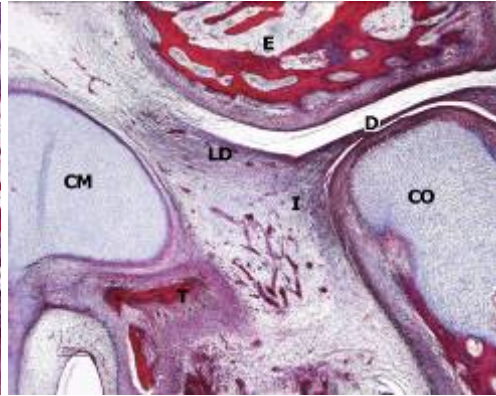


Fig. 30.- Feto humano Be 516, 82 mm. VC. Corte sagital. La lámina superior a nivel del ligamento discomaleolar (LD) alcanza el cartílago de Meckel (CM).

El patrón vasculonervioso de este segmento durante esta semana es similar al descrito en semanas anteriores (Figs. 31 y 32). No obstante, en un

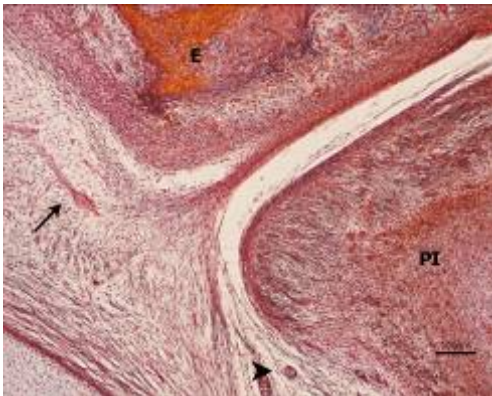


Fig. 31.- Feto humano Be 516, 82 mm. VC. Corte sagital. La sección se realiza a nivel del polo interno condilar (PI), donde se inicia del ligamento discomaleolar. Se observan ramas del nervio aurículo-temporal (cabeza de flecha) y del nervio mandibular (flecha).

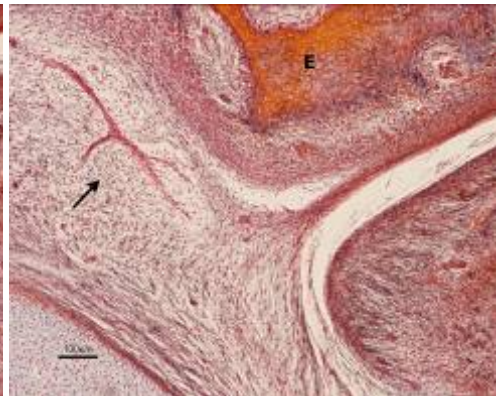


Fig. 32.- Feto humano Be 516, 82 mm. VC. El segmento medial de la cápsula recibe vascularización por ramas procedentes de La arteria meníngea menor (flecha).

especimen (Be 207) hemos comprobado como el nervio cuerda del tímpano emite una ramita en la fisura timpanoescamosa, que alcanza el segmento medial de la cápsula a nivel del fondo de saco que se constituye entre esta parte de la cápsula y el ligamento discomaleolar (Figs. 33 y 34).



Fig. 33.- Feto humano B-207, 93 mm. VC. Corte frontal. En la fisura timpanoescaamosa el segmento medial de la cápsula articular recibe una rama (flecha) del nervio cuerda del tímpano (CT).

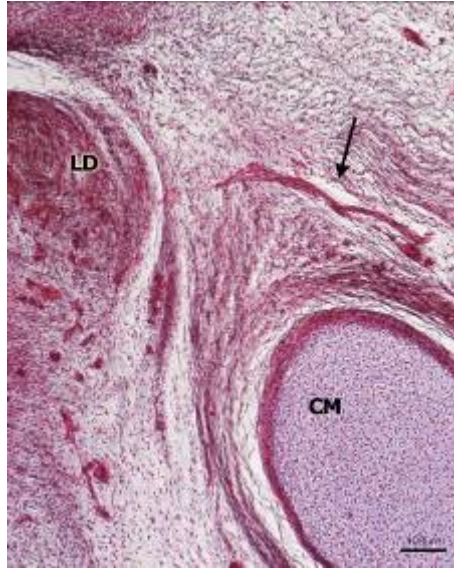


Fig. 34.- Aumento de la figura 31. Rama del nervio cuerda del tímpano (flecha).

Además durante este periodo hemos observado en la cavidad articular inferior la presencia de plicas sinoviales, que demuestran que esa zona corresponde a la lámina inferior capsular (Figs. 35 y 36).

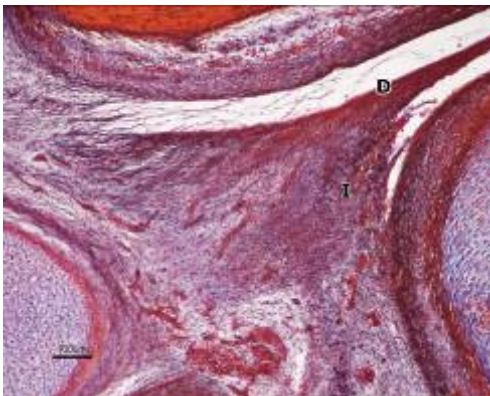


Fig. 35.- Feto humano J1. Corte sagital. En el fondo de saco de la cavidad inferior se observan plicas sinoviales.

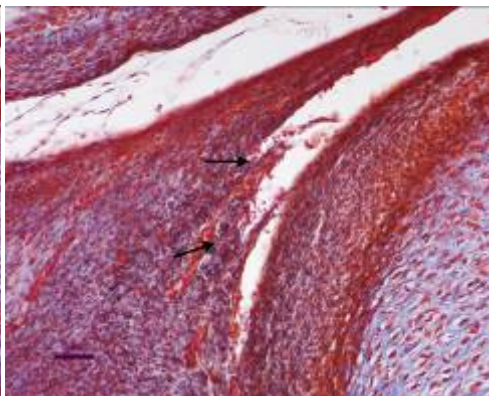


Fig. 36.- Aumento de la figura 42. Plicas sinoviales (flecha).

Desde el punto de vista de las relaciones del segmento capsular posterior comprobamos como la zona retroarticular lateral se relaciona con ramas de la arteria timpánica anterior que discurren a través del denso plexo venoso

retroarticular (Fig. 37). Más lateralmente, el segmento retro-articular se relaciona con los acinis más craneales de la glándula parótida (Fig. 38).

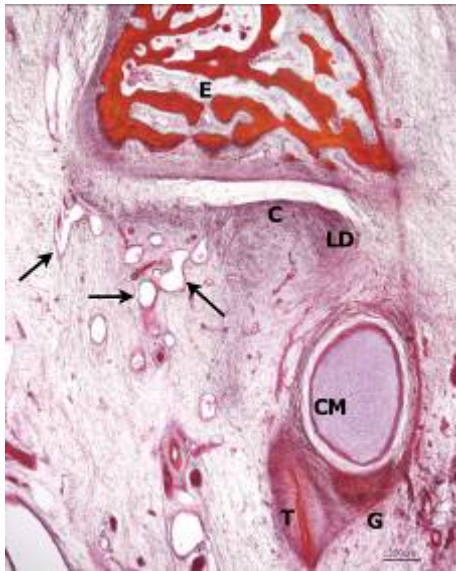


Fig. 37.- Feto humano B-207. Corte frontal. La región lateral retroarticular contiene ramas de la arteria timpánica anterior y el plexo venoso retroarticular (flecha).

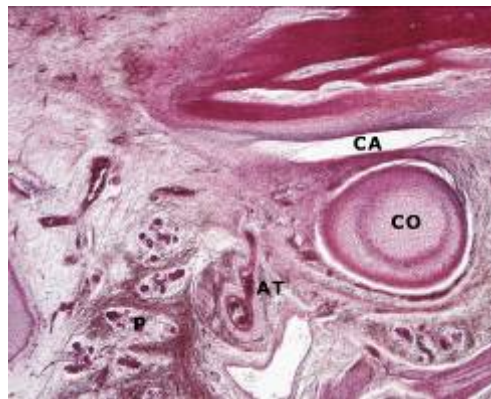


Fig. 38.- Feto humano B516, 82 mm. VC. Corte sagital. La parte más lateral de la región retroarticular se relaciona con acinis de la glándula parótida.

Decimocuarta semana:

Comprobamos como la lámina superior del segmento capsular posterior en su porción más medial, reforzada por el ligamento discomaleolar, ocupa la fisura timpanoescamosa fijándose en la escama del temporal, en el cartílago del techo de la caja del tímpano (Tegmen tympani), en el cartílago de Meckel y en el hueso timpánico. (Figs. 39, 40, 41). Algún vaso acompaña a las fibras que se insertan en la escama del temporal y techo de la caja del tímpano.

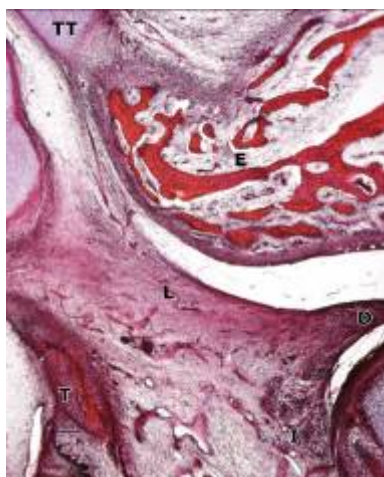


Fig. 39.- Feto humano Cu-1, 100 mm. VC. Corte sagital. La lámina superior del segmento capsular posterior aparece más condensada y alcanza la escama del temporal (E), el cartílago del techo de la caja del tímpano (TT) y el cartílago de Meckel.

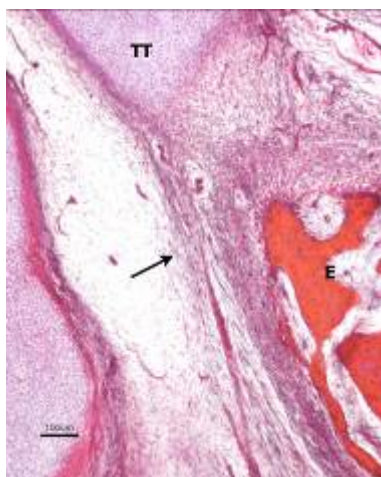


Fig. 40.- Aumento de la figura anterior. La lámina superior del segmento capsular posterior (flecha) alcanza el cartílago del techo del tímpano (TT).

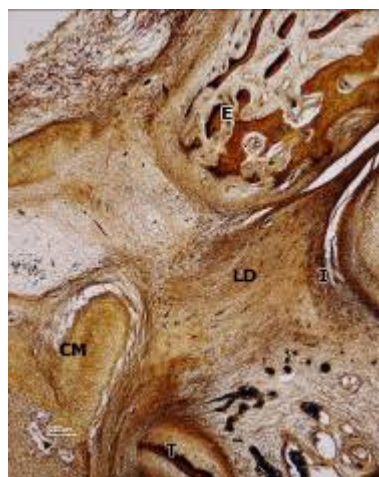


Fig. 41.- Feto humano CER 85, 110 mm. VC. La lámina superior del segmento capsular posterior reforzada por el ligamento discomaleolar (LD) se fija en el cartílago de Meckel (CM) y el hueso timpánico (T).

Durante esta semana comprobamos que la zona más medial de la fisura timpanoescamosa está ocupada por el ligamento discomaleolar, el cartílago de Meckel, el hueso gonial y el nervio cuerda del tímpano. (Fig. 42) La inervación en el origen del ligamento discomaleolar proviene de ramas del nervio auriculotemporal (Fig. 43).

Al igual que en la semana anterior, observamos repliegues sinoviales en la región del fondo de saco posterior de la cavidad articular inferior (Figs. 44 y 45). También comienzan a aparecer en la cavidad articular superior (Figs. 44 y 45) Entre la lámina superior e inferior de la cápsula posterior se aprecian ramas procedentes de la arteria timpánica anterior que vasculariza esta zona articular así como el denso plexo venoso retroarticular (Figs. 46 y 47). Entre ambas láminas se observa el esbozo de mecanorreceptores (Fig. 46 y 47).

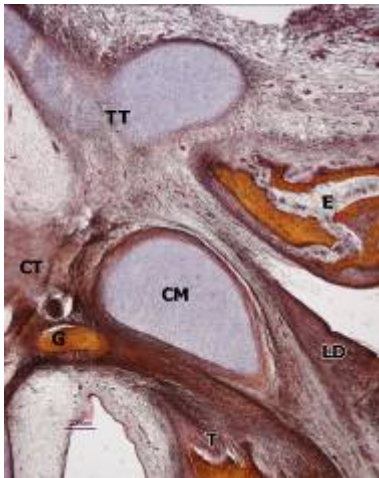


Fig. 42.- Feto humano Cu-1, 100 mm. VC. Elementos anatómicos que discurren a través de la fisura timpanoescamosa.

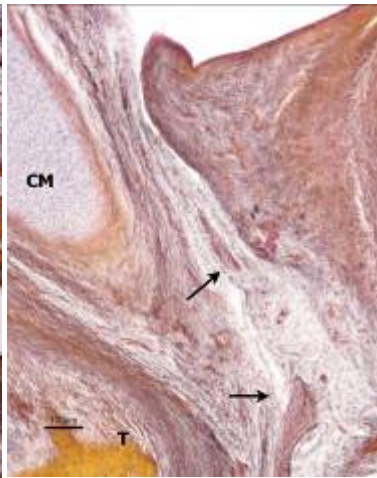


Fig. 43.- Feto humano Cu-1, 100 mm. VC. A nivel del polo interno condilar, lugar de inserción del disco articular y origen del ligamento discomaleolar, se observan ramas nerviosas procedentes del nervio auriculotemporal (flecha).

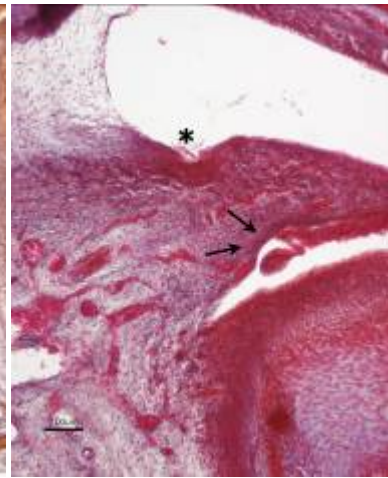


Fig. 44.- Feto humano Cu-1, 100 mm. VC. En el fondo de saco posterior de la cavidad articular inferior aparecen pliegues sinoviales (flechas). De igual forma éstos inician su aparición en la cavidad articular superior (asterisco).

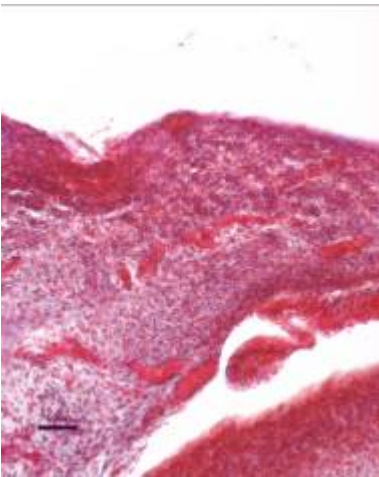


Fig. 45.- Aumento de la figura anterior. Pliegues sinoviales.

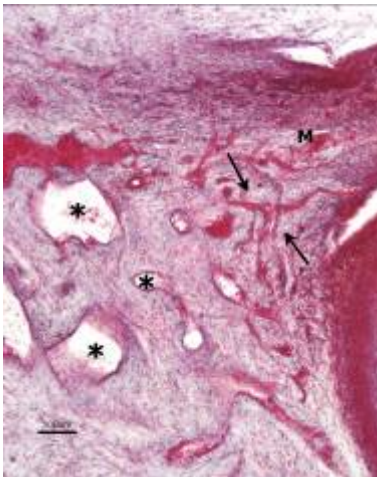


Fig. 46.- Feto humano Cu-1, 100 mm. VC. En la zona retroarticular aparecen ramos de la arteria timpánica anterior (flecha) y el plexo venoso (asterisco). Entre la lámina superior e inferior del segmento capsular posterior aparece el esbozo de mecanorreceptores (M).

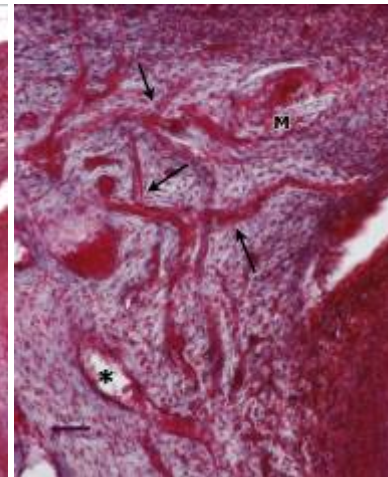


Fig. 47.- Feto humano Cu-1, 100 mm. VC. En la zona retroarticular aparecen ramos de la arteria timpánica anterior (flecha) y el plexo venoso (asterisco). Entre la lámina superior e inferior del segmento capsular posterior aparece el esbozo de mecanorreceptores (M).

Décimomocuinta-Décimoséptima semana:

Durante este periodo el hecho más significativo es el aumento notable del esbozo de mecanorreceptores en la zona retroarticular. Estos son de variable tamaño, unos son pequeños (Figs. 48 y 49) y otros grandes de forma ovoidea dispuesta en capas (Figs. 50 y 51). Estos últimos por su tamaño y morfología podrían corresponder al esbozo de mecanorreceptores de tipo Paccini.

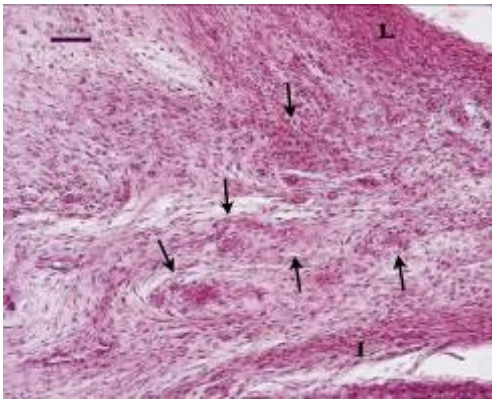


Fig. 48.- Feto humano B29, 116 mm. VC. En el tejido retroarticular aparecen esbozos de mecanorreceptores (flecha).

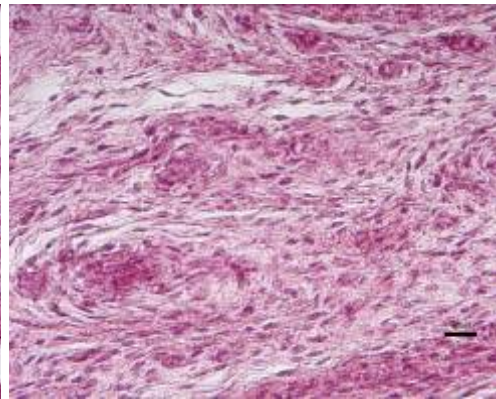


Fig. 49.- Aumento de la figura 48.

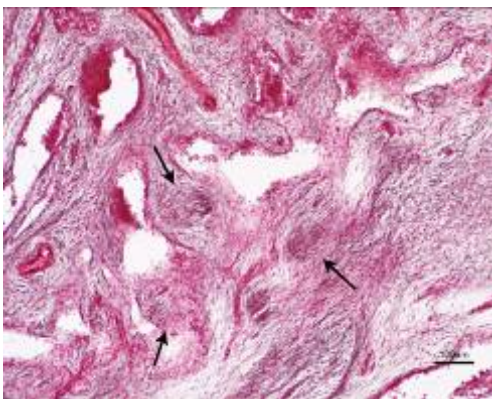


Fig. 50.- Feto humano Be, 120 mm. VC. Mecanorreceptores de gran tamaño (flecha) rodeados del plexo venoso retroarticular.

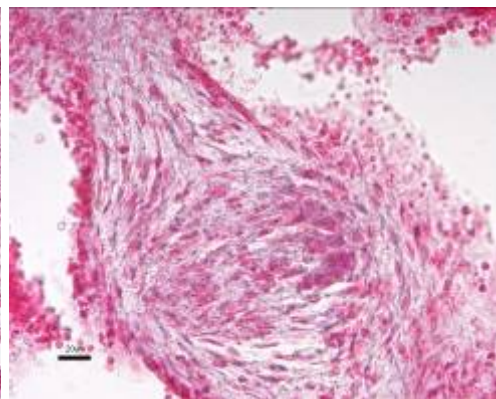


Fig. 51.- Aumento de la figura 50.

El patrón vasculonervioso del segmento capsular posterior y de la región retroarticular, es similar al descrito en semanas anteriores. Además, ramas de la arteria timpánica anterior penetran en el oído medio, laterales al ligamento discomaleolar y vascularizan la cabeza del martillo (Figs. 52 y 53).

Durante este periodo se hace muy evidente la diferenciación entre el disco articular y el ligamento discomaleolar. Este último aparece menos condensado (Figs. 52 y 54) y reforzando la parte más medial de la lámina superior del segmento posterior de la cápsula articular (Figs. 55 y 56).

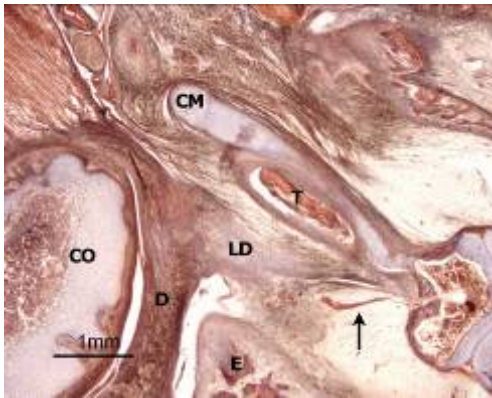


Fig. 52.- Feto humano B28, 150 mm. VC. Rama de la arteria timpánica anterior para la cabeza del martillo (flecha).

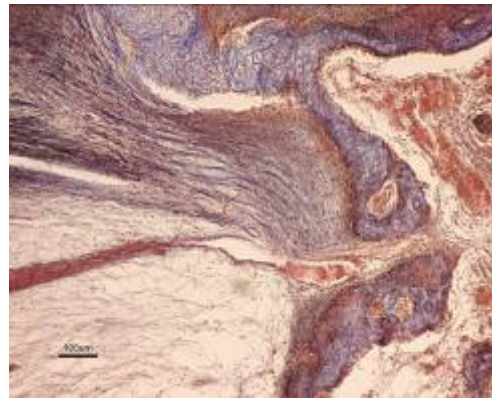


Fig. 53.- Feto humano B28, 150 mm. VC.

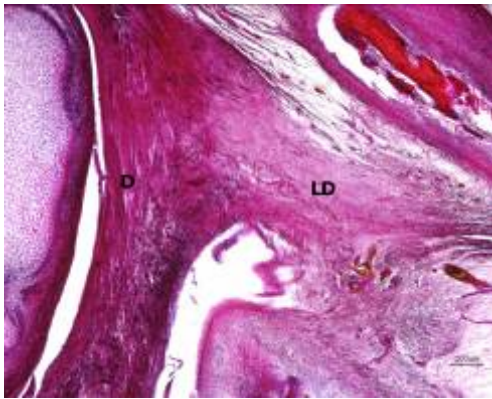


Fig. 54.- Feto humano B28, 150 mm. VC. Diferenciación estructural entre el disco articular (D) y el ligamento discomaleolar (LD).

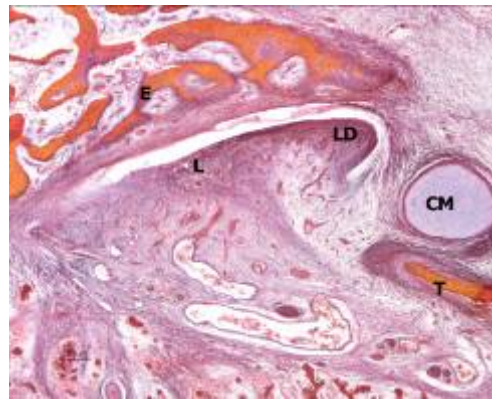


Fig. 55.- Feto humano Cu-2, 137 mm. VC. Corte frontal. El ligamento discomaleolar refuerza la parte más medial de la lámina superior del segmento de la cápsula posterior.

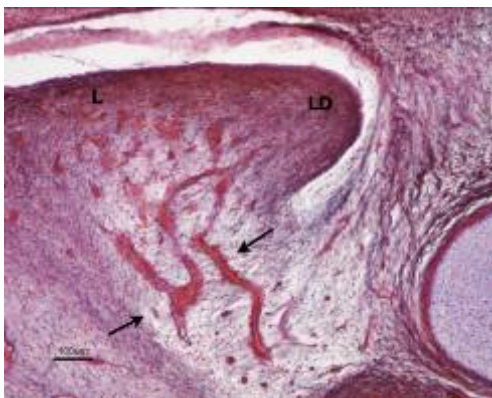


Fig. 56.- Feto humano Cu-2, 137 mm. VC. Corte frontal. Ramas de la arteria timpánica anterior (flecha) se distribuyen por la lámina superior del segmento capsular posterior.

B. Estudio histológico del segmento posterior de la cápsula articular y del tejido retroarticular.

Las secciones sagitales permiten distinguir en el disco, la banda anterior, la zona intermedia, la banda posterior, y ésta continuándose dorsalmente con la cápsula posterior, denominada zona bilaminar del disco. La morfología de la superficie superior del disco es cóncavo-convexa para acomodarse a la morfología de la eminencia articular y de la fosa glenoidea del temporal. La superficie inferior del disco es cóncava para acomodarse al cóndilo mandibular (Fig. 57).



Fig. 57.- Corte Sagital del disco articular y tejido retroarticular del adulto. Tinción HE. La superficie superior del disco es cóncavo convexa, mientras que la superficie inferior es cóncava.

La banda posterior del disco se caracteriza por estar constituida por gruesas bandas de haces transversales de fibras gruesas que se curvan sobre la

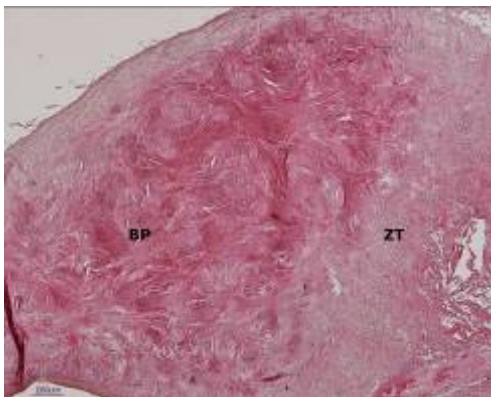


Fig. 58.- Aumento de la figura anterior, que nos muestra la constitución de la banda posterior. Dorsal a la banda posterior (BP) aparece la zona de transición (ZT).

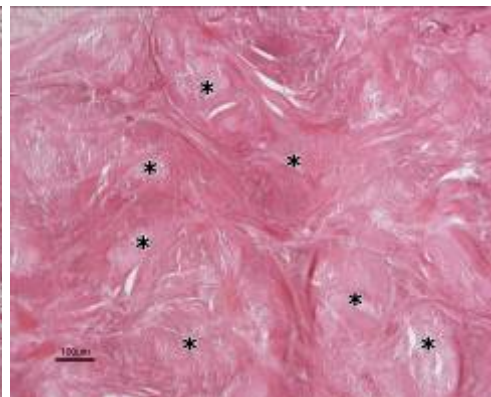


Fig. 59.- Aumento de la figura 58. La BP aparece constituida por gruesos fascículos de fibras de colágena de disposición transversal (asteriscos) empaquetados por fibras anteroposteriores y verticales.

parte superior del cóndilo mandibular, para insertarse en los polos condilares. Además hay fibras anteroposteriores desde la zona intermedia

que se disponen entre los haces transversales. De igual modo se identifican fibras verticales (Figs. 58 y 59).

Inmediatamente dorsal a la banda posterior aparece una zona con una constitución diferente a la de la propia banda posterior. Su grosor es de aproximadamente 500 μm . En esta zona son muy escasas las fibras verticales y anteroposteriores por lo que no aparecen las fibras transversales agrupadas en gruesos haces (Fig. 60). Dorsalmente esta zona

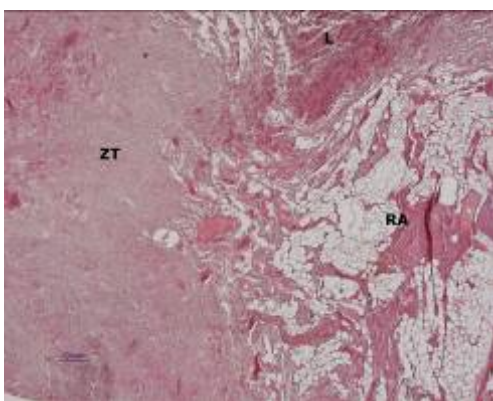


Fig. 60.- Corte sagital del disco y tejido retroarticular del adulto. Tinción HE. La zona de transición (ZT) está constituida por fibras de colágena de disposición transversal.

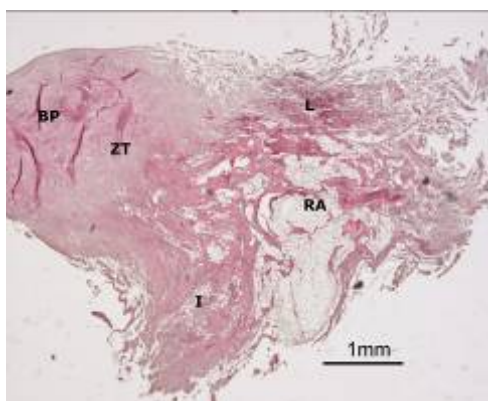


Fig. 61.- Corte sagital del disco y tejido retroarticular del adulto. Tinción HE. La zona de transición (ZT) se continua dorsalmente con la cápsula articular posterior constituida por dos porciones: la lámina superior (L) y la lámina inferior (I).

se continúa con el segmento posterior de la cápsula formado por dos láminas una superior y otra inferior (Fig 61). A esta zona la denominamos zona de transición.

La lámina superior del segmento posterior de la cápsula es menos compacta que la lámina inferior. Sus fibras se disponen en sentido anteroposterior, dirigidas hacia la fisura de Glaser. Además en su parte más medial abundan las fibras elásticas entre las fibras de colágena, en la zona correspondiente al ligamento discomaleolar (Figs. 62, 63, 64, 65 y 66). El límite entre la zona de transición y el segmento posterior de la cápsula es claro en las preparaciones histológicas (Figs. 65 y 66).

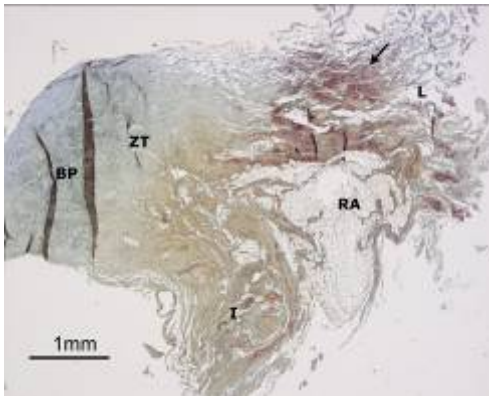


Fig. 62.- Corte sagital de la zona posterior del disco y cápsula articular. Tinción Gallego. La lámina capsular superior (L) es más laxa que la inferior (I) y además muestra fibras elásticas en su interior (coloración rojiza) (flecha).

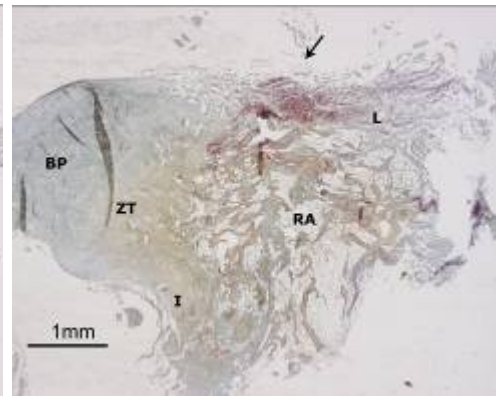


Fig. 63.- Corte sagital de la zona posterior del disco y cápsula articular. Tinción Gallego. Fibras elásticas en la lámina capsular superior (flecha).

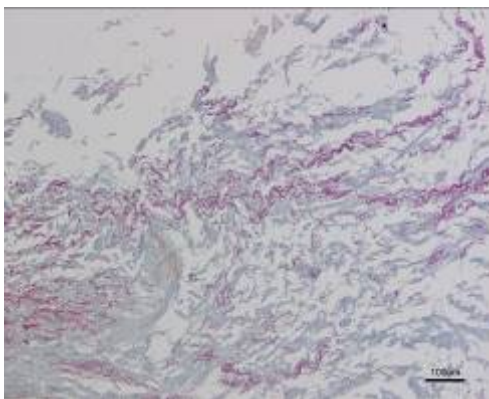


Fig. 64.- Aumento de la figura 63. Detalle de las fibras elásticas del ligamento discomaleolar.



Fig. 65.- Corte sagital de la región discal y capsular posterior. Tinción Gallego. Se observa una clara delimitación entre la lámina capsular superior y la zona de transición discal.

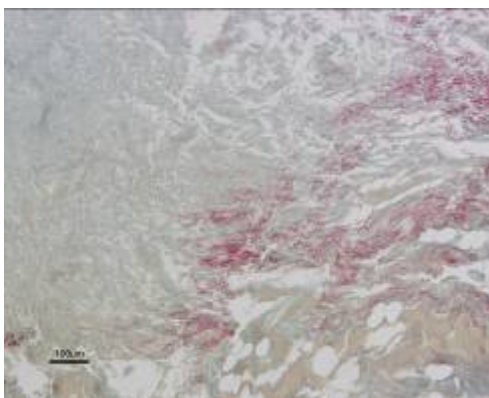


Fig. 66.- Aumento de la figura 65.

La lámina capsular inferior es más compacta que la lámina superior como ya hemos referido, y además podemos distinguirla de la zona de transición

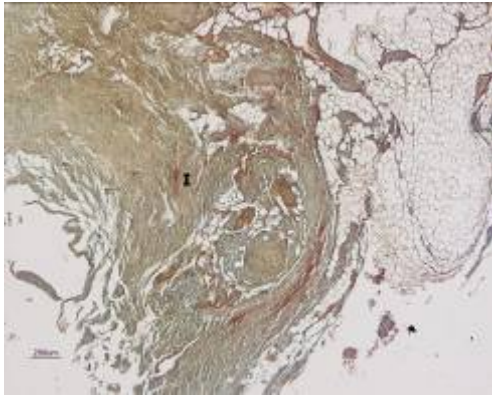


Fig. 67.- Detalle del corte sagital de la lámina capsular inferior (I).

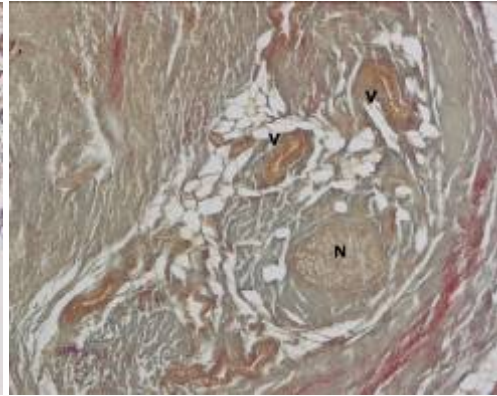


Fig. 68.- Aumento de la figura 67. En el interior de la lámina capsular inferior se observan vasos (V) y un nervio (N).

por la disposición de sus fibras en dirección caudal, hacia su inserción en la cara dorsal del cóndilo mandibular (Figs. 67 y 68). En su interior hemos observado vasos, nervios y alguna fibra elástica (Figs. 69).

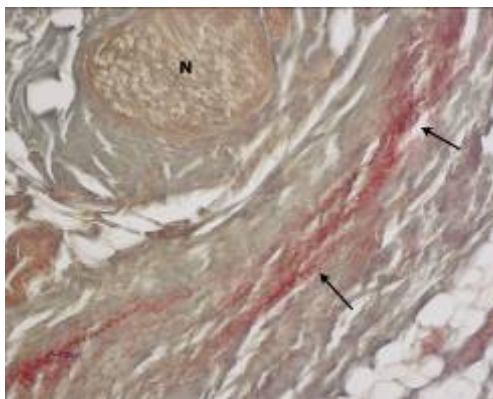


Fig. 69.- Detalle de la figura 68. Se observa la disposición de las escasas fibras elásticas (color rojo; flecha) localizadas en la lámina capsular inferior. Nervio (N).

Entre las láminas superior e inferior se dispone el tejido retroarticular constituido por tejido adiposo, vasos arteriales y un plexo venoso, fibras de colágena y alguna fibra elástica así como nervios y mecanorreceptores.

El teji-

do adiposo está formado por adipocitos uniloculares que contienen grasa en su citoplasma y desplazan al núcleo hacia la periferia. En las imágenes aparecen como cavidades ópticamente vacías, debido a que el componente lipídico se ha disuelto por los solventes orgánicos utilizados en la deshidratación previa a la inclusión en parafina (Figs. 70).

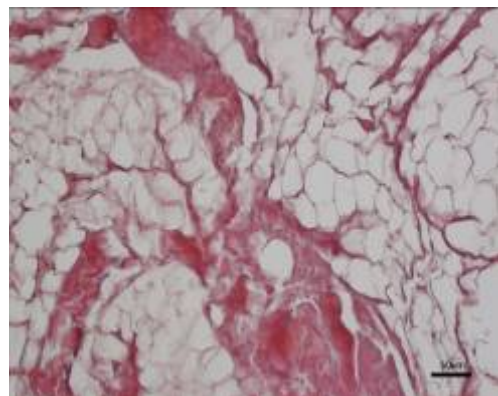


Fig. 70.- Detalle de los adipocitos uniloculares del tejido retroarticular.

Los vasos arteriales se observan dirigidos hacia la cápsula, representada aquí por las láminas superior e inferior. De este modo es posible observar incluso algunas ramas vasculares en el interior de la lámina superior,



Fig. 71.- Corte transversal de la lámina capsular superior. Tinción de Frankel, para fibra elástica. La sección nos muestra la constitución del ligamento discomaleolar (flechas).

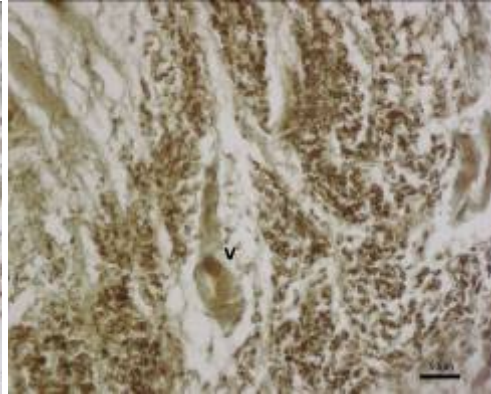


Fig. 72.- Detalle de la figura 71. En el interior del ligamento discomaleolar aparece un vaso (V).

incluido el ligamento discomaleolar (Figs. 65, 66, 71, 72), e inferior (Figs. 68, 73). Entre las fibras de colágena se observan fibras elásticas, algunas dirigidas hacia las paredes de las grandes lagunas venosas del plexo retroarticular (Figs. 74).

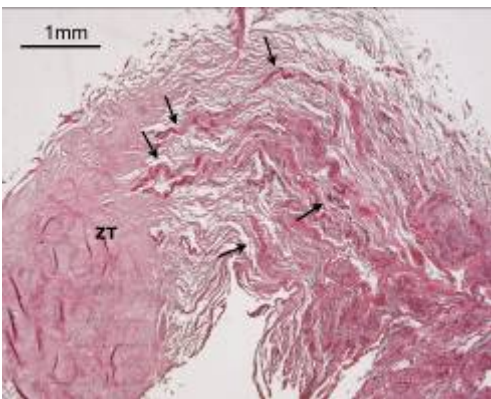


Fig. 73.- Corte sagital de la lámina capsular inferior. Se observan numerosos vasos (flechas) en el interior de la lámina capsular inferior, dirigidos hacia la zona de transición discal.

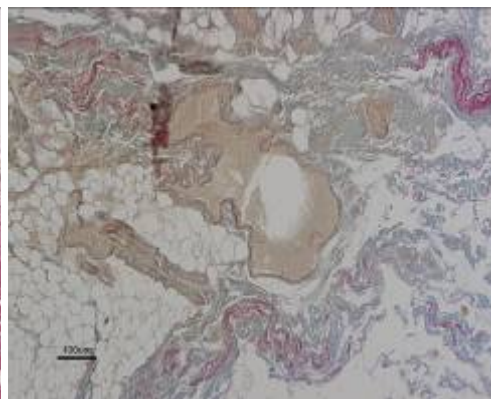


Fig. 74.- Tejido retroarticular. Tinción de Gallego. Fibras elásticas (color rojo) dispersas se localizan en el tejido retroarticular.

Las estructuras nerviosas serán estudiadas en el siguiente apartado siendo analizadas mediante técnicas inmunohistoquímicas.

C. Estudio inmunohistoquímico de la inervación capsular de la ATM

El análisis de las preparaciones de la región posterior de la cápsula de la ATM y tejido retroarticular, mediante inmunohistoquímica con anti NF-200 y NHK-1, nos muestra distintos tipos de formaciones:

1. Formaciones encapsuladas de gran tamaño tipo Pacciniforme. Este tipo presenta una forma ovoidea con una disposición en láminas, con marcaje positivo en su interior demostrando su inervación (Figs. 75, 76, 77, 78).

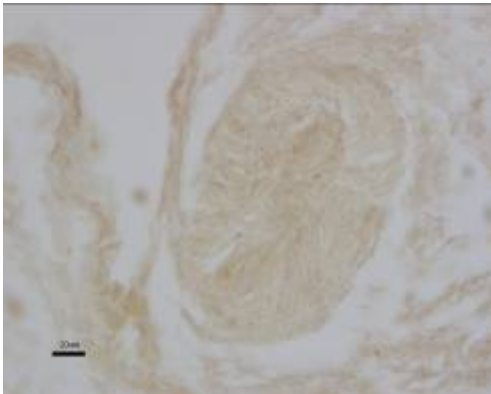


Fig. 75.- Mecanorreceptor tipo Pacciniforme antiNF200.

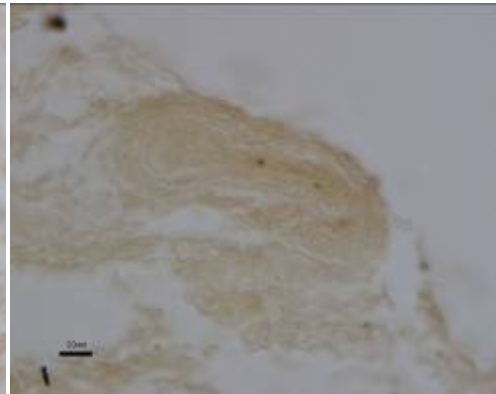


Fig. 76.- Mecanorreceptor tipo Pacciniforme antiNF200.

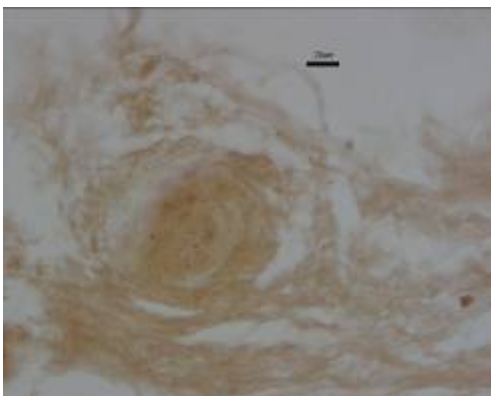


Fig. 77.- Mecanorreceptor tipo Pacciniforme antiNF200.

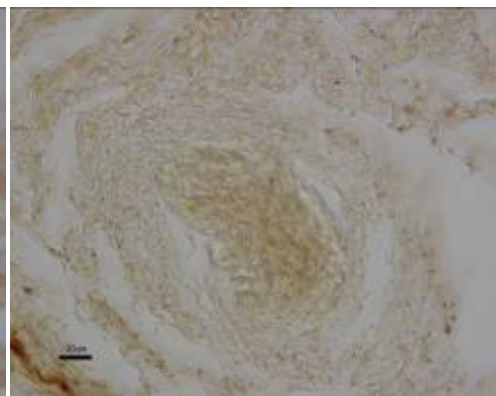


Fig. 78.- Mecanorreceptor tipo Pacciniforme NHK-1.

2. Formaciones encapsuladas de tipo Ruffiniforme. Este tipo de formación se pone de manifiesto con los dos marcadores utilizados, mostrando

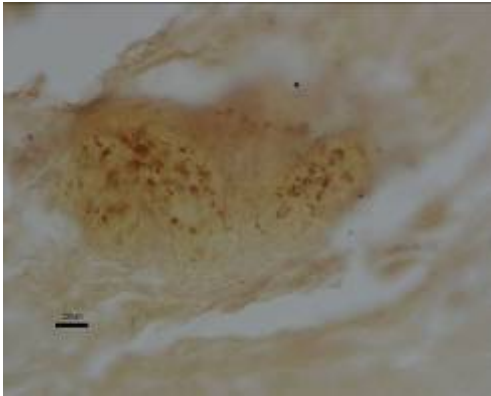


Fig. 79.- Mecanorreceptor tipo Ruffiniforme antiNF200.

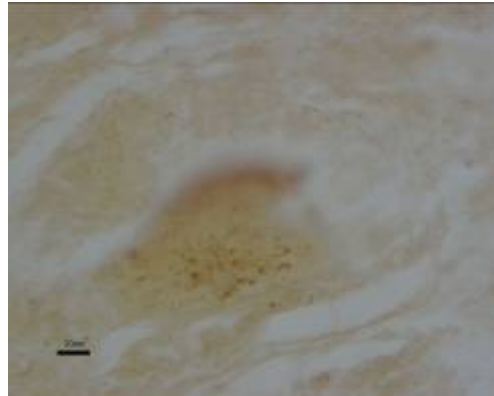


Fig. 80.- Mecanorreceptor tipo Ruffiniforme antiNF200.

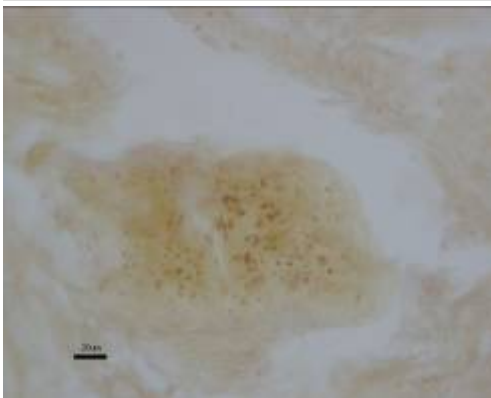


Fig. 81.- Mecanorreceptor tipo Ruffiniforme NHK-1.

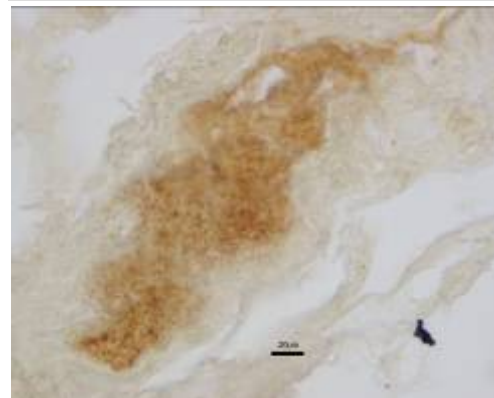


Fig. 82.- Feto humano B28, 150 mm. VC antiNF200.

gran número de terminaciones nerviosas positivas en su interior (Figs. 79, 80, 81, 82). Este tipo de receptor es el más numeroso en la región retroarticular.

3. Formaciones similares a receptores globulares descritas por algunos autores (Favia y Maiorano, 1995) aunque por su morfología pudieran corresponder a nervios con estructura perineural y axones en el interior (Figs. 83, 84, 85, 86).

4.

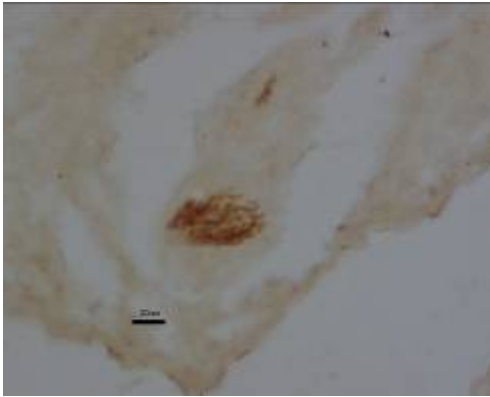


Fig. 83.- Mecanorreceptor globular antiNF200.

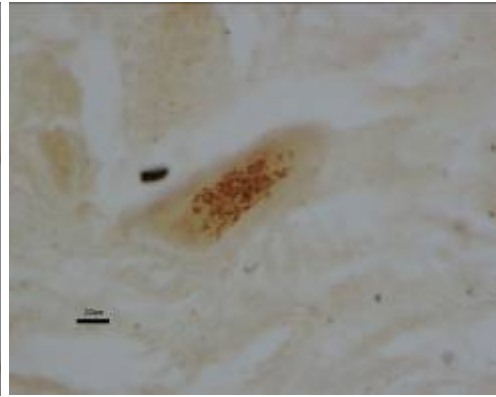


Fig. 84.- Mecanorreceptor globular antiNF200.

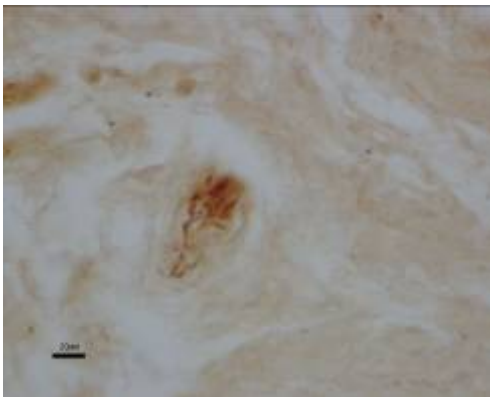


Fig. 85.- Mecanorreceptor globular antiNF200.

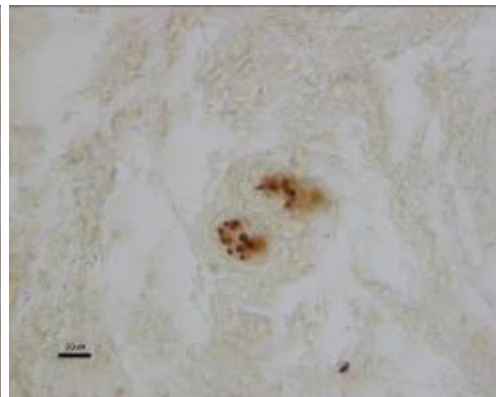


Fig. 86.- Formación axonal antiNF200.

5. Ramas nerviosas (Figs. 87, 88).

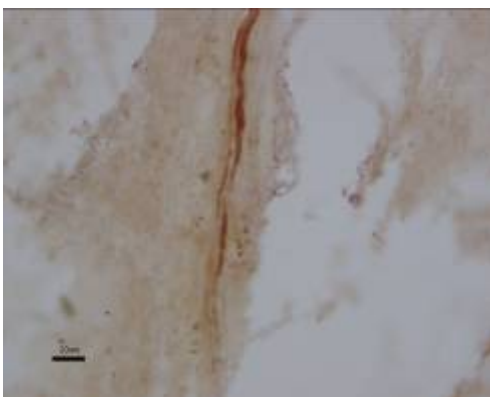


Fig. 87.- Rama nerviosa antiNF200.

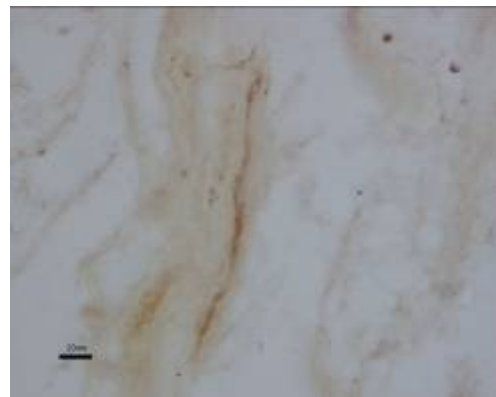


Fig. 88.- Rama nerviosa antiNF200.

6. En las preparaciones en las que se ha utilizado como Ac primario NHK-1 hemos puesto de manifiesto la inervación de las paredes de los vasos arteriales (Figs. 89, 90).

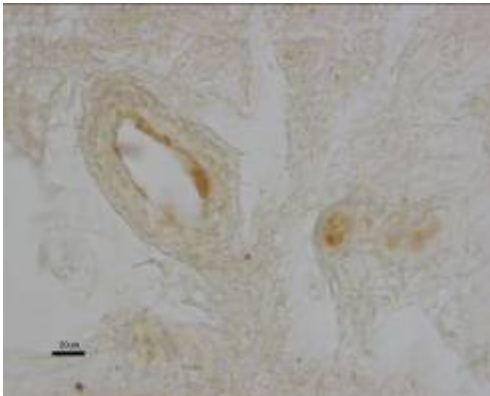


Fig. 89.- Pared vaso sanguíneo antiNF200.

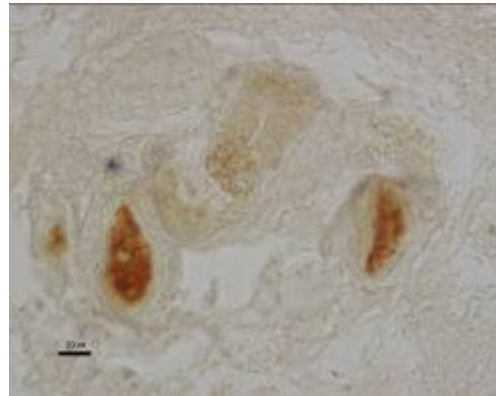


Fig. 90.- Pared vaso sanguíneo antiNF200.

SIGNATURA DE LAS FIGURAS

A	Nervio auriculotemporal	M	Mecanorreceptores
AM	Arteria meníngica media	MM	Arteria meníngica menor
AT	Arteria temporal superficial	MU	Músculo del martillo
B	Blastema condilar	NM	Nervio mandibular
BP	Banda posterior del disco	P	Glándula parótida
CA	Cavidad articular superior	PI	Polo interno condilar
CM	Cartílago de Meckel	PL	Músculo pterigoideo lateral
CO	Cóndilo mandibular	PT	Apófisis pterigoides
CT	Nervio cuerda del tímpano	RA	Espacio retroarticular
D	Disco articular	T	Hueso timpánico
E	Escama del temporal	TB	Nervio temporobucal
G	Hueso gonial	TE	Músculo temporal
I	Lámina capsular inferior	TM	Nervio temporomaseterino
L	Lámina capsular superior	TT	Tegmen tympani
LD	Ligamento discomaleolar	ZT	Zona de transición

DISCUSIÓN

La ATM es una articulación sinovial compleja, tanto en su filogenia como ontogenia. Esta complejidad ha podido ser la causa de las escasas y poco claras descripciones de la anatomía así como del desarrollo de las estructuras con las que se relaciona la ATM dorsalmente. No obstante, es necesario su estudio pues son muchas las evidencias que muestran el interés de esta zona articular para tratar de comprender la patología articular (Isacsson y cols., 1988; Kurita y cols., 1989; Holmlund y cols., 1992; Pereira y cols., 1996; Langendoen y cols., 1997; Siéssere y cols., 2008). Además parece clara la importancia de esta zona articular en la biomecánica de la articulación temporomandibular (Savalle y cols., 1990; Scapino, 1991; Cascone y cols., 1999; Tanaka y cols., 2002, 2003).

En la actualidad parece más relevante el estudio y definición de la zona posterior articular, por cuanto es difícil distinguir el anclaje posterior articular mediante RMN (Benbelaïd y cols., 2005).

Antes de comenzar debemos definir que consideramos como segmento o zona posterior de la ATM. Como ya hemos señalado en el apartado de la Introducción, la disposición del cóndilo mandibular y de la cavidad glenoidea en el adulto es oblicua. Los ejes de ambos cóndilos trazados de polo a polo, forman un ángulo de 150°-160° (Alomar y cols., 2007). Nosotros consideramos que la zona que queda dorsal al cóndilo, y por tanto al eje trazado entre sus polos, es la zona posterior de la articulación. De esta forma ha sido esquematizado por Christo y cols. (2005). Esta zona está limitada por el cóndilo mandibular y el hueso timpánico, y contiene además

la zona retroarticular. Las zonas articular posterior y retroarticular, están limitadas por el segmento posterior de la cápsula. Algunos artículos no distinguen la zona retroarticular de la zona medial articular, que para nosotros sería la zona medial al polo condilar interno, de esta forma pueden quedar confusas las relaciones de esta zona (Loughner y cols., 1997; Kim y cols., 2004).

Nosotros con el propósito de señalar unos criterios uniformes para el estudio del desarrollo de esta zona y el análisis de los especímenes adultos, hemos definido que el segmento posterior de la cápsula articular se fija en el labio anterior de la fisura de Glaser, esto es, la



parte lateral en la zona timpanoescamosa y la parte medial en la zona petroescamosa incluyendo el tegmen tympani. Por la porción medial de la fisura de Glaser discurre el nervio cuerda del tímpano, que pasa por el canal de Huguier, situándose en la porción petrotimpánica de la fisura de Glaser. Caudalmente la cápsula posterior se inserta en la cara posterior del cóndilo mandibular. El espacio limitado entre la cápsula y el hueso timpánico corresponde a la zona retroarticular y contiene vasos sanguíneos (ramas de la arteria timpánica anterior y plexo venoso), el nervio auriculotemporal y sus ramas, el nervio cuerda del tímpano, tejido adiposo y así como mecanorreceptores rodeados de tejido conjuntivo con algunas fibras elásticas. Sin embargo, esta zona ha recibido denominaciones diversas que han podido contribuir a confusión en su estudio. Rees (1954) describió la zona posterior de la articulación como zona bilaminar del disco y así las fibras de la cápsula posterior, "inseparablemente mezcladas" con la cara posterior de ambos estratos o láminas de la zona bilaminar, tan sólo pueden distinguirse de éstas debido a que las fibras capsulares saltan directamente del hueso temporal al cóndilo mandibular. Otros autores han utilizado el

término anclajes posteriores del disco para referirse a la cápsula posterior (Scapino, 1983, 1991; Kurita y cols., 1989; Holmlund y cols., 1992) o incluso la han denominado zona retrodiscal (Langendoen y cols., 1997; Tanaka y cols., 2003). Desde nuestra perspectiva, esta confusión terminológica lleva a esquematizar esta zona de manera equivocada pues consideran que tras la denominada zona bilaminar del disco, hay una lámina posterior que corresponde a la cápsula (Williams y Warwick, 1985; Dubrul, 1990; Alomar y cols., 2007; Okeson, 2008), y entre estas estructuras se localiza el tejido retrodiscal o almohadilla retrodiscal (Langendoen y cols., 1997; Alomar y cols., 2007; Siéssere y cols., 2008). Además algunos autores se refieren al tejido retrodiscal incluyendo en el mismo tanto la zona bilaminar del disco, membrana sinovial, vasos, nervios, tejido conectivo laxo y tejido adiposo (Langendoen y cols., 1997). No obstante, Schmolke (1994) estudió la cápsula de la ATM en 5 cadáveres adultos mediante análisis 3D, concluyendo que no pudo identificar un segmento posterior de la cápsula independiente de la denominada zona bilaminar del disco. Rodríguez y cols. (1999) en un estudio histológico de la región retroarticular en fetos humanos, indicaron que no existe un segmento posterior capsular en términos de fibras directas que vayan desde el hueso temporal al cóndilo mandibular, sin interrupción discal. Mérida y cols. (2007) publicaron un estudio sobre el segmento posterior de la cápsula articular de la ATM y sus relaciones anatómicas en el que alcanzan idénticas conclusiones a los anteriores autores. Nuestro actual estudio basado en el desarrollo de esta zona y en las disecciones realizadas en adultos confirma estas observaciones, de ahí que nosotros consideremos que la denominada zona bilaminar del disco no es más que el segmento posterior de la cápsula y las estructuras localizadas dorsalmente a la misma (vasos, nervios, tejido adiposo, tejido conjuntivo, mecanorreceptores) son retrocapsulares, es decir, retroarticulares, y por tanto extraarticulares (Mérida y cols., 1997, 2007; Rodríguez y cols., 1999).

Cápsula articular

Para el estudio del segmento posterior de la cápsula distinguiremos la cápsula propiamente dicha y el ligamento discomaleolar como ligamento intrínseco incluido en esa porción (Rodríguez y cols., 1998, 1999; Mérida y cols., 1999a, 2007, 2008). Además hay que tener en cuenta que la ATM, excepto la porción escamosa del temporal, y gran parte de las estructuras del oído medio se desarrollan a partir del primer arco branquial (Richany y cols., 1956). De este modo durante el desarrollo existen conexiones entre estructuras de ambas regiones (Rodríguez y cols., 1992, 1993, 1999; Mérida y cols., 1999a y b).

Durante el desarrollo, la descripción de la cápsula articular muestra evidentes discrepancias entre los distintos autores. Mérida y cols. (1999a) describen su esbozo durante la 8ª semana del desarrollo como una condensación mesenquimal alrededor de la región, coincidiendo en su descripción con Youdelis (1966). Sin embargo, otros autores describen su esbozo durante la 9ª semana del desarrollo (Moffett, 1957; Van der Linden y cols., 1987; Burdi, 1992); durante la 11ª semana del desarrollo (Baume y Holz, 1970; Sperber, 2001); durante la 12ª semana del desarrollo (Moffett, 1977) e incluso ha sido descrito a partir de la 14ª semana del desarrollo (Ögütçen-Toller y Juniper, 1993).

Hemos de resaltar que pocos autores describen la formación de la cápsula articular en el segmento posterior, probablemente debido a que como ya hemos señalado es una zona compleja, dispuesta entre la región articular y la ótica y por tanto relacionada con la fisura timpanoescamosa. Así, Sperber (2001) señaló que la cápsula, compuesta por tejido fibroso es reconocible a la 11ª semana del desarrollo formando los ligamentos laterales, pero no describe la zona posterior.

Smeele (1988) dividía la zona posterior del disco en tres porciones. La porción superior o lamina superior que contorneando la escama del temporal se fija en ella, confundiendo con la cápsula articular; la porción inferior o lámina inferior, se incurva caudalmente insertándose en la porción dorsal del cóndilo mandibular, mientras que la porción intermedia se introduce en la futura cavidad del oído medio, relacionándose con el cartílago de Meckel y el blastema del hueso gonial insertándose en el hueso timpánico. De esta forma denominó esta porción del disco como región trilaminar.

Por otro lado, Rodríguez y cols. (1999) señalaron en sus resultados que el área de la fisura timpanoescamosa fetal "... se encuentra ocupada por un tejido que, ventralmente, es continuo con el disco de la ATM. Este tejido procedente de la zona posterior del disco articular se abre en abanico, mostrándose su segmento superior más condensado que su mitad inferior. El segmento superior de esta zona retroarticular se extiende desde el disco hasta el borde posterior de la escama del temporal. Algunas fibras alcanzan el futuro tegmen tympani cartilaginoso, introduciéndose por la parte más craneal o superior de la fisura timpanoescamosa; otras siguiendo una dirección prácticamente horizontal y ocupando la zona lateral de la fisura timpanoescamosa fetal, llegan hasta el oído medio a nivel de la continuidad martillo-meckeliana, y finalmente las más caudales de este segmento superior de la zona retroarticular, alcanzan el hueso timpánico. Además hay fibras que, partiendo del disco, se dirigen hacia el cóndilo de la mandíbula".

Coincidimos con esta descripción, señalando que la relación que mantiene la lámina superior capsular con el cartílago del techo de la caja del tímpano (tegmen tympani) la hemos observado a partir de la 13ª semana del desarrollo. Esta relación nos permite sugerir que esta disposición condiciona la morfología de la fisura de Glaser en su parte más medial. Así, la cápsula traccionaría del cartílago favoreciendo su descenso. Obviamente esta tracción, provocada por la movilidad articular, no es similar en todos los

individuos, lo que conlleva una diferente morfología en la fisura de Glaser del adulto.

Se ha sugerido que la unión entre la banda posterior del disco y la cápsula posterior es bastante abrupta, con cambios aparentes visuales, estructurales y con diferencias en la vascularización de ambas zonas (Scapino, 1991). Por nuestra parte en el adulto hemos comprobado que hay una demarcación morfológica precisa entre la banda posterior del disco y la zona bilaminar (segmento posterior capsular). En las secciones sagitales realizadas en discos adultos, se observa que entre la banda posterior del disco y el segmento posterior capsular existe una zona de aproximadamente 500 μm , en la que las fibras de colágeno se disponen transversalmente de forma menos compacta que en la banda posterior del disco. Esta zona no tiene prácticamente fibras anteroposteriores ni verticales. Nosotros la hemos denominado "zona de transición". Pensamos que por sus características histológicas corresponde a la porción más periférica del disco articular. El segmento capsular posterior, constituido por dos láminas, una superior y otra inferior, se fija en esta zona de transición. Esta disposición se puede distinguir fácilmente por la dirección de las fibras capsulares. En la lámina superior se disponen las fibras casi horizontales para insertarse en la fisura de Glaser, mientras que las fibras de la lámina inferior se dirigen caudalmente para insertarse en la cara posterior del cóndilo mandibular. Por otro lado, podemos comprobar como los vasos de las láminas capsulares superior e inferior, así como los de la zona interlaminar alcanzan la zona de transición del disco. Por tanto, la zona de transición del disco recibe vascularización y creemos que se instaura un patrón vascular similar al de los meniscos de la rodilla. Estos últimos, reciben una vascularización limitada a las zonas periféricas por medio de las arterias perimeniscales (Jiménez Collado y cols., 1994). Precisamente Cascone y cols. (1999) señalaron que durante el periodo postnatal de crecimiento el disco estaba muy vascularizado, y como consecuencia del crecimiento y especialmente por los mecanismos de stress biomecánico que

ocurren durante la masticación, los capilares se retiran a la periferia; y en adultos de hecho el disco no tiene vascularización y su metabolismo está regulado por el líquido sinovial.

El patrón señalado está prácticamente establecido, según nuestras observaciones desde la 12ª semana del desarrollo. Hemos de señalar que algunos autores ya informaron que había un cambio brusco en la vascularización y en la densidad de fibras de colágeno entre la denominada zona bilaminar y la banda posterior del disco (Hall y cols., 1984; Kino y cols., 1993).

La vascularización capsular, es un elemento importante para el abastecimiento de la membrana sinovial tanto en humanos (Sharry, 1977), como en monos (Boyer y cols., 1964), o en ratas (Piette y Lametschwandtner, 1995). Nosotros hemos observado que a la 13ª semana del desarrollo se forman plicas sinoviales, tanto en la cavidad articular inferior como superior. Todas estas características histológicas nos permiten sugerir que la denominada zona bilaminar del disco, no es más que el segmento posterior de la cápsula articular.

Ligamento discomaleolar

Los iniciales estudios sobre el ligamento discomaleolar podemos referirlos a Kjellberg (1904) quien estudiando fetos humanos indicaba que el esbozo del disco articular se prolongaba dorsalmente por un fascículo hasta la cabeza del martillo. Symons (1952) observó una clara conexión entre disco y cartílago de Meckel en especímenes humanos de 180 mm de longitud VC. Sin embargo, Moffett (1957) mantiene que esta relación está ya presente en especímenes humanos de 30 mm de longitud VC. Por su parte, Van Dongen (1968) en su estudio indicó que el disco articular derivaba de la condensación mesenquimal por él denominada "lámina de condensación caudal del martillo", la cual alcanzaba la parte lateral de la cabeza del

cartílago de Meckel. A partir de entonces gran número de autores confirman estos resultados (Moffett, 1977; Perry y cols., 1985; Wong y cols., 1985; Smeele, 1988, 1990). A pesar de lo expuesto no faltan en la literatura autores que no observan esta disposición (Youdelis, 1966; Baume y Holz, 1970)

Nuestro estudio confirma las observaciones de los autores que determinaron que el complejo condilodiscal se extendía dorsalmente, desde el futuro polo interno condilar, mediante una condensación mesenquimal que alcanzaba la parte lateral del cartílago de Meckel. Esta condensación corresponde al esbozo del ligamento discomaleolar (Coleman, 1970; Ogütçen-Toller y Juniper, 1993, 1994; Ogütçen-Toller, 1995; Rodríguez y cols., 1993, 1995, 1999; Mérida y cols., 1999a y b).

Desde que Baecker (1931) fuera el primero en describir fibras elásticas en la porción superior del área retroarticular de la ATM, diferentes autores han señalado en sus estudios una distribución heterogénea de fibras elásticas. Algunos observan una mayor concentración de fibras elásticas en la porción medial de la lámina superior de la zona bilaminar (Rees, 1954; Dixon, 1962; Ridall y cols., 1982; Luder y Bobst, 1991; Gross y cols., 1999; Benigno y cols., 2001; Clement y cols., 2006). Otros como Kino y cols. (1993) aunque no observan la disposición propuesta por Rees de la zona posterior articular, sin embargo si aprecian fibras elásticas que procedentes de la fisura petrotimpánica alcanzan el disco articular. Ferraris y cols. (2002) observan abundantes fibras elásticas en la lámina superior que están ausentes en la inferior.

Nuestras observaciones en el adulto nos permiten en primer lugar identificar en la zona posteromedial de la lámina capsular superior un refuerzo ligamentoso que corresponde al ligamento discomaleolar. Este presenta abundantes fibras elásticas. Estas son prácticamente inexistentes en la parte inferior de la cápsula (lámina inferior de la zona bilaminar), y

aparecen dispersas en el tejido retroarticular relacionándose con los vasos arteriales y venosos, así como con el tejido adiposo. El ligamento discomaleolar hace relieve en la cavidad articular superior. Así, este refuerzo capsular es visible desde el acceso artoscópico al espacio articular superior de la articulación (Kino, 1980; Gola y cols., 1992; Mérida y cols., 2007). Ohnishi en 1975, lo denominó como "protuberancia oblicua".

Este contingente de fibras posterosuperomediales de la cápsula articular atraviesan la fisura de Glaser accediendo al oído medio para alcanzar el martillo (Rodríguez y cols., 1998; Kim y cols., 2004). El ligamento discomaleolar quedará lateral al ligamento esfenomandibular, diferenciándose por su distinta consistencia y morfología. Ambos ligamentos confluyen en su inserción en el cuello y base del proceso anterior del martillo. Autores como Coleman (1970); Komori y cols. (1986); Ögütçen-Toller (1995); Rodríguez y cols. (1998) diferencian claramente el ligamento anterior del martillo del ligamento discomaleolar. El primero no es más que la porción timpánica del ligamento esfenomandibular, que tras alcanzar la fisura de Glaser entra en la caja del tímpano.

El ligamento discomaleolar actúa como guía a modo de lámina portavasos para las ramitas mediales del grupo posterior de la arteria timpánica anterior que apoyadas en él también penetran en la caja timpánica desde la región retrocapsular de la ATM (Mérida y cols., 1997).

La interpretación funcional que se ha atribuido a estas fibras elásticas ha sido diferente. Para algunos autores, la elasticidad de la lámina superior de la zona bilaminar sirve para guiar al disco a la situación de reposo en el movimiento mandibular retrusivo (Dixon, 1962; Griffin y Sharpe, 1962; Dauber, 1987; DuBrul, 1990; Gola y cols., 1992; Kino y cols., 1993; Alomar y cols., 2007). Incluso se ha sugerido que podría oponerse al movimiento anterior del cóndilo mandibular en la apertura (Takisawa y cols., 1982), o ser una fuerza de resistencia ante el tirón del disco en el movimiento

anteromedial (Clément y cols., 2006). Así mismo, se ha señalado que el ligamento discomaleolar podría limitar los movimientos discales en movimientos de máxima apertura y propulsión (Cheynet y cols., 2003).

Sin embargo, otros autores por su parte, aún reconociendo que la elasticidad de la lámina posterosuperior del disco es muy distensible, sugieren que no es suficiente para traccionar de forma efectiva del disco dorsalmente en el movimiento mandibular retrusivo (Luder y Bobst, 1991; Kino y cols., 1993; Christo y cols., 2005) o incluso estabilizar el disco articular en el cóndilo mandibular (Alomar y cols., 2007).

Un importante grupo de autores enfatizan la importancia de la lámina capsular inferior, de poca elasticidad. Para ellos, esta lámina insertada en la cara dorsal del cóndilo mandibular condiciona que éste arrastre al disco en el movimiento retrusivo (Rees, 1954; Gross y cols., 1999; Cascone y cols., 1999).

Nosotros, de acuerdo con Carpentier y cols. (1988) y Luder y Bobst (1991), creemos que la inserción del disco articular en tres puntos condilares es importante desde el punto de vista mecánico. El disco se inserta en los polos interno y externo del cóndilo, así como en la cara dorsal del cóndilo mandibular. En los polos lo hace mediante las bandas anterior y posterior del disco, compuestas de gruesos paquetes condensados de fibras de colágeno, además la zona del disco dorsal a la banda posterior, que nosotros hemos denominado zona de transición, está compuesta por fibras de colágeno, transversales de polo a polo, pero de manera menos compacta que la banda posterior. En la cara posterior del cóndilo el disco se inserta a través de la lámina capsular inferior constituida por tejido denso regular con escasas fibras elásticas.

De esta manera, el disco se fija al cóndilo con tejido conjuntivo denso de disposición transversal (banda anterior, banda posterior y zona de

transición) y dorsocaudal (lámina capsular posteroinferior), condicionando que el disco acompañe al cóndilo mandibular en sus desplazamientos, tanto de apertura como de cierre. Recientemente, Tanaka y cols. (2003) señalaron que, lo que ellos denominaron la parte condilar de la zona retrodiscal, tiene una gran capacidad de dispersión de energía y resistencia a las fuerzas de tracción por sus propiedades viscoelásticas, contribuyendo a mantener la relación entre el disco y el cóndilo durante el cierre de la mandíbula.

La presencia de fibras elásticas en la lámina capsular superior y especialmente en el ligamento discomaleolar, creemos como otros autores, que no es suficiente como para reposicionar el disco dorsalmente (Luder y Bobst, 1991; Kino y cols., 1993; Christo y cols., 2005) y aún menos para oponerse al desplazamiento del disco y cóndilo (Takisawa y cols., 1982). Nosotros creemos que la presencia de fibras elásticas en la lámina capsular superior permite la recuperación elástica de ésta tras el estiramiento que sufre durante el movimiento de apertura. En este movimiento se produce el giro del cóndilo y el desplazamiento del cóndilo y disco bajo la eminencia articular, con lo cual aumenta la distancia desde la inserción en la fisura de Glaser hasta la cara posterior del disco (zona de transición). Las fibras elásticas se caracterizan por poder estirarse hasta un 150% de su longitud original y retomar ésta cuando cesa la tracción (Geneser, 2000). Sin embargo, la lámina capsular inferior no sufre un gran estiramiento ya que acompaña al cóndilo mandibular en su desplazamiento, de ahí su escasez en fibras elásticas.

La abundancia de fibras elásticas en el ligamento discomaleolar, nosotros sugerimos que es debida a la necesidad de mantener tensa la cápsula y por tanto, la membrana sinovial que la tapiza, ya que está situado en la zona más angosta del espacio limitado por el cóndilo mandibular y la fosa glenoidea y además presenta un muro óseo medial representado por la apófisis entoglenoidea. La relajación de esa región capsular podría provocar

pellizcamientos de la membrana sinovial por los movimientos mediotrusivos del cóndilo. Este ligamento por tanto, sería un tensor sinovial. Las articulaciones muy móviles tienen un sistema para tensar la membrana sinovial, pensemos en la articulación escapulohumeral y la disposición del manguito o cofia de los rotadores, el tríceps y ancóneo con el codo etc. Por otro lado, se ha señalado que el estudio histológico de articulaciones de pacientes con desplazamiento anteromedial del disco hay una significativa reducción de fibras elásticas en el disco y en la zona bilaminar (Scapino, 1983; Hall y cols., 1984). Estos datos han sido comprobados experimentalmente en conejos (Ali y cols., 1993).

Rodríguez y cols. (1998) sistematizaron la disposición del ligamento discomaleolar en adultos, indicando que discurre a través de la fisura petrotimpánica hacia el martillo del oído medio, distinguible de la porción timpánica del ligamento esfenomandibular (ligamento anterior del martillo). Algunos estudios se han focalizado para tratar de determinar las posibles implicaciones clínicas de esta estructura, en relación con el síndrome de disfunción craneomandibular (Ioannides y Hoogland, 1983; Loughner y cols., 1989; Ögütçen-Toller y Juniper, 1993). Sin embargo, no hay pruebas de que la tracción de este ligamento pueda producir movimientos en los huesecillos del oído medio (Coleman, 1970; Komori y cols., 1986; Eckerdal, 1991; Kim y cols., 2004). En cualquier caso, esta posibilidad siempre sería dependiente al mayor o menor cierre de la fisura petrotimpánica (Rodríguez y cols., 1998).

Región o Área retroarticular

En nuestra opinión, la región retroarticular está delimitada por el segmento posterior de la cápsula y el hueso timpánico junto con el cartílago del conducto auditivo externo. En el adulto como ya hemos señalado, esta región tiene una forma de prisma triangular, con el vértice en la parte más medial, dirigido hacia la parte más interna de la fisura de Glaser y la

apófisis entoglenoidea. Por su contenido en el adulto, Zenker (1956) la denominó "Retroartikuläres plastisches Polster" y Dubrul (1990) "almohadilla retromeniscal".

Esta región contiene tejido adiposo y un abundante plexo venoso, cuyo esbozo es bien visible en especímenes humanos de 10 semanas de desarrollo, coincidiendo con la formación de la cavidad articular inferior (Mérida y cols., 1999a). Vasos venosos procedentes de la fisura timpanoescamosa fetal drenan en este plexo venoso (Couly y Hureau, 1976; Mérida y cols., 1999b). A su vez, el plexo venoso drenan en la vena retromandibular (Dubrul, 1990), formando parte del plexo vascular articular, que comunica con el plexo venoso pterigoideo (Deplus y cols., 1996).

Su función no está aún totalmente aclarada. Para Wish-Bartz y cols. (1993) por su situación podría contribuir a absorber los numerosos sonidos que se producen en la ATM, ya que se encuentra en la frontera con el oído medio. Para Cascone y cols. (1999), la función de la zona retroarticular con sus componentes, sería la de una almohadilla hidráulica para amortiguar los movimientos retrusivos del cóndilo y prevenir el daño de las estructuras articulares.

Por otro lado, nosotros hemos comprobado como algunas fibras elásticas se relacionan con las lagunas venosas. Este sistema podría favorecer la flexibilidad de la región, favoreciendo el bombeo del plexo (Kino y cols., 1993; Cascone y cols., 1999). La presencia de tejido adiposo y el plexo venoso puede servir para amortiguar el movimiento de retrusión condilar, así como tener un papel protector para la arteria timpánica y sus ramas durante los movimientos mandibulares, así como para las estructuras nerviosas de esta zona.

En la región retroarticular se localizan la arteria timpánica anterior y sus ramas de distribución (Mérida y cols., 1997, 1999b). Nosotros hemos comprobado que el esbozo de esta arteria aparece durante la 8ª semana del desarrollo, lateral al esbozo del ligamento discomaleolar. En semanas posteriores se observan las ramas de la arteria timpánica anterior rodeadas del plexo venoso. Ramos de la arteria se distribuyen por el segmento posterior de la cápsula durante el desarrollo, siendo esenciales para la formación de la membrana sinovial. Las plicas sinoviales son visibles durante la 13ª semana del desarrollo. Este patrón se mantiene en el adulto. Las paredes de los vasos arteriales en el adulto muestran unas paredes con abundantes fibras elásticas.

La inervación de esta región durante el desarrollo proviene de dos pedículos nerviosos. La parte externa de la región retroarticular, recibe ramos procedentes del nervio auriculotemporal, mientras que la parte más medial, en relación con el ligamento discomaleolar, recibe ramos procedentes del nervio mandibular. Este patrón se observa desde el final del periodo embrionario (8ª semana del desarrollo). La inervación por ramas directas del nervio mandibular no ha sido descrita (Wyke, 1977). Además durante la 13ª semana del desarrollo hemos observado en un espécimen que el nervio cuerda del tímpano, en la fisura timpanoescamosa, emite una ramita que alcanza el segmento medial capsular. Numerosos autores han descrito el recorrido y variaciones del nervio auriculotemporal (Schmidt y cols., 1998; Davidson y cols., 2003; Fernandes y cols., 2003; Gülekon y cols., 2005). Se ha descrito la relación de este nervio con el dolor en la región temporomandibular, generalmente por atrapamiento o compresión (Johansson y cols., 1990; Loughner y cols., 1997; Dellon y Maloney, 2006). Sin embargo, la relación del nervio cuerda del tímpano con la cápsula articular no ha sido descrita. En cualquier caso, hemos de indicar que es bien sabido que el nervio cuerda del tímpano contiene fibras sensoriales y preganglionares parasimpáticas, pero además se ha descrito que en el pollo puede contener fibras sensoriales aferentes para la temperatura, dolor e

incluso la presión (Gentle, 1984). También se han señalado sus relaciones con el ganglio ótico en el gato (Kuchiiwa y cols., 1998).

Es bien sabido que todas las articulaciones sinoviales de los humanos y animales están dotadas de un conjunto de terminaciones receptoras de tipo encapsulado y no encapsulado con propiedades características de comportamiento y distribución diferente en los tejidos articulares (Zimny, 1988). Estos receptores son importantes para el reconocimiento de la posición de la articulación para su interacción con los grupos musculares y proveer protección a la propia articulación. La propiocepción se puede por tanto, describir como la información aferente que típicamente se produce desde los mecanorreceptores periféricos para contribuir al control postural, la estabilidad articular y la sensación consciente del movimiento.

Para el estudio de estas estructuras hemos seguido la clasificación propuesta por Freeman y Wyke (1967) y detallada por Zimny (1988). Los mecanorreceptores tipo I, II y III son encapsulados y el tipo IV es no encapsulado. El tipo I es un receptor pequeño, globular, ovoide o fusiforme comúnmente dispuesto en las capas superficiales de la cápsula. Cada uno de estos está innervado por una pequeña fibra aferente mielinizada. Estos receptores poseen un efecto inhibitor sobre la actividad nociceptiva del tipo IV. Su actividad ejerce también influencias reflexógenas tónicas poderosas sobre el conjunto motoneuronal de los músculos de la masticación, así como sobre otra musculatura. Finalmente, contribuyen a la sensibilidad postural y cinestésica. Incluye el mecanoreceptor tipo Ruffini con un umbral de excitación bajo y de adaptación lenta.

El tipo II es un receptor densamente encapsulado de forma cónica que se encuentra en las capas profundas de la cápsula articular. Estos incluyen los receptores tipo Paccini, estos son de umbral bajo y adaptación rápida. Este tipo de mecanorreceptor dispara salvas cortas de impulsos únicamente al principio de los cambios de tensión de la cápsula articular, o en respuesta a

una estimulación vibratoria cuyo efecto es generar cambios reflejos de fase en la actividad de la musculatura y efectos inhibidores transitorios sobre el flujo centrípeto de actividad aferente nociceptiva de los tejidos de la mandíbula (Rocabado, 1983; Zimny, 1988). Los receptores tipo II que se encuentran en relación con la cápsula posterior presentan un umbral relativamente uniforme, por lo que al principio del movimiento mandibular en esta zona sometida a tensión serán estimulados más o menos simultáneamente. Su comportamiento sugiere por tanto, que actúa como receptores de aceleración-desaceleración (Rocabado, 1983).

El tipo III son receptores poco encapsulados en espiral, de umbral alto y adaptación lenta. Incluye a las terminaciones de Golgi. Según algunos estudios estos receptores se localizan en el ligamento lateral externo de la articulación (Rocabado, 1983).

El tipo IV son receptores no encapsulados ligeramente mielinizados o amielínicos. Con una distribución tridimensional por toda la cápsula y tejidos sinoviales.

Nuestro estudio demuestra la presencia de receptores tipo I (Rufiniforme) y otros de tipo globular que podrían ser considerados tipo Rufiniforme según algunos autores (Favia y Maiorano, 1995). Estos son los más numerosos en la región retroarticular. Este tipo de receptor se encuentra más concentrado en las región anterior y posterior de la ATM (Zimny, 1988) Además aparecen receptores tipo II (Pacciniforme), estos son menos numerosos tal y como ha sido señalado (Zimny, 1988). Además hay fibras nerviosas aisladas que podrían corresponder a receptores tipo IV que se distribuyen por el segmento posterior de la cápsula articular y la membrana sinovial que la tapiza.

En nuestro estudio no hemos encontrado receptores tipo III. Algunos autores han descrito que este tipo de receptor se localiza en la parte lateral de la articulación (Greenfield y Wyke, 1966; Wyke, 1967).

Se ha descrito que en la parte posterior de la articulación se observa la mayor concentración de los receptores (Wyke, 1967; Rocabado, 1983; Wink y cols., 1992). No obstante, no han faltado autores que han señalado que la concentración de estos receptores es mayor en la parte lateral y medial de la articulación (Griffin y Harris, 1975).

Por otro lado, queremos destacar que los receptores descritos no los hemos observado en la cápsula, como se describe tradicionalmente, sino en el tejido retroarticular. Solamente en la cápsula hemos observado nervios, bien formado parte de un paquete vasculonervioso o ramas nerviosas aisladas, sugestivas de ser receptores tipo IV. Este tipo de fibras se suele asociar a la transmisión nociceptiva.

También hemos de señalar que nuestro estudio nos permite observar los nervios de las paredes vasculares en esta región, que ya fueron puestos de manifiesto por algunos autores (Zimny, 1988; Favia y Maiorano, 1995). Estos pueden tener una función vasomotora (Moon y Kim, 1997; Arcand y cols., 2000).

En general se ha señalado que los receptores tipo Ruffini sirven principalmente para el mantenimiento del tono muscular, mientras que los corpúsculos de Paccini y los órganos tendinosos de Golgi son reflexógenos. Siendo los primeros importantes para la aceleración ó desaceleración en los primeros momentos de la movilidad articular. Esta información de tipo sensitivo activa un mecanismo reflejo que actúa para prevenir la lesión de la articulación (Zimny, 1988).

Desde el punto de vista del desarrollo, destacamos que el esbozo de estas formaciones encapsuladas aparece durante la decimocuarta semana como formaciones concéntricas de mesénquima dispuestas en el tejido retroarticular y en relación con fibras nerviosas. No obstante, algunos autores han señalado que los receptores de tipo Paccini en la rata empiezan a desarrollarse en una fase relativamente tardía, cuando la histogénesis del tejido circundante está muy avanzada. Así este tipo de receptores en la rata se describen 19-20 días de gestación (Zelena, 1978). Los receptores de tipo Paccini se observaron mediante microscopía óptica en humanos a los 4-5 meses de gestación (Otelin y cols., 1976). Al parecer, una cierta fase de diferenciación avanzada de los componentes del tejido y de las neuronas sensitivas es un requisito previo para el desarrollo del receptor tipo Paccini (Zelena, 1978).

También se ha descrito que la diferenciación inicial del receptor de Paccini ocurre bajo la influencia del tejido circundante, siendo el nervio el que lo mantiene. Así de esta forma, parece importante la especificidad del tejido y las cualidades regionales específicas como factores determinantes para el tipo de receptor (Ilyinky y Chalisova, 1975).

CONCLUSIONES

1. El estudio en especímenes humanos parece demostrar la especificidad del desarrollo del segmento capsular posterior y de la zona retrocapsular.
2. Entre el hueso timpánico y el segmento capsular posterior se localiza la región retroarticular.
3. El desarrollo de la región articular posterior condiciona la morfología de la fisura de Glaser en su segmento más interno.
4. El segmento capsular posterior se relaciona con la zona posterior del disco articular, denominada por nosotros, zona de transición, cuya estructura es diferente a la banda posterior del disco.
5. El ligamento discomaleolar es un refuerzo intrínseco del segmento capsular posterior, con un desarrollo específico.
6. La presencia de fibras elásticas en el ligamento discomaleolar, sugiere una posible función como tensor sinovial.
7. La región retroarticular contiene a la arteria timpánica anterior y sus ramas, al plexo venoso, al nervio auriculotemporal y sus ramas. Además, en esta región se localizan los mecanorreceptores.

81 ■ CONCLUSIONES

8. Los pliegues sinoviales aparecen durante la 13 semana y el esbozo de los mecanorreceptores a las 14^a semana, una vez que las cavidades articulares están formadas.

9. Nuestros resultados permiten sugerir una terminología más adecuada en esta región.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUR MR, DALLEY F (2007) Grant Atlas de anatomía 11ª edición Edit. Médica Panamericana S.A. Madrid.
- ALI AM, SHARAWY M, O´DELL NL, ALBEHERY G (1993) Morphological alterations in the elastic fibers of the rabbit craniomandibular joint following experimentally induced anterior disk displacement. Acta Anat 147: 159-167.
- ALOMAR X, MEDRANO J, CABRATOSA J, CLAVERO, JA, LORENTE M, SERRA I, MONILL JM, SALVADOR A (2007) Anatomy of the temporomandibular joint. Semin Ultrasound CT MRI 28: 170-183.
- ALONSO AA, ALBERTINI JS, BECHELLI AH (1999) Oclusión y diagnóstico en rehabilitación oral. Editorial Panamericana S.A. Buenos Aires.
- ARCAND MA, RHALMI S, RIVARD CH (2000) Quantification of mechanoreceptors in the canine anterior cruciate ligament. Int Orthop 24: 272-5.
- BADE H, SCHENK C, KOEBKE J (1994) The function of discomuscular relationships in the human temporomandibular joint. Acta Anat 151: 258-267.
- BAECKER R (1931) Zur Histologie des Kiefergelenkmeneiscus des Menschen und der Säuger. Z Mikrosk Anat Forsch 26: 223-268.
- BAUME L.J. HOLZ J (1970) Ontogenesis of the human temporomandibular joint 2. Development of the temporal components. J Dent Res 49: 864-875.

- BENBELAÏD R, FLEITER B, ZOUAOUI A, GANDY JF (2005) Proposed graphical system of evaluating disc-condyle displacements of the tempormandibular joint in MRI. *Surg Radiol Anat* 27: 361-367.
- BENIGNO MI, AZEREDO RA, LEMOS JL, KONIG Jr B, LIBERTI EA (2001) The structure of the bilaminar zone in the human tempormandibular joint: a light and scanning electron microscopy study in young and elderly subjects. *J Oral Rehabil* 28: 113-119.
- BERNICK S (1962) The vascular and nerve supply to the temporomandibular joint of the rat. *Oral Surg* 15: 488-98.
- BOYER CC, WILLIAMS TT, STEVENS FH (1964) Blood supply of the temporomandibular joint. *J Dent Res* 43:224-228.
- BUMANN A, LOTZMANN U (2000) Atlas de diagnóstico funcional y principios terapéuticos en odontología. Barcelona: Ediciones Masson S.A.
- BURCH HC (1965) Técnica histológica Madrid. Editorial Paz Montalvo.
- BURDI AR (1992) Morphogenesis. In: Sarnat BG, Laskin DM, editors. The temporomandibular joint. A biological basis for clinical practice. 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders.
- CARPENTIER P, YUNG J, MARGUELLES-BONNET R, MEUNISSIER M (1988) Insertions of the lateral pterygoid muscle: an anatomic study of the human temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 46: 477-482.
- CASCONE P, NICOLAI G, VETRANO S, FABIANI F (1999) TMJ biomechanical constraints: the disc and the retrodiscal tissue. *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol.* 41:26-32.
- CESARINI A, TOMBOLINI E, FAGNANI E, DOMENECH MATEU JM (1991) The anterior ligament of the human malleus. *Acta Anat* 142: 313- 316.
- CLARK RKF, WYKE BD (1974) Contributions of temporomandibular articular mechanoreceptors to the control of mandibular posture: an experimental study. *J Dent* 2:121-9.
- CLÉMENT C, BRAVETTI B, PLÉNAT F, FOLIGUET B, HADDIOUI AE, GAUDY JF, WEISSENBACH M (2006) Quantitative analysis of the elastic fibers in the human temporomandibular articular disc and its attachments. *Int J Oral Maxillofac Surg* 35: 1120-1126.

- COLEMAN RD (1970) Temporomandibular joint: relation of the retrodiskal zone to the Meckel's cartilage and lateral pterygoid muscle. *J Dent Res* 49: 626-630.
- COMBELLES R, BECUE J (1970) A propos de quelques artères de la face étudiées chez le fœtus par la technique de diaphanisation. *CR Assoc Anat* 147: 331-339.
- COULY G, HUREAU J (1976) Les relations otomeniscales de l'articulation temporomandibulaire du nouveau-né. *Arch Anat Hist Embr* 59: 143-150.
- CROMPTON AW (1963) The lower jaw of diarthrognathus and the origin of the mammalian lower jaw. *Proc Zool Soc London* 140: 697-753.
- CHEYNET F, GUYOT L, RICHARD O, LAYOUN W, GOLA R (2003) Discomalleolar and malleomandibular ligaments: anatomical study and clinical applications. *Surg Radiol Anat* 25: 152-157.
- CHRISTO JE, BENNETT S, WILKINSON TM, TOWNSEND GC (2005) Discal attachments of the human temporomandibular joint. *Aust Dent J* 50: 152-60.
- DAUBER W (1987) Die Nachbarschaftsbeziehungen des Discus articularis des Kiefergelenkes und ihre funktionelle Bedeutung. *Schweiz Monatschr Zahnmed* 97: 427-437.
- DAVIDSON JA, METZINGER SE, TUFARO AP, DELLON AL (2003) Clinical implications of the innervation of the temporomandibular joint. *J Craniofac Surg* 14: 235-9.
- DELLON L, MALONEY CT JR (2006) Denervation of the painful temporomandibular joint. *J Craniofac Surg* 17: 828-832.
- DEPLUS S, BRÉMOND-GIGNAC D, GILLOT C, LASSAU JP (1996) The pterygoid venous plexuses. *Surg Radiol Anat* 18: 23-27.
- DIXON AD (1962) Structure and functional significance of the intraarticular disc of the human temporomandibular joint. *Oral Surg* 15: 48-61.
- DRESSEN D, HALATA Z, STRASMANN T (1990) Sensory innervation of the temporomandibular joint in the mouse. *Acta Anat* 139: 154-60.
- DUBRUL EL (1990) *Anatomía Oral*. Barcelona: Ediciones Doyma S.A.

- ECKERDAL O (1991) The petrotympanic fissure: a link connecting the tympanic cavity and the temporomandibular joint. *Cranio* 9: 15-22.
- FAVIA G, MAIORANO E (1995) Presence of neuroreceptors in normal and diseased temporo-mandibular joints. *Boll Soc Ital Biol Sper* 71: 205-12.
- FERNANDES PR, DE VASCONCELLOS HA, OKESON JP, BASTOS RL, MAIA ML (2003) The anatomical relationship between the position of the auriculotemporal nerve and the mandibular condyle. *Cranio* 21:165-171.
- FERRARIS ME, CARRANZA M, ACTIS A, SIMON A (2002) Cambios estructurales del complejo articular temporomandibular (CATM) en distintas edades gestacionales. *Rev chil anat* 20:185-191
- FINDLAY IA (1964) Mandibular joint pressures. *J Dent Res* 43: 140-148.
- FRANKS AST (1964) Studies of the innervation of the temporomandibular joint and the lateral pterygoid muscles in animals. *J Dent Res* 45:1762-66.
- FREEMAN MA, WYKE B (1967) The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in the cat. *J Anat* 101: 505-32.
- FRIEDMAN MH (1988) Anatomic relations of the medial aspect of the temporomandibular joint. *J Prosth Dent* 59: 495-498.
- FROMMER J, MONROE CV (1966) The morphology and distribution of nerve fibers and endings associated with joint of the mouse. *J Dent Res* 45: 1762-66.
- GENESER F (2000) *Histología* III edición. Montevideo editorial médica Panamericana.
- GENTLE MJ (1984) Sensory functions of the chorda tympani nerve in the chicken. *Experimentia* 40:1253-1255.
- GOLA R, CHOSSEGROS C, ORTHLIEB JD (1992) Appareil discal de l'articulation temporomandibulaire. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 93: 236-245.
- GREENFIELD BE, WYKE BD (1964) The innervation of the cat's temporomandibular joint. *J Anat* 98: 300.

- GREENFIELD BE, WYKE BD (1966) Reflex innervation of the temporomandibular joint. *Nature* 211: 940-1.
- GRIFFIN CJ, SHARPE CJ (1962) Distribution of elastic tissues in human temporomandibular meniscus especially in respect to compression areas. *Aus Dent J* 7:72-78.
- GRIFFIN CJ, HARRIS R (1975) Innervation of the tempormandibular joint. *Aus Dent J* 20:78-85.
- GROSS A, BUMANN A, HOFMEISTER B (1999) Elastic fibers in the human temporo-mandibular joint disc. *Int J Oral Maxillofac Surg* 28: 464-68.
- GÜLEKON N, ANIL A, POYRAZ A, PEKER T, TURGUT HB, KARAKÖSE M (2005) Variations in the anatomy of the auriculotemporal nerve. *Clin Anat* 18:15-22.
- HALL MB; BROWN RW, BAUGHMAN RA (1984) Histologic appearance of the bilaminar zone in internal derrangement of the temporomandibular joint. *Oral Surg* 58:375-381.
- HARPMAN JA, WOOLLARD HH (1938) The tendon of the lateral pterygoid muscle. *J Anat* 73:112-115.
- HOLMLUND AB, GYNTER GW, REINHOLT FP (1992) Disk derangement and inflammatory changes in the posterior disk attachment of the temporomandibular joint. A histologic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 73: 9-12.
- HROMADA J, KRÁLOVE H (1960) Die innervation des Kiefergelenks und einige anatomisch- klinische Bemerkungen *Dtsch Zahn-Mund-Heilkd* 34:19-28.
- HUMPHREY T (1968) The development of mouth opening and related reflexes involving the oral area of human fetuses. *Ala J Med Sci* 5: 126-157.
- ICHIKAWA H, MATSUO S, WAKISAKA S, AKAI M (1990) Fine structure of calcitonin gene related peptide immunoreactivanerve fibers in the rat temporomandibular joint. *Arch Oral Biol* 35: 727-30.

- IOANNIDES CA, HOOGLAND GA (1983) The disco-malleolar ligament: a possible cause of subjective hearing loss in patients with temporomandibular joint dysfunction. *J Maxillofac Surg* 11: 227-231.
- ILYINSKY OB, CHALILOSOVA NI (1975) Problema obrazovaniya I regeneracii receptor pozvonodinykh zhivotnykh. *Uspekhy souremennoy biologii (Moskva)* 80:441-457.
- ISACSSON G, ISBERG A, PERSSON A (1988) Loss of directional orientation control of lower jaw movements in persons with internal derangements of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 66: 8-12.
- JIMÉNEZ COLLADO J; GUILLÉN GARCÍA P, SOBRADO PÉREZ J (1994) *Rodilla: morfogénesis, anatomía aplicada, vías de acceso*. Madrid. Editorial Mapfre.
- JOHANSSON AS, ISACSSON G, ISBERG A, GRANHOLM AC (1986) Distribution of substance P-like immunoreactive nerve fibers in the temporomandibular joint soft tissues of monkey. *Scand J Dent Res* 94: 225-232.
- JOHANSSON AS, ISBERG A, ISACSSON G (1990) A radiographic and histologic study of the topographic relations in the temporomandibular joint region: implications for a nerve entrapment mechanism. *J Oral Maxillofac Surg* 48: 953-961.
- KAWAMURA Y, MAJIMA T (1964) Temporomandibular joint's sensory mechanisms controlling activities of the jaw muscles. *J Dent Res* 43: 150.
- KAWAMURA Y, MAJIMA T, KATO I (1967) Physiologic role of deep mechanoreceptor in temporomandibular joint capsule. *J Osaka Dent Univ Sch* 7: 63-76.
- KIDO MA, KIYOSHIMA T, IBUKI T, KONDO T, TERADA Y, TANAKA T. (1995) A topographical and ultrastructural study of sensory trigeminal nerve endings in the rat temporomandibular joint as demonstrated by anterograde transport of wheat germ agglutinin-horseradish peroxidase (WGA- HRP). *J Dent Res*; 74: 1353-59.

- KIM HJ, JUNG HS, KWAK HH, SHIM KS, HU KS, PARK HD, PARK HW, CHUNG IH (2004) The discomalleolar ligament and the anterior ligament of malleus: an anatomic study in human adults and fetuses. *Surg Radiol Anat* 26: 39-45.
- KINO K (1980) Morphological and structural observation of the synovial membranes and their folds relating to the endoscopic findings in the upper cavity of the human temporomandibular joint. *Kokobyō Gakkai Zasshi* 47: 98-134.
- KINO K, OHMURA Y, AMAGASA T (1993) Reconsiderations of the bilaminar zone in the retrodiskal area of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 75: 410-21.
- KJELLBERG K (1904) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Kiefergelenkes. *Gegenbaurs Morphol Jahrb* 32: 159-184.
- KLINEBERG I, GREENFIELD BE, WYKE B (1970a) Afferent discharges from temporomandibular articular mechanoreceptors: an experimental study in cat. *Arch Oral Biol* 15: 935-52.
- KLINEBERG I, GREENFIELD BE, WYKE B (1970b) Contributions to the reflex control of mastication of mechanoreceptors in the temporomandibular joint capsule. *Dent Practitioner Dent Rec* 21: 73-83.
- KLINEBERG I, GREENFIELD BE, WYKE B (1971) Afferent discharges from temporomandibular articular mechanoreceptors. *Arch Oral Biol* 16: 1463-79.
- KLINEBERG I (1971) Structure and function of temporomandibular joint innervation. *Annals of the Royal College of Surgeons of England Ann R Coll Surg Engl* 49: 268-88.
- KLINEBERG I (1980) Influences of temporomandibular articular mechanoreceptors on functional jaw movements. *J Oral Rehabil* 7: 307-17.
- KOMORI E, SUGISAKI M, TANABE H, KATOH S (1986) Discomalleolar ligament in the adult human. *J Craniomandib Pract* 4: 290-305.
- KORNFELD M (1972) Rehabilitación bucal. Editorial Mundi. Buenos Aires
- KUCHIIWA S, KUCHIIWA T, NONAKA S, NAKAGAWA S (1998) Facial nerve parasympathetic preganglionic afferents to the accessory otic ganglia

- by way of the chorda tympani nerve in the cat. *Anat Embryol* 197:377-382.
- KURITA K, WESTESSON PL, STERNBY NH, ERIKSSON L, CARLSSON LE, LUNDH H, TOREMALM NG (1989) Histologic features of the temporomandibular joint disk and posterior disk attachment: comparison of symptom-free persons with normally positioned disk and patients with internal derangement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 67: 635-643.
- LANG J (1995) *Clinical Anatomy of the masticatory apparatus and peripharyngeal spaces*. Stuttgart, Thieme.
- LANGENDOEN J, MÜLLER J, JULL GA (1997) Retrodiscal tissue of the temporomandibular joint: clinical anatomy and its role in diagnosis and treatment of arthropathies. *Manual Therapy* 2: 191-198.
- LOUGHNER BA, LARKIN LH, MAHAN PE (1989) Discomalleolar and anterior malleolar ligaments: Possible causes of middle ear damage during temporomandibular joint surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 68: 14-22.
- LOUGHNER BA, GREMILLON HA, MAHAN PE, WATSON RE (1997) The medial capsule of the human temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 55: 363-369.
- LUDER HU, BOBST P (1991) Wall architecture and disc attachment of the human temporomandibular joint. *Schweiz Monatschr Zahnmed* 101:557-570.
- MCKAY GS, YEMM R (1992) The structure and function of the temporomandibular joint. *Br Dent J* 173: 127-33.
- MCMANUS JFA, MOWRY RW (1968) *Técnica histológica*. Madrid: Atika S.A.
- MÉRIDA VELASCO JR, RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF, JIMÉNEZ COLLADO J (1990) Meckelian articular complex. *Eur Arch Biol* 101:447-453.
- MÉRIDA VELASCO JR, RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF, JIMÉNEZ COLLADO J (1993) The relationships between the temporomandibular joint disc and related masticatory muscles in humans. *J Oral Maxillofac Surg* 51:390-395.

- MÉRIDA VELASCO JR, RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF, JIMÉNEZ COLLADO J (1997) Anterior tympanic artery: course, ramification and relationship with the temporomandibular joint. *Acta Anat* 158: 222- 226.
- MÉRIDA VELASCO JR, RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF, MÉRIDA VELASCO JA, SÁNCHEZ MONTESINOS I, ESPÍN FERRA J, JIMÉNEZ COLLADO J (1999a) Development of the human temporomandibular joint. *Anat Rec* 255: 20-30.
- MÉRIDA VELASCO JR, RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF, MÉRIDA VELASCO JA, JIMÉNEZ COLLADO J (1999b) The vascular relationship between the temporomandibular joint and the middle ear in the human fetus. *J Oral Maxillofac Surg* 57:146-153.
- MÉRIDA-VELASCO JR, RODRÍGUEZ-VAZQUEZ JF, DE LA CUADRA BLANCO C, SÁNCHEZ-MONTESINOS I, MÉRIDA-VELASCO JA (2006) Origin of the styloglossus muscle in the human fetus. *J Anat* 208:649-53.
- MÉRIDA-VELASCO JR, RODRÍGUEZ JF, DE LA CUADRA C, PECES MD, MÉRIDA JA, SÁNCHEZ I (2007) The posterior segment of the temporomandibular joint capsule and its anatomic relationship. *J Oral Maxillofac Surg* 65: 30-3.
- MÉRIDA VELASCO JR (2008) ¿Está definido el segmento posterior de la cápsula articular temporomandibular?. *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina TCXXV Cuaderno 1* 145-153.
- MOFFETT BC (1957) The prenatal development of the human temporomandibular joint. *Contrib Embryol* 36: 19-28.
- MOFFETT BC (1977) *Articulación Temporomandibular*. En: *Prostodoncia Dental Completa*. JJ Sharry. Ediciones Tray. Barcelona.
- MOON MS, KIM YS (1997) Collagen fibres and mechanoreceptors in regenerated menisci of rabbits. *Int Orthop* 21:239-242.
- MOORE KL, DALLEY AF (2002) *Anatomía con orientación clínica*. 4ª edición Madrid. Editorial Panamericana.
- MORANI V, PREVIGLANO V, SCHERIANO GM, RAMIERI G (1994) The innervation of the human temporomandibular joint capsule and disc

- as revealed by immunohistochemistry of neurospecific markers. *J Orofac Pain*; 8: 36-41.
- OGÜTCEN-TOLLER M, JUNIPER RP (1993) 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* 51: 772-8.
- OGÜTCEN-TOLLER M, JUNIPER RP (1994) The development of the human lateral pterygoid muscle and the temporomandibular joint and related structures: a three-dimensional approach. *Early Hum Dev* 39:57-68.
- ÖGÜTCEN-TOLLER M (1995) The morphogenesis of the human discomalleolar and sphenomandibular ligaments. *J Craniomaxillofac Surg* 23: 42-46.
- OKESON JP (2008) Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. 6ª edición. Madrid. Editorial Elsevier Mosby.
- OHNISHI M (1975) Arthroscopy of the temporomandibular joint *J Jpn Stomat*; 42: 207-212.
- O'RAHILLY R, MÜLLER F (1987) Developmental stages in embryos. Carnegie Institution of Washington, nº 637, Washington, D.C.
- O'RAHILLY R, MÜLLER F (1996) Human embryology and teratology. 2nd ed. New York: Wiley-Liss.
- ORTS LLORCA F (1986) Anatomía Humana. 6ª Edición. Barcelona. Editorial científico médica.
- OTELIN A, MASHANSKY A, MIRKIN VF (1976) Teltse Vater-Pacini. Leningrad. Nauka.
- PATURET G (1951) *Traité d'Anatomie Humaine*. Vol 1. Paris: Masson.
- PEREIRA FJ, LUNDH H, ERIKSSON L, WESTESSON PL (1996) Microscopic changes in the retrodiscal tissues of painful temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 54: 461-468.
- PERRY HT, XU Y, FORBES DP (1985) The embryology of the temporomandibular joint. *Cranio* 3: 125-132.
- PIETTE E., LAMETSCHWANDTNER A (1995) The angioarchitecture of the rat mandibular joint synovium. *Arch Oral Biol* 40: 487-497.

- PINTO OF (1962) A new structure related to the temporomandibular joint and middle ear. *J Prosthet Dent* 12: 95-103.
- PIRLOT OF (1976) *Morfología evolutiva de los cordados*. Edit. Omega Barcelona.
- POZO JJ, PÉREZ MD, CASADO JR (2004) Disfunción del aparato estomatognático. *Semiología neuromuscular*. *Rev Eur Odonto-Estomatol* 16: 123-134.
- RAMIERI G, BONARDI G, MORANI V, PANZICA GC, DEL TETTO F, ARISIO R, PRETI G (1996) Development of nerve fibers in the temporomandibular joint of the human fetus. *Anat Embryol* 194: 57-64.
- REES LA Structure and function of the mandibular joint. *Br Dent J* 1954; 96:125-133.
- RICHANY SF, BAST TH, ANSON BJ (1956) The development of the first branchial arch in man and the fate of Meckel's cartilage. *Quart Bull Northwest Univ Med Sch* 30: 331-355.
- RIDALL AL, HAYS ER, TAMBURLIN JH, MOHL ND (1982) Description of elastic fibers in the bilaminar zone. *J Dent Res* 61: 351.
- ROCABADO M (1983) *Artrocinética de la articulación temporomandibular*. *Clínicas Odontológicas de Norteamérica*. 3:583-603.
- RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF, MÉRIDA VELASCO JR, JIMÉNEZ COLLADO J (1991) A study of the os goniale in man. *Acta Anat* 142:188-192.
- RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF, MÉRIDA VELASCO JR, JIMÉNEZ COLLADO J (1992) Development of the human sphenomandibular ligament. *Anat Rec* 233: 453-460.
- RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF, MÉRIDA VELASCO JR, JIMÉNEZ COLLADO J (1993) Relationships between the temporomandibular joint and the middle ear in human fetuses. *J Dent Res* 72: 62-66.
- RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF (1995) Ligamento discomaleolar. Realidad o ficción anatómica. *An R Acad Nac Med* 112/3:543-555.

- RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF, MÉRIDA VELASCO JR, MÉRIDA VELASCO JA, JIMÉNEZ COLLADO J (1998) Anatomical considerations on the discomalleolar ligament. *J Anat* 192: 617-621.
- RODRÍGUEZ VÁZQUEZ JF, MÉRIDA VELASCO JR, ARRÁEZ-AYBAR LA, HERRERO H, JIMÉNEZ J (1999) Morfología de la región posterior de la articulación temporomandibular en fetos humanos. *Arch Esp Morfol* 4: 25-34.
- ROUVIERE H, DELMAS A (2005) *Anatomía Humana. Descriptiva, topográfica y funcional*. 11ª edición. Barcelona. Masson.
- SAVALLE, WPM (1988) Some aspects of the morphology of the human temporomandibular joint capsule. *Acta Anat* 131: 292-296.
- SAVALLE, WPM, WEIJS WA, JAMRS J, EVERTS V (1990) Elastic and collagenous fibers in the temporomandibular joint capsule of the rabbit and their functional relevance. *Anat Rec* 227: 159-166.
- SCAPINO RP (1983) Histopathology associated with malposition of the human temporomandibular joint disc. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 55:382-97.
- SCAPINO RP (1991) The posterior attachment: its structure, function and appearance in TMJ imagine studies. Part 1. *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain* 5: 83-95.
- SCHMID F (1969) On the nerve distribution of the temporomandibular joint capsule. *Oral Surg* 28: 63-66.
- SCHMIDT BL, POGREL MA, NECOECHEA M, KEARNS G (1998) The distribution of the auriculotemporal nerve. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathol Oral Radiol Endod* 86:165-8.
- SCHMOLKE C (1994) The relationship between the temporomandibular joint capsule, articular disc and jaw muscles. *J Anat* 184: 335-345.
- SIÉSSERE S, VITTI M, SEMPRINI M, REGALO SC, IYOMASA MM, DIAS FJ, ISSA JP, DE SOUSA LG (2008) Macroscopic and microscopic aspects of the temporomandibular joint related to its clinical implication. *Micron* 39:852-858.
- SHARRY JJ (1977) *Prostodoncia dental completa* Ed. Toray S.A Barcelona

- SHIMADA K, GASSER RF (1989) Morphology of the pterygomandibular raphe in human fetuses and adults. *Anat Rec* 224: 117-122.
- SMEELE LE (1988) Ontogeny of relationship of human middle ear and temporomandibular (Squamomandibular) joint. *Acta Anat* 131: 338-341.
- SMEELE LE (1990) Ontogeny of relationship of human middle ear and temporomandibular (Squamomandibular) joint in mammals. *Acta Anat* 137: 1-4.
- SPERBER GH (2001) Craniofacial development. BC Decker Inc. Hamilton. London.
- SYMONS NB (1952) The development of the human mandibular joint. *J Anat* 86: 326-332.
- TAHMASEBI-SARVESTANI A, TEDMANN RA, GROSS A (1996) Neural structure within the sheep temporomandibular joint. *J Orofac Pain* 10: 217-231.
- TAKISAWA A, IHARA K, JINGUJI Y (1982) Fibro-architectonics of human temporomandibular joint. *Okajimas Folia Anat Jpn* 59:141-166.
- TANAKA E, POZO R, SUGIYAMA M, TANNE K (2002) Biomechanical response of retrodiscal tissue in the temporomandibular joint under compression. *J Oral Maxillofac Surg* 60:546-551.
- TANAKA E, HANAOKA K, TANAKA M, VAN EIJDEN T, IWABE T, ISHINO Y, SASAKI A, TANNE K (2003) Viscoelastic properties of bovine retrodiscal tissue under tensile stress-relaxation. *Eur J Oral Sci* 111: 518-522.
- TESTUT L, LATARJET A (1980) *Tratado de Anatomía Humana*. 9ª edición. Barcelona. Salvat.
- THILANDER B (1964) Innervation of temporomandibular joint disc in man. *Acta Odontologica Scandinava* 22: 151-156.
- THILANDER B (1961) Innervation of temporomandibular joint capsule in man. An anatomic investigation and a neurophysiologic study of perception of mandibular position. *Trans R Sch Dent Stockholm Umea* 7: 1-67.

- TOLEDO FILHO J, ZORZETTO NL, NAVARRO JA (1985) Structures and relationships of the anterior malleus ligament. *Anat Anz* 158: 13-22.
- TRIVIÑO A, HOZ R, SALAZAR J, RAMIREZ A, ROJAS B, RAMIREZ JM (2002) Distribution and organization of the nerve fibre and ganglion cells of the human choroid. *Anat Embryol* 205:417-430.
- VAN DER LINDEN EJ, BURDI AR, JONGH HJ (1987) Critical periods in the prenatal morphogenesis of the human lateral pterygoid muscle, the mandibular condyle, the articular disk, and the medial articular capsule. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 91:22-28.
- VAN DONGEN GK (1968) Het temporo-mandibulaire gebied bij de mens in de stadia van 50 en 80 mm kop-stuittlengte. Drukkerij: Albani den Haag.
- WIDENFALK B, WIBERG M (1990) Origin of sympathetic and sensory innervation of the temporomandibular joint. Anterograde axonal tracing study in the rat. *Neurosci Lett* 109:30-35.
- WILKINSON TM, CROWLEY CM (1994) A histologic study of retrodiscal tissues of the human temporomandibular joint in the open and close position. *J Orofac Pain* 8: 7-17.
- WILLIAMS P, WARWICK R (1985) *Gray Anatomía*. Tomo III 36^a ed. Barcelona: Salvat Editores.
- WILLIAMS PL (1999) *Gray's Anatomy, in Skeletal System* (ed 38). Churchill Livingstone, London.
- WISH-BARATZ S, RING GD, HISS J, SHATZ A, ARENSBURG B (1993) The microscopic structure and function of the vascular retrodiscal pad of the temporomandibular joint. *Arch Oral Biol* 38: 265-268.
- WINK CS, St ONGE M, ZIMNY M (1992) Neural elements in the human temporomandibular articular disc. *J Oral Maxillofac Surg* 50:334-7.
- WONG GB, WEINBERG S, SYMINGTON JM (1985) Morphology of the developing articular disc of the human temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 43:565-569.

- WYKE BD (1961) Neurophysiological aspects of joint function, with particular reference to the temporomandibular joints. *J Bone Jt Surg* 43B: 396-7.
- WYKE BD (1967) The neurology of joints. *Ann Roy Coll Surg Engl* 41: 25-50.
- WYKE BD (1977) Morphological and functional characteristics of the innervation of the temporomandibular joints. *Folia Morphologica* 25:178-186.
- YOUDELIS RA (1966) The morphogenesis of the human tempromandibular joint and its associated structures. *J Dent Res* 45: 182-191.
- ZELENÁ J (1978) The development of Pacinian corpuscles. *J Neurocytol* 7:71-91.
- ZENKER W (1956) Das retroartikuläres Polster des Kiefergelenkes und seine mechanische Bedeutung. *Z Anat Entwicklungesch* 119: 375-88.
- ZIMMY ML (1988) Mechanoreceptors in articular tissues *Am J Anat* 182: 16-32.

