



European Journal Osteopathy & Clinical Related Research



ARTÍCULO ORIGINAL

Efectos Inmediatos de la Técnica de Manipulación de Ashmore C5/C6 en la Actividad Muscular, en pacientes con Cervicalgia Mecánica

Maduro-de-Camargo V* ^{a,b} (PT, DO), Albuquerque-Sendín F ^{c,d} (DO, PhD), Bérzin F ^b (PhD), Cobos-Stefanelli V ^{a,b} (PT), Rodrigues-Pedroni C ^e (PT), Santos K ^f (PT, PhD)

- Escuela de Osteopatía de Madrid. Sao Paulo. Brasil.
- Facultad de Odontología de Piracicaba (UNICAMP). Brasil.
- Universidad de Salamanca. España.
- Escuela de Osteopatía de Madrid. España.
- Departamento de Educación Especial. Facultad de Filosofía y Ciencias de la Universidad Estatal Paulista (UNESP) Marília. Brasil.
- Departamento de Fisioterapia. Universidad Metodista de Piracicaba (UNIMEP). Brasil.

Recibido el 10 de Febrero de 2012; aceptado el 30 de Marzo de 2012

RESUMEN

Palabras Clave:

*Manipulación Vertebral;
Manipulación Osteopática;
Electromiografía;
Dolor Cervical*

Introducción: La manipulación vertebral se relaciona con el aumento de la fuerza muscular, aunque no existen suficientes evidencias relativas a su aplicación en el raquis cervical.

Objetivo: Determinar los efectos inmediatos de la técnica de manipulación de C5/C6 (Ashmore) en la actividad electromiográfica en reposo y en las contracciones del músculo deltoides medio bilateralmente.

Material y Métodos: Estudio experimental, aleatorizado, cegado y controlado. Treinta (n=30) pacientes con Cervicalgia Mecánica (CM) se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos, experimental (GE; n=15) y control (GC; n=15). Los pacientes fueron evaluados mediante el cuestionario Neck Disability Index (NDI), el test de la arteria vertebral y electromiografía (EMG) antes de la intervención. Después de las intervenciones en los grupos de estudio, realizamos otra vez la prueba EMG.

Resultados: Los análisis comparativos intergrupos post-intervención presentaron diferencias estadísticamente significativas para las variables Root Mean Square (RMS) en isometría de 30 segundos bilateral, para el músculo deltoides medio.

Conclusiones: La manipulación vertebral C5-C6 disminuye la actividad electromiográfica en la contracción isométrica, pero no produce cambios electromiográficos en reposo ni en contracción isotónica.

* Autor para correspondencia: Correo electrónico: vimaduro@hotmail.com (Viviane Maduro) - ISSN on line: 2173-9242

INTRODUCCIÓN

La manipulación vertebral ha mostrado diferentes efectos fisiológicos. Entre los más importantes está el aumento de la fuerza muscular ^{1,2}, la reducción del dolor como lo demuestran los umbrales de dolor a la presión ³⁻⁵, cambios en los reflejos ⁶, la capacidad de cambiar los procesos de inhibición neural corticomotora y control motor cortical ^{7,8}, y el control de la producción del factor de necrosis tumoral o la sustancia P ⁹.

Sin embargo, los efectos osteomusculares de la manipulación espinal no son bien comprendidos ¹⁰, entre tanto, se han observado efectos en la movilidad de los cuerpos vertebrales en las inmediaciones de la zona de aplicación de la manipulación, la cavitación de la articulación facetaria y la respuesta refleja de los músculos en las áreas cercanas a la manipulación ¹¹.

También se considera que los cambios biomecánicos causados por la manipulación espinal tienen como consecuencia fisiológica el efecto en los inﬂujos de la información sensorial al SNC.

Los husos neuromusculares y las fibras aferentes del órgano Tendinoso de Golgi son estimulados por la manipulación espinal ¹². Las fibras nerviosas sensoriales de pequeño diámetro son probablemente activadas, aunque esto no ha sido demostrado directamente.

Por lo tanto, uno de los mecanismos asociados a la manipulación espinal, debe ser la capacidad de alterar el procesamiento sensorial central, mediante la modificación de su umbral de estimulación mecánica o química de los tejidos paraespinales ⁶ y el cambio de la excitabilidad de las motoneuronas alfa ^{13,14}. Los cambios pueden aparecer tanto cerca como lejos de la ubicación de la manipulación ¹⁴.

Es un hecho que existe una asociación entre la manipulación espinal y la mejora de la función muscular ¹⁵, aunque esta relación es a veces contradictoria ^{16,17} y parece más evidente en la columna lumbar que en la columna cervical ¹⁸.

Por lo tanto, se ha propuesto el estudio de los efectos de la manipulación cervical en la EMG de los músculos no espinosos en individuos que presentan síntomas (dolor de cuello) ¹⁹.

El propósito de este estudio es determinar los efectos inmediatos de la técnica de manipulación de C5/C6 (técnica de Ashmore) en la actividad electromiográfica en reposo y en la contracción del músculo deltoides medio bilateralmente en pacientes con Cervicalgia Mecánica (CM).

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

Experimental, aleatorio, cegado y controlado.

Población de Estudio

Participaron en el estudio treinta (n=30) voluntarios (mujeres y hombres) trabajadores y estudiantes de la Facultad de Odontología de Piracicaba (UNICAMP) que presentaban CM en los últimos 6 meses y con edades entre 22 y 45 años, divididos aleatoriamente en dos grupos: el grupo experimental (GE) formado por quince sujetos (n=15) con edades comprendidas entre 22 y 42 años, recibió la técnica de Ashmore y el grupo control (GC) integrado por otros quince (n=15) voluntarios, con edades comprendidas entre 23 y 45 años, no recibió ninguna intervención. El reclutamiento se hizo a través publicidad en la Facultad de Odontología de Piracicaba (UNICAMP). Todos los sujetos firmaron un formulario de Consentimiento Informado.

Se excluyeron de este estudio, los individuos con cualquiera de los siguientes criterios: Patología de la arteria vertebral (screening ²⁰); Artrosis severa; Osteoporosis; Presencia de Tumor; Cirugía en la región cervical; Hernias de disco en el cuello; inestabilidad de la articulación (torsión, fractura o luxación); Trauma Cervical; Ingestión de analgésicos en las últimas veinticuatro horas antes del estudio; encontrarse en tratamiento fisioterapéutico, osteopático o quiropráctico.

Aleatorización

La asignación de los pacientes a los grupos de estudio fue generada de forma aleatoria mediante el software Microsoft Excel 2007® (Microsoft Corporation, Washington, USA).

Evaluaciones

Realizamos las siguientes evaluaciones:

1.- Neck Disability Index (NDI). El cuestionario Neck Disability Index (NDI) ²¹, traducido y validado al Portugués en Brasil ²², se aplicó al principio de la evaluación.

2.- Electromiografía (EMG). Se utilizó la EMG para analizar las fibras del músculo deltoides (medio) para evaluar su actividad, antes y después de la intervención. Se utilizó un electromiógrafo Myosystem-Br1 (DataHommis, Uberlândia, MG, Brasil) con electrodos diferenciales activos (barras de plata de 10mm de distancia, largo 10mm, 2mm de ancho, el ganancia de 20, impedancia de entrada 10 GΩ, y 130 dB a 60 Hz de tasa de rechazo). El dispositivo está diseñado de acuerdo a las normas internacionales y su calibración se realizó de acuerdo a las especificaciones estándar ²³. La actividad del EMG se registró con los sujetos sentados cómodamente en una silla, en cuatro situaciones: reposo durante 5 segundos (con el antebrazo y la mano apoyada sobre los muslos), contracción isotónica (abducción del hombro bilateral a 90 °, con el codo flexionado a 90 ° por 5 segundos), 5 segundos de contracción isométrica (mantener la abducción de 90 ° con un peso de 1 kg en el brazo durante 5 segundos) y 30 segundos de contracción isométrica (el mismo procedimiento durante 30 segundos). Para estandarizar la evaluación, los sujetos fueron instruidos por el evaluador. Las órdenes durante la evaluación fueron: antes de los descansos, "relajarse tanto como sea posible", antes de la contracción isotónica, "separa el codo del cuerpo poco a poco a la altura de hombro", durante las contracciones isométricas, "mantener, no se mueva, fuerza, espera...". Los sujetos descansaban al menos 30 segundos entre las evaluaciones. Ningún dolor fue informado por los sujetos durante el proceso de evaluación o intervención. Para analizar las señales EMG se obtuvieron los Root Mean Square (RMS) (μV_{RMS}). Los registros de las contracciones isotónicas y isométricas fueron divididas en ventanas. En la contracción isotónica, ignorando el principio y el final de la contracción, y la contracción isométrica con una ventana inicial y otro al final de la contracción ²⁴. La confiabilidad de estas evaluaciones han demostrado ser altas ^{25,26}.

Intervención del Grupo Experimental

La técnica utilizada en el GE fue la técnica de Ashmore, que utiliza los parámetros de deslizamiento anterior y lateral y los parámetros mayores de extensión, látero-flexión homolateral y rotación contralateral. El ajuste se produce en la primera instancia de la técnica y, en el momento siguiente, aumenta un poco de tensión en los tejidos para reducir el slack, y el impulso se hace con la contracción de los pectorales del terapeuta, en el sentido de la rotación cervical de corta amplitud y alta velocidad ²⁷.

De acuerdo con Le Corre, esta técnica se puede realizar en las vértebras C3, C4 a C7 y T1, con el fin de utilizar las posibilidades ofrecidas por la biomecánica de la columna vertebral para reducir al mínimo la rotación máxima y su impacto en la circulación vertebrobasilar ^{20,28}. La técnica fue desarrollada en el lado derecho.

Intervención en el Grupo Control

En los individuos que pertenecían al GC no se hizo ningún tipo de intervención, las pruebas sólo de la arteria vertebral y el tiempo de espera similar a la utilizada en el otro grupo.

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó lo programa SPSS 16.0 (SPSS, Chicago, Ill), que presentó los valores de la media, desviación y/o error estándar o un intervalo de confianza de 95%.

La prueba Kolmogorov-Smirnov se utilizó para evaluar la distribución de los datos cuantitativos. Las características basales se compararon entre grupos, utilizando la prueba T de Student, prueba de chi-cuadrado y prueba exacta de Fischer.

Para el análisis de muestras independientes, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) (2x2) con los grupos (experimental y control) y el factor inter-sujetos y el tiempo (pre-post) y el factor intra-sujetos para analizar los efectos principales de la intervención en la EMG. La hipótesis de interés fue la interacción inter-grupos. El análisis estadístico se realizó con un nivel de confianza de 95%.

VARIABLE	GRUPO		p-valor
	EXPERIMENTAL (n=15)	CONTROL (n=15)	
EDAD (Años)	30,41 ± 4,76	30,78 ± 7,43	0,4
PESO (Kg)	65,55 ± 12,12	70,5 ± 16,55	0,3
ALTURA (M)	1,7 ± 0,12	1,73 ± 0,23	0,4
IMC (Kg/M ²)	22,68 ± 2,81	23,58 ± 3,8	0,4
NDI	8,12 ± 3,4	7,8 ± 5,72	0,7

Tabla 1. Resultados demográficos de ambos grupos
 IMC: Índice de Masa Corporal; NDI: Neck Disability Index
 Datos expresados en forma de media ± desviación estándar.

VARIABLE (µV)	GRUPO		ANOVA 2 vías- F (P-valor)
	EXPERIMENTAL (n=15)	CONTROL (n=15)	
RMS reposo DER. PRE	1,7 ± 0,61	1,82 ± 0,62	0,01(0,9)
RMS reposo DER. POST	1,71 ± 0,65	1,71 ± 0,6	
RMS reposo IZQ. PRE	2,22 ± 0,9	2,46 ± 1,51	1,52(0,28)
RMS reposo IZQ. POST	2,21 ± 1,32	2,22 ± 1,2	
RMS isot DER. PRE	96,87 ± 41,52	91,49 ± 34,20	<0,01(0,9)
RMS isot DER. POST	90,52 ± 39,81	86,1 ± 26,78	
RMS isot IZQ. PRE	95,32 ± 43,19	96,01 ± 47,02	0,17(0,71)
RMS isot IZQ. POST	91,84 ± 47,29	89,42 ± 41,54	
RMS Isomet 5 seg DER. PRE	90,01 ± 41,76	91,04 ± 33,88	<0,01(0,96)
RMS Isomet 5 seg DER. POST	83,82 ± 36,23	85,43 ± 31,04	
RMS Isomet 5 seg IZQ. PRE	83,66 ± 37,27	88,54 ± 38,62	0,05(0,84)
RMS Isomet 5 seg IZQ. POST	81,44 ± 37,39	86,56 ± 42,86	
RMS Isomet 30 seg DER. PRE	86,23 ± 33,23	81,67 ± 32,02	4,5(0,04)*
RMS Isomet 30 seg DER. POST	81,82 ± 33,58	84,16 ± 34,34	
RMS Isomet 30 seg IZQ. PRE	79,69 ± 32,08	84,50 ± 35,22	4,4(0,04)*
RMS Isomet 30 seg IZQ. POST	74,45 ± 33,56	88,93 ± 40,03	
RMS INICIO Isomet 30 seg DER. PRE	92,23 ± 36,67	89,77 ± 33,02	<0,01(0,9)
RMS INICIO Isomet 30 seg DER. POST	92,07 ± 42,34	89,35 ± 32,67	
RMS INICIO Isomet 30 seg IZQ. PRE	87,56 ± 39,06	89,33 ± 42,43	6,45(0,02)*
RMS INICIO Isomet 30 seg IZQ. POST	85,45 ± 44,78	99,67 ± 48,05	
RMS FIN Isomet 30 seg DER. PRE	84 ± 33,67	81,54 ± 34,63	1,14(0,32)
RMS FIN Isometría 30 seg DER. POST	80,57 ± 34,05	80,38 ± 31,63	
RMS FIN Isomet 30 seg IZQ. PRE	76,6 ± 32,5	79,56 ± 31,02	8,9(0,01)*
RMS FIN Isomet 30 seg IZQ. POST	70,03 ± 29,23	85,69 ± 31,01	

Tabla 2. Resultados Pre- Post-intervención de las variables de la EMG
 RMS: Root Mean Square ; Datos expresados en forma de media ± desviación estándar.
 * indica significación estadística (P<0,05)

y los valores de $p < 0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos para el análisis. Se calcularon los tamaños del efecto intra-grupo utilizando el coeficiente d de Cohen. Un tamaño del efecto superior a 0,8 se consideró grande, alrededor de 0,5 moderado, y menos de 0,2 pequeño ²⁹.

VARIABLE	GRUPO	COHEN (d)
RMS reposo DER.	Experimental	-0,04
	Control	-0,13
RMS reposo IZQ.	Experimental	0,01
	Control	-0,17
RMS isotonía DER.	Experimental	-0,16
	Control	-0,18
RMS isotonía IZQ.	Experimental	-0,1
	Control	-0,16
RMS Isometría 5 seg DER.	Experimental	-0,18
	Control	-0,18
RMS Isometría 5 seg IZQ.	Experimental	-0,08
	Control	-0,08
RMS Isometría 30 seg DER.	Experimental	-0,11
	Control	0,07
RMS Isometría 30 seg IZQ.	Experimental	-0,10
	Control	0,07
RMS INICIO Isometría 30 seg DER.	Experimental	0,01
	Control	0,01
RMS INICIO Isometría 30 seg IZQ.	Experimental	-0,04
	Control	0,20
RMS FIN Isometría 30 seg DER.	Experimental	-0,13
	Control	-0,05
RMS FIN Isometría 30 seg IZQ.	Experimental	-0,21
	Control	0,19

Tabla 3. Resultados del índice de Cohen (d) intragrupos

RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas por sexo, edad, NDI y IMC, o de las variables pre-intervención de la EMG entre los grupos, y por lo tanto cabe suponer que ambos grupos fueron comparables en todas las variables. Los datos de base de cada grupo se presentan en la Tabla 1.

Resultados EMG

El ANOVA de 2 vías no mostró ningún efecto sobre la actividad corta (5 seg), tanto isométrica como isotónica (Tabla 2). Por el contrario, fueron identificadas diferencias en las actividades del deltoides por un tiempo mayor. De esta manera, la actividad total isométrica mostró una menor actividad eléctrica bilateral estadísticamente significativa, con cambios mayores de $4\mu V$. Ya en las ventanas iniciales y finales el comportamiento fue más heterogéneo. De hecho, fue el GC quién mostró un mayor cambio en los valores de RMS y estos cambios se registraron en una mayor relevancia a la izquierda. Esto presenta un comportamiento diferente del resultado de bilateralidad, por lo tanto, la capacidad de interpretación debe ser cuestionada debido a la alta variabilidad de los datos sobre estas variables.

Por último, aunque se registraron diferencias estadísticamente significativas, la relevancia clínica de los resultados no fueron importantes con tamaños de efecto de cerca de 0, y en el mejor de los casos de baja magnitud, como las variables RMS INICIO Isometría 30 seg IZQ (aumentó post-intervención en el GC) y RMS FIN Isometría 30 seg IZQ (disminución post-intervención en el GE) (Tabla 3).

DISCUSIÓN

En el estudio, la manipulación cervical en el nivel C5/C6, en rotación izquierda y en la posición de sentado fue capaz de cambiar el comportamiento de la actividad muscular durante las contracciones de larga duración (30 seg) en pacientes con CM. Estos cambios, aunque bilaterales, tuvieron un tamaño del efecto bajo, y falta de uniformidad con respecto a los periodos de ventana desde el principio y el final de la contracción.

Este comportamiento contrasta con la homogeneidad y la falta de efectos encontrados en las contracciones de corta duración (5 seg), ya sea isométrica o isotónica.

Estos resultados están de acuerdo con otros trabajos similares publicados, aunque nuestro estudio es uno de los primeros, en nuestro conocimiento, en

evaluar los efectos de la manipulación cervical en la EMG en los pacientes con patología (CM).

Dunning et al.¹⁹ realizaron un estudio que aplicó una técnica de manipulación cervical de C5/C6 y evaluó la actividad eléctrica en reposo del músculo bíceps braquial en sujetos sanos. Como resultado, se encontró un aumento en la actividad EMG del bíceps braquial bilateral después de la manipulación, también mostrado en otros estudios similares¹⁰, al contrario de lo que sucedió en nuestro estudio.

Por el contrario, Sterling et al.³⁰, también encontró una disminución de la actividad EMG. Se evaluó la actividad de los músculos flexores del cuello después de una técnica de movilización articular de C5/C6, como sucedió con la manipulación en rotación.

Esta disminución ha sido justificada por un posible efecto indirecto de la facilitación de los músculos profundos del cuello, lo que condujo a una mejoría en el patrón motor durante la acción de flexión craneocervical³⁰.

Esta falta de homogeneidad en su comportamiento mantiene la columna lumbar, más profusamente investigada y donde la diversidad de técnicas, evaluaciones y sujetos de investigación es mucho mayor que en la columna cervical^{2,17,18,31-33}.

En nuestra opinión ocurren por lo menos tres mecanismos teóricos derivados de la manipulación espinal, incluyendo un efecto mecánico conjunto sobre la artrocinemática, un efecto neuroendocrino (como la liberación de endorfinas), y un efecto neurofisiológico o reflejo¹⁶.

Algunos autores han argumentado que los cambios en la actividad muscular después de la movilización de la columna cervical pueden ser explicados por la reducción del dolor, que se ha asociado con un efecto simpático excitatorio produciendo una disminución en la actividad muscular³⁰.

Estos datos son consistentes con la hipótesis de que la manipulación espinal activa las vías descendentes inhibitorias mediados por la sustancia gris periacueductal del mesencéfalo⁴, que también podría ser responsable (por la respuesta motora

asociada a la manipulación), aunque estos mecanismos no se pueden comprobar en nuestro estudio por la falta de dolor en el desempeño de los protocolos y los bajos valores del NDI de la muestra.

Limitaciones del Estudio

Aunque los resultados a corto plazo y a 30 seg. son consistentes, es posible identificar diferentes limitaciones e inconcreciones en el estudio. Debido a la variabilidad de las ventanas del inicio y final de las contracciones de 30 seg., la potencia se reduce y la consistencia de resultados negativos, es limitada (como ocurrió en el GC). Tamaños de muestra diferentes son necesarios para tener conclusiones más decisivas en estas variables.

La diversidad de la metodología en la literatura dificulta tanto la posibilidad para llegar a conclusiones estables que puedan inferirse en la práctica clínica, como la comparabilidad de resultados entre los estudios. El NDI bajo en nuestros pacientes revela que la enfermedad no estaba en fase aguda. Podría ser interesante saber lo que sucede con la manipulación espinal en diferentes etapas de la CM y en el medio y largo plazo. Proponemos estudios con evaluaciones a largo plazo, junto con otras variables diferentes a la EMG, en distintas condiciones y con muestras más grandes para alcanzar resultados más consistentes.

CONCLUSIONES

La manipulación de C5-C6 en rotación aplicada en individuos con CM, reduce significativamente la actividad EMG de los músculos deltoides medios bilateralmente durante la contracción isométrica de 30 segundos, mejorando el reclutamiento y la resistencia a la fatiga, en comparación con un grupo control.

Sin embargo, estos cambios no se observan en contracciones isométricas de menos duración (5 seg), presentando un tamaño del efecto pequeño.

NORMAS ÉTICAS

Hemos solicitado el consentimiento informado de los pacientes y todo el procedimiento se han realizado conforme a la Declaración de Helsinki³⁴, en su última revisión.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses y declaran que no existieron fuentes de financiación externas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todas las personas que han hecho posible esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 Cleland JA, Selleck B, Stowell T, Browne L, Caron T. Short-Term Effects of Thoracic Manipulation on Lower Trapezius Muscle Strength. *J Manipulative Physiol Ther.* 2004; 12: 82-90.
- 2 Colloca CJ, Keller TS, Harrison DE, Moore RJ, Gunzburg R, Harrison DD. Spinal manipulation force and duration affect vertebral movement and neuromuscular responses. *Clin Biomech.* 2006; 21: 254-262.
- 3 Fernández-de-las-Peñas C, Pérez-de-Heredia M, Brea-Rivero M, Miangolarra-Page JC. Immediate effects on pressure pain threshold following a single cervical spine manipulation in healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37: 325-329.
- 4 Vicenzino B, Collins D, Benson H, Wright A. An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation. *J Manipulative Physiol Ther.* 1998; 21: 448-453.
- 5 Vernon H. Qualitative review of studies of manipulation-induced hypoalgesia. *J Manipulative Physiol Ther.* 2000; 23: 134-138.
- 6 Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *Spine J.* 2002; 2: 357-371.
- 7 Taylor HH., Murphy B. Altered sensorimotor integration with cervical spine manipulation. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008; 31: 115-126.
- 8 Haavik-Taylor H, Murphy B. Cervical spine manipulation alters sensorimotor integration: a somatosensory evoked potential study. *Clin Neurophysiol.* 2007; 118: 391-402.
- 9 Brennan P, Triano J, McGregor M. Enhanced neutrophil respiratory burst as a biological marker for manipulation forces: duration of the effect and association with substance P and tumor necrosis factor. *J Manipulative Physiol Ther.* 1992; 15: 83-89.
- 10 Suter E, McMorland G. Decrease in elbow flexor inhibition after cervical spine manipulation in patients with chronic neck pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2002; 17: 541-544.
- 11 Herzog W. The biomechanics of spinal manipulative treatments. *JCCA.* 1994; 38: 216-222.
- 12 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.
- 13 Dishman JD, Bulbulian R. Spinal reflex attenuation associated with spinal manipulation. *Spine.* 2000; 25: 2519-2525 discussion 2525.
- 14 Suter E, McMorland G, Herzog W, Bray R. Conservative lower back treatment reduces inhibition in knee-extensor muscles: a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2000; 23: 76-80.
- 15 Keller TS, Colloca CJ. Mechanical force spinal manipulation increases trunk muscle strength assessed by electromyography: a comparative clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2000; 23: 585-595.
- 16 Herzog W, Scheele D, Conway PJ. Electromyographic responses of back and limb muscles associated with spinal manipulative therapy. *Spine.* 1999; 24: 146-153 discussion 153.
- 17 Lehman GJ, McGill SM. Spinal manipulation causes variable spine kinematic and trunk muscle electromyographic responses. *Clinical Biomech.* 2001; 16: 293-299.
- 18 Colloca CJ, Keller TS. Stiffness and neuromuscular reflex response of the human spine to posteroanterior manipulative thrusts in patients with low back pain. *J Manipulative Physiol Ther.* 2001; 24: 489-500.
- 19 Dunning J, Rushton A. The effects of cervical high-velocity low-amplitude thrust manipulation on resting electromyographic activity of the biceps brachii muscle. *Man Ther.* 2009; 14: 508-513.
- 20 Arnold C, Bourassa R, Langerb T, Stonehamc G. Doppler studies evaluating the effect of a physical therapy screening protocol on vertebral artery blood flow. *Man Ther.* 2004; 9: 13-21.
- 21 Vernon H, Mior S. The neck disability index: a study of reliability and validity. *J Manipulative Physiol Ther.* 1991; 14: 409-415.
- 22 Cook C, Richardson JK, Braga L, Menezes A, Soler X, Kume P, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the Brazilian Portuguese version of the neck disability index and neck pain and disability scale. *Spine.* 2006; 31: 1621-1627.

- 23 Merletti R, Rainoldi A, Farina D. Surface electromyography for noninvasive characterization of muscle. *Exerc Sport Sci Rev*. 2001; 29: 20-25.
- 24 Larivière C, Arsenault AB, Gravel D, Gagnon D, Loisel P. Median frequency of the electromyographic signal: effect of time-window location on brief step contractions. *J Electromyogr Kinesiol*. 2001; 11: 65-71.
- 25 Castroflorio T, Farina D, Bottin A, Piancino MG, Bracco P, Merletti R. Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. *J Oral Rehabil*. 2005; 32: 411-417.
- 26 Cecere F, Ruf S, Pancherz H. Is quantitative electromyography reliable? *J Orofac Pain*. 1996; 10: 38-47.
- 27 Ricard F. *Tratamiento Osteopático de las algias de origen craneo-cervical*. Madrid: Mandala, 1991.
- 28 Le Corre F, Rageot E. *Atlas práctico de osteopatía*. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- 29 Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- 30 Sterling M, Jull G, Wright A. Cervical mobilisation: concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. *Man Ther*. 2001; 6: 72-81.
- 31 Colloca CJ, Keller TS. Electromyographic reflex responses to mechanical force, manually assisted spinal manipulative therapy. *Spine*. 2001; 26: 1117-1124.
- 32 DeVocht JW, Pickar JG, Wilder DG. Spinal manipulation alters electromyographic activity of paraspinal muscles: a descriptive study. *J Manipulative Physiol Ther*; 28:465Q471. 2005; 28: 465-471.
- 33 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 Manipulative Physiol Ther*. 2001; 24: 402-406.
- 34 Carlson RV, Boyd KM, Webb DJ. The revision of the Declaration of Helsinki: past, present and future. *Br J Clin Pharmacol* 2004; 57(6):695-713.

ISSN on line: 2173-9242

© 2012 – Eur J Ost Clin Rel Res - All rights reserved

www.europeanjournalosteopathy.com

info@europeanjournalosteopathy.com