

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Anatomía de la inervación lumbar

JUAN CARLOS GÓMEZ VEGA¹, JUAN CARLOS ACEVEDO GONZÁLEZ²

Resumen

El dolor lumbar crónico afecta a la mayoría de los adultos en algún momento de sus vidas, con una prevalencia del 20% al 30%, por lo que representa así la causa más común de limitación física en individuos menores de 45 años de edad. En un bajo porcentaje este se logra obtener un diagnóstico definitivo. El dolor lumbar es causado por estructuras sensitivas de la columna vertebral (articulaciones facetarias, ligamentos vertebrales y músculos paraespinales). Estas estructuras anatómicas poseen terminales nerviosas que median el dolor (nociceptores), por lo que su alteración participa en su generación. Por ello, el conocimiento anatómico de la inervación de la columna lumbar ayuda a obtener un mejor enfoque, diagnóstico y tratamiento de los diversos síndromes dolorosos que ocurren en esta. Esta revisión pretende describir el recorrido anatómico desde su origen del nervio sinuvertebral de Luschka y del ramo dorsal del nervio espinal como principales generadores del dolor lumbar.

Palabras clave: dolor lumbar, articulación facetaria, nervio sinuvertebral, rama ventral y rama dorsal.

Title: Anatomy of the Lumbar Innervation

Abstract

Chronic low back pain affects most adults at some point in their lives with, and has a prevalence of 20%-30%, representing the most common physical limitation in people

1 Estudiante de XII semestre de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

2 Médico neurocirujano especialista en Neurocirugía Funcional y Estereotaxia, Manejo de Dolor y Espasticidad. Director del Departamento Neurociencias, Hospital Universitario San Ignacio. Profesor asistente, Facultad de Medicina Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

younger than 45 years old. In a small percentage are able to obtain a definitive diagnosis. Low back pain is caused by sensitive structures of the spine (facet joints, spinal ligaments and paraspinal muscles. These anatomical structures are nerves that mediate pain (nociceptors), so alteration involved in the generation of the same. It is for therefore, the anatomical knowledge of the innervation of the lumbar spine, would contribute to a better diagnostic approach and treatment of various pain syndromes that occur in it. This review aims to describe the anatomical route from origin of nerve sinuvertebral Luschka and dorsal branch of spinal nerve as mains generators of LBP.

Key words: Low back pain, zygapophyseal joint, sinuvertebral nerve, ventral branch and dorsal branch.

Introducción

El dolor lumbar es muy común: afecta al 60%-80% de los adultos en algún momento de sus vidas, con una prevalencia del 20% al 30%, por lo que representa la causa más común de limitación en actividades en individuos menores de 45 años de edad. En el 10%-20% de los casos, el dolor lumbar se cronifica y solo del 10% al 15% de estos pacientes logran obtener un diagnóstico definitivo [1-17].

El dolor lumbar lo causan estructuras sensitivas de la columna vertebral (articulaciones facetarias, ligamentos vertebrales y músculos paraespinales) [1,4-7,15-17]. Estas estructuras anatómicas poseen terminales nerviosas que median el dolor (nociceptores) [1], por lo que su alteración participa en su generación y originan, por ejemplo, dolor radicular [3], dolor facetario [3,8,18],

discogénico, sacroiliaco o dolor musculoligamentario [9,19-29]. El objetivo principal de esta revisión es conocer la descripción anatómica del nervio sinuvertebral de Luschka y del ramo dorsal del nervio espinal como principales generadores del dolor lumbar.

Inervación de las estructuras de la columna vertebral

De cada segmento de la médula espinal surgen dos raíces: una ventral y una dorsal. En esta última se ubica el ganglio dorsal, cuyas raíces emergen por el agujero intervertebral, limitado por pedículo del mismo segmento vertebral, inferiormente, por el pedículo del segmento próximo caudal; anteriormente, por el cuerpo vertebral y el disco intervertebral, y, posteriormente, por la articulación superior de la vértebra inferior. El foramen intervertebral lumbar tiene un promedio de 18 a 22 milímetros de altura y de 7 a 12 milímetros de ancho. El espacio alrededor del tejido nervioso, tanto en el canal espinal como en el foramen intervertebral, es más estrecho en el hombre que en la mujer [4], y ello es importante para identificar el dolor de origen compresivo en las raíces que lo atraviesan. La morfología de la raíz del nervio y el curso varían ligeramente, dependiendo de la ubicación. Después las dos raíces nerviosas se unen formando el nervio raquídeo (también llamado nervio espinal), el cual termina en dos ramas terminales: una rama ventral o anterior y una dorsal o posterior [10,14].

Disco intervertebral

Los nervios que suplen el disco se limitan a las láminas más externas del anillo fibroso, a diferencia del núcleo pulposo, que carece de inervación. La mayor densidad de inervación corresponde al tejido conectivo perianular y a la parte central de los platillos cartilagosos adyacentes al núcleo pulposo. Estos nervios derivan de ramas del nervio sinuvertebral, de nervios que se originan de los ramos ventrales de los nervios espinales y, finalmente, de dos densos plexos localizados en los ligamentos común anterior y posterior.

El plexo anterior está formado por ramas de los troncos simpáticos y de los ramos comunicantes grises, y el plexo posterior deriva del nervio sinuvertebral. Ambos plexos están conectados por un plexo lateral menos definido, formado por ramas de los ramos comunicantes grises [4,7,14,22]. La mayoría de las fibras nerviosas sensitivas encontradas en estudios histopatológicos son terminales nociceptivas (su contenido en neuropéptidos, expresión de canales, iónicos, dependencia de factores neurotróficos, etc.) y solo unas pocas son mecanoceptivas. Las primeras son las más importantes desde el punto de vista clínico, porque son las responsables del dolor discogénico [19-22,29-32].

Cuerpo vertebral

El periostio y el hueso están inervados por numerosas ramas pequeñas que deri-

van de ramas autónomas. Hirsch y cols. hallaron finas terminaciones libres (median el dolor) y complejas terminaciones encapsuladas (median la propiocepción) en el periostio vertebral provenientes de la misma región [7,25,30]. Trabajos más recientes, como lo es el de Katsura y cols., realizan una descripción anatómica en cadáveres y refieren que el cuerpo vertebral recibe suplencia en su cara posterior por ramas provenientes del nervio sinuvertebral. En su parte anterolateral, el cuerpo recibe inervación de la rama comunicante proveniente de la cadena simpática [15].

Ligamentos vertebrales

El ligamento amarillo está inervado externamente por fibras nerviosas derivadas de los músculos suprayacentes, y en su profundidad, por los nervios que se ramifican en el espacio epidural posterior [7]. Los ligamentos interespinosos y supraespinosos están inervados por raíces adyacentes a la inervación de los músculos paravertebrales, es decir, terminaciones del ramo primario dorsal [23,33,34].

El ligamento longitudinal posterior está inervado por el nervio sinuvertebral y contiene más terminaciones nerviosas (libres y encapsuladas) que el ligamento longitudinal anterior, y es el responsable en gran parte el dolor discogénico, ya que es la primera estructura anatómica impactada por una protrusión del disco [4,7-15,35].

El ligamento longitudinal anterior en la región toracolumbar está inervado directamente por ramas del sistema simpático. Katsura y cols. describen la inervación en dos hojas: en una hoja superficial la suplen una rama transversa profunda del ramo comunicante y ramas directas de la cadena simpática, y una hoja profunda que recibe inervación por los nervios espláncnicos y cadena simpática (al igual que en las hojas superficiales). Cloward refiere que una rama anterior del nervio sinuvertebral alcanza este ligamento a lo largo de la superficie del disco. Otros describen que la inervación está dada por la rama ventral primaria [7,14,15, 20,22].

Duramadre

Esta capa meníngea recibe inervación en su cara anterior por el nervio sinuvertebral mediante una de tres vías: la primera pasa a la duramadre anterior desde el plexo epidural anterior; la segunda, por filamentos cortos del nervio sinuvertebral, que pasan directamente a la dura después de entrar al canal espinal, y la última, longitudinalmente dentro del tejido epidural antes de suministrar la duramadre. La duramadre anterior es sensible al dolor y la estimulación da lugar a un patrón de dolor similar a la del ligamento longitudinal posterior. Por último, la inervación de la cara posterior de la duramadre aún se encuentra en estudios [4,7,36].

Músculos paravertebrales

Estos músculos paravertebrales están inervados por la rama primaria dorsal del nervio espinal; los músculos espinosos, multífidos y rotadores, por la rama medial, longissimus del dorso; los intertransversos, por la rama intermedia, y el iliocostal, por la rama lateral [16, 23,33,34].

Nervio sinuvertebral de Luschka (nervio recurrente meníngeo)

Descrito por primera vez por Herbert Luschka, en 1850 [37], surge de la parte anterior del nervio raquídeo justo distal al ganglio espinal. Después de transcurrir medialmente durante unos 2 a 3 mm, se le une una rama simpática de la rama comunicante gris; pasa a través del agujero intervertebral, cursando inferolateral por debajo del pedículo para llegar así al canal raquídeo. Adyacente al ligamento longitudinal posterior, el nervio sinuvertebral se divide en una rama ascendente, una descendente y una transversa. El nervio puede ascender o descender uno o más segmentos y anastomosarse con aquellas del lado contralateral y niveles adyacentes, tanto de segmentos superiores como de inferiores. Por el contrario, Lazorthes y cols. y Wiberg demuestran que el nervio es puramente segmentario y no tiende a anastomosarse. Otros autores postulan que dicho nervio transcurre caudalmente en el canal durante al me-

nos dos niveles, sin una rama ascendente [4,7,22,38-44] (figura 1).

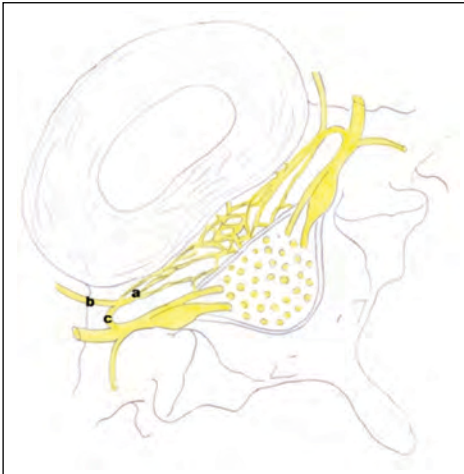


Figura 1. Vista axial de vértebra lumbar y su contenido nervioso. El nervio sinuvertebral de Luschka (a) formado por una parte autónoma proveniente de la rama comunicante gris (b) y otra somática que emerge del ramo ventral (c); de igual manera, observamos su recorrido recurrente hacia el canal espinal atravesando el agujero intervertebral

Aunque existe un acuerdo con la clásica descripción de Luschka sobre su origen, Hovelacque señaló que las dos raíces a menudo pueden ser del mismo tipo, en lugar de una rama espinal y otra simpática, de la misma forma que Groen describió haciendo alusión a que dichas fibras nerviosas del sinuvertebral pudiesen provenir solamente de ramos comunicantes [1,5,7,45]. Wiberg, Edgar y Nundy observaron variaciones en la terminación, postulando que este finaliza en un máximo de 6 filamentos, y que el principal filamento del nervio sinuvertebral

tebral pasa cranealmente alrededor de la base del pedículo para llegar finalmente al ligamento longitudinal posterior [7,10,22].

El nervio sinuvertebral suple la inervación del ligamento longitudinal posterior (dos capas superficiales por la rama ascendente y la capa más profunda por la rama descendente); la parte posterior del anillo del disco intervertebral, la parte ventral de la duramadre; el tejido epidural, el cuerpo vertebral (por ramas que entran al hueso con las venas basi-vertebrales) y el plexo vertebral interno. Cabe aclarar que la región anterior y lateral del disco intervertebral está inervada por nervios asociados con la cadena simpática y la rama comunicante gris. Sin embargo, existe un desacuerdo sobre la inervación suministrada por parte del nervio y algunos autores no se comprometen con una distribución tan amplia de este [1,2,4,7,37-45]. Este nervio tiene vital importancia, pues se ha descrito que su compresión en el paso dentro del canal espinal puede ser causa de dolor lumbar y ciática [7,22].

Ramo primario dorsal

En sentido general, puesto que más adelante se describirá con detalle, las facetas reciben inervación de la rama medial, que deriva del ramo primario dorsal del nervio raquídeo. La suplencia nerviosa es dual, es decir, de la rama medial derivada del ramo primario dorsal del mismo

nivel y un nivel por encima de la articulación. Por ejemplo, el polo inferior de la articulación L4-L5 recibe inervación de la rama medial de L4 y su polo superior es inervado por la rama medial de L3; al igual la rama dorsal de un nivel dado envía fibras a la articulación facetaria del mismo nivel, pero también a las articulaciones facetarias encima y por debajo del nivel de la salida del nervio. Otro aspecto anatómico importante ocurre con la apófisis transversa, reparo anatómico por el cual pasa la rama dorsal de un nivel por debajo del cual surgen (por ejemplo, L4 cruza por la apófisis transversa de L5) [11,14,16,22,23].

Ramo dorsal de L1-L4

El ramo primario dorsal en los niveles L1 a L4 se deriva casi en ángulo recto del par raquídeo y transcurre unos 5 mm para luego entrar a través del espacio intertransverso, espacio o foramen descrito por Bradley, en 1974 [34], limitado medialmente por la faceta. Lateralmente el ligamento intertransverso y su parte tanto superior como inferior, por las apófisis transversas [46]. Después de atravesar este espacio o inmediatamente después de pasar por este, el ramo primario dorsal finaliza enviando ramas terminales, las cuales varían de acuerdo con el autor. En la descripción inicial de Bogduk se describen dos ramas: una medial y una lateral [34]; sin embargo, años más tarde, el mismo autor describe tres ramas que se originan del ramo primario dorsal: medial, intermedia y lateral [17, 23,46-48].

La rama medial corre dorsocaudalmente a lo largo de la raíz de la apófisis transversa, continúa en la misma dirección pasando acostada sobre un surco, formado de la unión entre la raíz de la apófisis articular superior y la base de la apófisis transversa. En esta región, el nervio se une al periostio por una capa de tejido conectivo que recubre la apófisis articular superior y la apófisis transversa. Frente al borde caudal de la articulación zigoapofisaria, la rama cruza medialmente a través de una ranura entre la apófisis accesoria y la apófisis mamilar, que transcurre sobre un túnel formado por un ligamento puente entre estos dos accidentes óseos, llamado *ligamento mamiloaccesorio*, conducto que mantiene el curso proximal de la rama medial en una relación constante con el hueso [16,23,33,34,46-50].

Este se encuentra osificado aproximadamente en un 10% en la región lumbar, lo cual puede interferir con algunas técnicas de denervación percutánea o conducir a un atrapamiento del nervio y, así, originar dolor lumbar. Esta osificación es más común en L5 (20%), seguido de L4 (10%) y en L3 (4%) [11,12,14,51]. Más allá del ligamento mamiloaccesorio, la rama medial corre en sentido medial y caudal a través de la lámina vertebral, y alcanza la articulación zigoapofisaria, donde finaliza su recorrido y se divide en tres ramas terminales: una rama ascendente, una rama transversa y una rama descendente. Estas inervan la región an-

terior de la apófisis articular inferior y la parte inferior de la articulación por la cual giran a su alrededor músculos multifidus y la región interespinosa. Finalmente, una extensión del tronco principal de la rama medial produce ramas finas en la región subcutánea que abastecen a la región cutánea cerca de la línea media. La estrecha región de la piel en la línea media es de suministro bilateral [11,12,16,23,33,34,46-50] (figura 2).

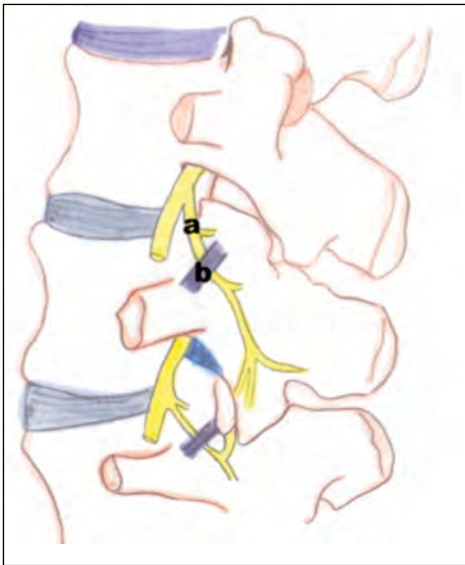


Figura 2. Vista lateral izquierda de la región lumbar. Se aprecia el recorrido de la rama medial del ramo posterior (a). En su trayecto dicho nervio transcurre en el túnel formado por el ligamento mamiloadesorio (b)

La rama intermedia corre dorso-caudalmente posterior al espacio intertransverso, distribuye sus fibras hacia el longisimus del dorso y, finalmente, envía un patrón variable de ramas que suministran una amplia zona cutánea lateral

a la línea media [23]. Sin embargo, esta síntesis en su descripción es hoy por hoy de gran debate. Haremos brevemente un resumen de las discusiones planteadas por diversos autores.

Estudios de Bogduk describen que esta es una rama directa del ramo dorsal del nervio espinal; otras descripciones muestran esta como una rama adicional en L3 y L4 (algunas veces en L1 y L2), donde el ramo primario dorsal emite una rama intermedia [11,12,16,23,34]. En un estudio reciente, Toshiyuki Saito y cols. estudiaron el ramo primario dorsal del nervio espinal en siete cadáveres. Estos autores postulan que la razón de las discrepancias en la variación de la rama intermedia es la disección por el modo tradicional a través de la vía dorsal. Este método secciona las ramas nerviosas antes de que pueda alcanzar la ramificación proximal. Se cree que es muy probable que, con anterioridad, las ramas intermedias hayan sido consideradas simplemente ramas musculares de las ramas laterales. Además, los anatomistas anteriores habrían preferido estudiar la rama ventral, en vez de la rama primaria dorsal, por lo que no habrían prestado atención a su anatomía detallada [33].

Por último, la rama lateral cruza subyacentemente la apófisis transversa (aproximadamente frente a la apófisis accesoria), continúa un curso sinuoso caudal, lateral y dorsalmente, y sus fibras

van hacia el músculo iliocostal (al cual inerva) y que emerge a través del borde dorsolateral del músculo para convertirse en el nervio cutáneo, para llevar a la zona más lateral de la columna vertebral [16,23,33,34,46-50] (figura 3).

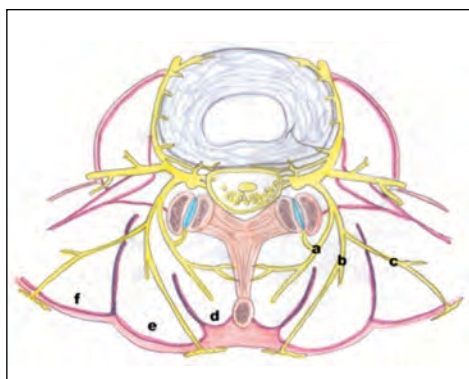


Figura 3. Corte axial de la región lumbar. Divisiones del ramo posterior en la rama medial (a), la intermedia (b) y la lateral (c), y el paquete muscular al cual llegan, respectivamente, rotadores (d), longisimus del dorso (e) e iliocostal (f)

Existen entonces tres unidades musculares en la parte posterior del cuerpo, cada una alimentada por una rama separada del ramo primario dorsal, considerando que la apófisis transversa, la accesoria y los procesos mamilares del cuerpo vertebral y las tres ramas del ramo primario dorsal resultan en tres compartimentos musculares-nerviosos: multifidus, longisimus e iliocostal. Es decir, las ramas mediales entran en el músculo multifido, que surge de los procesos mamilares lumbares; las ramas intermedias entran en el músculo longisimus, que surge de los procesos accesorios lumbares, y las ramas laterales

entran en el iliocostal, que surge de los procesos transversales lumbares [33,46-50]. Steinke y cols. hallaron una corta rama intermedia ventral proveniente del ramo dorsal en la región toracolumbar, que inerva los músculos entre la inervación de la rama medial y lateral; sin embargo, ha sido el único caso reportado de dicha rama [46].

Ramo dorsal de L5

El ramo primario dorsal de L5 es más grande que las ramas superiores. Esta se ubica en la parte superior de la fisura ósea en la unión entre el ala y la región posterior de la apófisis articular sacro. Cerca de la parte inferior de la apófisis articular, el nervio se ramifica en una rama medial y otra lateral. La rama medial surge frente de la esquina inferolateral de la base de la articulación facetaria más baja, se devuelve para cursar alrededor de la porción caudal de la articulación lumbosacra a la cual inerva y, finalmente, termina en la región muscular de los multifidus. La rama lateral inerva las fibras del longisimus del dorso que surgen de la cara medial del segmento dorsal de la cresta iliaca, y algunos autores describen una anastomosis con la rama dorsal S1 [11,12,23,46-52]. Se ha sugerido que las articulaciones superiores pueden recibir inervación de la rama medial debajo de la articulación (es decir, S1 para la articulación L5-S1), el ganglio de la raíz dorsal y los ganglios simpáticos paravertebrales; sin embargo, estas afirmaciones no han sido comprobadas. Adicionalmente, se

ha descrito inervación aberrante o adicional de las articulaciones [11]. La presencia de raíces nerviosas con puntos de nocicepción en el recubrimiento de la articulación facetaria y sacroiliaca indica los importantes procesos dolorosos que estas tienen [11,12,14,16,23,33,34,52].

Conclusiones

El conocimiento anatómico de la inervación de la columna vertebral, en especial en la región lumbar, contribuye al diagnóstico y tratamiento de los diversos síndromes dolorosos que ocurren en ella. La precisa inervación ayuda al entendimiento de este tema controversial y a complementar sus principios morfológicos, fisiopatológicos y terapéuticos de las infiltraciones en una región en específico, ya sea para el bloqueo del nervio sinuvertebral o el bloqueo facetario, entendiendo sus variaciones anatómicas para disminuir complicaciones relacionadas y una mayor eficacia en el tratamiento para el paciente [12,13]. La variación anatómica es un potencial problema que provoca falsos positivos; estudios en cadáveres han encontrado que en un 14% se encuentra una raíz nerviosa anormal. La resonancia magnética nuclear podría proveer una información en cuanto a esas anomalías [4].

Las variaciones en la forma y orientación de las articulaciones facetarias lumbares gobiernan el papel de estas articulaciones en la prevención del desplazamiento hacia adelante y girar la dislocación de la articulación intervertebral.

Sin embargo, faltan estudios que evalúen dicha orientación anatómica e influyan en el recorrido del ramo primario dorsal y sus divisiones [18].

Se requieren investigaciones, ya sea en forma de descripciones microquirúrgicas en cadáveres o con ayuda imagenológica, con el fin de determinar variaciones o no en la distribución anatómica de las ramas ventrales y dorsales en el origen del nervio sinuvertebral de Luschka y del ramo primario dorsal, ya que el entendimiento minucioso de dicha inervación es necesaria para la evaluación clínica del dolor lumbar [15].

Referencias

1. Raoul S, Faure A, Robert R, Rogez JM, Hamel O, Cuillère P, Le Borgne J. Role of the sinu-vertebral nerve in low back pain and anatomical basis of therapeutic implications. *Surg Radiol Anat.* 2003 Feb;24(6):366-71.
2. Tsou HK, Chao SC, Wang CJ, Chen HT, Shen CC, Lee HT, Tsuei YS. Percutaneous pulsed radiofrequency applied to the L-2 dorsal root ganglion for treatment of chronic low-back pain: 3-year experience. *J Neurosurg Spine.* 2010 Feb;12(2):190-6.
3. Brisby H. Nerve root injuries in patients with chronic low back pain. *Orthop Clin North Am.* 2003 Apr;34(2):221-30.
4. Gajraj NM. Selective nerve root blocks for low back pain and radiculopathy. *Reg Anesth Pain Med.* 2004 May-Jun;29(3):243-56.
5. Suseki K, Takahashi Y, Takahashi K, Chiba T, Yamagata M, Moriya H. Sensory

- nerve fibres from lumbar intervertebral discs pass through rami communicantes: A possible pathway for discogenic low back pain. *J Bone Joint Surg Br.* 1998 Jul;80(4):737-42.
6. Ohtori S, Inoue G, Koshi T, Ito T, Yamashita M, Yamauchi K, Suzuki M, Doya H, Moriya H, Takahashi Y, Takahashi K. Characteristics of sensory dorsal root ganglia neurons innervating the lumbar vertebral body in rats. *J Pain.* 2007 Jun;8(6):483-8.
 7. Edgar MA, Ghadially JA. Innervation of the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res.* 1976 Mar-Apr;(115):35-41.
 8. Varlotta GP, Lefkowitz TR, Schweitzer M, Errico TJ, Spivak J, Bendo JA, Rybak L. The lumbar facet joint: a review of current knowledge: part 1: anatomy, biomechanics, and grading. *Skeletal Radiol.* 2011 Jan;40(1):13-23.
 9. Schliessbach J, Siegenthaler A, Heini P, Bogduk N, Curatolo M. Blockade of the sinuvertebral nerve for the diagnosis of lumbar diskogenic pain: an exploratory study. *Anesth Analg.* 2010 Jul;111(1):204-6.
 10. Blankenbaker DG, Davis KW, Choi JJ. Selective nerve root blocks. *Semin Roentgenol.* 2004 Jan;39(1):24-36.
 11. Cohen SP, Raja SN. Pathogenesis, diagnosis, and treatment of lumbar zygapophysial (facet) joint pain. *Anesthesiology.* 2007 Mar;106(3):591-614.
 12. Masini M, Paiva WS, Araújo AS Jr. Anatomical description of the facet joint innervation and its implication in the treatment of recurrent back pain. *J Neurosurg Sci.* 2005 Dec;49(4):143-6.
 13. Senoglu N, Senoglu M, Safavi-Abbasi S, Shedd SA, Crawford NR. Morphologic evaluation of cervical and lumbar facet joints: intra-articular facet block considerations. *Pain Pract.* 2010 Jul-Aug;10(4):272-8.
 14. Loeser D. John. *Bonica's management of pain.* 3rd ed. New York: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. Chapter 75-76, p. 1475-557.
 15. Higuchi K, Sato T. Anatomical study of lumbar spine innervation. *Folia Morphol (Warsz).* 2002;61(2):71-9.
 16. Waldman, Steven D. *Pain management.* Vol. 2. Philadelphia: Saunder; 2007. p 769-76.
 17. Bogduk N. The innervation of the lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976).* 1983 Apr;8(3):286-93.
 18. Manchikanti L, Singh V. Review of chronic low back pain of facet joint origin. *Pain Physician.* 2002 Jan;5(1):83-101.
 19. Bogduk N, Tynan W, Wilson AS. The nerve supply to the human lumbar intervertebral discs. *J Anat.* 1981 Jan;132(Pt1):39-56.
 20. García-Cosamalón J, del Valle ME, Calavia MG, García-Suárez O, López-Muñiz A, Otero J, Vega JA. Intervertebral disc, sensory nerves and neurotrophins: who is who in discogenic pain? *J Anat.* 2010 Jul;217(1):1-15.
 21. Raj PP. Intervertebral disc: anatomy-physiology-pathophysiology-treatment. *Pain Pract.* 2008 Jan-Feb;8(1):18-44.
 22. García-Cosamalón J, Fernández-Fernández J, González-Martínez E, Ibáñez-Plágaro J, Robla Costales J, Martínez-Madrígal M, López Muñiz A, del Valle ME, Vega JA. [Innervation of the intervertebral disc]. *Neurocirugía (Astur).* 2013 May-Jun;24(3):121-9.
 23. Bogduk N, Wilson AS, Tynan W. The human lumbar dorsal rami. *J Anat.* 1982 Mar;134(Pt 2):383-97.

24. Maus TP, Aprill CN. Lumbar diskogenic pain, provocation diskography, and imaging correlates. *Radiol Clin North Am.* 2012 Jul;50(4):681-704.
25. Hirsch C. Studies on the mechanism of low back pain. *Acta Orthop Scand.* 1950;20:261.
26. Pope MH. Biomechanics of the lumbar spine. *Ann Med.* 1989 Oct;21(5):347-51. Review.
27. Davies DV. The anatomical and physiological basis of low back pain. *Practitioner.* 1957 Aug;179(1070):123-8.
28. Van Buskirk C. 1941. Nerves in the vertebral canal. *Arch Surg* 43:427-32.
29. Van Roy P, Barbaix E, Clarijs JP, Mense S. [Anatomical background of low back pain: variability and degeneration of the lumbar spinal canal and intervertebral disc]. *Schmerz.* 2001 Dec;15(6):418-24.
30. Hirsch C, Ingelmark BE, Miller M. The anatomical basis for low back pain: Studies on the presence of sensory nerve endings in ligamentous, capsular and intervertebral disc structures in the human lumbar spine. *Acta Orthop Scand.* 1963;33:1-17.
31. Fields AJ, Liebenberg EC, Lotz JC. Innervation of pathologies in the lumbar vertebral end plate and intervertebral disc. *Spine J.* 2014 Mar 1;14(3):513-21.
32. Faustmann PM. [Neuroanatomic basis for discogenic pain]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2004 Nov-Dec;142(6):706-8. German.
33. Saito T, Steinke H, Miyaki T, Nawa S, Umemoto K, Miyakawa K, Wakao N, Asamoto K, Nakano T. Analysis of the posterior ramus of the lumbar spinal nerve: the structure of the posterior ramus of the spinal nerve. *Anesthesiology.* 2013 Jan;118(1):88-94.
34. Bogduk N, Long DM. The anatomy of the so-called "articular nerves" and their relationship to facet denervation in the treatment of low-back pain. *J Neurosurg.* 1979 Aug;51(2):172-7.
35. Sekine M, Yamashita T, Takebayashi T, Sakamoto N, Minaki Y, Ishii S. Mechanosensitive afferent units in the lumbar posterior longitudinal ligament. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001 Jul 15;26(14):1516-21.
36. Groen GJ, Baljet B, Drukker J. The innervation of the spinal dura mater: anatomy and clinical implications. *Acta Neurochir (Wien).* 1988;92(1-4):39-46.
37. Luschka H. Die nerven des Menschlichen Wirbelkanales. Verlag der H. Lapschen Buchhandlung; 1850.
38. Rennie C, Haffajee MR, Ebrahim MA. The sinuvertebral nerves at the craniovertebral junction: a microdissection study. *Clin Anat.* 2013 Apr;26(3):357-66.
39. Lazorthes G, Poulhes J, Espagno J. Etude sur les nerfs sinu-vertébraux lombaires le nerf de roofe existe-t-il? *Compt Rend Assoc Anat,* 34 a Réunion. 1948;34:317-20.
40. Pedersen HE, Blunck CF, Gardner E. The anatomy of lumbosacral posterior rami and meningeal branches of spinal nerves (sinu-vertebral nerves). *J Bone Joint Surg Am.* 1956;38:377-91.
41. Schliessbach J, Siegenthaler A, Heini P, Bogduk N, Curatolo M. Blockade of the sinuvertebral nerve for the diagnosis of lumbar diskogenic pain: an exploratory study. *Anesth Analg.* 2010 Jul;111(1):204-6.
42. Cloward RB. The clinical significance of the sinu-vertebral nerve of the cervical spine in relation to the cervical disc syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiat.* 1960;23:321.
43. Gandhi KR, Verma VK, Chavan SK, Joshi SD, Joshi SS. The morphology of

- lumbar sympathetic trunk in humans: a cadaveric study. *Folia Morphol (Warsz)*. 2013 Aug;72(3):217-22.
44. Bailey JF, Liebenberg E, Degmetich S, Lotz JC. Innervation patterns of PGP 9.5-positive nerve fibers within the human lumbar vertebra. *J Anat*. 2011 Mar;218(3):263-70.
 45. Hovelacque A. Le neol sinu-vertebral. *Annals d'Anatome Pathologique et Anatomie Normale*. 1925;11:5.
 46. Zhou L, Schneck C, Shao Z. The anatomy of dorsal ramus nerves and its implications in lower back pain. *Neuroscience & Medicine*. 2012;3(2):192-201.
 47. Lau P, Mercer S, Govind J, Bogduk N. The surgical anatomy of lumbar medial branch neurotomy (facet denervation). *Pain Med*. 2004 Sep;5(3):289-98.
 48. Sehgal N, Dunbar EE, Shah RV, Colson J. Systematic review of diagnostic utility of facet (zygapophysial) joint injections in chronic spinal pain: an update. *Pain Physician*. 2007 Jan;10(1):213-28. Review.
 49. Masala S, Nano G, Mammucari M, Marcia S, Simonetti G. Medial branch neurotomy in low back pain. *Neuroradiology*. 2012 Jul;54(7):737-44.
 50. Kim D, Choi D, Kim C, Kim J, Choi Y. Transverse process and needles of medial branch block to facet joint as landmarks for ultrasound-guided selective nerve root block. *Clin Orthop Surg*. 2013 Mar;5(1):44-8.
 51. Bogduk N. The lumbar mamillo accessory ligament. Its anatomical and neurosurgical significance. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1981 Mar-Apr;6(2):162-7.
 52. Dreyfuss P, Schwarzer AC, Lau P, Bogduk N. Specificity of lumbar medial branch and L5 dorsal ramus blocks. A computed tomography study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997 Apr 15;22(8):895-902.
-
- Correspondencia**
 Juan Carlos Gómez Vega
 j_gomezv@javeriana.edu.co
-