

[ENSAYO CLÍNICO]

EFECTOS INMEDIATOS DE LA MANIPULACIÓN DE LA PRIMERA COSTILLA SOBRE EL TONO MUSCULAR Y LA SENSIBILIZACIÓN DEL NERVIOS TRIGÉMINO EN PACIENTES CON LATIGAZO CERVICAL

Jesús Oliva-Pascual-Vaca (PhD, DO, PT)^{1,2,3}; Marta Peña-Salinas (PhD, PT)^{4,5}; Ana Silvia Puente-González (PhD, CO, PT)⁵

Recibido el 23 de enero de 2018; aceptado el 12 de febrero de 2018.

Introducción: Tras un accidente de tráfico, se producen múltiples manifestaciones clínicas, entre las que se encuentran cefalea, dolor mandibular, dolor de cuello, fatiga, etc. Ello supone altos costes en el proceso de recuperación de los pacientes.

Objetivos: Determinar la eficacia de la manipulación de alta velocidad y corta amplitud de la primera costilla en pacientes con latigazo cervical, en el tono del músculo masetero y esternocleidomastoideo y en la algometría de las tres ramas del nervio trigémino y del masetero.

Material y método: Se realizó un ensayo clínico experimental prospectivo, simple ciego con asignación aleatoria de los sujetos en dos grupos (intervención y control). La muestra estuvo compuesta por 53 individuos (N = 53), 26 para el grupo control (n = 26) y 27 para inter-

vencción (n = 27), diagnosticados con whiplash grado I o II. A los individuos del grupo intervención se les realizó la manipulación de la primera costilla en sedestación, mientras que los individuos del grupo control fueron colocados en la posición de manipulación y se les aplicaron los mismos parámetros aunque sin llegar a realizar el impulso.

Resultados: Se obtuvieron cambios estadísticamente significativos en la algometría del nervio mentoniano (V3) (p=0,041), no alcanzándose significación en el resto de variables estudiadas (p>0,05).

Conclusiones: De las variables medidas, la manipulación de la primera costilla sólo mejora el umbral de dolor a la presión de la rama mandibular del nervio trigémino en los pacientes con latigazo cervical.

PALABRAS CLAVE

- › Lesiones por latigazo cervical.
- › Manipulación osteopática.
- › Sensibilidad.
- › Tono muscular.
- › Nervio trigémino.

Autor de correspondencia: joliva5@us.es
 (Jesús Oliva-Pascual-Vaca)

ISSN on line: 2173-9242

© 2012 – Eur J Ost Rel Clin Res - All rights reserved
 www.europeanjournalosteopathy.com
 info@europeanjournalosteopathy.com

¹ Departamento de Fisioterapia. Universidad de Sevilla. Sevilla. España.

² Departamento de Fisioterapia. Escuela Universitaria Francisco Maldonado. Universidad de Sevilla. Sevilla. España

³ Clínica Lebrisalud. Sevilla. España.

⁴ Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla. España.

⁵ Departamento de Enfermería y Fisioterapia. Universidad de Salamanca. Salamanca. España.

INTRODUCCION

La incidencia anual de pacientes que necesitan atención médica tras sufrir un accidente de tráfico y como consecuencia de este, un latigazo cervical, ha aumentado en los últimos 30 años a entre 3 y 6/1000 habitantes en América del Norte y Europa Occidental¹. Un 40-60% de los pacientes llegan a experimentar un trastorno crónico asociado al latigazo cervical, lo que supone unos costes estimados de 4 mil millones de dólares en EE. UU. y 10 mil millones de euros en Europa^{2,3}.

Después del accidente, las personas experimentan una variedad de manifestaciones clínicas, descritas como trastorno asociado al latigazo cervical, incluyendo dolor de cuello, fatiga, náuseas, baja salud física y mental, deterioro cognitivo (dificultad de concentración y la memoria), dolor interescapular y en el miembro superior, cefalea de localización fundamentalmente occipital, mareo, pérdida de equilibrio, trastornos visuales, parestesias, anestesia y debilidad⁴⁻⁸. Asimismo, pueden referir rigidez^{9,10} y dolor en otras regiones, incluida la mandíbula, cabeza, miembros inferiores, pecho, abdomen e ingle¹¹.

Aproximadamente entre el 30% y el 62% de los afectados en accidente de tráfico que acuden a un hospital presentan dolor agudo de cuello y síntomas asociados (principalmente síntomas neurovegetativos). El 35% de los mismos presenta estos síntomas entre las 12-48 horas tras el accidente¹². Las sensaciones de hormigueos o adormecimiento de las manos suelen ser una constante en una gran mayoría de pacientes que han sufrido un esguince cervical de cierta intensidad. De hecho, existen indicios clínicos de la afectación del tejido nervioso lesionado, y las pruebas de provocación han demostrado mecanosensibilidad del tejido nervioso periférico¹³⁻¹⁵.

Las personas que han sufrido latigazo cervical tienen un umbral de dolor a la presión, calor y frío más disminuido, como consecuencia de una sensibilización central¹⁶. En cuanto a la hiperalgesia, hay estudios que reflejan diferencias significativas entre sexos para los umbrales de dolor a la presión, siendo las mujeres quienes presentan un umbral menor. Sin embargo, esto no ocurre en el caso de la sensibilidad térmica¹⁶⁻¹⁹.

La lesión de la articulación temporomandibular también puede producirse como consecuencia de un esguince cervical¹¹. En el mecanismo de flexoextensión se produce un estiramiento de la capsula de la articulación entre el cóndilo de la mandíbula y la cavidad glenoidea en el hueso

temporal. Después del accidente, el espasmo muscular puede producir un aumento de la sintomatología a dicho nivel. Incluso se ha mostrado la existencia de aumento del tono en la musculatura masticatoria después de sufrir un latigazo cervical²⁰.

En la evaluación de la gravedad de la sintomatología del latigazo cervical puede utilizarse la clasificación de la Quebec Task Force (QTF) donde la presencia de signos clínicos y los síntomas se relacionan con la gravedad del trastorno²¹. En cuanto al tratamiento, existe mucha controversia en los estudios que pretenden demostrar la efectividad del tratamiento manual en estos pacientes. En una revisión²² se encontraron estudios que no demostraban que las técnicas de manipulación fueran más efectivas que otros tratamientos convencionales²³⁻²⁵. Por el contrario, otros sí mostraron que los métodos actuales de tratamiento manual eran más eficaces que la fisioterapia convencional en el manejo de pacientes con latigazo cervical. En uno de ellos²⁶, el tratamiento manual mencionado incluyó técnicas de alta velocidad y baja amplitud (HVLA) aplicado a la columna cervical alta, charnela cervicotorácica, columna torácica, charnela toracolumbar, y la cintura pélvica, así como la técnica neuromuscular (NMT) de los tejidos blandos paravertebrales, técnicas de energía muscular (MET) aplicado a la columna cervical, la terapia cráneo-sacral, y los puntos gatillo miofasciales (PGM). En otro estudio²⁷ se encontró que la manipulación vertebral torácica es más efectiva que los infrarrojos, los ejercicios de movilización y posturales, a la hora del tratamiento con pacientes con dolor de cuello. Estos sujetos tuvieron un beneficio en el dolor y rango de movimiento cervical hasta 6 meses después de que finalizara el tratamiento.

Por su parte, la dureza muscular, o *hardness* en inglés, es un parámetro objetivo que se define como el grado de deformación del músculo a una presión dada²⁸. Para cuantificar este parámetro, se utiliza el Miotonómetro[®]. Este aparato se ha utilizado en diversas condiciones como la parálisis cerebral²⁹, en situaciones de contracciones isométricas³⁰, excéntricas³¹ e isocinéticas³², así como en posturas mantenidas frente a la pantalla del ordenador³³, siendo los resultados compatibles en todas las situaciones propuestas. La utilización del Miotonómetro[®] ofrece ciertas ventajas en comparación con la electromiografía (EMG) de superficie, el test isocinético y el dinamómetro. La puesta en marcha de EMG lleva tiempo y la interpretación de los datos puede ser complicada. El test isocinético y dinamométrico se pueden ver influenciados por compensaciones musculares y solo miden el par de torsión articular, no las contribucio-

nes del músculo al par de torsión articular. Sin embargo, el tiempo de puesta en marcha del Miotonómetro® es mínimo y los datos pueden obtenerse e interpretarse al instante, además de ser un método más barato³⁴.

El objetivo de este estudio es determinar la eficacia de la manipulación de alta velocidad y corta amplitud de la primera costilla en pacientes con latigazo cervical, en el tono del músculo masetero y esternocleidomastoideo y en la algometría de las tres ramas del nervio trigémino y del masetero.

MATERIAL Y METODOS

Diseño

Se realizó un estudio clínico experimental prospectivo, simple ciego. Este estudio siguió los principios de la Declaración de Helsinki en su última actualización y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Sevilla.

Sujetos

Se tomó una muestra de 53 pacientes adultos de ambos sexos con edades comprendidas entre los 20 y los 60 años, ambas incluidas. La muestra de pacientes se tomó de la clínica Lebrisalud, Lebrija (Sevilla). Todos ellos habían acudido por sufrir un latigazo cervical y todos cumplían con los criterios de inclusión y exclusión.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Fueron incluidos aquellos pacientes mayores de 18 años de edad o menores de 60, diagnosticados con whiplash de grado I o II según la Québec Task Force, con dolor cervical y/o del brazo, que dieran su consentimiento por escrito. A su vez, fueron excluidos aquellos pacientes que hubieran tenido alguna cervicalgia en los 3 meses previos al accidente, pacientes que a criterio del investigador dejaran algún lugar para la duda sobre si fingían el latigazo cervical debido a la compensación económica, presencia de cualquier contraindicación propia de la manipulación de la primera costilla, pacientes con peligro de hemorragias intracraneales, malformaciones congénitas de raquis cervical y/o de miembro superior o que sufrieran patologías neurológicas previamente diagnosticadas como polineuritis diabética, congénita, o cualquier alteración neurológica, así como alteraciones reumáticas, como artrosis, artritis reumática, espondilitis anquilosante, etc.

ALEATORIZACIÓN

Como secuencia aleatoria se utilizó un conjunto de números aleatorios generado por un sitio web en línea (www.randomizer.org). Dicha secuencia fue custodiada por un asistente externo al estudio. Igualmente se preparó una bolsa opaca con bolas numeradas para ocultar la asignación al tratamiento, pidiéndose a los participantes que cogieran una bola al azar.

INTERVENCIÓN

Grupo Intervención

A todos los pacientes de este grupo se les aplicó la manipulación de la primera costilla en sedestación³⁵. Dicha manipulación se realiza mediante un contacto del borde radial de la metacarpofalángica del índice sobre la cara superior del cuello de la primera costilla, en sentido caudal y ligeramente anterior, lo cual es también conseguido a través de la lateroflexión homolateral y rotación contralateral del raquis cervical.



Imagen 1. Manipulación de la primera costilla en sedestación³⁵.

Grupo Control

Los pacientes del grupo control eran sometidos al mismo procedimiento que los del grupo intervención, con la única

excepción de que no se llegaba a realizar el impulso, sino únicamente se les colocaba en la postura para manipular.

EVALUACIÓN

Las distintas mediciones fueron realizadas por un evaluador cegado, y se realizaban antes de la intervención e inmediatamente posterior a la intervención. Todos los pacientes rellenaban de inicio el cuestionario Northwick Park Neck Pain (NPNPQ)³⁶. A continuación, en el caso de que el paciente presentara cervicalgia, se procedía a la realización del test neurodinámico del nervio mediano³⁷ para decidir sobre qué miembro superior se realizaban las mediciones. Éste sería el que reflejaba un test más positivo. Si el paciente presentara una cervicobraquialgia clara sobre un miembro superior en concreto, las mediciones se le realizarían sobre ese lado.

Seguidamente, se determinaba la sensibilidad a la presión mediante algómetro en los siguientes puntos (sobre cada punto se efectuaron tres mediciones, de las cuales se registraba la media)^{38,39}: las tres ramas del nervio trigémino y sobre el músculo masetero⁴⁰⁻⁴². Para tomar estas mediciones se realizaba una presión vertical a la superficie cutánea de contacto y perpendicular al trayecto del nervio y vientre muscular por parte del evaluador. Se presionó con el algómetro en posición “peak hold” para que marcara el valor de carga máxima, de forma tal que quedaba registrada la carga en la que el paciente notaba el cambio de presión a dolor de tipo neurógeno o mecánico. Se realizó una presión progresiva y continua y se insistió a los pacientes en avisar en el momento en el que sintieran el dolor a la presión diciendo “ya”. Justo en este momento, el examinador soltaba la presión y anotaba la medida. Se usó un algómetro digital modelo Wagner Force FDX 25 (Warner Instruments, Greenwich, CT, USA) con auto-calibrado y marcado CE para la medición del umbral de dolor a la presión (UDP).

Por último, se realizaba la medición de la dureza muscular de los músculos masetero y esternocleidomastoideo con el Miotonómetro (realizando 5 mediciones en cada uno de ellos, registrando el área bajo la curva de presión - deformación). El paciente se colocaba en la posición de sedestación para proceder a su medición. La sonda se colocaba perpendicularmente a las fibras de los dos músculos a evaluar y se presionaba 5 veces sobre el vientre muscular en relajación para aumentar la fiabilidad de los resultados. Estos quedaban registrados en la base de datos del programa informático propio del miotonómetro. Se usó el Miotonómetro® (Neurogenic Technologies Inc, Missoula, USA) para determinar el grado de dureza muscular.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS Statistics versión 18.0. Se calcularon la media y la desviación estándar para cada una de las variables cuantitativas. Para el análisis estadístico se utilizaron las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, y en el caso en el que la variable no se distribuyera normalmente, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney. Para el contraste de hipótesis de dos medias se utilizó la prueba T de Student. En el caso de la comparación de variables cualitativas, se utilizó la prueba de Chi-cuadrado. El análisis estadístico se realizó con un intervalo de confianza del 95%, de tal forma que se consideraron valores estadísticamente significativos aquellos cuya p fuese menor de 0,05. El análisis del tamaño del efecto se realizó mediante la d de Cohen, según la cual un valor d igual o superior a 0,2 es pequeño, un valor igual o superior a 0,5 es mediano, y grande si es igual o superior a 0,8⁴³.

RESULTADOS

La muestra total constó de 53 pacientes, de los cuales, 23 eran hombres y 30 eran mujeres. La edad oscilaba entre los 20 y los 60 años.

Variable	Control	Intervención	
Sexo	Mujer	54%	59%
	Hombre	46%	41%
Sintomatología	Cervicalgia	54%	41%
	CVBQ	46%	59%
Lado evaluado	Derecho	46%	56%
	Izquierdo	54%	44%
Edad	Media	37,38	32,11
	Desv. Estandar	11,91	9,11
Peso	Media	77,04	69,37
	Desv. Estandar	17,04	14,21
Altura	Media	1,68	1,67
	Desv. Estandar	0,09	0,07
Días desde accid.	Media	24,88	25,00
	Desv. Estandar	17,19	19,78
Result. Cuestionario	Media	18,77	15,63
	Desv. Estandar	5,53	7,43

Tabla 1. Estado basal de los grupos preintervención para todas las variables. CVBQ: Cervicobraquialgia.

Se analizó la normalidad de las distribuciones, observándose que todas ellas eran normales, excepto la variable “días desde el whiplash” en el grupo control ($p < 0,05$). Por ello, todas las comparaciones realizadas se llevaron a cabo mediante la *t* de Student excepto para esta variable, en la que se utilizó la *U* de Mann-Whitney.

Al realizar la comparación preintervención de los grupos se encontró que no había diferencias entre ellos para ninguna variable excepto para la puntuación en el cuestionario NPNPQ (Tabla 2).

Variable	Significación
Edad	0,086
Sexo	0,691
Peso	0,107
Altura	0,643
Días desde whiplash	0,433
NPNPQ	0,032
Sintomatología	0,339
Lado evaluado	0,494
AUC Masetero	0,557
AUC Esternocleidomastoideo	0,533
Algometría V1	0,81
Algometría V2	0,533
Algometría V3	0,722
Algometría Masetero	0,606

Tabla 2. Comparación intergrupala de los valores de la significación de todas las variables preintervención. NPNPQ: Northwick Park Neck Pain Questionnaire. AUC: Área Bajo la Curva.

Comparando entre sexos las variables dependientes y descriptivas, se encontró que en el sexo femenino, el valor de la algometría en el músculo masetero era menor que en los hombres. Y en la variable “sintomatología” también se encontraron diferencias entre sexos ($p = 0,021$) (Tabla 3).

Variable	Significación	IC al 95% Mujer		IC al 95% Hombre	
Resultados del cuestionario	0,364	Superior	18,53	Superior	21,56
		Inferior	14	Inferior	15,14
Sintomatología	0,021	Superior	19,26	Superior	14,12
		Inferior	9,75	Inferior	7,02
AUC Masetero	0,151	Superior	18917,64	Superior	18118,78
		Inferior	17097,89	Inferior	15723,13
AUC Esternocleidomastoideo	0,67	Superior	19426,63	Superior	19669,52
		Inferior	17444,29	Inferior	17309,6
Algometría V1	0,254	Superior	1,46	Superior	1,63
		Inferior	1,14	Inferior	1,23
Algometría V2	0,151	Superior	1,81	Superior	2,09
		Inferior	1,5	Inferior	1,62
Algometría V3	0,132	Superior	1,65	Superior	1,84
		Inferior	1,35	Inferior	1,4
Algometría Masetero	0,028 (una cola)	Superior	1,91	Superior	2,11
		Inferior	1,61	Inferior	1,64

Tabla 3. Diferencias por sexo de las distintas variables preintervención. AUC: Área Bajo la Curva.

En el análisis inferencial se encontraron diferencias significativas en la algometría de la rama V3 del nervio trigémino, siendo el tamaño del efecto mediano ($d = 0,56$) (Tabla 4).

Variable	Significación	IC al 95% G. Control		IC al 95% G. Interv.
Diferencia post-pre AUC masetero	0,892	Superior	1115,29	1254,51
		Inferior	-566,37	-541,39
Diferencia post-pre AUC esternocleidomastoideo	0,523	Superior	1322,18	1725,18
		Inferior	-1187,94	-537,18
Diferencia post-pre algometría V1	0,491	Superior	0,081	0,11
		Inferior	-0,1	-0,08

Variable	Significación	IC al 95% G. Control		IC al 95% G. Interv.
Diferencia post-pre algometría V2	0,252	Superior	0,06	0,22
		Inferior	-0,12	-0,08
Diferencia post-pre algometría V3 (una cola)	0,041	Superior	0,08	0,33
		Inferior	-0,07	-0,0025
Diferencia post-pre algometría masetero	0,321	Superior	0,17	0,12
		Inferior	-0,05	-0,19

Tabla 4. Intervalo de confianza y significación de las variables dependientes. AUC: Área bajo la curva. IC: Intervalo de confianza.

DISCUSIÓN

A la hora de analizar los datos diferenciándose el sexo, se encontraron diferencias para los valores de la variable de la algometría del masetero y para la de la sintomatología. En nuestro estudio, los valores del umbral de dolor a la presión fueron inferiores en el caso de las mujeres. Nuestros resultados coinciden con Chesteron et al.⁴⁴, quienes compararon las diferencias entre sexos en dos estudios distintos. Cada estudio difería en las repeticiones de las mediciones algométricas que se realizaban a los individuos. Estas mediciones algométricas se realizaban en el primer músculo interóseo. En el primero, seleccionaron a 120 mujeres y 120 hombres realizando únicamente dos repeticiones. En este encontraron diferencias significativas que reflejaba un umbral menor para el sexo femenino con una diferencia de 1,23 Kg. En el segundo, se realizaron 14 mediciones sobre el músculo encontrándose de nuevo, un umbral menor para las mujeres.

Hay trabajos de investigación con personas con disfunciones temporomandibulares en los que también las mujeres poseen un umbral menor de dolor a la presión. Maixner et al. en 1996⁴⁵ estudiaron a 52 personas con este tipo de lesión, en el cual, valoraban el músculo masetero, temporal, esternocleidomastoideo, región suboccipital, etc. Sus resultados fueron similares, ya que el sexo femenino obtenía un menor umbral a la presión así como un menor umbral térmico.

Kash et al. en 2001¹⁸ compararon a personas que habían sufrido un latigazo cervical con un grupo control. En las

personas que pertenecían al grupo intervención hacían las mediciones en los músculos masetero, esternocleidomastoideo, temporal, trapecio, infraespinoso y pterigoideo lateral. Los resultados obtenidos fueron que dentro del grupo intervención hubo diferencias entre sexos en los valores totales del umbral de dolor a la presión local y a distancia en el día 0 y a los 90 días, siendo este umbral menor para las mujeres.

En cuanto a los objetivos principales de nuestro estudio, tras obtener los resultados, se observó que no existía mejoría en el tono muscular del masetero y esternocleidomastoideo ni en la sensibilización de dos de las tres ramas del nervio trigémino y el masetero tras la manipulación de la primera costilla. Efectivamente, sí se demostró que se obtuvo un valor significativo en la rama mandibular del nervio trigémino (V3). Esto puede indicar que la manipulación de la primera costilla en pacientes post-latigazo cervical, por sí sola no es capaz de mejorar la sensibilidad algica de los territorios inervados por estas estructuras. Por el contrario, en la zona mandibular, que está inervada por la rama V3, la manipulación aislada de la primera costilla sí puede ser capaz per sé de mejorar la sensibilidad algica.

Por el contrario, no se encontraron hallazgos significativos en un estudio realizado a pacientes con dolor de cuello de tipo mecánico crónico en el que se valoraron los umbrales de dolor a la presión con algometría en el nervio mediano, radial y cubital. Los sujetos participantes en este estudio fueron divididos en tres grupos, en los que a uno se le realizó la manipulación cervical a nivel de C7, a otro la manipulación torácica a nivel de T3 y el último era el grupo control al que únicamente se le aplicaban los contactos sin llegar a realizar ninguna manipulación. Las mediciones se realizaron inmediatamente después de recibir la intervención, al igual que en nuestro estudio, y en una sola sesión⁴⁶.

De igual forma, en otro estudio⁴⁷ en sujetos con dolor cervical o cervicobraquial tras haber sufrido un latigazo cervical, no se encontraron resultados beneficiosos al analizar de manera inmediata tras realizar la manipulación de la primera costilla, la algometría en el nervio mediano, cubital y en los músculos trapecio superior, bíceps y tríceps. Por el contrario, otros autores sí encontraron beneficios tras realizar una manipulación a nivel de la charnela cervicotorácica, pero en este caso en sujetos sanos⁴⁸. Estos autores encontraron resultados significativos con un aumento del umbral del dolor a la presión en el trapecio superior medido con algómetro.

En la misma línea se encuentra también otro estudio⁴⁹ en el que se analizaron los efectos inmediatos de la manipulación a nivel de C5-C6 en sujetos con dolor de cuello de tipo mecánico. En él, se estudiaron los efectos en la actividad electromiográfica del músculo deltoides medio, así como la algometría en el trapecio superior, deltoides medio y apófisis espinosa de C5. Encontraron beneficios en la actividad electromiográfica y en la resistencia a la fatiga en contracciones isométricas y un aumento del umbral del dolor a la presión en el deltoides y en la espinosa de C5.

Limitaciones del estudio

En este estudio sólo se han medido los efectos unilaterales de la manipulación de la primera costilla, y tan sólo de forma inmediata post-tratamiento. Además, los sujetos que tenían síntomas de cefalea no eran evaluados para concretar su estado inicial. Así pues, los posibles efectos de la manipulación sobre este parámetro no han sido cuantificados. Además, debe destacarse que se encontraron diferencias significativas intergrupales preintervención en los resultados del cuestionario, por lo que la situación basal de afectación no era exactamente similar entre los grupos.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que la manipulación de alta velocidad y corta amplitud sobre la primera costilla no modifica la dureza del músculo masetero ni esternocleidomastoideo en pacientes con latigazo cervical. Por el contrario, sí modifica el umbral de dolor a la presión en la rama mandibular (V3) del nervio trigémino.

BIBLIOGRAFIA

1. Heneghan NR, Smith R, Tyros I, Falla D, Rushton A. *Thoracic dysfunction in whiplash associated disorders: A systematic review*. Plos One. 2018. 13 (3):e0194235.
2. Eck JCHS, Humphreys SC. *Whiplash: a review of a commonly misunderstood injury*. Am J Med. 2001; 110:651-6.
3. Galasko CSBMP, Stephenson W. *Incidence of whiplash-associated disorder*. BCMJ.2002; 44:237-40)
4. Rocca L. *Cervical Sprain Syndrome. Diagnosis, treatment and longterm outcome. The adult spine: Principles and practice*. En Frymoyer JW (ed). Raven Pres, 1991. New York: 1051-61.
5. Barnsley L, Lord S, Bogduk N. *The pathophysiology of whiplash*. Spine J. 1998; 12: 209-42.
6. Treleaven J, Jull G, Sterling M. *Dizziness and unsteadiness following whiplash injury-characteristic features and relationship with cervical joint position error*. J Rehabil Med. 2003; 34: 1-8.
7. Radanov B, Sturzenegger M. *Predicting recovery from common whiplash*. Eur Neurol. 1996; 36: 48-51.
8. Johansson MSBE, Hartvigsen J, Stochkendahl MJ, Carroll L, Cassidy JD. *A population-based, incidence cohort study of mid-back pain after traffic collisions: Factors associated with global recovery*. Eur J of Pain. 2015; 19(10):1486-95.
9. Sterling M, Jull G, Vicenzino B, Kenardy J. *A proposed new classification system for whiplash associated disorders-implications for assessment and management*. Man Ther. 2004; 9:60-70.
10. Woodhouse AV. *Altered motor control patterns in whiplash and chronic neck pain*. BMC Musculoskeletal Disorder. 2008; 9(90).
11. Hincapie CA, Cassidy JD, Cote P, Carroll LJ, Guzman J. *Whiplash Injury is More Than Neck Pain: A Population-Based Study of Pain Localization After Traffic Injury*. J Occup Environ Med. 2010; 52(4):434-40.
12. Fernández J, Fernández C, Palomeque L. *Efectividad del tratamiento fisioterápico en las lesiones por aceleración-deceleración del raquis cervical*. Fisioterapia. 2002; 24(4):206-13.
13. Sterling M, Treleaven J, Jull G. *Responses to a clinical test of mechanical provocation of nerve tissue in whiplash injuries*. Man Ther. 2002; 7: 89-94.
14. Sterling M, Treleaven J, Edwards S, et al. *Pressure pain thresholds in chronic whiplash associated disorder: further evidence of altered central pain processing*. J Musculoskelet Pain. 2002; 10: 69-81.
15. Ide M, Ide J, Yamaga M, et al. *Symptoms and signs of irritation of the brachial plexus in whiplash injuries*. J Bone Joint Surg Br. 2001; 83: 226-29.
16. Scott D, Jull G, Sterling M. *Widespread sensory hypersensitivity is a feature of chronic whiplash associated di-*

- sorders but not chronic idiopathic neck pain. *Clin J Pain.* 2005; 21:175-81.
17. Rivest K, Coté J, Dumas J, Sterling M, De Serres S. *Relationships between pain thresholds, catastrophizing and gender in acute whiplash injury.* *Man Ther.* 2010;15: 154-9.
 18. Kasch H, Stengaard-Pedersen K, Arendt-Nielsen L, Jensen TS. *Pain thresholds and tenderness in neck and head following acute whiplash injury: a prospective study.* *Cephalalgia* 2001; 21: 189-97.
 19. Kasch H, Stengaard-Pedersen K, Arendt-Nielsen L, Jensen TS. *Headache, neck pain and neck mobility after acute whiplash injury.* *Spine.* 2001;26:1246-51.
 20. Kasch H, Hjorth T, Svensson P, Nyhuus L, Jensen T S. *Temporomandibular disorders after whiplash injury: a controlled, prospective study.* *J Orofac Pain.* 2002;16:118-28.
 21. Spitzer WO, Skovron ML, Salmi LR, et al. *Scientific monograph of the Quebec Task Force on Whiplash Associated Disorders: redefining «whiplash» and its management.* *Spine.* 1995;20:8-58.
 22. Martín C, García F, Alcázar R, Sarría A. *Efectividad de las técnicas de manipulación espinal en la «lesión por latigazo» (whiplash).* *Atención Primaria.* 2007;39(5):241-6.
 23. Verhagen A, Scholten-Peeters G, De Bie R, Bierma-Zeinstra S. *Conservative treatments for whiplash.* *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;(1):CD003338.
 24. Ernst E, Canter P. *A systematic review of systematic reviews of spinal manipulation.* *J R Soc Med.* 2006; 99: 192-6.
 25. Haneline M. *Chiropractic manipulation and acute neck pain: a review of the evidence.* *J Manipulative Physiol Ther.* 2005;28:520-5.
 26. Fernández C, Fernández J, Palomeque L, Mian-golarra J. *Manipulative treatment vs. conventional physiotherapy treatment in whiplash injury. A randomized controlled trial.* *J Whiplash Related Dis.* 2004; 3(2): 73-90.
 27. Mun H, Tai T, Lam T. *The effectiveness of thoracic manipulation on patients with chronic mechanical neck pain- a randomized controlled trial.* *Man Ther.* 2011;16:141-7.
 28. Ashina M, Bendsten L, Jensen R, Sakai F, Olesen J. *Measurement of muscle hardness: a methodological study.* *Cephalalgia.* 1998; 18(2):106-11.
 29. Aarrestad D, Williams M, Fehrer S, Mikhailenok E, Leonard C. *Intra- and Interrater reliabilities of the Myotonometer when assessing the spastic condition of children with cerebral palsy.* *J Child Neurol.* 2004; 19: 894-901.
 30. Wang H, Wu Y, Lin K, Shiang T. *Noninvasive analysis of fascicle curvature and mechanical hardness in calf muscle during contraction and relaxation.* *Man Ther* 2009; 14: 264-269.
 31. Murayama M, Nosaka K, Yoneda T, Minamitani K. *Changes in hardness of the human elbow flexor muscles after eccentric exercise.* *Eur J Appl Physiol.* 2000; 82 (5-6):361-7.
 32. Leonard CT, Gardipee KA, Koontz JR, Anderson JH, Wilkins SA. *Correlation between impairment and motor performance during reaching tasks in subjects with spastic hemiparesis.* *Rehabil Med.* 2006: 38: 243-9.
 33. Horikawa M. *Effect of visual display terminal height on the trapezius muscle hardness: quantitative evaluation by a new developer muscle hardness meter.* *Appl Ergon.* 2001 32: 473-78.
 34. Gubler C, Marx B, Leonard C. *Comparison of the Myotonometer with SEMG and isokinetic dynamometry as measures of strength during isometric knee extension.* *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005; 35(1): A-85-A-86.
 35. Ricard F. *Tratamiento osteopático de las algias de origen craneo-cervical.* Madrid: Panamericana; 2008.
 36. González T, Balsa A, Sáinz de Murieta J, Zamorano E, González I, Martín-Mola E. *Spanish version of the Northwick Park Neck Pain Questionnaire: Reliability and validity.* *Clin Exp Rheumatol.* 2001; 19: 41-6.
 37. Shacklock M. *Neurodinámica Clínica.* Ed. Elsevier. 2007; Vol.1:4.

38. Ylinen J, Nykanen M, Kautainen H, Hakkinen A. *Evaluation of repeatability of pressure algometry on the neck muscles for clinical use*. Man Ther. 2007; 12: 192-7.
39. Chesterton L, Sim J, Wright C, Foster N. *Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters*. Clin J Pain. 2007; 23(9):760-66.
40. Fernández C, Coppieters M, Cuadrado M, Pareja J. *Patients With Chronic Tension-Type Headache Demonstrate Increased Mechano-Sensitivity of the Supra-Orbital Nerve*. Headache 2008; 48: 570-77.
41. Song WC, Kim SH, Paik DJ, Han SH, Hu KS, Kim HJ, Koh KS. *Location of the infraorbital and mental foramen with reference to the soft-tissue landmarks*. Plast Reconstr Surg. 2007; 120:1343-7.
42. Simons D, Travell J, Simons L. *Dolor y disfunción miofascial: El manual de los puntos gatillo*. Vol 1, Ed. Panamericana. 2004.
43. Cohen J. *Statistical power analysis for the behaviour sciences* (2nd ed). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associated. 1988.
44. Chesterton L, Barlas P, Foster N, Baxter G, Wright C. *Gender differences in pressure pain threshold in healthy humans*. Pain. 2003; 101: 259-66.
45. Maixner W, Fillingim R, Booker D, Sigurdsson A. *Sensitivity of patients with painful temporomandibular disorders to experimentally evoked pain*. Pain 1996; 63:341-351.
46. Bautista-Aguirre F, Oliva-Pascual-Vaca A, Heredia-Rizo AM, Boscá-Gandía JJ, Ricard F, Rodríguez-Blanco C. *Effect of cervical vs. thoracic spinal manipulation on peripheral neural features and grip strength in subjects with chronic mechanical neck pain: a randomized controlled trial*. Eur J Phys Rehabil Med. 2017; 53(3): 333-41.
47. Peña M, Oliva J, Heredia AM, Rodríguez C, Ricard F, Oliva A. *No immediate changes on neural and muscular mechanosensitivity after first rib manipulation in subjects with cervical whiplash: A randomized controlled trial*. J Back Musculoskelet Rehabil. 2017; 30(4): 921-8.
48. Hanney WJ, Puentedura EJ, Kolber MJ, Liu X, Pabian PS, Cheatham SW. *The immediate effects of manual stretching and cervicothoracic junction manipulation on cervical range of motion and upper trapezius pressure pain thresholds*. J Back Musculoskelet Rehabil. 2017; 30(5): 1005-13.
49. Maduro-de-Camargo V, Albuquerque-Sendín F, Berzin F, Cobos Stefanelli V, Rodrigues-de-Souza DP, Fernández-de-las-Peñas C. *J Manipulative Physiol Ther*. 2011; 34(4): 211-20.