

NA 857651


TFM 183  
Luis  
010

**Máster Terapia Manual Osteopática 10/11**  
Universidad CEU Cardenal Herrera  
Facultad de Ciencias de la Salud  
4 de julio de 2011



*Comparación de los efectos inmediatos tras la aplicación de una técnica manipulativa lumbar versus una técnica de musculoenenergía sobre la actividad eléctrica del erector espinal.*

*Nazaret Marrero Delgado.*

	<b>CEU</b> Biblioteca Universidad Cardenal Herrera
Registro	
Núm.: <u>TFM183</u>	
Entrada día: <u>15</u> de <u>junio</u> de 20 <u>12</u>	

***Comparación de los efectos inmediatos tras la aplicación de una técnica manipulativa lumbar versus una técnica de musculoenergía sobre la actividad eléctrica del erector espinal***

*Autora: Nazaret Marrero Delgado*

*Tutor: Juan Francisco Lisón Párraga.*

*Universidad CEU Cardenal Herrera. Facultad de Ciencias de la Salud. Máster en Terapia Manual Osteopática 10/11. 4 de Julio 2011.*

**Resumen**

**Objetivo:** Comparar los efectos en la actividad electromiográfica del erector espinal, tras la aplicación de una técnica de musculoenergía y una de thrust.

**Hipótesis:** Las técnicas comparadas reducirían la actividad EMG del erector en los movimientos de flexo-extensión de tronco, sobre todo para la fase de silencio mioeléctrico.

**Metodología:** A 25 sujetos se les ha registrado la actividad del erector espinal durante 15 s en posición erecta y con la realización de 5 repeticiones de movimientos de flexión y extensión de tronco. Se les aplicó en dos sesiones diferentes las técnicas de musculoenergía y thrust a nivel lumbar L3 bilateralmente. Los resultados pre y post tratamiento se compararon para diferenciar los efectos de cada uno.

**Resultados:** Los datos obtenidos concluyen con un aumento significativo ( $p < 0,05$ ) de la actividad eléctrica del erector espinal para las etapas excéntrica, concéntrica y basal. Un mayor incremento de la actividad post-thrust para el excéntrico y post-musculoenergía para el concéntrico y la basal. En cambio, el silencio mioeléctrico no experimentó cambios significativos con los tratamientos.

**Conclusión:** La actividad electromiográfica del erector espinal aumenta de forma similar después de la aplicación de una técnica manipulativa y una de musculoenergía.

**Palabras clave:** *Spinal Manipulation, Electromyography, Muscle Energy, Erector Spinae, Low Back Pain, Chiropractic, Thrust.*

## ***Introducción***

Los malos hábitos posturales que se adquieren a lo largo de la vida, son causa de aparición de dolores lumbares, frecuente motivo de consulta y tratamientos médicos y fisioterápicos. Por esta creciente presencia de patología lumbar en la sociedad, esta región del raquis ha despertado un gran interés científico en lo relacionado a mecanismos de lesión, prevención y tratamiento.

La columna lumbar debe mantenerse estable ante las múltiples fuerzas externas perturbadoras y compresivas a las que se ve sometida. Dicha estabilidad depende de la coactivación coordinada de la musculatura del tronco que a su vez modula la rigidez del sistema osteoligamentoso. Si alguna de estas estructuras no cumple correctamente su función, el raquis pierde su estabilidad y su capacidad de soportar fuerzas. Esto puede derivar en lesiones de estructuras responsables del equilibrio del raquis, y aparición de la sintomatología clínica en la zona<sup>1</sup>.

Una revisión de la literatura de la biomecánica sobre el conocido fenómeno flexión-relajación demuestran que en sujetos sanos en flexión máxima, la musculatura extensora en concreto el erector espinal, se relajan en lo que se denomina *silencio mioeléctrico*. Se debe a que músculos y sistema ligamentario posterior están elongados, acumulando tensión pasiva utilizada para iniciar la extensión. Progresivamente el erector recupera su actividad eléctrica para finalizar la extensión. Esto no sucede igual en pacientes sintomáticos con dolor crónico lumbar donde se mantiene la actividad del erector para estabilizar las estructuras dañadas del raquis, protegiendo así, del dolor y de una lesión mayor<sup>2</sup>.

Las malas posturas mantenidas en el tiempo, el sedentarismo y los trabajos de "oficina" de los países desarrollados son los mecanismos más peligrosos para la integridad de la espalda. Esto se explica mediante el concepto de *creep*, es decir, la deformación lenta y progresiva bajo una fuerza constante. Experimentalmente se ha calculado que mantener una postura flexionada durante una hora reduce la resistencia de los ligamentos de la columna lumbar en un 67%<sup>3</sup>. Hay estudios que han observado que

el *creep* genera un retraso en la aparición del silencio mioeléctrico del erector espinal<sup>4</sup>. Este retardo puede deberse a que existe un sistema ligamentario dañado por deformación residual acumulada. Por tanto, el erector espinal mantiene su actividad para suplir la función ligamentosa, traducándose en una reducción del silencio mioeléctrico. Dicho fenómeno de flexión-relajación y su relación con la aplicación de determinadas terapias manuales ha sido uno de los temas principales de investigación científica estos últimos años.

En nuestro caso, uno de los tratamientos a comparar es la técnica de musculoenergía, ideada y descrita por Fred Mitchell. Es un método que combina isométricos con estiramiento pasivo<sup>5</sup>. Se utiliza cuando existe restricción de la movilidad articular debido a la contracción mantenida de la musculatura estabilizadora, sobre todo la profunda, causando atrofia de la misma y dolor<sup>6</sup>. Este proceso de contracción-relajación y estiramiento pasivo de un músculo colabora con el drenaje venoso y linfático en musculatura dañada, inflamada y congestionada, generando a su vez cambios viscoelásticos y del tejido conectivo del músculo<sup>6</sup>. Cabe esperar que tras la técnica se produzcan cambios en la actividad eléctrica del erector espinal y en el rango de movimiento, fruto de la reorganización de tejidos y del drenaje que produce el tratamiento. Diversos estudios sobre los efectos en el rango articular tras la aplicación de una técnica de musculoenergía demuestran que aumenta significativamente, obteniendo un mayor juego articular<sup>6-7</sup>.

El otro tratamiento a comparar en el estudio es la movilización con impulso, que se define como un tipo de técnica directa que utiliza fuerzas de alta velocidad y baja amplitud. Esta maniobra es útil para aumentar la amplitud de movimiento de una articulación que presenta disfunción. Los objetivos terapéuticos que se esperan encontrar son restaurar la actividad normal de los receptores, reducir la hipertonía o el espasmo muscular y estirar el tejido conectivo acortado que rodea la articulación<sup>5</sup>. Anteriores investigaciones<sup>3-8-9</sup> comparan la señal electromiográfica del erector espinal antes y después de una manipulación lumbar, reduciéndose significati-

vamente la actividad muscular tras la técnica.

Los estudios han demostrado que ambas técnicas por separado tienen efectos significativos en el aumento de la movilidad y en la reducción de la actividad eléctrica muscular. Se pretende con este estudio comparar los resultados electromiográficos del erector espinal antes y después de aplicar las dos técnicas. Por lo que se espera que se reduzca la actividad del erector tras el tratamiento, durante las fases de flexo-extensión de tronco, sobre todo en el silencio mioeléctrico. Asimismo, se pretende poder comparar los efectos de una técnica frente a la otra.

## ***Material y Métodos***

### ***Sujetos***

La muestra del estudio consta de 25 sujetos (16 hombres y 9 mujeres) con una media de edad de  $10,54 \pm 1,27$  años, una masa de  $71,26 \pm 6,00$  Kg y una altura de  $1,75 \pm 0,04$  cm.

Fueron incluidos en el estudio estudiantes universitarios jóvenes sanos, sin dolor lumbar. Se excluyeron todos aquellos que presentaran espondilolisis, espondilolistesis, episodios de lumbalgia aguda, hernia discal, escoliosis, historia de lesión musculoesquelética y/o intervenciones quirúrgicas del raquis.

Los sujetos leyeron y firmaron la conformidad para la participación en el estudio. Todos ellos realizaron un ensayo de los ejercicios de la prueba antes de comenzar el proceso de preparación.

### ***Material***

Se registró la actividad del erector espinal con el electromiógrafo de superficie Biopac System MP-150® (Goleta, California, USA). La señal fue registrada en un ordenador, donde ha sido monitorizada y guardada para analizarse posteriormente. El software para el registro, análisis y filtro de datos fue el AcqKnowledge 4.1.

Para el registro se emplearon electrodos de superficie con forma discoidal, de cloruro de plata desechables, pretratados con gel conductor y con un diámetro de 3 cm (*Lessa, Infant, Barcelona, España*).

### **Método**

En todos los sujetos se siguió el mismo protocolo de preparación. Para la colocación de los electrodos, se rasuró y se limpió con alcohol la zona. Se localizó L3 tomando como referencia las crestas iliacas, marcando con un bolígrafo dérmico su apófisis espinosa. Como se registraron ambos erectores espinales, se marcó 3 cm a cada lado de la espinosa de L3. Por encima y por debajo de la marca se colocó un electrodo, en total cuatro. Los electrodos se disponen de forma que en extensión de tronco no contacten, pero se situen lo más cerca posible a la zona del erector en L3. El electrodo de referencia se colocó a nivel de la cresta iliaca derecha. Todos se reforzaron con tiras adhesivas elásticas para una mayor adaptación al cuerpo y al movimiento del individuo.

El proceso se dividió en las siguientes pruebas:

- 1) Contracción voluntaria isométrica máxima (MVC) del erector espinal.

El sujeto se coloca en decúbito prono con las espinas iliacas anterosuperiores en el borde de la camilla. Un fisioterapeuta le sujeta los miembros inferiores en extensión encima de la camilla. El participante se apoya con los antebrazos en una silla para la fase de reposo. Se le retira la silla y se le pide al paciente que con sus manos cruzadas en el tórax mantenga una extensión del tronco por encima de la horizontal. Un fisioterapeuta a la cabeza del sujeto resiste el movimiento durante 8 s. La contracción máxima se repite dos veces con 15 s de descanso. Para lograr que sea máxima los fisioterapeutas animan verbalmente al sujeto.

- 2) Movimiento de flexo-extensión del tronco.

El sujeto se coloca con las pies ligeramente separados y rodillas extendidas, sobre un escalón. Durante 15 segundos se registra la actividad mioeléctrica basal con el individuo relajado mirando al frente. El movimiento de

flexo-extensión comprende 4 s de flexión excéntrica, 1 s de descanso en flexión máxima y 4 s de extensión concéntrica con 1 s de reposo en posición erecta. La velocidad de ejecución se realizó con un metrónomo (60 golpes/minuto). Un fisioterapeuta le marcó verbalmente los segundos de movimiento y descanso. Sobre una plantilla se anotaron los errores en la ejecución de los movimientos, si hubieron adelantos o retrasos en alguna fase o cuando no se alcanzara el rango de movilidad máxima. Se descartaron así las repeticiones inválidas y se tuvieron en cuenta para el posterior tratamiento de datos.

Se registraron de forma bilateral la actividad eléctrica basal y durante las fases de flexo-extensión. Este procedimiento se realizó dos veces, antes y después de la aplicación de la técnica correspondiente.

### 3) Aplicación de las técnicas.

A todos los participantes se les aplicaron las técnicas de thrust y de energía muscular a nivel de L3, en dos sesiones, con una semana de diferencia entre ellas. Ambos tratamientos se efectuaron de forma bilateral para el registro de los dos erectores espinales. Para la técnica de alta velocidad y baja amplitud (Thrust) se siguieron los procedimientos de la Asociación Americana de Osteopatía<sup>10</sup>. La técnica de Energía muscular se ejecutó según la descripción de Mitchell<sup>5</sup> con 3 ciclos de 3 repeticiones de 3 segundos. Cada técnica fue realizada por un mismo fisioterapeuta a todos los sujetos.

### ***Tratamiento de datos***

Los datos obtenidos del registro fueron tratados y analizados con el software AcqKnowledge 4.1. La señal fue rectificadas y promediados los datos. La división y elección de los periodos se realizó con la interpretación de la gráfica. El inicio del silencio mioeléctrico se determinó mediante la zona de cese progresivo de la actividad eléctrica (onset) tras la flexión excéntrica. Finalizará (offset) con el comienzo brusco de la actividad de la extensión concéntrica. Para la actividad basal se visualizaron los diez segundos últimos, y para la fase excéntrica y concéntrica el inicio y cese de la activi-

dad entre los silencios. Se escogieron los tres ciclos centrales de las fases de flexo-extensión, de los cinco que se registraron.

De esta forma se consiguen las variables del estudio:

- Actividad EMG basal del erector espinal en bipedestación.
- Actividad EMG media durante el silencio mioeléctrico.
- Actividad EMG media del erector durante las fases concéntrica y excéntrica.

La señal electromiográfica fue expresada en porcentajes a partir de la MVC (contracción máxima voluntaria) y promediados en cada sujeto. Dos observadores independientes repitieron este tratamiento de datos.

### ***Análisis estadístico***

El estudio estadístico se realizó mediante el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 17.0 para Windows. El coeficiente de correlación intraclase fue utilizado para comprobar la repetibilidad de las medias de los datos obtenidos por los dos observadores.

Para comparar los cambios electromiográficos antes y después de la aplicación de las dos técnicas se empleó un modelo de dos factores de medidas repetidas. Se efectuaron cuatro modelos, uno por cada variable dependiente (excéntrica, concéntrica, basal y silencio mioeléctrico). Para todas las pruebas estadísticas se determinó el nivel de significación en 0,05.

### ***Resultados***

La repetibilidad de los datos fue buena (1- 0,8) ya que el coeficiente de correlación intraclase fue de 0,09 en la mayoría de las variables.

Los resultados de la fase basal fueron significativos tras la musculoenergía, aumentándose la señal miográfica. Después del Thrust también se incrementó, pero no fue significativa. Los cambios para la fase excéntrica en las dos técnicas fueron significativos, aunque fue mayor el aumento de la actividad post-thrust (tabla 1 y 2).

El silencio mioeléctrico no presentó diferencias significativas tras la aplica-



ción de las técnicas. Después del thrust se produjo un aumento de la actividad, mientras que en el caso de la musculoenenergía descendió con respecto al pre, aunque no se puede afirmar que está diferencia sea importante, porque no fue significativa (tabla 1 y 2). En cuanto a la actividad electromiográfica durante la fase concéntrica, aumentó significativamente tras los tratamientos, siendo mayor post-musculoenenergía (tabla 2). Se resumen gráficamente los resultados en la figura 1 y 2.

**Tabla 1:** Diferencias de las medias de la actividad electromiográfica del *erector espinal* durante las fases basal, excéntrica, silencio mioeléctrico y concéntrica, antes y después de la aplicación de la técnica de **Thrust**.

Act. EMG	Pre-tratamiento media±DE	Post-tratamiento media±DE	P
Basal	1,27 ± 0,85	1,33±0,98	0,63
Excéntrico	3,92±1,48	4,20±1,49	0,001*
SM	0,55±0,30	0,58±0,34	0,65
Concéntrica	8,84±2,38	9,53±2,80	0,004*

EMG: Electromiográfica.

DE: Desviación estándar.

SM: Silencio Mioeléctrico.

\*Diferencias significativas (p<0,05).

**Tabla 2:** Diferencias de las medias de la actividad electromiográfica del *erector espinal* durante las fases basal, excéntrica, silencio mioeléctrico y concéntrica, antes y después de la aplicación de la técnica de **Músculo-energía**.

Act. EMG	Pre-tratamiento media±	Post-tratamiento media±	P
Basal	1,28±0,71	1,71±1,20	0,016*
Excéntrico	3,76±1,29	4,03±1,18	0,015*
SM	0,57±0,39	0,47±0,26	0,09
Concéntrica	8,09±2,04	8,90±2,17	0,000*

EMG: Electromiográfica.

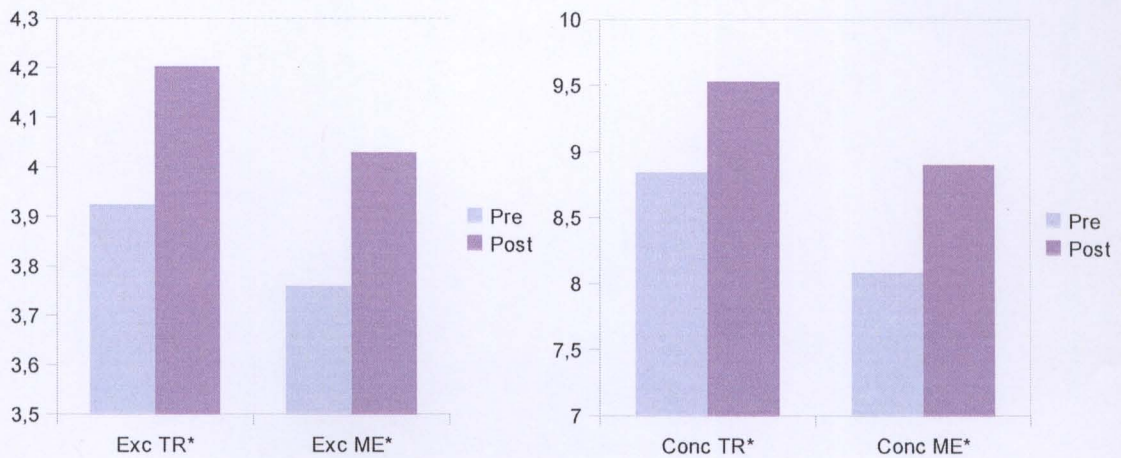
DE: Desviación estándar.

SM: Silencio Mioeléctrico.

\*Diferencias significativas (p<0,05).



**Fig 1.** Comparación de medias de la actividad electromiográfica del erector espinal, antes y después de la aplicación de las técnicas Thrust (TR) y músculo-energía (ME), durante la fase Basal y silencio mioeléctrico (SM) del movimiento de flexo-extensión de tronco  
\*Diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).



**Fig 2.** Comparación de medias de la actividad electromiográfica del erector espinal, antes y después de la aplicación de las técnicas Thrust (TR) y músculo-energía (ME), durante la fase Excéntrica (Exc) y Concéntrica (Conc) del movimiento de flexo-extensión de tronco.  
\*Diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

## ***Discusión***

La hipótesis inicial de que las técnicas reduzcan la actividad electromiográfica del erector espinal, no se ha confirmado con los resultados del estudio. En todas las fases registradas se ha producido un aumento de la actividad eléctrica y los cambios en el silencio mioeléctrico no fueron significativos.

La aplicación de una técnica manipulativa puede tener efectos en el fenómeno de flexión-relajación. Estudios sobre la técnica de Thrust indican que se produce una reducción de la señal EMG durante la flexión máxima de tronco (fase de relajación del FFR), en los sujetos con o sin dolor lumbar que fueron manipulados<sup>3-8-9-11</sup>. Recordemos que durante esta fase, en pacientes con dolor lumbar, permanecía la contracción del erector espinal. Además, los efectos de la relajación EMG suelen ser locales, en la zona en la que se aplicó la fuerza<sup>8-9-12</sup>. Motivo por el cual el registro y la aplicación de las técnicas en este estudio se han ejecutado en el mismo nivel lumbar L3. En esta investigación ambas se aplicaron de forma bilateral aunque sólo se trataron los datos del erector espinal derecho. Se realizó de esta forma debido a que según Colloca CJ.<sup>12</sup>, Thrusts ejecutados en el lado derecho e izquierdo sobre la apófisis transversas, causan respuestas electromiográficas en L5 y L3 contralateral al lado de la manipulación.

Asimismo, hay conclusiones de que la manipulación espinal puede producir un estiramiento reflejo en la cápsula articular que puede desencadenar la inhibición del espasmo muscular. Por lo tanto, la articulación interzigapofisaria podría tener control sobre el equilibrio neuromuscular en el movimiento lumbar<sup>13</sup>. Muchos otros a su vez relacionan la rigidez o reducción de movimiento del raquis, con el incremento de la actividad eléctrica de la musculatura paraespinal<sup>14-15</sup>. Esto explicaría que el incidir con una técnica directa manipulativa sobre estructuras articulares, suponga un descenso de la actividad eléctrica, en este caso del erector espinal.

De igual forma, una manipulación lumbosacra espinal con thrust y una movilización sin thrust, en sujetos sin dolor de espalda producen una atenuación profunda significativa, pero transitoria de la excitabilidad de las

motoneuronas alfa. Estos hallazgos corroboran la teoría de que la terapia manual del raquis puede conducir a corto plazo efectos inhibitorios sobre el sistema motor<sup>16</sup>. Estas conclusiones podrían servir como referencia para futuras investigaciones sobre pacientes con sintomatología lumbar, en los que se relacione su dolor y la duración del efecto de las técnicas para así, comparar su efectividad.

Por el contrario, este estudio concluye con datos pocos significativos en relación con el silencio mioeléctrico del erector espinal tras la manipulación lumbar. El resto de fases han comportado un incremento de la actividad, por lo que estos hallazgos se oponen a las conclusiones de artículos relacionados. Esto puede deberse a que los pacientes registrados en el estudio no presentaban ninguna patología lumbar. Un estudio afirma que pacientes con síntomas constantes de dolor lumbar tienden a tener una respuesta emg más marcada en comparación con pacientes con dolor intermitente de espalda<sup>12</sup>. En pacientes con dolor existe un incremento de contracción muscular basal, por lo que si la técnica fuera efectiva se traducirá en una reducción de la actividad eléctrica superior que en personas sin dolor y con una actividad basal normal. Por lo tanto, el efecto de las técnicas se podría observar mejor en el caso de sujetos con afectación lumbar que en los asintomáticos.

Por otro lado, la técnica de Energía muscular ha sido estudiada sobre todo en torno a los cambios en el movimiento articular. Se investigó los efectos en el raquis cervical con sujetos asintomáticos y se demostró que produce un aumento significativo en el rango de movilidad, sobre todo para la rotación y lateroflexión (aproximadamente de 4°)<sup>17</sup>. Otro estudio, aplicó la técnica a pacientes con restricción en la rotación del tronco. El lado restringido comportaba un aumento del ROM tras el tratamiento de musculoenergía<sup>18</sup>.

Sin embargo, en este estudio sólo se ha registrado la electromiografía del erector espinal y no se han valorado los cambios en el rango articular como en anteriores publicaciones. Los resultados para dicho tratamiento, muestran un aumento de la actividad significativo ( $p < 0,05$ ) para la etapa

excéntrica, basal y concéntrica.

Con los datos recogidos de ambas técnicas y concluyendo que aumentan la actividad eléctrica del músculo estudiado, no se puede afirmar que una parezca tener mayor efecto sobre la otra. Sería interesante que en futuros estudios se comparara la actividad electromiográfica y los cambios en el recorrido articular, para así relacionar ambos efectos, además de comparar las técnicas. Nos dará la posibilidad de valorar con qué tratamiento se obtienen mejores resultados o si ambos tienen efectos parecidos, con la finalidad de que se apliquen en el ámbito práctico de la terapia manual.

### ***Conclusiones***

La actividad electromiográfica del erector espinal aumenta tras las técnicas significativamente durante el movimiento de flexo-extensión. Para la fase excéntrica hay mayor actividad tras el Thrust, pero para la basal y la concéntrica después de la musculoenergía. En cuanto al silencio mioeléctrico no hay cambios significativos, y tampoco para la basal del thrust.

De los resultados obtenidos en este estudio, se llega a la conclusión de que ambas técnicas tienen efectos similares sobre la actividad del erector espinal. Aumenta en los movimientos de flexión y extensión, mientras que en las fases de reposo (basal y silencio mioeléctrico) no se modifica la actividad.

## **Bibliografía**

1. McGill SM, Grenier S, Kavcic N, Cholewicki J. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13:353–9.
2. Colloca CJ, Hinrichs RN. The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: a review of literature. *J Manipulative Physiol Ther.* 2005;28(8):623-31.
3. Bogduk N. *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum.* 3ª ed. London: Elsevier Churchill Livingstone;1997.
4. Sanchez-Zuriaga D, Adams M, Dolan P. Spinal proprioception and back muscle activation are impaired by spinal creep but not by fatigue. *J Biomech.* 2006;39:S33.
5. Greenman PE. *Principios y práctica de la medicina manual.* 3ªed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2005.
6. Fryer G. Muscle energy concepts: a need for change. *Journal of Osteopathic Medicine.* 2000;3(2):54-59.
7. Lenehan KL, Fryer G, McLaughlin P. The effect of muscle energy technique on gross trunk range of motion. *Journal of Osteopathic Medicine.* 2003;6(1):13-18.
8. Krekoukias G, Petty NJ, Cheek L. Comparison of surface electromyographic activity of erector spinae before and after the application of central posteroanterior mobilisation on the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(1):39-45.
9. Lalanne K, Lafond D, Descarreaux M. Modulation of the flexion-relaxation response by spinal manipulative therapy: a control group study. *J Manipulative Physiol Ther.* 2009;32(3):203-9.
10. American Osteopathic Association. *Fundamentos de Medicina Osteopática.* 2ªed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006.
11. Maitland G, Hengeveld E, Banks K, English K. *Maitland's vertebral manipulation.* 6ª ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2005.
12. Colloca CJ. Electromyographic reflex responses to mechanical force, manually assisted spinal manipulative therapy. *Spine*

2001;26:1117-24.

13. Indahl A, Kaigle A, Reikeras O, et al. Interaction between the porcine lumbar intervertebral disc, zygapophysial joints, and paraspinal muscles. *Spine* 1997;22:2834-40.
14. Colloca CJ, Kellers TS. Stiffness and neuromuscular reflex response of the human spine to posteroanterior manipulative thrusts in patients with low back pain. *J Manipulat Physiol Ther* 2001;24(8):489-500.
15. Shirley D. Manual Therapy and tissue stiffness. En: Boyling JD, Jull GA, editores. 3<sup>a</sup> ed. *Grieve's modern manual therapy, the vertebral column*. Edinburg: Churchill Livingstone; 2004. p.381-90.
16. Dishman JD, Bulbunian R. Spinal reflex attenuation associated with spinal manipulation. *Spine* 2000;25:2519-24.
17. Burns DK, Wells DR. Gross range of motion in the cervical spine: the effects of osteopathic muscle energy technique in asymptomatic subjects. *J Am Osteopath Assoc*. 2006;106(3):137-42.
18. Lenehan KL, Fryer G, McLaughlin P. The effect of muscle energy technique on gross trunk range of motion. *Journal of Osteopathic Medicine*. 2003;6(1):13-18.
19. Taylor M, Suvinen T, Reade P. The effect of grade IV distraction mobilisation on patients with temporomandibular pain-dysfunction disorder. *Physiother Theory Practice*. 1994;10:129-36.
20. Lehman GJ, Vernon H, McGill SM. Effects of a mechanical pain stimulus on erector spinae activity before and after a spinal manipulation in patients with back pain: a preliminary investigation. *J Manipulat Physiol Ther* 2001;24(6):402-6.