

Impacto de las técnicas manuales usadas en osteopatía sobre los propioceptores musculares: revisión de la literatura científica

Ismael González, DO

Osteópata DO. Toulouse. Francia.

Objetivos: El propósito de este artículo es recopilar una serie de artículos recientes que ponen en relación diferentes técnicas manuales usadas en los tratamientos manuales osteopáticos y el impacto sobre los propioceptores musculares.

Material y método: Se realizó una amplia búsqueda en la literatura científica en idioma inglés utilizando la base de datos de MEDLINE (1990-2007) y una búsqueda manual de libros en relación con la terapia manual y osteopatía.

Resultados: La manipulación vertebral tipo HVLA (*high velocity low amplitude*) genera una excitación sobre las fibras intrafusales, principalmente las terminaciones primarias, produciendo una disminución del reflejo de Hoffman (reflejo-H) y de la sinapsis Ia-MN (motoneurona), con la consiguiente disminución en el electromiograma (EMG), en pacientes sintomáticos. Además, se produce una facilitación del sistema motor central y una disminución de citocinas en sangre. Las técnicas de energía muscular y de estiramiento miofascial tienen un efecto mayor en los órganos tendinosos de Golgi, activando el reflejo miotático invertido y generando una disminución del reflejo-H.

Conclusiones: La bibliografía recoge que las técnicas manuales utilizadas en osteopatía tienen un impacto importante pero limitado sobre los propioceptores musculares. En general, existe una tendencia significativa a equilibrar la actividad de la motoneurona alfa, gracias a diferentes mecanismos neurológicos, reflejos y centrales, que pueden ser causantes de la disfunción somática.

Palabras clave: Columna vertebral. Husos musculares. Manipulación osteopática. Medicina osteopática.

Impact of manual osteopathic techniques on muscle proprioceptors: a literature review

Objectives: To review a series of recent articles on the distinct manual techniques used in manual osteopathic treatment and their impact on muscle proprioceptors.

Material and method: We performed two searches: a broad search of the literature in the English language, using the MEDLINE database (1990-2007), and a manual search of books on manual therapy and osteopathy.

Results: High-velocity low-amplitude (HAVLA) spinal manipulation generates excitement in the intrafusal fibers, mainly primary endings, resulting in a decrease of the H-reflex and the Ia-MN synapse, thus decreasing electromyograph activity in symptomatic patients. In addition, the central motor system is facilitated and blood cytokine levels decrease. Muscle energy techniques and myofascial stretching have a greater effect in activating the inverse myotatic reflex on Golgi tendon organs and in generating a decrease in the H-reflex.

Conclusions: The manual techniques used in osteopathy have a limited but important impact on muscle proprioceptors. In general, there is a significant trend toward balancing the activity of the alpha-motoneuron due to distinct neurological mechanisms that can cause somatic dysfunction.

Key words: Spine. Muscle spindles. Osteopathic manipulation. Osteopathic medicine.

Correspondencia:
I. González.
19, rue de Paradoux.
31000 Toulouse. Francia.
Correo electrónico:
ig.osteopath@yahoo.fr

Recibido el 23 de febrero
de 2009.
Aceptado el 2 de julio de 2009.

INTRODUCCIÓN

En osteopatía existen numerosos modelos que intentan explicar los efectos de las técnicas manuales. Un rasgo común a estos modelos es que los cambios que influyen directamente en la dinámica articular, en relación con la anatomía, biomecánica o fisiología normal, pueden afectar a la función del sistema nervioso. Actualmente, existe una fuerte tendencia a la investigación en el ámbito de la terapia manual que permite, en cierta medida, comprender los efectos fisiológicos de este tipo de terapias. Hace tres décadas Denslow y Korr¹ formularon un modelo de disfunción somática basado en el concepto de facilitación crónica de un segmento medular. Según este modelo, los propioceptores, principalmente los husos neuromusculares (HNM), son los máximos causantes de la disfunción somática. Esto se debe a que son sensibles al estrés muscular, son receptores que no se adaptan mientras estén estimulados mecánicamente y porque actúan de forma específica sobre las articulaciones del segmento espinal en disfunción¹.

El sistema nervioso central (SNC) recibe constantemente impulsos aferentes de diferentes órganos sensoriales para permitir la actividad motora voluntaria e involuntaria, y poder adaptarse al medio de forma justa y equilibrada. Esta experiencia sensitiva que proviene de los receptores produce diferentes respuestas a corto y a largo plazo con el objetivo de adaptarse al medio de la forma más eficaz². El sistema musculoesquelético es el sistema más masivo en el cuerpo humano. Este está enviando información continuamente al SNC proveniente de músculos, tendones y articulaciones. Estas aferencias son esenciales para una postura y locomoción correctas. El verdadero control de la función muscular requiere no sólo la excitación del músculo por vía de las motoneuronas alfa ($MN\alpha$), sino también una retroalimentación sensitiva y continua de la información de cada músculo a la médula espinal, que informe del estado de este en cada instante².

Los músculos y tendones están provistos de dos tipos de receptores: el HNM, que informa sobre la longitud muscular y de la velocidad de los cambios de dicha longitud, y el órgano tendinoso de Golgi, que envía información sobre la tensión tendinosa. Los propioceptores musculares operan de forma subconsciente, enviando información no sólo a la médula espinal, sino también al cerebelo y la corteza cerebral. Estos ayudan a cada una de dichas partes del sistema nervioso en su función de control de la actividad muscular y de la postura global del cuerpo, y también local de una articulación en particular. En la práctica, se puede medir la actividad de los propioceptores gracias a los diferentes reflejos en los que forman parte activa, como es el reflejo de estiramiento y el reflejo de Hoffmann.

Huso neuromuscular

El HNM es un receptor fusiforme dispuesto de forma paralela a las fibras musculares estriadas o extrafusales. El

HNM toma inserción en el sarcolema de las fibras musculares o en el tendón sufriendo, de esta manera, exactamente los mismos procesos de deformación que soportan los componentes elásticos paralelos del tejido. Su tamaño es de alrededor de 10 mm^2 ³, lo suficientemente espacioso como para contener entre 5 y 10 fibras musculares estriadas³ rodeadas por una cápsula conjuntiva llena de líquido que, precisamente, por estar en el interior del huso, se denominan intrafusales. Existen dos tipos de fibras intrafusales: fibras de cadena nuclear y fibras de bolsa nuclear. Cada fibra intrafusar está dividida en una zona media o ecuatorial no contráctil inervada por fibras sensitivas, y dos zonas contráctiles distales inervadas por fibras motoras gamma. En la zona ecuatorial se enrollan en espiral las terminaciones de una fibra Ia, terminación anulospiral o primaria, sensible a la velocidad de estiramiento del músculo. A los lados de la terminación primaria de las fibras intrafusales de cadena nuclear se enrollan fibras sensibles del grupo I⁴, sensibles al grado de estiramiento, formando la terminación secundaria. La terminación primaria presenta una sensibilidad estática y dinámica, mientras que la terminación secundaria sólo posee una sensibilidad estática⁴.

El estiramiento muscular brusco estimula las terminaciones primarias de los HNM y los potenciales de acción son conducidos hasta la médula por las fibras de gran diámetro Ia. Estas fibras, en el cuerno anterior de la médula, forman una conexión monosináptica excitadora con las $MN\alpha$, produciendo una contracción muscular. A esto se le conoce como reflejo de estiramiento. Sin embargo, cuando acercamos los extremos del HNM se produce una disminución de la actividad de las fibras aferentes, con la consiguiente activación de la $MN\gamma$ para mantener una estimulación base de la $MN\alpha$. Este mecanismo reflejo influye en el tono muscular.

Órgano tendinoso de Golgi

El órgano tendinoso de Golgi (OTG) es un mecanorreceptor situado en la zona de transición entre el tendón y el músculo, colocado en serie con las fibras musculares. Los OTG están inervados por fibras sensoriales del grupo Ib, que dan informaciones principalmente sobre la tensión del músculo. Las aferencias Ib penetran en la médula espinal por las raíces dorsales, haciendo sinapsis con las interneuronas del cuerno anterior, que forman conexiones inhibitorias con las $MN\alpha$, que inervan el mismo músculo. Esta organización es la base del reflejo miotáctico invertido³.

Reflejo de Hoffmann

Cuando un estímulo eléctrico de baja intensidad es aplicado a un nervio periférico, los potenciales de acción se producen de forma selectiva en las fibras aferentes Ia debido al gran diámetro de su axón. Estos potenciales de ac-

ción viajan hacia la médula espinal, donde producen un potencial postsináptico excitatorio sobre las MN α . El potencial de acción viaja a través de la MN α hasta llegar al músculo, donde genera una respuesta en el electromiograma (EMG). Esta respuesta refleja monosináptica es el reflejo-H⁴. La principal diferencia entre el reflejo-H y el reflejo de estiramiento es que el reflejo-H no activa el HNM. Al aumentar gradualmente la intensidad, las fibras de las MN α , de diámetro menor, son estimuladas directamente, generando potenciales de acción en dirección al músculo. Esta respuesta muscular es registrada en el EMG y se conoce como M-wave. Si aumentamos más la intensidad el reflejo-H, llega a su máximo ($H_{m\acute{a}x}$), a partir del cual disminuye. Cuanto más disminuye el reflejo-H, más aumenta la M-wave, hasta llegar a su máxima amplitud ($M_{m\acute{a}x}$). La desaparición del reflejo-H se produce por un efecto conocido como colisión antidrómica.

De forma clínica, $H_{m\acute{a}x}$ es una medida de la activación refleja máxima de MN α en un estado en particular, es decir, la capacidad refleja de activar las MN α en un caso patológico o después de la aplicación de una técnica. La conexión directa entre las fibras aferentes Ia y las MN α permite deducir o interpretar que el reflejo-H representa la excitabilidad de la MN α . Sin embargo, para ser exactos, hay que tener en cuenta que la disminución en el reflejo-H producida por una inhibición presináptica que altera la liberación de neurotransmisores en la sinapsis Ia-MN puede no producir cambios en el potencial o en la conductividad de la membrana de la MN⁵. Por eso, este reflejo es una herramienta importante en la evaluación de la modulación de la actividad del reflejo monosináptico en la médula espinal⁵, gracias a una depresión de la sinapsis Ia-MN^{5,6}.

El propósito de este artículo es recopilar una serie de estudios recientes que ponen en relación diferentes técnicas manuales usadas en los tratamientos manipulativos osteopáticos (OMT) y el impacto sobre los propioceptores musculares. Esta compilación nos proporcionaría una visión más clara de los efectos reales de estas técnicas en el sistema nervioso y nos ofrecería una posibilidad de aplicar una osteopatía basada en la evidencia (OBE) de forma racional y científica, pero sin olvidar la clínica y la experiencia.

METODOLOGÍA

Se realizó una amplia búsqueda en la literatura científica en idioma inglés utilizando la base de datos de MEDLINE (1990-2007), usando las palabras clave *spine*, *spindle muscle*, *manipulation*, *stretching*, *proprioceptive*, *neromuscular*, *facilitation*, *crack*, *massage and neurophysiology*. También se realizó una búsqueda bibliográfica en libros relacionados con la terapia manual y la osteopatía. Las técnicas analizadas fueron la manipulación vertebral tipo «alta velocidad pequeña amplitud» (*high velocity low amplitude*), las técnicas de energía muscular y las técnicas indirectas.

RESULTADOS

Manipulación vertebral a gran velocidad y pequeña amplitud

La manipulación a gran velocidad y pequeña amplitud, conocida como HVLA (*high velocity low amplitude*), es la técnica directa más usada dentro del OMT⁷. Clínicamente, la manipulación HVLA se aplica en menos de 200 ms y con un desplazamiento vertebral de menos de 10 mm^{6,8,9}. Generalmente, está acompañada de un chasquido, producido al separar las superficies articulares de forma rápida generando una cavitación fluidica⁹⁻¹¹. Sin embargo, la aparición de este chasquido no tiene un valor significativo en relación con los beneficios en la sintomatología¹¹.

Durante la manipulación HVLA, la actividad del HNM o la frecuencia instantánea de sus aferencias aumenta de forma no lineal, cuanto más pequeña es la duración del impulso. Esto ocurre en ambas terminaciones del HNM. Sin embargo, las terminaciones primarias responden con una mayor frecuencia de descarga comparada con las secundarias. Justo después de la manipulación, las terminaciones primarias se vuelven silenciosas durante 1 segundo, como duración media, mientras que las secundarias siguen activas⁸. Esto nos permite comprender que cuanto más rápido y con menor amplitud se ejecute la manipulación vertebral, más eficiente será la influencia sobre las fibras Ia del HNM y, como resultado, sobre la MN α . Por el contrario, las aferencias de los OTG permanecen en silencio durante la maniobra, observándose una ligera activación durante el impulso¹⁰.

Dishman et al¹² demostraron que después de la ejecución de esta técnica sobre L5/S1 se produce una disminución significativa ($p < 0,05$) del reflejo-H del nervio tibial, con la consiguiente atenuación de la actividad de la MN α . Esta disminución del reflejo-H se produce de forma transitoria con una vuelta a los valores normales 30 s después de la aplicación¹²⁻¹⁴.

Esta técnica posee además una influencia en el SNC, que quedó de manifiesto gracias a un estudio realizado en el año 2002⁶, que muestra cómo esta técnica genera una facilitación del «potencial motor evocado» obtenido por estimulación magnética craneal, que genera una clara facilitación del sistema motor central durante 20 a 60 s después de una manipulación HVLA. Esto permite afirmar que la disminución del reflejo-H, después de la técnica HVLA, se debe a una inhibición presináptica de las aferencias Ia, ya que la facilitación del sistema motor central muestra que el sistema eferente no disminuye su actividad. Sin embargo, la técnica en HLVA no tiene unos efectos significativos sobre el estado final de la actividad muscular. Los efectos de la manipulación espinal en HLVA sobre el EMG paraespinal es compleja, produciendo tanto excitación como inhibición¹⁰. A pesar de esta complejidad, existe una tendencia a disminuir el EMG en pacientes sintomáticos¹⁵.

Otra característica de este tipo de técnicas es la influencia en el proceso inflamatorio. Julita et al¹⁶ han descrito una reducción significativa de la secreción de citocinas proinflamatorias en sangre durante 2 h, en sujetos que habían recibido una manipulación dorsal entre los segmentos T1 y T6, según restricción. Por otro lado, no existe disminución de la sustancia P, lo que permite afirmar que la técnica HVLA disminuye el proceso inflamatorio. Sin embargo, este mecanismo central es todavía desconocido.

Técnicas de energía muscular

Las MET son técnicas directas en las que se busca la restricción en todos los planos de movimiento de la articulación en disfunción y se utiliza el músculo como herramienta de corrección. Diferentes tipos de contracción se pueden utilizar para la ejecución de esta técnica, aunque la más usada es la contracción isométrica del agonista^{17,18}. El estiramiento tipo facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) utiliza la contracción muscular como medio de aumentar la elasticidad de un músculo. Dentro de este tipo de estiramientos, el estiramiento de contracción-relajación (CR) tiene un impacto neurológico equiparable a las MET. La diferencia principal entre las MET y el estiramiento CR radica en el músculo diana. En las MET el objetivo es actuar sobre los músculos monoarticulares¹⁸ que mantienen la articulación en disfunción, mientras que el estiramiento FNP está más enfocado a músculos poliarticulares, con un objetivo principal de aumentar la flexibilidad¹⁹. Sin embargo, los principios neurofisiológicos son aplicables a todas estas técnicas por igual.

Las técnicas activas, en las que el individuo realiza una contracción voluntaria del músculo, estimulan los OTG de forma más eficaz que las técnicas pasivas²⁰, con la consiguiente inhibición refleja de las MN α ^{2,20}. Además, se produce una disminución del reflejo-H¹⁹. Esta disminución es más importante en las técnicas de FNP tipo contracción-relajación-contracción del antagonista (CRAC) en comparación con las técnicas de CR, y los estiramientos pasivos son los que estimulan en menor grado estos propioceptores musculares²¹. La estimulación de los OTG y la inhibición de las fibras Ia hacen que el impacto sobre las MN α sea mayor que con las técnicas pasivas. Por todo esto, son las maniobras de elección cuando existe un objetivo de flexibilidad muscular.

Scot et al²² estudiaron la duración en el tiempo de la flexibilidad de los isquiotibiales después de la aplicación de una técnica de CR. Realizaron un protocolo de 5 repeticiones con 7 s de contracción y 7 s de relajación. Observaron un aumento significativo ($p < 0,05$) de la flexibilidad durante 6 min después de la aplicación de la técnica CR, superior a los 3 min en comparación con un estiramiento pasivo. Después de la aplicación del estiramiento FNP, siguiendo un protocolo semejante al de Scot, se observa una reducción significativa del EMG²³.

Técnicas funcionales o indirectas

El principio de aplicación de estas técnicas funcionales se basa en situar la articulación de forma lenta en una posición neutra, en la que existe la misma tensión en todas las direcciones¹⁷. Este tipo de técnicas tiende a favorecer la facilidad de movimiento permitiendo un acercamiento de las estructuras en tensión. Según el modelo de Korr, ello permite acercar las inserciones de los músculos afectados reduciendo su tensión¹.

La literatura científica sobre este tipo de técnicas es muy escasa, pero ciertos estudios sobre la actividad del HNM pueden ayudar a entender su mecanismo neurofisiológico de acción. La fisiología del HNM explica que, cuando un músculo es acortado, la actividad de las fibras Ia disminuye² y, de forma refleja, la actividad de la MN α . Los cambios en la posición de una articulación afectan a la actividad de los HNM. Sin embargo, sólo los cambios de posición pasivos lo afectan de forma significativa²⁴.

Cordo et al²⁵ estudiaron la sensibilidad del HNM de los extensores radiales según la posición de la muñeca. Observaron que, moviendo la articulación de forma lenta (2°/s), la actividad del huso aumentaba durante el movimiento, unas 3 veces más en comparación con una posición intermedia, en la que el HNM no estaba estimulado. Una vez la articulación se encontraba en reposo, en la nueva posición, el HNM volvía a su actividad de base.

Pickar et al^{10,26} recientemente demostraron que manteniendo acortados los músculos multifidos de L6, en gatos, durante 11 a 15 s, y estirándolos lentamente hasta la posición inicial, durante 18,5 a 40 s, la frecuencia de descarga del HNM disminuía de forma significativa en comparación con el grupo control.

Lo dicho hasta ahora es aplicable a todas las técnicas funcionales; sin embargo, existen diferentes gestos técnicos adicionales que suelen aplicarse. Las técnicas funcionales en *strain-counterstrain* se acompañan de presiones en puntos gatillo miofasciales. La presión profunda aplicada sobre un músculo produce una disminución del reflejo-H durante la aplicación de la presión²⁷ y, posiblemente, una isquemia local y pasajera, que hacen disminuir el tono muscular por disminución de la actividad de la MN α .

Otras técnicas funcionales²⁸ se acompañan de un trabajo de ventilación controlado, gracias a respiraciones lentas y con ayuda de apneas. Cuanto menor es la ventilación alveolar, menor es la concentración de CO₂, con un consiguiente aumento de las concentraciones de H₂CO₃ y de iones de hidrógeno, lo que conduce a una hipercapnia². La hipercapnia deprime la transmisión de las fibras aferentes primarias y la sinapsis Ia-MN, sin influir en la conducción eferente ni en la fuerza muscular^{28,29}.

DISCUSIÓN

Los resultados de este artículo muestran cómo las técnicas manuales usadas en osteopatía tienen un impacto consi-

derable sobre los propioceptores musculares. La manipulación vertebral tipo HVLA genera una excitación sobre las fibras intrafusales, principalmente las terminaciones primarias, debido a la elongación brusca del HNM, produciendo, posteriormente, una disminución de la conducción aferente y de la sinapsis Ia-MN, con la consiguiente disminución del EMG, en pacientes sintomáticos, durante un lapso. Además, se produce una facilitación del sistema motor central durante 20 a 60 s después la maniobra. Este mecanismo sigue siendo desconocido, aunque según el modelo de Korr el estiramiento forzado de un músculo contra su resistencia produce una estimulación aferente de alta frecuencia hacia el SNC que, de forma protectora, disminuye la actividad gamma de ese músculo. Sin embargo, la técnica en HVLA posee un pequeño impacto sobre los OTG, pero su acción no es solo local, sino que influye sobre los centros superiores, produciendo una estimulación cortical y, por un mecanismo desconocido, una disminución de citocinas en sangre, con el consiguiente efecto antiinflamatorio generalizado. El efecto de la técnica en HVLA es similar al reinicio del ordenador central del SNC. Al reiniciar, el ordenador se apaga durante un segundo y luego su actividad está ralentizada hasta que todos los programas vuelven a ser funcionales de forma óptima, siempre y cuando el problema no sea grave.

Según los resultados, las técnicas de energía muscular y de estiramiento miofascial tienen un efecto mayor sobre los OTG, activando el reflejo miotático invertido. Además, inhiben la conducción de las aferencias del HNM. Esto las convierte en una de las técnicas manuales más eficaces en el control inhibitorio de las MN α . Cuando el diagnóstico osteopático nos lleva a una disfunción somática cuyo factor principal es muscular, estas técnicas serían de elección, considerando las evidencias científicas en la osteopatía contemporánea.

El impacto neurológico de las técnicas indirectas o funcionales sigue siendo relativamente desconocido. Existe poca literatura científica en referencia a este tipo de maniobras. Por un lado, varios estudios permiten objetivar una influencia sobre los HNM, con una tendencia a equilibrar los impulsos en una posición particular. El principio de base de este tipo de maniobras sería situar la articulación, de forma lenta, en una posición neutra, en la que existe la misma tensión en todas las direcciones. Generalmente, se han de acercar las inserciones del músculo que se encuentra en tensión. Los diferentes estudios muestran que, cuando acercamos los extremos de un músculo, la actividad de su HNM aumenta durante el movimiento, incluso cuando este se realiza de forma lenta. Pero si mantenemos esta posición durante un tiempo y luego volvemos a la posición de partida, la actividad de este HNM es menor en relación con su antagonista, y como consecuencia la actividad sobre la MN α , es decir, el tono muscular. Este tipo de técnicas se ven asociadas a otros gestos, como apneas o presiones musculares, lo que refuerza la disminución de la actividad eferente muscular. Sin em-

bargo, no existe literatura científica sobre este tipo de tratamiento de forma específica.

De forma global, según Lederman²⁰ se puede afirmar que las técnicas activas, en las que el individuo examinado actúa, tienen un impacto sobre los propioceptores musculares superior en comparación con las técnicas pasivas, en las que el terapeuta actúa, produciendo una disminución de la actividad de la MN α . Esta afirmación es objetivada, tanto por la inhibición del reflejo de estiramiento²⁰, como por la disminución del reflejo-H²¹ después de la aplicación de dichas maniobras.

Aunque muchos mecanismos de acción de este tipo de técnicas siguen siendo desconocidos, esta revisión pretende contribuir a reagrupar evidencias actuales para comprender un poco más la complejidad del cuerpo humano. Ciertamente es que el impacto de las técnicas manuales sobre los propioceptores es limitado en el tiempo. Posiblemente, durante ese período, el organismo se adapta a las nuevas informaciones aferentes enviadas desde el sistema musculoesquelético, buscando una forma eficaz y económica de adaptarse al medio. Todas las informaciones propioceptivas se dirigen, por las vías aferentes, hasta la médula y hasta el sistema nervioso subcortical y cortical, son analizadas e interpretadas (función integradora del SN)² y son transformadas en una respuesta eferente. En la práctica clínica, actuamos sobre diferentes niveles y en diferentes partes del cuerpo que consideramos en disfunción. Esto produce una serie de informaciones enviadas al SNC que influirán de forma eferente sobre la postura y el tono muscular, de forma global, generando una nueva configuración propioceptiva, que si el organismo considera como eficaz, perdurará en el tiempo. Aunque en osteopatía actuemos de forma local, nuestra finalidad será la reequilibración global. Siguiendo el razonamiento del Dr. Still, el objetivo de la osteopatía no es simplemente ajustar una articulación en disfunción, sólo porque esté desalineada. El propósito de normalizar la estructura es el de restaurar la fisiología normal liberando la circulación sanguínea y los diferentes nervios que la controlan.

La osteopatía ha intentado comprender el cuerpo humano y su funcionamiento de una forma global, ofreciendo modelos empíricos basados en la clínica. Modelos estructurales, fluidicos o fasciales permiten guiar el acto osteopático con el fin de liberar al cuerpo de las diferentes disfunciones y permitir un autoequilibrio. La investigación científica permite comprender los efectos individuales de cada técnica en particular. Sin embargo, la capacidad de combinar dichas técnicas es lo que brinda a la osteopatía toda su belleza y su arte.

CONCLUSIÓN

Las técnicas manuales utilizadas en osteopatía tienen un impacto importante pero limitado sobre los propioceptores musculares. Las técnicas HVLA, de energía muscular y

funcionales producen una disminución del tono muscular, gracias a la acción sobre el HNM, una inhibición pre-sináptica Ia-MN o por activación de los OTG. Sin embargo, esta influencia sobre la actividad de la MN α y los diferentes propioceptores musculares es limitada en el tiempo. Posiblemente, lo justo para permitir al organismo encontrar un nuevo mecanismo de adaptación al medio.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor ha declarado no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Korr IM. Proprioceptors and somatic dysfunction. *J Am Osteopath Assoc.* 1975;74:638-50.
- Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiología médica. 10.^a ed. México: Mc Graw-Hill Interamericana de España editores; 2001.
- Khale W. Sistema nervioso y órganos de los sentidos, 7.^a ed. Barcelona: Ediciones Omega; Barcelona.
- Godaux E, Chéron G. Le mouvement. Paris: Editorial Medsi/McGraw-Hill; 1989.
- Palmieri RM, Ingersoll CD, Hoffman MA. The Hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. *J Athl Train.* 2004;39:268-77.
- Dishman JD, Ball KA, Burke J. First Prize: central motor excitability changes after spinal manipulation: a transcranial magnetic stimulation study. *J Manipulative Physiol Ther.* 2002;25:1-9
- Johnson SM, Kurtz ME. Osteopathic manipulative treatment techniques preferred by contemporary osteopathic physicians. *J Am Osteopath Assoc.* 2003;103:219-24.
- Pickar JG, Kang YM. Paraspinal muscle spindle responses to the duration of a spinal manipulation under force control. *J Manipulative Physiol Ther.* 2006;29:22-31.
- Reggars JW. Recording techniques and analysis of the articular crack: A Critical Review of the Literature. *Australas Chiropr Osteopathy.* 1996;5:86-92.
- Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *Spine J.* 2002;2:357-71.
- Reggars JW. The therapeutic benefit of the audible release associated with spinal manipulative therapy: A Critical Review of the Literature. *Australas Chiropr Osteopathy.* 1998;7:80-5.
- Dishman JD, Bulbulian R. Spinal reflex attenuation associated with spinal manipulation. *Spine.* 2000;25:2519-24.
- Dishman JD, Bulbulian R. Comparison of effects of spinal manipulation and massage on motoneuron excitability. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2001;41:97-106.
- Dishman JD, Burke J. Spinal reflex excitability changes after cervical and lumbar spinal manipulation: a comparative study. *Spine J.* 2003;3:204-12.
- Suter E, Herzog W, Conway PJ, Zhang YT. Reflex response associated with manipulative treatment of the thoracic spine. *J Neuromusculoskel Sys.* 1994;2:124-30.
- Teodorczyk-Injeyan JA, Injeyan HS, Ruegg R. Spinal manipulative therapy reduces inflammatory cytokines but not substance P production in normal subjects *J Manipulative Physiol Ther.* 2006;29:14-21.
- Parson J, Marcer N. Osteopatía. Modelos de diagnóstico, tratamiento y práctica. Madrid: Ediciones Elsevier España; 2007.
- Kuchera W, Kuchera L. Osteopathic principles in practice. 2.a ed. Columbia: Greyden press;1994.
- Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. *Sports Med.* 2006;36:929-39.
- Newham DJ, Lederman E. Effect of manual therapy techniques on the stretch reflex in normal human quadriceps. *Disabil Rehabil.* 1997;19:326-31.
- Etnyre BR, Abraham LD. H-reflex changes during static stretching and two variations of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1986;63:174-9.
- Spernoga SG, Uhl TL, Arnold BL, Gansnedder BM. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *J Athl Train.* 2001;36:44-8.
- Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train.* 2005;40:94-103.
- Hulliger M, Nordh E, Vallbo AB. The absence of position response in spindle afferent units from human finger muscles during accurate position holding. *J Physiol.* 1982;322:167-79.
- Cordo PJ, Flores-Vieira C, Verschuere SM, Inglis JT, Gurfinkel V. Position sensitivity of human muscle spindles: single afferent and population representations. *J Neurophysiol.* 2002;87:1186-95.
- Ge W, Long CR, Pickar JG. Vertebral position alters paraspinal muscle spindle responsiveness in the feline spine: effect of positioning duration. *J Physiol.* 2005;569:655-65.
- Goldberg J, Sullivan SJ, Seaborne DE. The effect of two intensities of massage on H-reflex amplitude. *Phys Ther.* 1992;72:449-57.
- Beekley MD, Brechue WF. Depression of h-reflex following carbonic anhydrase inhibition appears unrelated to changes in synaptic effectiveness. *Int J Neurosci.* 2005;115:1205-18.
- Beekley MD, Cullom DL, Brechue WF. Hypercapnic impairment of neuromuscular function is related to afferent depression. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91:105-10.