

APUNTES MECANISMOS HVT ACCIÓN EN SISTEMA NERVIOSO

1. PUNTOS GENERALES SOBRE LOS EFECTOS DE LOS HVT.

Colloca et al (2004) encontraron que la manipulación vertebral estimula las respuestas de la raíz del nervio vertebral que estaban temporalmente relacionadas con la aparición del movimiento vertebral.

Según George et al (2006), la inhibición de las aferencias de las fibras C mediada por el asta dorsal es un mecanismo hipoalgesico potencial de la manipulación vertebral en sujetos asintomáticos, pero se requieren estudios adicionales para replicar este hallazgo en sujetos con dolor lumbar.

Pickar y Bolton (2012) proponen que la manipulación vertebral pueda producir un cambio constante en la transmisión sináptica de las neuronas centrales de alta frecuencia, produciendo la descarga de varios tipos de neuronas correspondientes primarias paravertebrales dinámico-sensibles y mecanicosensible.

Según Goertz et al (2016) la manipulación placebo a corto plazo no afecta las funciones sensoriomotoras según lo medido por el balanceo postural y la respuesta a la carga repentina en este estudio.

El estudio de Reed et al (2014) examinó el efecto de la duración del impulso del HVT en los umbrales talámicos laterales en respuesta a nociceptores específicos. La duración del impulso de la HVT no afectó los umbrales del tronco cerebral.

Específicamente, el modelo de Bialosky et al (2009) sugiere que una fuerza mecánica manual inicia una cascada de respuestas neurofisiológicas del sistema nervioso central y periférico que luego son responsables de los resultados clínicos.

2. EFECTOS DE LA MANIPULACIÓN VERTEBRAL SOBRE LOS RECEPTORES SENSORIALES EN LOS TEJIDOS PARAVERTEBRALES.

APUNTES MECANISMOS HVT ACCIÓN EN SISTEMA NERVIOSO

Aquí podemos ver una tabla recapitulativa de la clasificación de las terminaciones nerviosas receptivas y sus fibras nerviosas correspondientes según Besson y Chaouch (1987).

La manipulación vertebral estimula las aferencias del huso neuromuscular, es decir, las aferencias del Grupo Ia y posiblemente del Grupo II.

Tipo de receptor final	Ubicación	Inervación	Velocidad de conducción (m/s)
	Músculo	Aferencias grupo Ia, Ib ($A\alpha$)	80–120
	Músculo	Aferencias grupo II ($A\beta$)	35-65
	Músculo, articulación, piel	Aferencias grupo II ($A\beta$)	35-65
	Músculo, articulación, ligamentos, piel	Aferencias grupo III ($A\delta$)	2,6-30
	Músculo, articulación, ligamentos, piel	Aferencias grupo IV (C)	$\leq 2,5$
	Músculo, articulación, piel	Aferencias grupo II	35-65
	Músculo, articulación, ligamentos, piel	Aferencias grupo III ($A\delta$)	2,6-30
	Músculo, articulación, ligamentos, piel	Aferencias grupo IV (C)	$\leq 2,5$
	Músculo, articulación, piel	Aferencias grupo III ($A\delta$)	2,6-30
	Músculo, articulación, ligamentos, piel	Aferencias grupo IV (C)	$\leq 2,5$

Tabla 1. Clasificación de las terminaciones nerviosas receptivas y sus fibras nerviosas correspondientes según Besson y Chaouch (1987).

2.1. AFERENCIAS DE LOS GRUPOS I Y II (AFERENCIAS PROPIOCEPTIVAS).

Según Korr (1975) la manipulación vertebral aumenta la movilidad articular al producir una serie de impulsos en las aferencias del huso neuromuscular y las aferencias de las fibras de pequeño diámetro que acaban silenciando las motoneuronas y facilitadas.

La descarga de la motoneurona y está elevada en los músculos de los segmentos vertebrales que responden a la manipulación vertebral.



Figura 1. Modelo teórico que muestra los componentes que describen las relaciones entre la manipulación vertebral, la biomecánica segmentaria, el sistema nervioso y la fisiología según Pickar (2002).

- Los hallazgos de Pickar y Wheeler (2001) demuestran que la manipulación vertebral modifica la descarga de las aferencias del Grupo I y II.
- Pickar y Wheeler (2001) el huso neuromuscular y de órganos tendinosos de Golgi de los músculos multifidus y longissimus

durante la manipulación vertebral en una vértebra lumbar presentan aferencias ausentes en reposo y se activaron más por el impulso de la manipulación vertebral que por la carga estática preparatoria del impulso. Su silencio se reanudó al final de la manipulación.

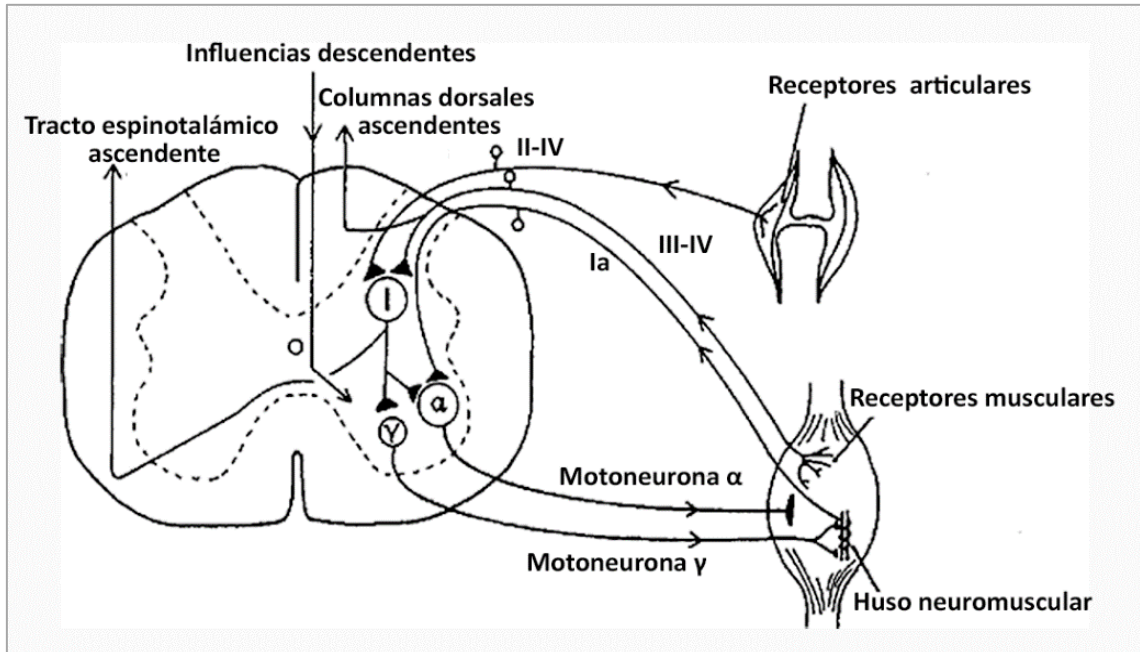


Figura 2. Vías sensoriales que podrían modular la descarga de la motoneurona γ según Pickar y Wheeler (1999). La descarga de alta frecuencia de la entrada de los husos neuromusculares puede afectar la entrada descendente de las motoneuronas γ . Además, la entrada de las neuronas del grupo III y IV de diámetro menor puede afectar a las motoneuronas.

2.2. AFERENCIAS DE GRUPO III Y IV.

- Las aferencias que Cavanaugh et al (1989) registraron durante una manipulación probablemente fueron del grupo III y/o grupo I.
- Pickar y McLain (1995) durante la manipulación registraron aferencias de la cápsula facetaria, que respondieron de forma gradual a la dirección de una carga no nociceptiva aplicada a la articulación.

- Los estudios citados anteriormente hacen pensar que la manipulación vertebral puede agregar una entrada sensorial novedosa o eliminar una fuente de entrada aberrante (Pickar, 2002).
- Según Gillette (1987) la manipulación vertebral estimula los mecanorreceptores incluyen propioceptores (husos neuromusculares, terminaciones primarias y secundarias y órganos de Golgi), mecanismos de umbral bajo, mecanorreceptores de umbral alto, mecanonociceptores de umbral alto y nociceptores polimodales de umbral alto.
- Por lo tanto, todas las clasificaciones de las neuronas sensoriales, es decir, las fibras del grupo Ia, Ib, II, III y IV podrían verse afectadas, teóricamente, por la manipulación vertebral.

3. ACTIVACIÓN HUSO NEUROMUSCULAR.

- Pickar y McLain (1995) indican que la entrada sensorial gradual de los tejidos que rodean la articulación facetaria podría provocar respuestas musculares reflejas como la medida por Indahl et al (1997).
- Según Cao et al (2013), las manipulaciones vertebrales provocan cambios sostenidos en la señal neuronal periférica debido a la transmisión de carga alterada al entorno mecánico local. Los desplazamientos durante el thrust producen aumentos de la descarga en reposo de los husos neuromusculares paraespinales.
- En el estudio de Reed et al (2015) disminuyeron significativamente las respuestas del huso neuromuscular. Este estudio en animales demostró que el sitio de contacto para un HVT puede tener un efecto significativo en la magnitud de la información sensorial que surge de los husos neuromusculares de la espalda.
- Según Zhu et al (1993,2000) los cambios en la entrada del huso neuromuscular producidos por la manipulación vertebral también podrían contribuir a la inhibición de los reflejos somatosomáticos.
- Según Korr (1975) la manipulación vertebral es responsable de impulsos a partir de aferencias del huso neuromuscular y aferencias de fibras que pequeño diámetro, y finalmente silencia las

motoneuronas y y las neuronas que inervan los tejidos paravertebrales (aferencias propioceptivas de los grupos I y II).

- Pickar y Wheeler (2001) indican que la manipulación vertebral puede normalizar la biomecánica del huso neuromuscular y devolver la descarga del huso neuromuscular a la normalidad. El recuadro muestra la descarga del huso neuromuscular en una escala de tiempo expandida inmediatamente antes, durante y poco después del impulso.

Los cambios en la entrada del huso neuromuscular producidos por la manipulación vertebral podrían contribuir a la inhibición de los reflejos somatosomáticos (Pickar,2002).

Pickar et al (2007) indican que la duración y la amplitud de una manipulación vertebral provocan un patrón de descarga de los husos neuromusculares de los músculos paraespinales diferente de las entradas mecánicas más lentas.

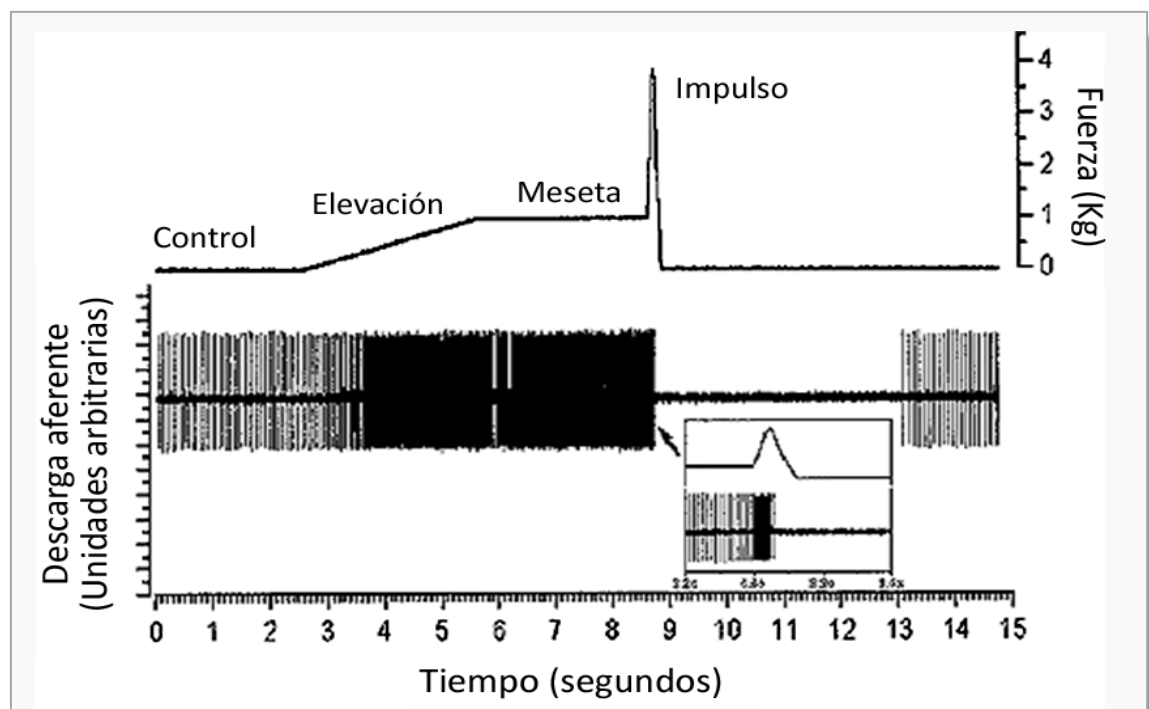


Figura 3. Trazado original de la respuesta de un huso neuromuscular a una carga similar a la manipulación vertebral según Pickar y Wheeler (2001).

4. EFECTOS DE LA MANIPULACIÓN VERTEBRAL EN CENTROS SUPERIORES.

- Según Zhu et al (2000), la manipulación vertebral modifica los potenciales cerebrales provocados a partir de los músculos paravertebrales, lo que sugiere que el aumento de la entrada sensorial de los husos neuromusculares paravertebrales durante el espasmo muscular puede contribuir a la reducción de la magnitud de los potenciales cerebrales evocados.
- El estudio de Reed et al (2014) examinó el efecto de la duración del impulso del HVT en los umbrales talámicos laterales en respuesta a nociceptores específicos. La duración del impulso de la HVT no afectó los umbrales del tronco cerebral.

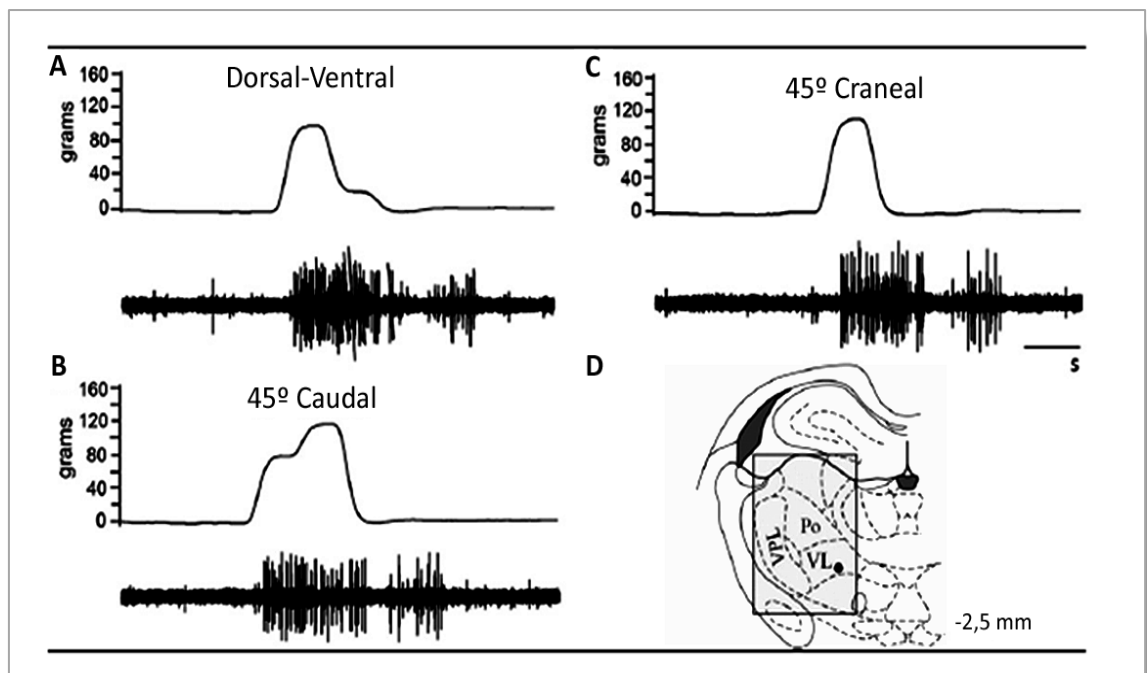


Figura 4. Las respuestas de estímulos mecánicos una sola neurona talámica en el núcleo ventrolateral según Reed et al (2000). La figura muestra grabaciones electrofisiológicas (fila inferior) de respuestas a estímulos electrónicos del raquis lumbar (fila superior) en el núcleo dorsal-ventral.

En el estudio de Meier et al (2014), la estimulación de las apófisis espinosas lumbares produjo respuestas neuronales bilaterales en las

partes mediales del giro postcentral (S1), corteza somatosensorial secundaria (S2), partes posteriores de la corteza insular y el cerebelo. Las estimulaciones del pulgar produjeron una activación solo en las partes laterales contralaterales S1.

El presente estudio demuestra que la aplicación de una presión posterior-anterior en las apófisis espinosas lumbares produce cambios neuroplásticos en sujetos con dolor lumbar crónico.

La foto de la izquierda muestra la estimulación provocó una actividad cerebral bien pronunciada dentro de la corteza somatosensorial primaria (S1) (estimulaciones lumbares).

La foto de la derecha muestra los resultados del análisis de todo el cerebro durante la estimulación de la apófisis espinosa lumbar según Meier et al.

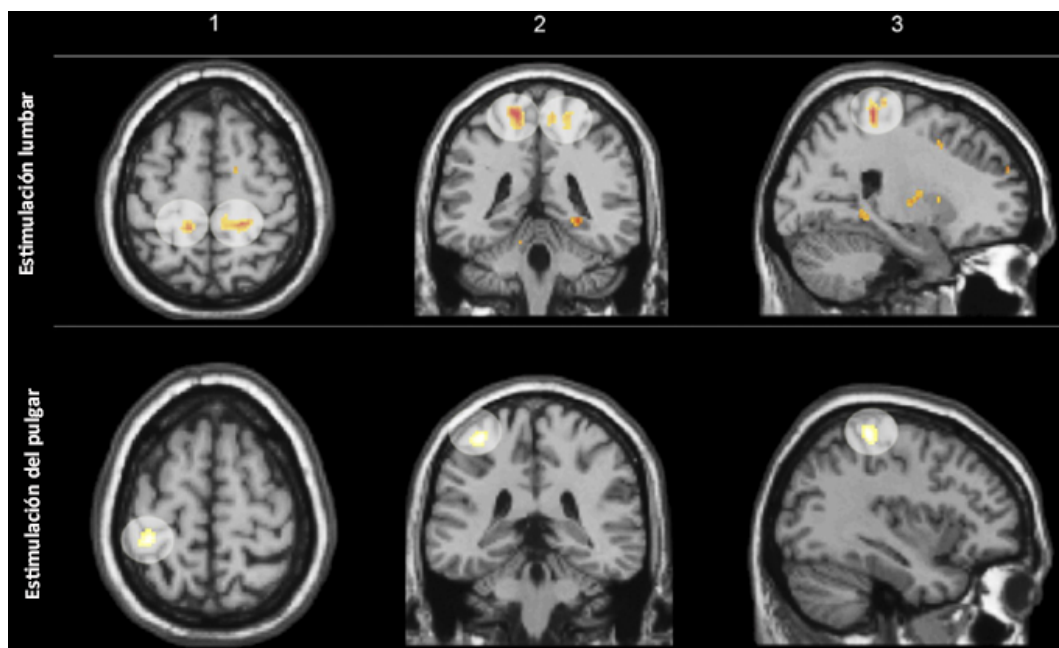


Figura 5. Grupos de activación durante las estimulaciones lumbares y del pulgar (Meier et al). La estimulación provocó una actividad cerebral bien pronunciada dentro de la corteza somatosensorial primaria (S1) (estimulaciones lumbares).

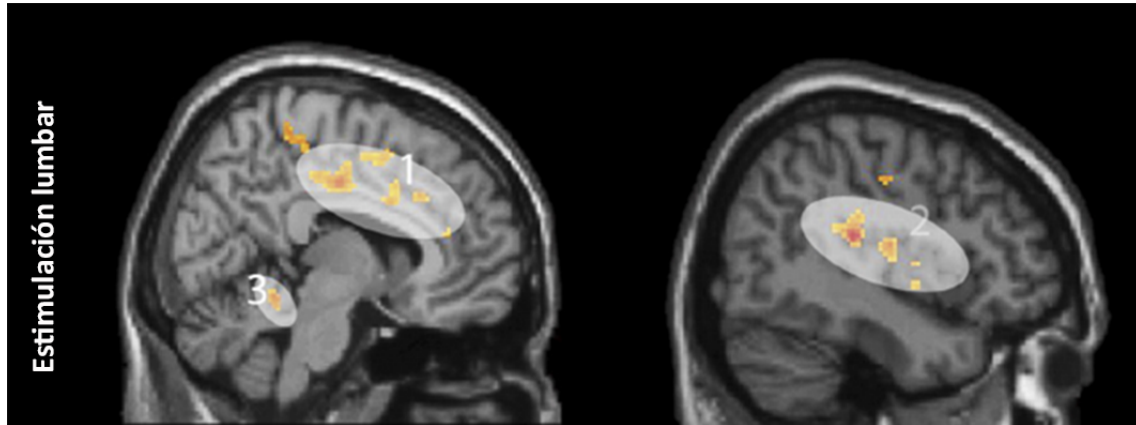


Figura 6. Resultados del análisis de todo el cerebro durante la estimulación de la apófisis espinosa lumbar según Meier et al.

1, regiones cinguladas aMCC, pMCC y PCC; 2, corteza insular; 3, lóbulo anterior del cerebelo

- En el estudio de Reed et al (2014) aumentaron significativamente las respuestas del huso neuromuscular durante el HVT. Los números representan el número de aferencias con su campo receptivo en esta ubicación. La vista A corresponde a una vista dorsal y la B es una vista en sección transversal aproximadamente alineada

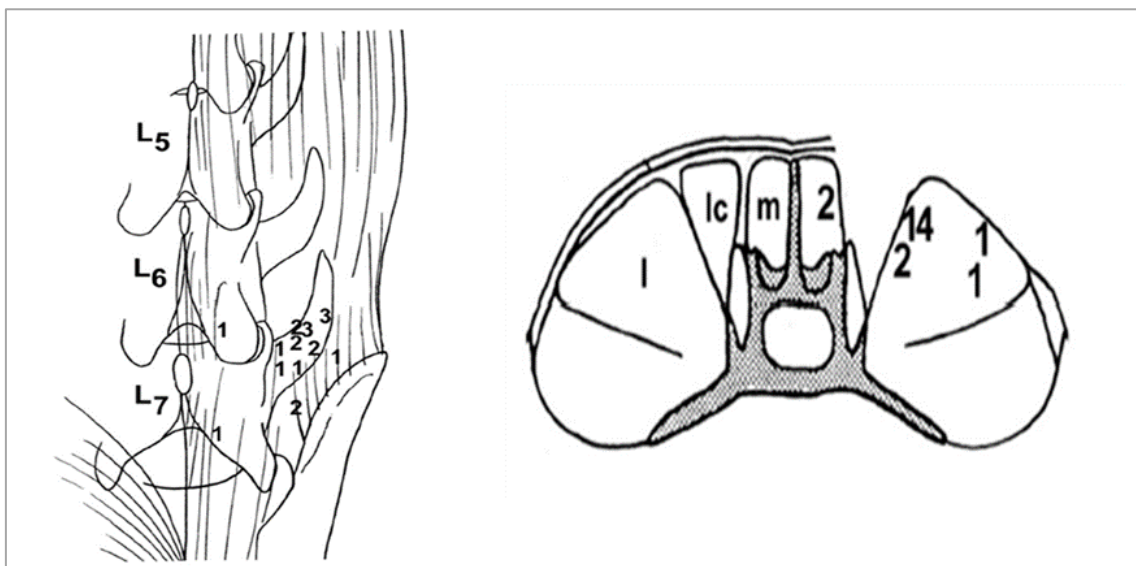


Figura7. Localización de la porción más sensible de los campos receptivos de las aferencias del 20 husos neuromusculares para espinales lumbares según Reed et al.

- Según Pelletier et al (2018), los efectos neurofisiológicos del tratamiento manipulativo osteopático pueden ayudar a renormalizar las propiedades y la organización de áreas sensoriales motoras corticales y el impacto del sistema nervioso autónomo.
- Los resultados del estudio de Ponzio et al (2018) brindan apoyo para los efectos de la manipulación osteopática sobre la plasticidad cortical.
- Los resultados del estudio de Ponzio et al (2018) brindan apoyo para los efectos de la manipulación osteopática sobre la plasticidad cortical.

CONCLUSIONES

Las manipulaciones vertebrales con HVT tienen efectos en el sistema nervioso explicando su eficacia y campo de acción, parecen actuar en:

- Los receptores propioceptivos paravertebrales (aferencias de grupo I y II y del grupo III y IV).
- Los huesos neuromusculares de la musculatura paravertebral.
- Los centros superiores (Córtex cerebral, tálamo, sistema nervioso autónomo, etc.) y modifican la plasticidad cortical.

BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- Colloca CJ, Keller TS, Gunzburg R. Biomechanical and neurophysiological responses to vertebral manipulation in patients with lumbar radiculopathy. J Manipulative Physiol Ther. 2004 Jan;27(1):1-15.
- George SZ, Bishop MD, Bialosky JE, Zeppieri G Jr, Robinson ME. Immediate effects of vertebral manipulation on thermal pain sensitivity: an experimental study. BMC Musculoskelet Disord. 2006 Aug 15; 7:68.

- Pickar JG, Bolton PS. Spinal manipulative therapy and somatosensory activation. J Electromyogr Kinesiol. 2012 oct;22(5):785-94.
- Goertz CM, Xia T, Long CR, Vining RD, Pohlman KA, DeVocht JW, Gudavalli MR, Owens EF Jr, Meeker WC, Wilder DG. Effects of vertebral manipulation on sensorimotor function in low back pain patients--A randomized controlled trial. Man Ther. 2016 feb; 21:183-90.
- Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model. Man Ther. 2009 Oct;14(5):531-8.
- Korr IM. Proprioceptors and somatic dysfunction. J Am Osteopath Assoc 1975; 74:638–50.
- Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. Spine J. 2002 Sep-Oct;2(5):357-71.
- Pickar JG. An in vivo preparation for investigating neural responses to controlled loading of a lumbar vertebra in the anesthetized cat. J Neurosci Methods 1999; 89:87–96.
- Pickar JG, Wheeler JD. Response of muscle proprioceptors to spinal manipulative-like loads in the anesthetized cat. J Manipulative Physiol Ther 2001; 24:2–11.
- Cavanaugh JM, El-Bohy A, Hardy WN, Getchell TV, Getchell ML, King AI. Sensory innervation of soft tissues of the lumbar spine in the rat. J Orthop Res 1989; 7:378–88.

- Pickar JG, McLain RF. Responses of mechanosensitive afferents to manipulation of the lumbar facet in the cat. *Spine* 1995; 20:2379–85.
- Gillette RG. A speculative argument for the coactivation of diverse somatic receptor populations by forceful chiropractic adjustments. *Manual Med* 1987; 3:1–14.
- Indahl A, Kaigle AM, Reikeras O, Holm SH. Interaction between the porcine lumbar intervertebral disc, zygapophysial joints, and paraspinal muscles. *Spine* 1997; 22:2834–40.
- Cao DY, Reed WR, Long CR, Kawchuk GN, Pickar JG. Effects of thrust amplitude and duration of high-velocity, low-amplitude vertebral manipulation on lumbar muscle spindle responses to vertebral position and movement. *J Manipulative Physiol Ther*. 2013 Feb;36(2):68-77.
- Pickar JG. An in vivo preparation for investigating neural responses to controlled loading of a lumbar vertebra in the anesthetized cat. *J Neurosci Methods* 1999; 89:87–96.
- Pickar JG, Wheeler JD. Response of muscle proprioceptors to spinal manipulative-like loads in the anesthetized cat. *J Manipulative Physiol Ther* 2001; 24:2–11.
- Cavanaugh JM, El-Bohy A, Hardy WN, Getchell TV, Getchell ML, King AI. Sensory innervation of soft tissues of the lumbar spine in the rat. *J Orthop Res* 1989; 7:378–88.

- Pickar JG, McLain RF. Responses of mechanosensitive afferents to manipulation of the lumbar facet in the cat. *Spine* 1995; 20:2379–85.
- Gillette RG. A speculative argument for the coactivation of diverse somatic receptor populations by forceful chiropractic adjustments. *Manual Med* 1987; 3:1–14.
- Indahl A, Kaigle AM, Reikeras O, Holm SH. Interaction between the porcine lumbar intervertebral disc, zygapophysial joints, and paraspinal muscles. *Spine* 1997; 22:2834–40.
- Cao DY, Reed WR, Long CR, Kawchuk GN, Pickar JG. Effects of thrust amplitude and duration of high-velocity, low-amplitude vertebral manipulation on lumbar muscle spindle responses to vertebral position and movement. *J Manipulative Physiol Ther*. 2013 feb;36(2):68-77.
- Pickar JG. An in vivo preparation for investigating neural responses to controlled loading of a lumbar vertebra in the anesthetized cat. *J Neurosci Methods* 1999; 89:87–96.
- Pickar JG, Wheeler JD. Response of muscle proprioceptors to spinal manipulative-like loads in the anesthetized cat. *J Manipulative Physiol Ther* 2001; 24:2–11.
- Cavanaugh JM, El-Bohy A, Hardy WN, Getchell TV, Getchell ML, King AI. Sensory innervation of soft tissues of the lumbar spine in the rat. *J Orthop Res* 1989; 7:378–88.

- Pickar JG, McLain RF. Responses of mechanosensitive afferents to manipulation of the lumbar facet in the cat. Spine 1995; 20:2379–85.
- Gillette RG. A speculative argument for the coactivation of diverse somatic receptor populations by forceful chiropractic adjustments. Manual Med 1987; 3:1–14.
- Indahl A, Kaigle AM, Reikeras O, Holm SH. Interaction between the porcine lumbar intervertebral disc, zygapophysial joints, and paraspinal muscles. Spine 1997; 22:2834–40.
- Cao DY, Reed WR, Long CR, Kawchuk GN, Pickar JG. Effects of thrust amplitude and duration of high-velocity, low-amplitude vertebral manipulation on lumbar muscle spindle responses to vertebral position and movement. J Manipulative Physiol Ther. 2013 feb;36(2):68-77.