

## [ SERIES DE CASOS ]

# INFLUENCIA DE LA MANIPULACIÓN DE C1 SOBRE EL FLUJO CAROTIDEO Y EL UMBRAL DE DOLOR A LA PRESIÓN EN PACIENTES CON CERVICALGIA

Joaquín Ruiz-Urrea Sánchez<sup>1,2</sup> (PT, DO), José Martín Botella Rico<sup>1</sup> (PT, DO, PhD)

Recibido el 12 de agosto de 2014; aceptado el 30 de agosto de 2014

**Introducción:** Si bien conocemos estudios que nos indican los efectos vasculares inmediatos de la realización de algunas técnicas manipulativas cervicales y de cómo afectan en el dolor y la movilidad, creemos necesario diseñar estudios que muestren la prevalencia de dichos efectos días, semanas o meses tras las intervenciones.

**Objetivos:** Valorar el efecto de la aplicación de una técnica semidirecta en rotación de C1, con contacto indexial en los valores hemodinámicos carotideos y el umbral de dolor a la presión, en pacientes con cervicalgia y disfunción osteopática del atlas, en el periodo comprendido desde la manipulación hasta 7 días después.

**Material y métodos:** A tres pacientes con historial previo de cervicalgia, (n = 3, edad 26 ± 4,58 años) y test de fle-

xión-rotación positivo se les aplicó la técnica manipulativa semidirecta en rotación para C1. Se realizó una medición previa de las variables, una «post1» inmediata tras la intervención, una «post2» tras 24 h de la intervención, y una «post3» a los 7 días de la intervención.

**Resultados:** El registro algométrico post-intervención mostró unos valores de 1,17 ± 0,72 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el registro doppler mostró unos valores de 0,05 ± 0,03 para el Índice de pulsatilidad y de 0,11 ± 0,05 para el Índice de resistividad.

**Conclusiones:** Tras la manipulación, se produjo un aumento de la pulsatilidad y reducción de la resistividad en el flujo arterial, y un aumento del umbral nociceptivo.

### PALABRAS CLAVE

- › Manipulación espinal.
- › Movilidad cervical.
- › Umbral de dolor a la presión.
- › Flujo carotideo.

Autor de correspondencia:  
j.ruiz@escuelaosteopatiamadrid.com  
(Joaquín Ruiz-Urrea Sánchez)  
ISSN on line: 2173-9242  
© 2016 – Eur J Ost Rel Clin Res - All rights reserved  
www.europeanjournalosteopathy.com  
info@europeanjournalosteopathy.com

<sup>1</sup> Profesor. Departamento de Fisioterapia. Universidad CEU Cardenal Herrera. Elche. España.

<sup>2</sup> Clínica Sempere. Valencia. España.

---

## INTRODUCCIÓN

---

Si bien conocemos estudios que nos indican los efectos vasculares inmediatos post-intervención de algunas técnicas manipulativas cervicales<sup>1-6</sup>, efectos vasculares de las posiciones pre-manipulativas<sup>7,8</sup>, revisiones bibliográficas de dichos efectos vasculares<sup>9-13</sup> y estudios que nos hablan de cómo afecta la manipulación cervical en términos de dolor y movilidad<sup>14,16</sup>, creemos necesario diseñar estudios que esclarezcan la prevalencia de dichos efectos días, semanas o meses tras las intervenciones o los tratamientos.

En este estudio pretendemos averiguar cómo evolucionan, desde el momento de la intervención manipulativa<sup>17,18</sup> hasta una semana después, las variables que mostraron cambios significativos en el estudio original precedente a este.

Consideramos prioritario conocer la magnitud y duración de los cambios inducidos por el tratamiento osteopático, tanto si se trata de protocolos complejos con seguimientos de larga evolución como, en el caso de este estudio, en el que pretendemos averiguar la evolución de los cambios inducidos por una única intervención.

---

## OBJETIVOS

---

El presente estudio se diseñó y realizó con el objetivo de valorar el efecto inmediato, tras 24 horas y tras siete días, de la aplicación de una única técnica semidirecta en rotación de C1<sup>17</sup>, con contacto indexial en pacientes con disfunción osteopática del atlas. Las variables a medir fueron el valor de umbral de dolor a la presión (ALGO), el índice de pulsatilidad carotídeo (IP) y el índice de resistividad carotídeo (IR), de la arteria carótida común derecha.

---

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

### Diseño

El presente trabajo es una serie de casos con 3 pacientes con historial de dolor cervical<sup>16</sup> y diagnóstico de cervicgia<sup>19-23</sup> y un diseño de medidas repetidas tipo ABAAA, donde B representa la intervención terapéutica y A las evaluaciones realizadas. Dichas mediciones se reparten cronológicamente en: medición previa a la intervención terapéutica (PRE); y tres mediciones posteriores a la intervención, una inmediatamente después (POST1), otra

pasadas 24 horas de la intervención (POST2) y por último una tercera pasados 7 días de la intervención (POST3).

Antes de la primera evaluación el sujeto fue informado e incluido en esta serie de casos. Se realizaron la historia clínica, el test de flexión rotación (TFR)<sup>24,25</sup> (sensibilidad = 90 %, especificidad = 85 %,  $k = 0,85$ ), que debía ser positivo, y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión<sup>16</sup>.

Cada sujeto firmó un consentimiento informado para el uso de sus datos en el presente artículo, y se obtuvo el correspondiente visto bueno del Comité de Ética institucional.

### Sujetos

Dos mujeres y un hombre ( $n = 3$ ) con una edad media de  $26 \pm 4,58$  años, los cuales se prestaron a continuar con el protocolo de mediciones. Los sujetos se comprometieron a informar en caso de recibir tratamiento fisioterápico, manipulativo o farmacológico para tratar su cervicgia hasta concluir las mediciones POST3.

### Criterios de Selección<sup>16</sup>

#### *Criterios de inclusión*

Los criterios de inclusión seguidos para selección de la muestra fueron incluir en el estudio a sujetos con edades comprendidas entre 18 y 50 años, ambos incluidos; diagnóstico médico de cervicgia crónica o subaguda, con episodio de dolor cervical de al menos un mes en el momento de su participación en el estudio; los sujetos no debían haber recibido tratamiento osteopático cervical en los últimos dos meses ni medicación para el dolor en al menos dos semanas previas a su participación en el estudio; Test de flexión rotación de la primera vértebra cervical positivo<sup>24,25</sup>; y haber firmado el consentimiento informado.

#### *Criterios de exclusión*

Los criterios de exclusión fueron los siguientes: tener diagnosticada algún tipo de contraindicación formal a la manipulación<sup>17</sup>; presentar algún antecedente de cirugía cervical; presentar un diagnóstico de hipertensión arterial<sup>26</sup>; presentar hipercolesterolemia; estar en tratamiento con anticoagulantes; diagnóstico de enfermedad vascular severa; presentar antecedentes de enfermedad cardiovascular aguda; Test de extensión rotación (Klein) positivo<sup>17</sup>;

síntomas de insuficiencia vertebro basilar en la posición pre-manipulativa<sup>17</sup>; dolor en la posición pre-manipulativa<sup>17</sup>; rechazo a la intervención manipulativa; y ausencia de cavitación articular audible en la intervención manipulativa.

### Protocolo del Estudio

El primer paso para la realización del estudio fue informar a los sujetos, realizar una completa anamnesis y seleccionar a la muestra atendiendo a los criterios de inclusión y exclusión. A continuación, se procedió a la firma del consentimiento informado por parte de los sujetos. Seguidamente, se procedió a la realización del test de flexión rotación (TFR)<sup>24,25</sup> para C1 y selección de los TFR+. Se continuó con las mediciones pre-intervención. Tras las mismas, se procedió a la realización de la intervención manipulativa mediante técnica semidirecta en rotación de C1 con contacto indexial. A continuación, se realizaron las mediciones posteriores inmediatas (POST1). A las 24 horas de la intervención se realizaron las mediciones posteriores (POST2). Por último, a tras 7 días de la intervención se realizaron, nuevamente, las mediciones (POST3).

### Variables de la Investigación

**Se midieron las características demográficas de los sujetos (edad y sexo), así como el IR, el IP y el umbral de dolor a la presión.**

El IR<sup>27-31</sup> también conocido como índice de Pourcelot<sup>30</sup>, se calcula dividiendo por la velocidad sistólica máxima la diferencia entre esta misma y la velocidad diastólica final. Representa el índice de resistencia a través de la velocidad de fin de diástole (amplitud de la onda al final de la diástole), en relación con la velocidad sistólica pico (mide la mayor amplitud de la onda sistólica en el registro espectral). El IP<sup>27-31</sup>, también conocido como índice de Gosling<sup>27</sup>, expresa el grado de resistencia periférica distal al territorio tisular irrigado por el vaso en estudio. Por último, el ALGO<sup>32-34</sup> mide la presión que el sujeto es capaz de recibir mediante el pie del algómetro<sup>32</sup> sobre la proyección de la carilla del atlas en el lado de la disfunción.

### Evaluaciones Pre-intervención/Post-intervención

Anamnesis y selección inicial: el evaluador realizó la anamnesis de los sujetos, comprobación de los criterios de inclusión y exclusión, hoja informativa y firma del consentimiento. El sujeto fue colocado en decúbito supino

durante 5 minutos, en silencio, para conseguir condiciones basales previas a las mediciones<sup>3,4,26</sup>.

### Test de flexión rotación<sup>25-27</sup>

Se llevó a cabo el TFR (Sensibilidad = 90 %, especificidad = 85 %,  $k = 0,85$ ) mediante el Cervical Range of Motion<sup>35</sup> (CROM) (Performance Attainment Associates. 958 Lydia Drive, Roseville, Minnesota, USA. 55113) para determinar el lado de la disfunción articular de C1. El test se realizó con el paciente en supino. Se colocó el CROM, se llevó la columna cervical del sujeto de manera pasiva a flexión máxima. A continuación el evaluador llevó a rotación máxima pasiva la columna cervical a la derecha y a la izquierda, registrando mediante el CROM el rango de movilidad rotacional y, por tanto, cuál de las dos está más limitada, lo que indica la disfunción en rotación de C1 (si hay menos grados de rotación izquierda, se traduce en una disfunción de C1 en rotación derecha).

### Umbral de dolor a la presión<sup>32-34</sup>

Se procedió a medir el umbral de dolor a la presión en la posterioridad de C1. Para ello el evaluador realizó tres mediciones seguidas, de las que se obtuvo el valor medio.

Las mediciones se realizaron con el sujeto en la posición decúbito supino, flexionando el evaluador la cabeza del sujeto de manera pasiva y colocando el algómetro perpendicular a la posterioridad de C1. Según el procedimiento descrito por Fischer<sup>32</sup>, se le explicó al sujeto: «Voy a realizar una presión progresiva sobre este punto, cuando comience a molestar la presión, me dice “Ya”». En el momento en que el sujeto dice «ya» se detiene la presión, se espera 30 segundos y se repite la maniobra de nuevo hasta tres veces. Se calculó la media de las tres mediciones.

El algómetro empleado<sup>33</sup> fue el Commander (JTECH Medical 470 Lawndale. Salt Lake City, UT 84115 USA)<sup>20,58</sup>. Esto arrojó las variables Umbral de dolor a la presión (ALGOPRE, ALGOPOST1, ALGOPOST2, ALGOPOST3).

### Mediciones doppler<sup>36-38</sup>

Para las mediciones doppler, se midió el índice de resistencia (IR) y pulsatilidad (IP) de la arteria carótida común derecha del sujeto de estudio mediante doppler (Bidop Es-100V3, Hadeco, Arima, Japan)<sup>36-39</sup>. Nos basamos en los protocolos descritos por Verberk et al<sup>36</sup>, Kollias et al<sup>37</sup>,

Campos-Castro y Burrel-Botaya<sup>38</sup>. Las mediciones doppler se realizaron por el evaluador médico, con amplia experiencia en el manejo de dispositivos de diagnóstico ultrasónico. El gel de ultrasonidos se encontraba a temperatura estable de 30°. Con el paciente en supino se colocó la sonda a la altura de la carótida común derecha, sujetándola con los dedos pulgar e índice, justo antes de la bifurcación carotídea, en un ángulo de 45° a favor del flujo arterial. El evaluador reposaba la mano sobre la clavícula del sujeto. A continuación, se ajustaba el ángulo hasta conseguir la mayor intensidad de señal, dato que indicaba el ángulo de medición óptimo. Dado que los valores hemodinámicos poseen una gran variabilidad, esperamos a que los valores formados mediante un índice se estabilicen. Cuando esto sucede la medición es estable<sup>37,38</sup>.

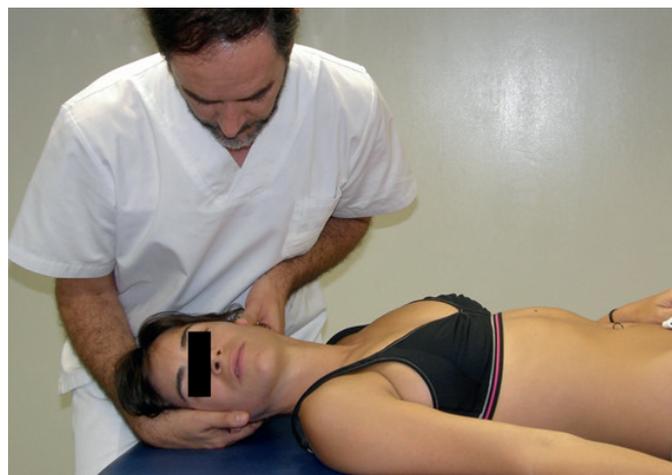
El ciclo respiratorio tiene influencia en el flujo arterial y venoso, por lo que obtenemos los datos de medición siempre al final de la fase espiratoria por ser la que menor presión intratorácica presenta. A partir de ahí el evaluador graba los datos operando la consola doppler con la mano libre. Obtenemos estas variables de la carótida común derecha del sujeto: IP (IPPRE, IPPOST1, IPPOST2, POST3); e IR (IRPRE, IRPOST1, IRPOST2, POST3).

### Intervenciones aplicadas

El interventor aplicó una técnica manipulativa semidirecta en rotación con contacto indexial descrita por Ricard<sup>17</sup>. La técnica se aplicó en el lado de la posterioridad del atlas. Se informó al paciente que dicha técnica es indolora en condiciones normales y que en caso de producirse dolor o molestia previos a la misma el sujeto debía indicarlo de inmediato al interventor. Con el paciente en supino, el terapeuta se colocó en finta adelante a la cabeza del sujeto, del lado a manipular. La mano no manipulativa realizaba una toma craneal del lado contrario a la manipulación. Se giraba la cabeza del paciente sobre 50° al lado contrario a manipular para presentar la posterioridad hacia arriba.

Se contactaba con la parte radial de la última falange del índice en la carilla a manipular, pulgar sobre el malar y resto de dedos al occipucio. El antebrazo manipulativo se colocaba en la dirección de la manipulación. Se regulaba la flexión y extensión neutras o ligera flexión cervical. Se aplicaba un deslizamiento lateral hacia el lado contrario a manipular, se reducía el slack en rotación contraria al lado a manipular. El thrust se realizaba en rotación por contracción del pectoral del brazo manipulativo del paciente.

Si durante la colocación de parámetros, el contacto, o la reducción del slack se producía dolor no se aplicaba la manipulación y el sujeto era descartado para el estudio. Si la manipulación no provocaba la cavitación articular audible al primer intento, el sujeto era descartado para el análisis estadístico.



**Figura 1.** Imagen de aplicación de la técnica semidirecta en rotación de C1 según Ricard<sup>17</sup>.

### Seguimiento

Tras la medición inmediata del efecto de la intervención manipulativa en cada sujeto, se llevaron a cabo posteriores mediciones a las 24 horas y tras 7 días después de la intervención, con objeto de evidenciar la duración de los posibles cambios inducidos por la técnica manipulativa y su evolución en el transcurso de una semana.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó mediante el programa SPSS versión 15.0. El número de variables se fijó en 14. Los datos fueron recogidos en una ficha proforma que los sujetos comenzaron a rellenar en el momento previo a la participación en el estudio con la ayuda de un profesional sanitario, y que fue completada tras los registros algométricos y de doppler pre-intervención y los sucesivos registros post-intervención.

En relación al análisis inferencial se utilizó el modelo lineal general de medidas repetidas para evaluar la significación estadística de los cambios producidos en cada medición post-intervención en relación a los datos basales. En todos los análisis se estableció un índice de significación  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

### Análisis descriptivo de la muestra

La muestra total de la presente serie de casos la conformaron 3 sujetos cuya edad media era de  $26,00 \pm 4,58$  años. En relación al sexo, dos eran mujeres (66,6 %) y un hombre (33,3 %). El registro algométrico pre-intervención mostró unos valores de  $6,86 \pm 2,27$  kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el registro mediante doppler mostró unos valores de  $1,78 \pm 0,49$  para el IP y de  $0,82 \pm 0,09$  para el IR.

### Análisis inferencial

En cuanto a la algometría se observó un aumento de  $0,96 \pm 2,27$  gr/cm<sup>2</sup> en la medición post-intervención inmediata, que aumentó a  $1,56 \pm 0,02$  a las 24 horas y disminuyó a los 7 días, aunque manteniendo un aumento de  $1,17 \pm 0,72$  con respecto al registro pre-intervención con

un valor de  $p = 0,051$ , valor no significativo aunque muy próximo a la significación.

En el Índice de Resistividad se observó un aumento de  $0,11 \pm 0,05$  en la medición post-intervención inmediata que se mantuvo a las 24 horas y a los 7 días con valores de  $p < 0,05$ .

En las mediciones del IP se observó una reducción de  $0,05 \pm 0,03$  en la medición post-intervención inmediata que se mantuvo a las 24 horas ( $-0,06 \pm 0,02$ ), observando que a los 7 días la magnitud del cambio se redujo a  $-0,03 \pm 0,01$  respecto a los valores basales con valores de  $p < 0,05$ . En las tres mediciones post-intervención el intervalo de confianza se encontraba en valores de reducción.

La tabla 1 muestra la evolución para las variables medidas y el nivel de significación.

VARIABLES	INCREMENTO POST1	INCREMENTO POST2	INCREMENTO POST3	P*
Algometría	$0,96 \pm 2,27$	$1,56 \pm 0,02$	$1,17 \pm 0,72$	0,051
Índice resistividad	$0,11 \pm 0,05$	$0,11 \pm 0,03$	$0,11 \pm 0,04$	0,043
Índice pulsatilidad	$-0,05 \pm 0,03$	$-0,06 \pm 0,02$	$-0,03 \pm 0,01$	0,024

**Tabla 1.** Análisis inferencial. Datos correspondiente a la diferencia de medias en las mediciones post1, post2 y post3 respecto a los valores basales.

## DISCUSIÓN

Si bien la medicina osteopática es uno de los medios de tratamiento de patologías, como la cervicalgia, más utilizados en todo el mundo<sup>19,22</sup>, seguir ampliando el marco de conocimiento acerca del sentido y la magnitud de los efectos que la terapia manipulativa tiene sobre los pacientes es una prioridad investigadora. En cuanto a este hecho, la evidencia clínica nos da a entender que nuestros tratamientos osteopáticos son, en muchos de nuestros pacientes, resolutivos y rápidos, facilitando que los pacientes recuperen movilidad, funcionalidad y calidad de vida. Sin embargo, muchas de las investigaciones clínicas en osteopatía arrojan resultados discretos. Es posible que el sesgo entre estas dos circunstancias se encuentre en que la osteopatía clínica no se basa en aplicar una única intervención manipulativa sino en aplicar protocolos complejos y longitudinales. Es por ello, que debemos conocer tanto los efectos de las técnicas

aisladas, con estudios como el presente, como los de los protocolos con más de una intervención y con más de una técnica por intervención.

Los resultados del presente estudio sugieren que tras la manipulación de C1, en pacientes con disfunción en ese nivel (manipulamos la posterioridad en rotación contralateral) hay un aumento del umbral de dolor en las tres mediciones post-intervención (inmediata, 24 horas, 7 días) en los tres casos ( $p = 0,051$ ). Así mismo, reflejan un aumento de la pulsatilidad ( $0,11$   $p = 0,05$ ) en todas las mediciones post-intervención y una disminución de la resistividad ( $0,05$   $p = 0,003$ ) en las mediciones post1 y post2, volviendo a valores basales en la post3. Esto parece indicar que los efectos sobre la hemodinámica arterial carotidea, y sobre la sensibilidad nociceptiva en el territorio de la raíz posterior de C1 de una única técnica manipulativa en presencia de disfunción osteopática de C1, prevalecen incluso una semana

después de esa única técnica manipulativa. Así mismo, la bajada en el IR y el aumento en el IP son compatibles con un mejor flujo arterial carotideo, con una menor resistencia periférica y final del flujo<sup>26,28,29</sup>.

Esta posible menor resistencia al paso de la sangre por la arteria carótida la entendemos a través de dos mecanismos. Por un lado, que la intervención osteopática sobre C1, y sobre el ganglio cervical superior ayude a modular el tono de la pared arterial, posiblemente aumentado por la presencia de la disfunción osteopática del atlas y la consecuente simpaticotonía<sup>38</sup>. Por otro, que la mejora de la movilidad del segmento C0-C2 y la corrección de la hipertonia presente en la musculatura suboccipital, en pacientes aquejados de esta disfunción<sup>13-15</sup>, ayude a disminuir el tono de la musculatura y sistemas faciales del cuello y reduzca la resistencia distal en el vaso arterial<sup>26</sup>.

### Limitaciones del estudio

Los autores consideran como factores limitantes del estudio el tamaño de la muestra, ya que con más sujetos estudiados podríamos comprobar si los valores de cambio significativos, y los que se acercan a la significación están describiendo realmente una tendencia.

### CONCLUSIONES

En cuanto a las variables de flujo arterial, tras la manipulación, los incrementos en el cambio de las variables, en las tres mediciones posteriores respecto a los valores basales, sugieren una tendencia a la mejora del flujo arterial, con aumento de la pulsatilidad y reducción de la resistividad, que permanece a los 7 días de la manipulación. Respecto a la variable algométrica, de igual manera, parece producirse un aumento del umbral nociceptivo, que persiste tras los 7 días posteriores. Serían necesarios posteriores estudios con una muestra mayor para confirmar esta tendencia.

### NORMAS ÉTICAS

Los autores declaran que el estudio cumple con las normas de Helsinki<sup>39,40</sup> y fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Cardenal Herrera-CEU previamente a su realización.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de interés alguno ni tener fuente alguna de financiación externa.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Quesnele JJ, Triano JJ, Noseworthy MD, Wells GD. *Changes in Vertebral Artery Blood Flow Following Various Head Positions and Cervical Spine Manipulation*. J Manipulative Physiol Ther 2014;37(1):22-31.
2. Hong E, Deng M, Cheng L, Zhou S, Wang B, Zhang A, et al. *Effect of vertebral manipulation therapy on vertebral-basilar artery blood flow in cervical spondylosis of vertebral artery type*. Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi 2005 08;25(8):742-744.
3. Campos Castro D, Burrel Botaya A. *Modificaciones Inmediatas en el Flujo Sanguíneo Periférico tras la Aplicación de una Manipulación T3-T4 en Mujeres Fumadoras*. Eur J Ost Rel Clin Res 2012;7(3):92-100.
4. Licht PB, Christensen HW, Hojgaard P, Marving J. *Vertebral artery flow and spinal manipulation: a randomized, controlled and observer-blinded study*. J Manipulative Physiol Ther 1998;21(3):141-144.
5. Arnold C, Bourassa R, Langer T, Stoneham G. *Doppler studies evaluating the effect of a physical therapy screening protocol on vertebral artery blood flow*. Man Ther 2004;9(1):13-21.
6. Thomas LC, Rivett DA, Bateman G, Stanwell P, Levi CR. *Effect of Selected Manual Therapy Interventions for Mechanical Neck Pain on Vertebral and Internal Carotid Arterial Blood Flow and Cerebral Inflow*. Phys Ther 2013;93(11):1563-1574.
7. Bowler N, Shamley D, Davies R. *The effect of a simulated manipulation position on internal carotid and vertebral artery blood flow in healthy individuals*. Man Ther 2011;16(1):87-93.
8. Creighton D, Kondratek M, Krauss J, Huijbregts P, Qu H. *Ultrasound analysis of the vertebral artery during non-thrust cervical translatoric spinal manipulation*. J Man Manip Ther 2011;19(2):84-90.

9. Tucson P. *A systematic literature review of intracranial hypotension following chiropractic*. Int J Clin Pract 2014;68(3):396-402.
10. Puentedura EJ, March J, Anders J, Perez A, Landers MR, Wallmann HW et al. *Safety of cervical spine manipulation: are adverse events preventable and are manipulations being performed appropriately? A review of 134 case reports*. J Man Manip Ther 2012;20(2):66-74.
11. Hurwitz EL, Aker PD, Adams AH, Meeker WC, Shekelle PG. *Manipulation and mobilization of the cervical spine: a systematic review of the literature... including commentary by Barr JS Jr*. Spine 1996;21(15):1746-1760.
12. Haynes MJ, Vincent K, Fischhoff C, Bremner AP, Lanlo O, Hankey GJ. *Assessing the risk of stroke from neck manipulation: a systematic review*. Int J Clin Pract 2012;66(10):940-947.
13. Mitchell J. *Vertebral Artery Blood flow Velocity Changes Associated with Cervical Spine rotation: A Meta-Analysis of the Evidence with implications for Professional Practice*. J Man Manip Ther 2009;17(1):46-57.
14. Martínez Segura R, Fernández de las Peñas C, Ruiz Sáez M, López Jiménez C, Rodríguez Blanco C. *Immediate effects on neck pain and active range of motion after a single cervical high-velocity low-amplitude manipulation in subjects presenting with mechanical neck pain: a randomized controlled trial*. J Manipulative Physiol Ther 2006;29(7):511-517.
15. Saavedra Hernández M, Arroyo Morales M, Cantarero Villanueva I, Fernández Lao C, Castro Sánchez AM, Puentedura EJ et al. *Short-term effects of spinal thrust joint manipulation in patients with chronic neck pain: a randomized clinical trial*. Clin Rehabil 2013;27(6):504-512.
16. Mansilla Ferragut P, Fernández de las Peñas C, Alburquerque Sendín F, Cleland JA, Boscá Gandía JJ. *Immediate effects of atlanto-occipital joint manipulation on active mouth opening and pressure pain sensitivity in women with mechanical neck pain*. J Manipulative Physiol Ther 2009;32(2):101-6.
17. Ricard F. *Tratamiento osteopático de las algias de origen craneo-cervical*. Madrid: EOM; 2000.
18. Ricard F. *Tratado de Osteopatía*. Madrid: Mandala; 1999.
19. Fejer R, Kyvik KO, Hartvigsen J. *The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature*. Eur Spine J 2006;15(6):834-848.
20. Binder A. *Neck pain. Clinical Evidence*. BMJ Clin Evid 2006;15:1654-75
21. Carroll LJ, Hogg Johnson S, van der Velde G, Halderman S, Holm LW, Carriage EJ et al. *Course and prognostic factors for neck pain in the general population: results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders*. J Manipulative Physiol Ther 2009;32(2 Suppl):87-96.
22. Côté P, van der Velde G, Cassidy JD. *The burden and determinants of neck pain in workers: Results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and its Associated Disorders*. Eur Spine J 2008;17(Suppl 1):60-74.
23. Cagnie B, Danneels L, Van Tiggelen D, De Loose V, Cambier D. *Individual and work related risk factors for neck pain among office workers: A cross sectional study*. Eur Spine J 2006;16(5):679-86.
24. Ogince M, Hall T, Robinson K, Blackmore AM. *The diagnostic validity of the cervical flexion-rotation test in C1/2-related cervicogenic headache*. Man Ther 2007; 12(3):256-62.
25. Hall TM, Robinson KW, Fujinawa O, Akasaka K, Pyne EA. *Intertester reliability and diagnostic validity of the cervical flexion-rotation test*. J Manipulative Physiol Ther 2008;31(4):293-300.
26. Hermida RC, Smolensky MH, Ayala DE, Portaluppi F, Crespo JJ, Fabbian F, et al. *Ambulatory blood pressure monitoring recommendations for the diagnosis of adult hypertension, assessment of cardiovascular and other hypertension-associated risk, and attainment of therapeutic goals (summary)*. Joint recommendations from the International Society for Chronobiology (ISC), American Association of Medical Chronobiology and Chronotherapeutics (AAMCC), Spanish Society of Applied Chronobiology, Chronotherapy, and Vascular Risk (SECAC), Spanish Society of Atherosclerosis (SEA), and Romanian Society of Internal Medicine (RSIM). Clin Investig Arterioscler. 2013;25(2):74-82.

27. Guyton AC, Hall JE. *Tratado de Fisiología médica*. 9.<sup>a</sup> Ed. Madrid: Interamericana-McGraw-Hill; 1996.
28. Fox SI. *Fisiología Humana*. 7.<sup>a</sup> ed. Madrid: McGraw-Hill; 2003.
29. Burns PN. *The physical principles of Doppler and spectral analysis*. J Clin Ultrasound 1987;15(9):567-90.
30. Kenneth E, Mclwain E, Plotnick G. *Handbook of Echo-Doppler Interpretation*. 2.<sup>a</sup> ed. Copenhagen: Blackwell Futura; 2002.
31. Zwiebel WJ. *Ultrasonografía vascular*. 4.<sup>a</sup> ed. Madrid: Marban; 2002.
32. Fischer A. *Pressure threshold measurement for diagnosis of myofascial pain and evaluation of treatment results*. Clin J Pain 1987;30(1):115-126.
33. Nussbaum EL, Downes L. *Reliability of clinical pressure-pain algometric measurements obtained on consecutive days*. Phys Ther 1998;78(2):160.
34. Ylinen J, Nykänen M, Kautiainen H, Häkkinen A. *Evaluation of repeatability of pressure algometry on the neck muscles for clinical use*. Man Ther 2007;12(2):192-197.
35. Verberk WJ, Kollias A, Stergiou GS. *Automated oscillometric determination of the ankle-brachial index: a systematic review and meta-analysis*. Hypertens Res 2012;35(9):883-891.
36. Kollias A, Xilomenos A, Protogerou A, Dimakakos E, Stergiou GS. *Automated determination of the ankle-brachial index using an oscillometric blood pressure monitor: validation vs. Doppler measurement and cardiovascular risk factor profile*. Hypertens Res 2011;34(7):825-830.
37. Ricci S, Cinthio M, Ahlgren A, Rydén, Tortoli P. *Accuracy and reproducibility of a novel dynamic volume flow measurement method*. Ultrasound Med Biol 2013; 39(10):1903-1914.
38. Campos Castro D, Burrel Botaya A. *El flujo sanguíneo tras la manipulación de T3-T4 en fumadores*. [Tesis para la obtención del D.O. Escuela de Osteopatía de Madrid]. Madrid: Scientific European Federation of Osteopaths; 2012.
39. 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.
40. Krleza J, Lemmens T. *7th Revision of the declaration of Helsinki: Good news for the Transparency of Clinical Trials*. Croat Med J 2009;50(2):105-10.