

Distribución nerviosa intradiscal en articulaciones temporomandibular humanas mediante técnica de tinción de Sihler: un enfoque cadavérico descriptivo

A. Rosa-Valencia¹, M. Cisternas², J. M. Hernández², M. Solar¹, C. Sanzana¹, M. Sandoval¹, J. Lemus³ y A. Hernández¹

¹Académico. Instituto de Investigación en Ciencias Odontológicas. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. ²Cirujano-Dentista. Práctica privada. ³Académico. Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas. Programa de Anatomía y Biología del Desarrollo. Facultad de Medicina. Universidad de Chile

Rosa-Valencia A, Cisternas M, Hernández JM, Solar M, Sanzana C, Sandoval M, Lemus J y Hernández A. *Distribución nerviosa intradiscal en articulaciones temporomandibular humanas mediante técnica de tinción de Sihler: un enfoque cadavérico descriptivo*. Rev Soc Esp Dolor 2018;25(6):335-341.

ABSTRACT

Introduction: Variable expression of symptomatology in temporomandibular disorders (TMD) is a challenge for clinician, because source of pain is not easy to identify. Articular disc is directly linked to the mandibular function and in pathological conditions can be altered its position and consequently its zone of load. The aim of this study was to describe the intradiscal nerve distribution of temporomandibular joint disc in human cadavers. Although the presence of sensitive nerve terminals in the disc and the nerve trunks potentially involved have been identified, the way the nerves are distributed inside disc remains unprecised.

Material and method: Anatomical dissection of 8 articular discs of the temporomandibular joints on the right side of preserved cadavers was performed. The articular discs were subjected to the Sihler staining method and then observed under a stereoscopic loupe and transillumination. A standardized photograph was performed by arbitrarily dividing the disk into 5 zones (medial, lateral, anterior, posterior, central) and characterized the nerve distribution.

Results: Presence of nerve structures was observed in all areas except the central zone. Nerve structures run as a single or multiple trunk in anterior-posterior direction with a variable number of collateral in lateral and medial areas of disc, communicating retrodiscal zone and posterior zone of lateral pterygoid muscle in all samples.

Conclusion: It can be identified a common innervation pattern in all discs. The disc is innervated in its periphery by nerve trunks that present an anterioriposterior path. The communication between different anatomical regions by nervous continuity, as well as the innervation pattern of the disc, could explain situations of local pain and referred in TMD.

Key words: Temporomandibular joint, articular disc, Sihler staining, innervation pattern.

RESUMEN

Introducción: La expresión variable en la sintomatología de los trastornos temporomandibulares (TTM) es un desafío para el clínico; así, el origen del dolor y la estructura comprometida no son fáciles de identificar. El disco articular está directamente vinculado a la función mandibular y, en condiciones patológicas, puede verse alterada su posición y consecuentemente su zona de carga. Si bien la presencia de terminaciones nerviosas y los troncos nerviosos potencialmente involucrados en su innervación han sido identificados, la forma en que los nervios se distribuyen al interior del disco no se ha precisado aún. El objetivo de este estudio fue describir la distribución nerviosa del disco articular de la articulación temporomandibular en cadáveres humanos.

Material y método: Se realizó disección anatómica de ocho discos articulares de articulaciones temporomandibulares del lado derecho de cadáveres conservados. Los discos articulares fueron sometidos al método de tinción de Sihler y observados bajo lupa estereoscópica y transiluminación. Se realizó fotografía estandarizada y se dividió el disco en 5 zonas (medial, lateral, anterior, posterior, central) caracterizando la distribución nerviosa.

Resultados: Se observó presencia de estructuras nerviosas en todas las zonas excepto en la zona central. Las estructuras nerviosas discurren como troncos simples o múltiples en dirección

antero-posterior con un número variable de colaterales en las áreas lateral y medial del disco, comunicando la zona retrodiscal con la porción posterior del músculo pterigoideo lateral en todas las muestras.

Conclusión: Existe un patrón de inervación común en los discos estudiados. El disco se encuentra inervado en su periferia por troncos nerviosos que presentan un trayecto anteroposterior. La comunicación entre distintas regiones anatómicas por continuidad nerviosa, así como el patrón de inervación del disco, podrían explicar situaciones de dolor local y referido en TTM.

Palabras clave: Articulación temporomandibular, disco, tinción de Sihler, patrón de inervación.

INTRODUCCIÓN

La articulación temporomandibular (ATM) corresponde a una articulación sinovial conformada por una serie de estructuras que establecen una relación entre la porción escamosa del hueso temporal, específicamente la fosa mandibular, y la cabeza del proceso condilar de la mandíbula. La anatomía del disco articular se encuentra en directa relación con la morfología de las superficies articulares y con la función articular. Su morfología está diseñada para compensar las incongruencias entre las superficies articulares tanto en reposo como en funcionamiento (1,2).

Se ha descrito que la inervación de la ATM, y por tanto del disco, depende fundamentalmente de ramos nerviosos dependientes del nervio mandibular. De este modo la porción posterior del disco recibe inervación sensitiva por parte del nervio auriculotemporal, la porción anterior es inervada directamente a nivel sensitivo y propioceptivo por fibras nerviosas del nervio maseterino, además de filetes nerviosos provenientes del nervio temporal profundo posterior aportando a nivel sensitivo (3-8).

Asaki, en 2006, identificó por primera vez terminaciones nerviosas libres de tipo sensitivas mielinizadas y no mielinizadas al interior del parénquima de discos articulares de la ATM en adultos responsables de la propiocepción del disco, mediante tinción de plata y microscopía electrónica de transmisión (6).

A pesar de que se reconocen a nivel macroscópico los troncos nerviosos que están potencialmente implicados en la inervación del disco articular, la identificación y caracterización de la distribución nerviosa al interior del disco articular es aún poco clara al igual que su comportamiento en sobrecargas articulares y su asociación a la sintomatología observada en trastornos temporomandibulares (TTM) (9-11).

La sintomatología asociada a los TTM es variable entre los distintos individuos, y en general corresponde a impotencia funcional y/o dolor, el cual puede ser cervical, mandibular, articular, craneosinusal, cefalea, otalgia o dolor facial. Esta sintomatología puede presentarse

aislada o en forma combinada tanto en la ATM como en músculos craneomandibulares, hiomandibulares, cervicales y estructuras asociadas. Sin embargo, muchos de estos cuadros cursan asintomáticos. En patología articular dolorosa, la sintomatología no se asocia siempre al nivel de daño temporomandibular (9-11) y, ante este escenario, se hace necesario conocer la distribución nerviosa al interior del disco articular.

Existen variados métodos para analizar y visualizar la distribución nerviosa al interior de una estructura anatómica; dentro de ellos el más comúnmente utilizado corresponde a la microdissección anatómica. Esta técnica tiene como limitantes el estudio acabado y preciso de los ramos nerviosos menores, terminales y sus comunicaciones (12,13).

Posterior a una macrodissección anatómica, las técnicas de tinción permiten identificar el recorrido nervioso al utilizar compuestos químicos específicos afines con las estructuras nerviosas, con diferente grado de contraste y rendimiento variado. En el presente estudio se utilizó la técnica de tinción de Sihler (14-16). Esta técnica tiene como propósito lograr transparentar el tejido mientras tiñe de color violeta el tejido nervioso al interior de los tejidos, permitiendo identificarlo más fácilmente sin la disrupción estructural que provocaría la disección quirúrgica. Así, el objetivo de este estudio fue describir la distribución nerviosa del disco articular de la ATM en cadáveres humanos conservados.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo transversal en las instalaciones del Laboratorio de Morfología de Cabeza y Cuello, del Programa de Anatomía y Biología del Desarrollo, de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

Para la realización de este trabajo se contó con la debida autorización sanitaria y legal por parte de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, en relación al modo de obtención y conservación del material cadavérico humano.

Criterios de inclusión

Los discos articulares fueron obtenidos de cadáveres humanos disponibles que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión:

- Cadáveres conservados de hombres y mujeres mayores de 18 años de edad.
- Integridad estructural del territorio maxilofacial.
- Ausencia de deformaciones externas evidentes.

De un total de 12 individuos cadavéricos conservados disponibles, fueron seleccionados ocho cadáveres según los criterios de inclusión establecidos, de los cuales cinco correspondían a individuos de sexo masculino y tres de sexo femenino.

Disección cadavérica

Para la obtención de los discos a estudiar se usó el siguiente protocolo de disección: con una hoja bisturí n.º 15 se realizó una incisión vertical preauricular en el plano superficial, con límite inferior 1 cm bajo el borde basilar mandibular. El límite superior de la incisión preauricular se continuó hacia anterior siguiendo la emergencia del pelo, mientras que la inferior se continuó inferiormente tomando como referencia el músculo esternocleidomastoideo por planos. Se procedió entonces mediante disección roma y aguda y desde posterior hacia anterior a disecar el plano superficial y profundo hasta la rama mandibular. Una vez realizado esto, se procedió a cortar la rama mandibular a nivel de escotadura mandibular y ángulo, de modo tal de exponer la región infratemporal, con la correspondiente disección de los elementos nerviosos y vasculares de ella. Finalmente se disecó la articulación temporomandibular desde superficial a profundo, de modo tal de exponer la cavidad articular y visualizar el disco articular. Se procedió a desinsertar el resto de los músculos craneomandibulares y, en el caso del pterigoideo lateral, este se obtuvo en conjunto con el disco articular previamente liberado.

Tinción y procesamiento

Las muestras de disco articular obtenidas de la disección fueron sometidas a un protocolo de tinción de Sihler

(14), que incluye los siguientes procedimientos: fijación, maceración y despigmentación, descalcificación, tinción, desteñido, neutralización, aclaramientos y transparencia (Tabla I).

Los discos articulares teñidos con el método de Sihler fueron fotografiados utilizando una cámara fotográfica semiprofesional Nikon D3100. La toma fotográfica fue estandarizada de la siguiente manera: la estructura en estudio fue posicionada sobre un negatoscopio dispuesto de forma horizontal y cuya fuente lumínica corresponda a luz blanca. La fotografía se realizó posicionando la cámara a 30 centímetros de la superficie del negatoscopio. Para el posterior análisis de las estructuras nerviosas más finas, estas fueron visualizadas y fotografiadas bajo microscopio estereoscópico Zeiss Stemi DV4.

Las imágenes obtenidas fueron manejadas en cuanto al grado de saturación, luz y nitidez. Mediante el software Adobe Photoshop 7.0 se realizó el análisis de las imágenes; para ello los discos fueron divididos topográficamente en cinco regiones (anterior, posterior, lateral, medial y zona central), de forma arbitraria, trazando una línea en el eje mayor del músculo pterigoideo lateral, luego una perpendicular que pasa por el centro de la zona central de trabajo identificada visualmente y trazando las bisectrices de los ángulos formados para definir las cuatro zonas restantes (Figura 1), se registraron las siguientes variables:

1. Presencia de estructuras nerviosas por zona topográfica.
2. Existencia de un ramo único o múltiples por zona topográfica.

TABLA I
MÉTODO DE TINCIÓN DE SIHLER

N.º	Procedimiento	Solución	Tiempo	Aspecto al finalizar
1	Fijación	Formalina no neutralizada al 10 %	4 semanas	La pieza obtiene una consistencia muy rígida, casi pétrea
2	Maceración y despigmentación	KOH acuoso	4 semanas	Muestra comienza a blanquearse y los nervios pueden verse como pequeñas fibras de color blanco
3	Descalcificación	Solución Sihler I	3 a 4 semanas	
4	Tinción	Solución Sihler II	4 semanas	Todas las estructuras nerviosas, son observadas de un color azul violeta oscuro
5	Desteñido	Solución Sihler I	4 horas	Las muestras deben ser observadas por transiluminación, esta etapa debe ser detenida cuando los nervios adquieran un color azul oscuro o violeta
6	Neutralización	Carbonato de litio	1 a 2 horas	El procedimiento debe ser detenido cuando el color de los nervios pasen de violeta a azul oscuro
7	Aclaramiento	Glicerina acuosa a distintas concentraciones	3 a 4 días	Esta etapa debe ser detenida cuando los nervios pequeños puedan ser observados bajo el microscopio de disección
8	Transparencia	Glicerina con timol		

(Mu and Sanders 2010, Won, Kim y cols. 2011, Yang, Wony cols. 2012).

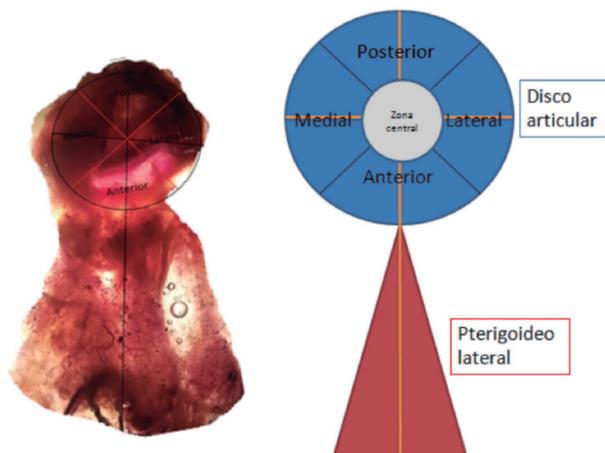


Fig. 1. Visión inferior de disco articular y músculo pterigoideo lateral. Distribución topográfica propuesta de las zonas del disco articular. A la derecha esquema representativo de distribución topográfica.

3. Dirección de los troncos nerviosos y ramos colaterales.
4. Comunicación y arborización de los ramos nerviosos.

RESULTADOS

Del proceso de disección anatómica se obtuvieron ocho muestras de discos articulares de la ATM del lado derecho. De los ocho discos articulares, uno se encontraba con alteraciones de forma correspondiente a perforación discal, preservando solo su zona anterior.

Se realizó el protocolo de tinción de Sihler en las ocho muestras de discos articulares (Figura 2), donde en seis muestras se obtuvo el rendimiento visual para todas las zonas discales definidas previamente, en una muestra se obtuvo rendi-

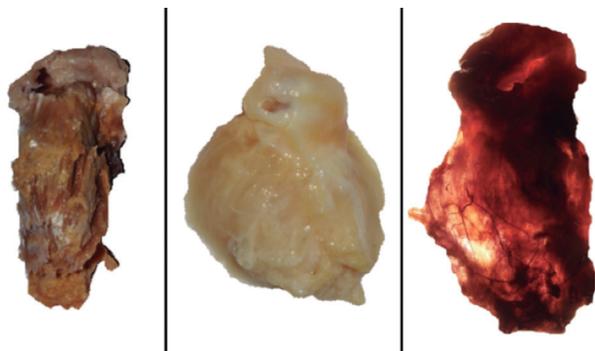


Fig. 2. Fotografías macroscópicas del disco articular y pterigoideo lateral en las diferentes etapas del método de Sihler. A la izquierda las estructuras disecadas. Al centro las estructuras maceradas. A la derecha las estructuras desteñidas y fijadas.

miento solo para la zona anterior y en una muestra se obtuvo un rendimiento solo para las zonas anterior y posterior.

1. Distribución nerviosa por área topográfica.

Las estructuras nerviosas observadas se distribuyeron por la periferia del disco en casi todos los casos, presentándose en el sector anterior y posterior en todas las muestras. Por otro lado, en la zona media del disco, considerada como la zona de trabajo articular, no se observaron estructuras nerviosas. En esta última zona la translucidez del tejido lograda fue mayor debido a que el grosor del disco disminuye considerablemente.

2. Presencia de ramos únicos o múltiples según topografía del disco.

Se constató la existencia tanto de un ramo único como de múltiples ramos en cada una de las zonas topográficas donde existió presencia de estructura nerviosa, encontrándose en el sector anterior muestras con uno o varios ramos. En la zona lateral, los discos en su mayoría presentaron ramos múltiples. En la zona medial, tanto ramos únicos como múltiples. En la zona posterior que se continúa directamente con la zona retrodiscal, se observaron exclusivamente ramos múltiples (Figura 3).

3. Dirección de los troncos nerviosos según región topográfica.

Respecto a la dirección de los troncos nerviosos y sus ramos colaterales en cada una de las zonas topográficas

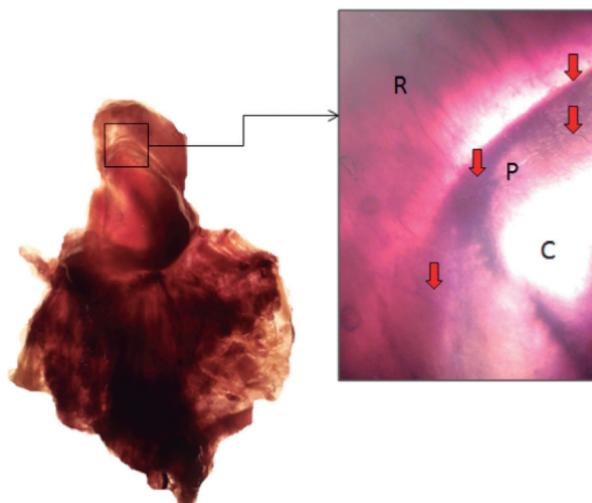


Fig. 3. Fotografía macroscópica de disco articular y músculo pterigoideo lateral sometidos a método de Sihler. A la derecha aumento (X16) del disco articular en su zona posterior. R: Zona retrodiscal. P: Zona posterior. C: Zona central. Se observan ramos nerviosos múltiples llegando desde la zona retrodiscal hacia la zona posterior del disco articular. No se observan ramos nerviosos en la zona central o de trabajo.

ficas de estudio, se observó que estas discurren con una dirección anteroposterior, sobretodo en la región anterior del disco. En la zona lateral y medial, además de ramos orientados antero-posterior, se observó en varias muestras un tronco con dirección medio-lateral. En la zona posterior, los discos presentaron estructuras nerviosas con dirección exclusiva antero-posterior en la mitad de los casos y dirección medio-lateral en la otra mitad (Figura 4).

4. Arborización de los ramos colaterales según región topográfica del disco.

Con respecto a la comunicación y arborización de los ramos nerviosos presentes en las distintas zonas topográficas de los discos articulares, en la zona anterior y posterior, todas las zonas topográficas presentaron estructuras nerviosas ramificadas determinando una distribución nerviosa amplia en el disco. En la zona lateral y medial las ramificaciones disminuyen, presentándose en dos tercios de los discos (Figura 5).

5. Descripción anatómica del patrón de distribución nerviosa del disco articular.

En base a lo observado y registrado, se pudo establecer la siguiente descripción del patrón de inervación del disco de la ATM: *“Las estructuras nerviosas que inervan el disco provienen de los ramos nerviosos dispuestos en la zona retrodiscal y músculo pterigoideo lateral, ambos con una dirección anteroposterior; lo que permite comunicar ambas regiones mediante un ramo único o múltiple que discurren por las zonas lateral y medial del disco. En su trayecto otorgan un número variable de ramos nerviosos colaterales que*

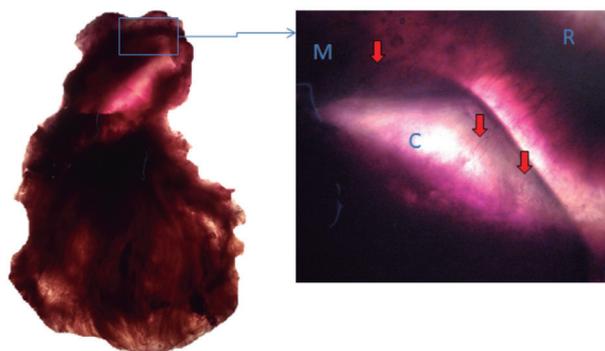


Fig. 4. Fotografía macroscópica de disco articular y músculo pterigoideo lateral sometidos a método de Sihler. A la derecha aumento (X16) del disco articular en su zona posterior. M: zona medial; C: zona central; R: zona posterior. En la zona posterior y medial del disco se observan ramos nerviosos dispuestos en dirección antero-posterior, en el caso de la zona medial comunicando zona anterior y posterior, mientras que en la zona posterior, las estructuras nerviosas se ven limitadas por la zona de trabajo del disco (zona media).

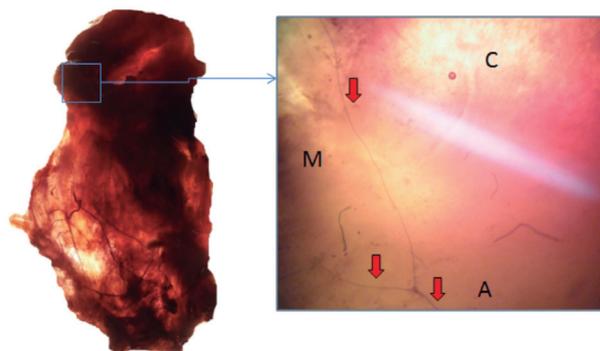


Fig. 5. Fotografía macroscópica de disco articular y músculo pterigoideo lateral sometidos a método de Sihler. A la derecha aumento (x 32) del disco articular en su zona medial. M: zona medial; C: zona central; A: zona anterior. Se observa un ramo nervioso principal dispuesto en dirección anteroposterior y su división en dos ramos colaterales que se distribuyen por la superficie del disco.

alcanzan las inmediaciones de la zona central o de trabajo, la cual permanece no inervada”.

DISCUSIÓN

La forma en la que los nervios se distribuyen al interior del disco articular no está aún documentada. Los hallazgos de Asaki (2006), quien identificó terminaciones nerviosas libres de carácter sensitivo en el parénquima de discos articulares de ATM mediante cortes histológicos con tinción de plata y microscopio electrónico de transmisión, se corresponden y complementan con los resultados de este estudio (6). Se hace evidente la presencia de estructuras nerviosas al interior del disco articular de la ATM.

Confirmando lo expuesto por múltiples autores (3-8,17) la zona de trabajo, que se corresponde con la zona central en discos articulares sanos, en este estudio no se observa inervada. Las estructuras nerviosas discurren en sentido antero-posterior evitando la zona de trabajo, aunque se observaron ramos colaterales que, en forma radial, inervaban las inmediaciones de esta zona central. Es importante recordar que las zonas laterales del disco se vinculan anatómicamente a la cápsula articular mientras que las zonas posterior y anterior se continúan con tejidos blandos ricamente vascularizados e inervados. La zona retrodiscal, por su parte, presentó una alta densidad de estructuras nerviosas.

Si bien el número de cadáveres utilizados no corresponde a una muestra representativa, este estudio fue capaz de proponer una descripción del patrón de inervación del disco a la literatura anatómica, de acuerdo con la visualización de tales estructuras a través del método de Sihler.

Es posible afirmar que existe comunicación entre las múltiples estructuras nerviosas de la zona retrodiscal y ramos nerviosos provenientes del músculo pterigoideo lateral a través de las zonas laterales del disco. La directa relación nerviosa entre el disco articular y el músculo pterigoideo lateral sugiere, frente a evidencia controversial, un origen embriológico común.

La sintomatología asociada a los TTM se presenta de manera variable entre los distintos individuos y las diversas patologías. Estudios previos determinaron que existen terminales nerviosos libres de carácter sensitivo encargados de la propiocepción del disco articular, conducción de cambios de temperatura, dolor y presión (6). Este estudio reafirmó la presencia de estructuras nerviosas al interior del disco y determinó el patrón de inervación. Cuando existe alguna patología que afecta la morfología y posición del disco articular, afecta consecutivamente la zona receptora de cargas (18,19). En estas situaciones podrían estar involucrados procesos de denervación y reinervación, lo que generaría alteraciones sensitivas de naturaleza variable según la densidad de estructuras nerviosas en la zona topográfica discal involucrada. La continuidad de estructuras nerviosas en el disco articular, dada por la comunicación de la zona retrodiscal con la zona anterior del disco y pterigoideo lateral, podría estar relacionada con procesos de dolor referido entre las diversas estructuras al interior de la ATM.

Múltiples autores han estudiado la relación positiva existente entre los desplazamientos discales y el rol del músculo pterigoideo lateral (20-22), y este estudio plantea la relación nerviosa directa entre ambas estructuras, lo que sugiere que la activación muscular postural y funcional podría implicar una consecuente respuesta discal. Son necesarios estudios electromiográficos para determinar esta posible relación.

Davies y cols., 2012, analizan la inervación intramuscular del músculo pterigoideo lateral mediante análisis *in situ* y digitalización 3D, donde determina que el nervio mayormente implicado en la inervación de este músculo corresponde al tronco temporobucal del ramo mandibular del nervio trigémino para gran parte de los cuadrantes, y con aportes de los nervios maseterino, temporal profundo medio y posterior. El autor propone la activación muscular selectiva de cuadrantes dentro del músculo durante el ciclo masticatorio (23). Otros autores reafirman la participación de estos nervios en la inervación del pterigoideo lateral (20-22). Debido a la inervación común, los nervios que alcanzan la zona anterior del disco y que se comunican con la zona posterior y retrodiscal podrían estar determinando movimientos del complejo disco-capsular independiente del movimiento condilar durante estas activaciones selectivas en funciones musculares específicas.

Si bien los hallazgos en obtenidos en esta investigación representan un avance en el conocimiento anatómico, se requieren más estudios involucrando un número mayor de

individuos, relacionando las diversas condiciones discales con la distribución nerviosa al interior del disco articular y así fortalecer las bases teóricas que apoyan la terapéutica diaria del clínico especialista.

CONCLUSIONES

Existen fibras nerviosas en las distintas zonas topográficas del disco articular, a excepción de la zona central o de trabajo. La zona retrodiscal, a su vez, se encuentra ricamente inervada. Las fibras nerviosas al interior del disco tienen una dirección preponderantemente antero-posterior. Existe comunicación entre la zona retrodiscal y el músculo pterigoideo lateral a través de fibras nerviosas que discurren por las zonas lateral y medial del disco. Existe un patrón de inervación común para los discos articulares estudiados, con variaciones en su arborización. Estos datos podrían aportar al entendimiento del comportamiento de la patología articular dolorosa.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ohnuki T, Fukuda M, Nakata A, Nagai H, Takahashi T, Sasano T, et al. Evaluation of the position, mobility, and morphology of the disc by MRI before and after four different treatments for temporomandibular joint disorders. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35(2):103-9.
2. Sakar O, Calisir F, Marsan G, Oztas E. Evaluation of the effects of temporomandibular joint disc displacement and its progression on dentocraniofacial morphology in symptomatic patients using posteroanterior cephalometric analysis. *Cranio* 2013;31(1):23-31.
3. Davidson JA, Metzinger SE, Tufaro AP, Dellon AL. Clinical implications of the innervation of the temporomandibular joint. *J Craniofac Surg* 2003;14(2):235-9.
4. Kim HJ, Kwak HH, Hu KS, Park HD, Kang HC, Jung HS, et al. Topographic anatomy of the mandibular nerve branches distributed on the two heads of the lateral pterygoid. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2003;32(4):408-13.
5. Lataryet M, Ruiz Liard A. Anatomía Humana. Buenos Aires: Ed. Medica Panamericana; 2004.
6. Asaki S, Sekikawa M, Kim YT. Sensory innervation of temporomandibular joint disk. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2006;14(1):3-8.
7. Anagnostopoulou S, Venieratos D, Antonopoulou M. Temporomandibular joint and correlated fissures: anatomical and clinical consideration. *Cranio* 2008;26(2):88-95.
8. Arai H, Sato I. Anatomical study of the human discomalleolar ligament using cone beam computed tomography imaging and morphological observations. *Okajimas Folia Anat Jpn*

- 2011;88(3):89-101.
9. Leher A, Graf K, PhoDuc JM, Rammelsberg P. Is there a difference in the reliable measurement of temporomandibular disorder signs between experienced and inexperienced examiners? *J Orofac Pain* 2005;19(1):58-64.
 10. Kim SG. Clinical treatment for symptoms associated with temporomandibular disorder. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2014;40(4):153-4. DOI: 10.5125/jkaoms.2014.40.4.153.
 11. Lee CF, Lin MC, Lin HT, Lin CL, Wang TC, Kao CH. Increased risk of tinnitus in patients with temporomandibular disorder: a retrospective population-based cohort study. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2016;273(1):203-8. DOI: 10.1007/s00405-015-3491-2.
 12. Shiozaki K, Abe S, Agematsu H, Mitarashi S, Sakiyama K, Hashimoto M, et al. Anatomical study of accessory nerve innervation relating to functional neck dissection. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65(1):22-9.
 13. Salinas NL, Jackson O, Dunham B, Bartlett SP. Anatomical dissection and modified Sihler stain of the lower branches of the facial nerve. *Plast Reconstr Surg* 2009;124(6):1905-15. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3181bccea5.
 14. Mu L, Sanders I. Human tongue neuroanatomy: Nerve supply and motor endplates. *Clin Anat* 2010;23(7):777-91. DOI: 10.1002/ca.21011.
 15. Won SY, Kim DH, Yang HM, Park JT, Kwak HH, Hu KS, et al. Clinical and anatomical approach using Sihler's staining technique (whole mount nerve stain). *Anat Cell Biol* 2011;44(1):1-7. DOI: 10.5115/acb.2011.44.1.1.
 16. Yang HM, Won SY, Lee JG, Han SH, Kim HJ, Hu KS. Sihler-stain study of buccal nerve distribution and its clinical implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012;113(3):334-9. DOI: 10.1016/j.tripleo.2011.03.031.
 17. Rouvière HD. *Anatomía Humana descriptiva, topografica y funcional*. Barcelona: Editorial Masson; 2005.
 18. Al-Harthy M, Al-Bishri A, Ekberg E, Nilner M. Temporomandibular disorder pain in adult Saudi Arabians referred for specialised dental treatment. *Swed Dent J* 2010;34(3):149-58.
 19. Akhter R, Morita M, Esaki M, Nakamura K, Kanehira T. Development of temporomandibular disorder symptoms: a 3-year cohort study of university students. *J Oral Rehabil* 2011;38(6):395-403. DOI: 10.1111/j.1365-2842.2010.02195.x.
 20. Fujita S, Iizuka T, Dauber W. Variation of heads of lateral pterygoid muscle and morphology of articular disc of human temporomandibular joint--anatomical and histological analysis. *J Oral Rehabil* 2001;28(6):560-71.
 21. Desmons S, Graux F, Atassi M, Libersa P, Dupas PH. The lateral pterygoid muscle, a heterogeneous unit implicated in temporomandibular disorder: a literature review. *Cranio* 2007;25(4):283-91.
 22. Gonzalez-García R. Arthroscopic myotomy of the lateral pterygoid muscle with coblation for the treatment of temporomandibular joint anterior disc displacement without reduction. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(12):2699-701. DOI: 10.1016/j.joms.2009.07.089.
 23. Davies JC, Charles M, Cantelmi D, Liebgott B, Ravichandiran M, Ravichandiran K, et al. Lateral pterygoid muscle: a three-dimensional analysis of neuromuscular partitioning. *Clin Anat* 2012;25(5):576-83. DOI: 10.1002/ca.21298.