

## [ REVISIÓN SISTEMÁTICA ]

# EFECTOS DE LA MANIPULACIÓN VERTEBRAL SOBRE EL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

José Manuel Sebastián Rausell (PT, DO)<sup>1,2</sup>; Ana Belén Martínez García (MD)<sup>2</sup>; Antonio Santiago Jaume Llinás (PT)<sup>1,3</sup>; Isabel Escobio Prieto (PT, MSc)<sup>4</sup>

Recibido el 15 de octubre de 2016; aceptado el 21 de marzo de 2017

**Introducción:** Actualmente disponemos de una amplia evidencia de la efectividad clínica de la manipulación vertebral, aunque sus efectos neurofisiológicos no han sido completamente esclarecidos. Diferentes estudios sugieren que la terapia manual genera cambios en el Sistema Nervioso Autónomo (SNA). Estudios recientes confirman que la movilización produce un efecto simpático-excitatorio. Sin embargo, los estudios que aplican manipulación con thrust parecen presentar menor homogeneidad en sus resultados.

**Objetivos:** El objetivo principal de esta revisión es evaluar si la manipulación vertebral produce efectos sobre el SNA. Otro objetivo es correlacionar los posibles cambios en las variables estudiadas, con la activación o inhibición del sistema nervioso simpático o parasimpático y con el nivel vertebral manipulado.

**Material y Métodos:** Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos: PubMed, PEDro, CINAHL y OVID, utilizando las palabras clave: “Manipulation, spinal”

y “Autonomic Nervous System”. Para valorar la calidad metodológica utilizamos la escala PEDro.

**Resultados:** Nueve estudios cumplieron nuestros criterios de inclusión. Seis valoran indicadores de la función cardiovascular (Tensión Arterial, Frecuencia Cardíaca, Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca). Otros tres trabajos miden la reacción pupilar. En la mayoría de los ensayos se manipuló la región cervical o dorsal alta.

**Conclusiones:** Los resultados de nuestra revisión no permiten establecer conclusiones definitivas acerca de los efectos de la manipulación espinal sobre el SNA. Sin embargo, en la mayoría de trabajos se observa la existencia de un efecto vegetativo al modificarse parámetros como la Tensión arterial o la Variabilidad de la frecuencia cardíaca tras manipulación, con tendencia a una mayor activación del parasimpático en el tratamiento cervical y lumbar y del simpático en el tratamiento dorsal.

### PALABRAS CLAVE

- › Manipulación espinal.
- › Sistema Nervioso Autónomo.
- › Sistema Nervioso Simpático.

Autor de correspondencia:  
j.sebastianrausell@gmail.com  
(José Manuel Sebastián Rausell)  
ISSN on line: 2173-9242  
© 2018 – Eur J Ost Rel Clin Res - All rights reserved  
www.europeanjournalosteopathy.com  
info@europeanjournalosteopathy.com

1. Departamento de Enfermería y Fisioterapia. Universidad de las Islas Baleares. Palma, Mallorca, España.

2. Hospital Universitario Son Espases. Palma, Mallorca, España.

3. Mutua Balear. Palma, Mallorca, España.

4. Departamento de Fisioterapia. Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

---

## INTRODUCCIÓN

---

En la actualidad disponemos de una amplia evidencia de la efectividad clínica de la manipulación vertebral (MV), sin embargo, por el momento, sus efectos neurofisiológicos no han podido ser completamente esclarecidos.<sup>1-6</sup>

La manipulación espinal es una técnica comúnmente utilizada por quiroprácticos, osteópatas y fisioterapeutas.<sup>2,6</sup> En general la MV se define como un movimiento dirigido a los tejidos de la columna vertebral mediante un impulso de alta velocidad y corta amplitud (*HVLA: high velocity low amplitude*) llevando a la vértebra más allá del límite fisiológico sin superar la integridad de la barrera anatómica, a diferencia de la movilización en la que no se supera el límite fisiológico.<sup>3,7,8</sup> Habitualmente, junto a la decoaptación articular que provoca la manipulación, se produce un chasquido o crujido audible debido a la cavitación o estallido de la burbuja de gas originada por la descompresión del líquido sinovial.<sup>3,9,10</sup>

Hasta la fecha, diferentes autores han estudiado los cambios biomecánicos vertebrales producidos durante la manipulación espinal.<sup>7,10,11</sup> Este estímulo mecánico es el que se considera responsable de desencadenar una cascada de efectos neurofisiológicos<sup>1,3</sup>, influyendo en las aferencias y eferencias del sistema nervioso central y periférico<sup>2,12-14</sup>, en la actividad del sistema nervioso vegetativo<sup>1,15</sup>, en la modulación del dolor<sup>1,8</sup>, en la respuesta neuromuscular<sup>10,11,16,17</sup> y en la función visceral.<sup>18</sup>

Sabemos que la disfunción espinal está relacionada con el Sistema Nervioso Autónomo (SNA)<sup>6,19,20</sup> y durante las últimas décadas, diferentes autores han centrado sus investigaciones en los efectos de la MV sobre este sistema, aunque los resultados obtenidos han sido confusos y en ocasiones contradictorios.<sup>21</sup>

Bialosky et al. (2009) presenta un modelo que integra los mecanismos biomecánicos y neurofisiológicos de la terapia manual, identificando varias vías del sistema nervioso central y periférico que podrían estar implicadas. Según su modelo, las respuestas neurofisiológicas se originan en mecanismos periféricos, espinales y supraespinales. A nivel supraespinal se ha observado una influencia sobre algunas regiones cerebrales involucradas en el circuito de modulación del dolor, generándose una respuesta de hipoalgesia y actividad autonómica, probablemente mediada por la sustancia gris periacueductal (SGPA).<sup>1</sup>

Por tanto, este modelo y otros estudios sugieren que la terapia

manual genera cambios en el SNA<sup>1,3,6</sup>, considerando que estos podrían ser diferentes en función de la técnica aplicada al estimular distintos receptores sensitivos.<sup>6,22</sup> En ocasiones es difícil comparar los diferentes estudios por la falta de uniformidad que encontramos en las definiciones entre manipulación y movilización.<sup>7,22</sup> Revisiones sistemáticas recientes centradas en los efectos de la movilización sobre el SNA afirman que produce un aumento en la actividad simpática<sup>15,23</sup>, independientemente del segmento movilizado, especialmente si se asocia a la movilización un componente oscilatorio.<sup>15</sup> Sin embargo, existe ambigüedad en la literatura sobre la respuesta vegetativa a la MV y hay que considerar que, a diferencia de la movilización, los efectos podrían variar en función del segmento manipulado.<sup>6</sup> En concreto, según Welch & Boone la manipulación cervical produciría una respuesta parasimpática y una manipulación torácica una respuesta simpática.<sup>24</sup>

El objetivo principal de esta revisión es evaluar si la MV produce efectos sobre el SNA valorando los resultados existentes en ensayos clínicos. Un segundo objetivo es correlacionar estos posibles cambios, en las variables medidas, con la activación o inhibición del sistema nervioso simpático o parasimpático y con el nivel vertebral manipulado.

Poder conocer estos efectos en profundidad, así como sus mecanismos de acción, permitiría a los terapeutas manuales justificar la realización de técnicas de HVLA dentro de su práctica clínica habitual. Además daría a otros profesionales del ámbito sanitario la oportunidad de conocer con mayor exactitud el perfil de pacientes para los que está correctamente indicada la MV y que podrían beneficiarse de su prescripción.

---

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Esta revisión sistemática se ha realizado siguiendo la declaración PRISMA (Preferred Reporting Item for Systematic Reviews and Meta-Analyses ([www.prisma-statement.org](http://www.prisma-statement.org))).<sup>25,26</sup>

### Búsqueda bibliográfica

Dos investigadores hicieron la búsqueda bibliográfica y un tercero decidió en caso de desacuerdos entre los dos revisores.

La estrategia de búsqueda consistió en consultar las bases de datos: PubMed, PEDro, CINAHL Complete y OVID Medline, utilizando las palabras clave: "Manipulation, spinal" y "Autonomic Nervous System" obtenidas a través del Mesh

*Database* y combinadas con el operador booleano *AND* con la finalidad de cruzar términos para obtener los resultados buscados. Se aplicó el filtro de selección “*Clinical Trial*” o “*Randomized Controlled Trial*” cuando el buscador de la base de datos lo permitió.

### Selección de estudios

Se eliminaron los artículos repetidos y se escogieron solo ensayos clínicos que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: estudios publicados en lengua española o inglesa, sin fecha límite de publicación, que contuvieran resumen, desarrollados en humanos, en población sana o enferma y cuyo contenido estuviera relacionado con los efectos de la MV sobre alguno de los parámetros controlados por el SNA, excluyendo los que utilizaban técnicas de movilización sin thrust o manipulación exclusivamente instrumental utilizando un activador.

Para extraer la información de los estudios seleccionados como relevantes, se emplearon los manuscritos completos, obteniéndolos directamente de la red o solicitándolos a la revista en cuestión.

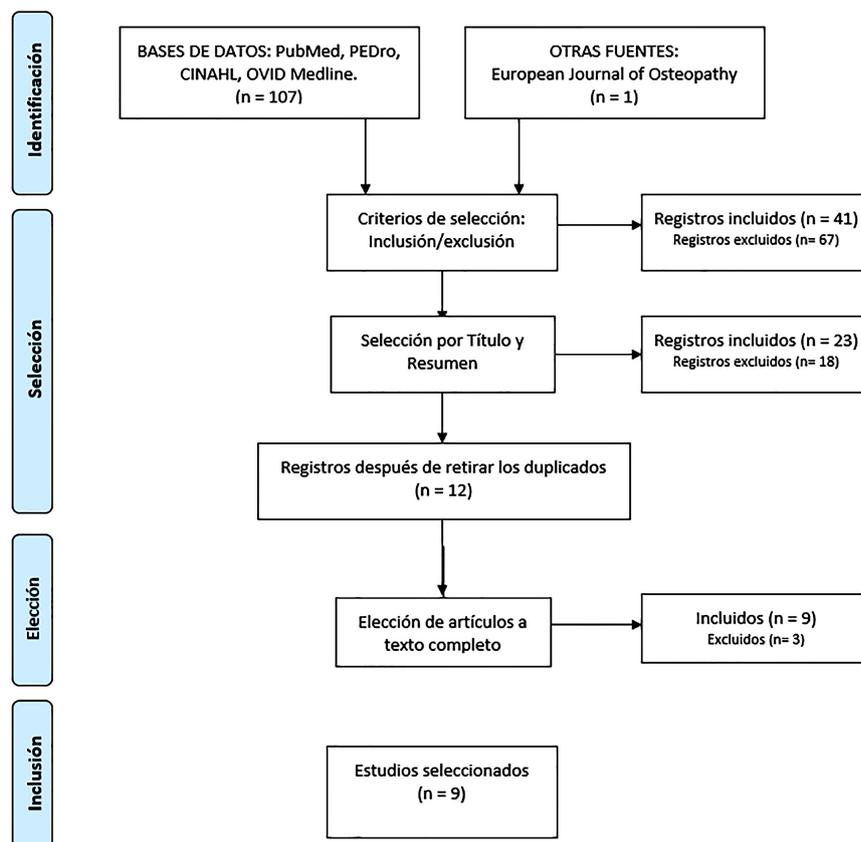
### Valoración de calidad metodológica

Dos evaluadores valoraron la calidad de los ensayos clínicos finalmente seleccionados y un tercero decidió en caso de desacuerdo entre los dos revisores. Para la valoración se utilizó la escala PEDro, con la cual se evalúan 11 ítems que miden la validez interna (criterios 2-9) y la información estadística (criterios 10-11). Un criterio adicional se relaciona con la validez externa y su aplicabilidad (criterio 1), pero este no se utiliza para el cálculo total de la puntuación final. Por lo tanto la máxima puntuación obtenible es de 10/10, considerando como de alta calidad aquellos artículos con 6 o más puntos.

## RESULTADOS

Finalmente nueve artículos cumplieron nuestros criterios de inclusión. Ocho fueron extraídos de la búsqueda en las bases de datos Pubmed, PEDro, CINAHL y Ovid y una publicación se obtuvo de la revista *European Journal of Osteopathy*. (**Figura 1**)

Dos evaluadores extrajeron datos de los artículos seleccionados sobre los sujetos participantes, variables estudiadas, técnica de intervención y control y resultados obtenidos (**Tabla 1**). Un tercer evaluador decidió en caso de desacuerdo entre los dos revisores.



**Figura 1.** Diagrama de flujo para selección de los artículos, según la Declaración PRISMA.

Autores	Participantes	Intervención	Comparador	Medidas de resultado	Resultados
Knutson G. (2001)	Test 1: 40 pacientes (13 h y 27 m) con disfunción cervical alta y 40 (13 h y 27 m) pacientes sin disfunción	Manipulación cervical alta (C1)	Grupo control aplicando maniobra cervical placebo	TAs TAd FC	Disminución significativa en la TAs en: - Test 1 (tras manipulación en los pacientes con disfunción cervical en comparación con el grupo control). - Test 2 (tras manipulación cervical en comparación con descanso en los mismos sujetos). En ambos test no hubo cambios en la TAd, ni en la FC. En sujetos mayores de 55 años hubo una mayor disminución.
Holt et al. (2010)	Test 2: 30 pacientes con disfunción cervical alta (11 h y 19 m) 70 pacientes voluntarios normotensos o hipertensión leve (grado 1)	Manipulación cervical alta (C1)	Los mismos sujetos sirvieron como control (reposo).	TAs TAd FC	Disminución significativa en la TAs tras manipulación de cualquier segmento vertebral. No hubo cambios en la TAd. Incremento significativo en el flujo de la arteria Radial derecha. El cambio en el resto de variables no fue estadísticamente significativo.
Campos and Burrel (2012)	25 mujeres fumadoras sin patología cardiovascular	Manipulación vertebral cervical, dorsal o lumbopélvica Manipulación dorsal (T3-T4)	Grupo control aplicando maniobra similar pero sin impulso. Maniobra placebo. Sin impulso.	TAs TAd TA FC Flujo sanguíneo bilateral: arterias Radial, Carótida y Pedía dorsal	Disminución significativa en la TAs tras manipulación de cualquier segmento vertebral. No hubo cambios en la TAd. Incremento significativo en el flujo de la arteria Radial derecha. El cambio en el resto de variables no fue estadísticamente significativo.
Win et al. (2015)	20 sujetos normotensos (10 voluntarios asintomáticos y 10 pacientes con cervicalgia aguda)	Manipulación cervical alta (C1-C2) Manipulación cervical baja (C6-C7)	Comparación entre grupo con dolor y sin dolor y las diferentes localizaciones de la técnica.	FC TA Escala EVA VFC: - Intervalo R-R - LF - HF - Ratio LF/HF	Incremento en actividad parasimpática tras manipulación cervical alta en ambos grupos (sujetos sin dolor y con dolor cervical agudo): ↑ Intervalo R-R y HF. ↓ LF, LF/HF y tensión arterial. ↓ EVA en pacientes. Tras manipulación cervical baja la actividad simpática aumentó en los voluntarios sin dolor y disminuyó en los pacientes con cervicalgia aguda. ↑ Intervalo R-R en pacientes y sin cambios en voluntarios. ↓ LF, LF/HF en pacientes y ↑ en voluntarios. ↑ HF en pacientes y ↓ en voluntarios. ↓ EVA y tensión arterial en pacientes.
Budgell and Hirano (2001)	25 adultos jóvenes sanos normotensos. (20 hombres y 5 mujeres).	Manipulación cervical (C1-C2)	Procedimiento placebo sin impulso	FC VFC: - LF - HF - Ratio LF/HF	Disminución significativa de la FC en los 2 grupos (mayor en el grupo intervención). Incremento significativo en LF, y en el ratio LF/HF en el grupo intervención. El grupo placebo no presentó cambios en LF, HF, LF/HF.

Autores	Participantes	Intervención	Comparador	Medidas de resultado	Resultados
Roy et al. (2009)	33 sujetos sanos (15 hombres y 18 mujeres) y 20 sujetos con dolor lumbar agudo (8 hombres y 12 mujeres)	Manipulación lumbar mediante dos técnicas: - Thrust en lumbar roll. - Instrumental con Activador.	Grupo placebo y grupo control	VFC: - Intervalo R-R - LF - VLF - HF - Ratio LF/HF	Intervalo RR: ↑ en los grupos tratamiento con dolor y placebo y control sin dolor / ↓ en los grupos placebo con dolor y tratamiento sin dolor. VLF: ↑ en todos los grupos excepto en el control (†). LF: ↓ en todos los grupos excepto el grupo placebo sin dolor (†). HF: ↓ en todos los grupos excepto en el grupo control (†). Ratio LF/HF: ↓ en los grupos tratamiento con dolor y placebo sin dolor / ↑ en los grupos ttº sin dolor y placebo con dolor y control.
Sillevis et al. (2010)	100 sujetos con cervicalgia crónica.	Manipulación dorsal (T3-T4)	Maniobra placebo sin impulso	Cambios en el diámetro de la pupila. Escala EVA	Cambios en diámetro pupilar: - Incremento no significativo en el grupo intervención. - Disminución significativa en grupo placebo. EVA: Disminución significativa en los dos grupos sin diferencia entre ambos.
Sillevis et al. (2011)	100 sujetos con cervicalgia crónica.	Manipulación dorsal (T3-T4)	Movilización placebo sin chasquido articular	Registro de ausencia de chasquido (pop), presencia de chasquido simple o múltiple. Cambios en el diámetro de la pupila Escala EVA	Cambios en diámetro pupilar: - Diferencia no significativa entre grupo con uno o múltiple chasquido. - Diferencia no significativa entre los grupos placebo, sin y con chasquido. EVA: - Diferencia no significativa en reducción de dolor comparando grupos sin, con uno o múltiple chasquido. - Reducción significativa del dolor en grupo sin chasquido y con múltiple chasquido. Cambio no significativo en el grupo con chasquido único.
Gibbons et al. (2000)	13 sujetos jóvenes sanos (hombres)	Manipulación cervical (C1-C2)	Comparación entre manipulación derecha e izquierda	Reflejo pupilar a la luz: ELPCT	Disminución significativa del tiempo en completar el ciclo ELPCT en ambos ojos tras la manipulación C1-C2. Mayor disminución del ciclo en el ojo ipsilateral del lado de la manipulación (resultado estadísticamente significativo solo para el ojo derecho).

Abreviaturas: FC: Frecuencia cardiaca, TA: Tensión arterial, TAS: Tensión arterial sistólica, TAd: Tensión arterial diastólica, EVA: Escala visual analógica, VFC: Variabilidad de la frecuencia cardiaca, HF: High frequency (alta frecuencia), LF: Low frequency (baja frecuencia), VLF: Very low frequency (Muy baja frecuencia), ELPCT: Edge Light Pupil Cycle Time (Tiempo del ciclo contracción-reditación del borde pupilar a la exposición de la luz)

Tabla 1. Extracción de datos de los artículos seleccionados.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

### Características de los estudios

Los artículos han sido analizados agrupándolos en función de las variables dependientes del SNA estudiadas y según la región manipulada.

Seis de los estudios valoran la influencia de la MV mediante la medición de alguno de los indicadores de la función cardiovascular. De estos seis tres analizan la Tensión Arterial (TA),<sup>19,21,27</sup> dos la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca

(VFC)<sup>28,29</sup> y en uno se estudian las dos variables, tanto TA como VFC.<sup>5</sup> Otros tres trabajos valoran la influencia sobre el SNA mediante la medición de la reacción pupilar.<sup>4,9,20</sup>

En la mayoría de los ensayos se manipuló la región cervical<sup>5,19,20,28</sup> o la región dorsal alta<sup>4,9,27</sup> y tan solo en uno de ellos la región lumbar.<sup>29</sup> Además en otro estudio se combinaron manipulaciones en las tres regiones.<sup>21</sup>

Según la escala PEDro cuatro de los estudios son de alta calidad y los otros cinco se consideran de baja calidad. (**Tabla 2**)

ESTUDIO	1. Los criterios de selección fueron especificados	2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos	3. La asignación fue oculta	4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	5. Todos los sujetos fueron cegados	6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	8. Las medidas fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control	10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad	PUNTAJÓN TOTAL SOBRE 10
Knutson (2001)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	4
Holt et al. (2010)	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	4
Campos and Burrel (2012)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	8
Win et al. (2015)	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	7
Budgell and Hirano (2001)	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	5
Roy et al. (2009)	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	5
Sillevis et al. (2010)	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	6
Sillevis et al. (2011)	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	5
Gibbons et al. (2000)	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	6

\*El criterio 1 no se evalúa en la puntuación total.

**Tabla 2.** Valoración de la calidad de los estudios siguiendo la Escala PEDro.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Análisis de los resultados

De los cuatro estudios que valoran los cambios en la presión sanguínea tras manipulación en distintos niveles, en tres

de ellos encontramos una disminución significativa de la Tensión Arterial Sistólica (TAs) tanto en pacientes normotensos como hipertensos<sup>5,19,21</sup> y en el otro no se produjeron cambios significativos de TA.<sup>27</sup>

Analizando las tres publicaciones que miden la VFC se

obtuvieron diferentes resultados. En uno de ellos se obtuvo un incremento significativo en la Baja Frecuencia (*LF*) y en el ratio *LF/HF* en el grupo intervención tras manipular C1-C2, frente al grupo placebo en el que no se produjeron cambios.<sup>28</sup> En otro de los estudios destacan como datos más significativos una bajada en la Alta Frecuencia (*HF*) y un aumento en la Muy Baja Frecuencia (*VLF*) manipulando L5 en sujetos con dolor y sin dolor en comparación con el grupo control, el cual reaccionó de manera contraria.<sup>29</sup> En el tercero de los artículos se observa una disminución en *LF* y ratio *LF/HF* y un aumento en intervalo RR y *HF*, tanto en la manipulación cervical alta y baja, en pacientes con cervicalgia aguda, como en la manipulación cervical alta en voluntarios asintomáticos. La manipulación cervical baja en voluntarios asintomáticos provocó resultados opuestos.<sup>5</sup>

En los dos estudios que miden los cambios en el diámetro de la pupila tras manipulación dorsal, no se produjeron cambios significativos frente a placebo. Este resultado fue independiente de si se acompañaba de chasquido audible o no.<sup>4,9</sup> En el trabajo que mide el reflejo pupilar a la luz (*ELPCT*) se observó una disminución significativa del tiempo en completar el ciclo después de manipular C1-C2.<sup>20</sup>

## DISCUSIÓN

Los principales objetivos de esta revisión fueron evaluar los efectos de la manipulación espinal sobre la actividad del SNA, conocer si se produce un predominio de actividad simpática o parasimpática y si esto depende del nivel vertebral manipulado.

Entre los posibles indicadores que nos permiten valorar la actividad del SNA tenemos la TA<sup>21,24</sup>, la VFC<sup>24,28</sup>, el reflejo pupilar<sup>4,20</sup> y a nivel periférico el flujo sanguíneo, que se valora normalmente a través de la temperatura y conductibilidad de la piel.<sup>6,15</sup>

El Sistema Nervioso Parasimpático (SNP) emerge de los nervios craneales III, VII, IX y X y de los segmentos S2-S4. Las neuronas del Sistema Nervioso Simpático (SNS) se encuentran en el asta lateral de los segmentos espinales T1-L2. La activación del SNP provoca enlentecimiento de la Frecuencia Cardíaca (FC), disminución de la TA y constricción pupilar. La activación del SNS provoca el efecto contrario.<sup>24</sup>

Kingston et al. publicaron una revisión sistemática enfocada específicamente en los efectos de la movilización sobre el SNS.<sup>15</sup> Todos los artículos incluidos proporcionaron una

fuerte evidencia de la excitación simpática a través de los cambios producidos en la TA, FC, frecuencia respiratoria, temperatura y conductibilidad de la piel, independientemente del segmento movilizado y especialmente si se asociaba un componente oscilatorio.<sup>15</sup> Smichd et al. en su revisión llegaron a conclusiones similares.<sup>23</sup> Sin embargo, parece existir una mayor variabilidad en los resultados encontrados en la literatura respecto a los efectos de la manipulación, por lo que con nuestra revisión hemos tratado de esclarecer dichos efectos.

### Tensión arterial

La mayoría de los investigadores que han estudiado el efecto de la manipulación sobre la TA, sugieren que se produce una reducción en la presión sanguínea tras un ajuste vertebral a nivel cervical y torácico alto.<sup>24,30,31</sup> De acuerdo con estos autores, en nuestra revisión recogemos tres ensayos clínicos que apoyan tal efecto, mostrando una disminución significativa de la Tensión Arterial Sistólica (TAs), tanto en pacientes normotensos como hipertensos.<sup>5,19,21</sup>

En su trabajo Knutson estudió los cambios producidos en la TA y la FC tras manipular C1 en pacientes con disfunción cervical alta y obtuvo una disminución significativa de la TAs en comparación con el grupo control. Además, dicha disminución fue más marcada en sujetos mayores de 55 años, los cuales presentaban una mayor TA inicial probablemente relacionada con una mayor rigidez arterial. Estos cambios podrían ser únicamente reacciones a corto plazo tras la manipulación, sin poder extraer conclusiones de su efecto a largo plazo. No hubo cambios ni en la Tensión Arterial Diastólica (TAd), ni en la FC. Según el autor la disminución repentina en la TAs fue debida a la estimulación del reflejo cervico-simpático, o a la bajada del tono muscular que a su vez atenuó el reflejo vasopresor.<sup>19</sup>

Holt et al.<sup>21</sup> estudiaron el efecto sobre la TA de una MV sobre distintas regiones del raquis y si el tipo de cambio en la presión sanguínea era dependiente de la región manipulada. Como resultado obtuvieron una disminución significativa en la TAs tras manipular cualquier segmento vertebral y, aunque no hubo una diferencia significativa comparando entre regiones, la TAs disminuyó más con la manipulación cervical o lumbopélvica, lo que podría traducir una mayor inhibición del SNS tras estimular estas regiones. No se observaron cambios en la TAd. Por lo tanto, sus hallazgos son similares a los resultados de Knutson.<sup>19</sup> Aunque los resultados son estadísticamente significativos es poco probable que sean clínicamente relevantes.<sup>21</sup>

Win et al. también obtuvieron un descenso significativo de TAs tras manipulación cervical alta, tanto en el grupo de pacientes con cervicalgia aguda como en el grupo control, y tras manipulación cervical baja solo en pacientes.<sup>5</sup>

Estos trabajos aportan como resultado un descenso de los valores de TA, lo que revela una tendencia a la disminución en la actividad simpática. Es importante matizar que esta bajada de TA no fue igual de marcada en todos los experimentos anteriores. Aunque aportaron resultados estadísticamente significativos, algunos autores consideran estos cambios en la TA mínimos y sin repercusión clínica.<sup>30</sup> A modo de ejemplo destaca el contraste entre Torns con una reducción de TAs de 20.2 mmHg<sup>29</sup> y el trabajo de Holt et al. en el que el descenso fue de tan solo 3,9 mmHg.<sup>21</sup>

Por otra parte, en el ensayo clínico de Campos & Burrel, aunque se observa una disminución inmediata en los valores de TA tras manipular el segmento T3-T4 en mujeres fumadoras, las diferencias no fueron estadísticamente significativas.<sup>27</sup> Ward et al, manipulando la misma región dorsal alta, tampoco observaron cambios clínicamente significativos de TA en pacientes hipertensos.<sup>30</sup> Estos autores concluyen, de acuerdo con Boscá,<sup>32</sup> que la manipulación dorsal alta es segura por su mínimo impacto cardiovascular.<sup>27,33</sup>

De todo lo anterior se puede deducir que la manipulación cervical puede producir mayor bajada de la TA que la manipulación torácica<sup>33</sup>, aunque este descenso parece no ser suficientemente intenso como para provocar cambios clínicos. Mangum et al. en su revisión concluyeron que hay falta de evidencia para apoyar el uso de la manipulación espinal para producir mejoría en la hipertensión.<sup>34</sup>

### Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca

El análisis de la VFC es un método no invasivo, válido y fiable para valorar la actividad del SNA. Mediante la medición de los rangos de sus diferentes frecuencias podemos conocer los cambios en la regulación simpática y parasimpática.<sup>5,6,29,35,36</sup> El componente *LF* (0,04 a 0,15 Hz) está influenciado por la actividad cardíaca simpática y parasimpática, el componente *HF* (0,15-0,4 Hz) refleja la actividad parasimpática, y el ratio *LF/HF* la mayor o menor dominancia de la actividad simpática.<sup>5,35,36</sup>

Según Welch & Boone la respuesta del SNA depende del segmento manipulado. Concretamente manipular el raquis cervical produce un descenso del ratio *LF/HF*, lo que traduce un aumento de la actividad parasimpática y manipular la región dorsal alta aumenta dicho ratio, indicando un

incremento de actividad simpática.<sup>24</sup> Similares resultados obtuvieron Budgell & Polus que investigaron los efectos del thrust dorsal sobre la VFC, obteniendo un incremento significativo de la actividad simpática frente a placebo<sup>37</sup>, o Shafiq et al. que manipulando la región cervical obtuvieron un aumento de la respuesta parasimpática en sujetos con disfunción cervical.<sup>38</sup>

Según los resultados de nuestra revisión, aunque evidencian que la manipulación tiene un claro efecto autonómico mostrando cambios en la VFC, el sentido del efecto puede variar.

Budgell & Hirano estudiaron los efectos de la manipulación cervical (C1-C2) sobre la VFC y obtuvieron un incremento significativo de la *LF* y del ratio *LF/HF*, indicando un aumento de la actividad simpática en el grupo intervención frente a placebo.<sup>28</sup>

Roy et al. investigaron el efecto de la manipulación lumbar (L5), manual o instrumental, sobre la modulación de la VFC. La variabilidad de sus datos, especialmente en el ratio *LH/FH*, no permite establecer conclusiones. Sin embargo el autor considera los cambios observados en el parámetro *HF* respecto al *LF* como un predominio parasimpático, en relación con la presencia o ausencia de dolor.<sup>29</sup>

Por último, Win et al. examinaron las respuestas del SNA mediante el análisis de la VFC tras manipulación C1-C2 ó C6-C7. Según sus resultados disminuyeron significativamente los parámetros de *LF* y *LF/HF* tras manipulación cervical alta y baja, en sujetos con cervicalgia aguda y tras manipulación cervical alta en voluntarios asintomáticos, a favor de un aumento de actividad parasimpática. Dichos parámetros aumentaron tras manipulación cervical baja en voluntarios asintomáticos, indicativo de un predominio de actividad simpática.<sup>5</sup>

En resumen, aunque existe variabilidad, la mayoría de trabajos que analizan los valores de VFC parecen mostrar una tendencia hacia una respuesta parasimpática asociada a manipulación cervical o lumbar, o hacia una respuesta de activación simpática tras manipulación dorsal observándose una relación entre el nivel manipulado y el resultado obtenido.

### Reacción pupilar

La medición del diámetro de la pupila puede ser considerado un reflejo directo del equilibrio entre el sistema nervioso simpático-parasimpático. La pupila es un órgano inervado exclusivamente por el SNA. La dilatación pupilar depende de la inervación simpática y la constricción de inervación

parasimpática.<sup>4,20</sup> Numerosos estudios han demostrado que la pupilometría es un método adecuado, lo bastante sensible para identificar los cambios en el SNA.<sup>4</sup>

Sillevis et al. investigaron, mediante pupilometría, los efectos de una manipulación torácica (T3-T4) en sujetos con cervicalgia crónica. Los resultados de su estudio mostraron un ligero incremento del diámetro pupilar en el grupo intervención, sin llegar a ser estadísticamente significativo, posiblemente en relación a un equilibrio simpático-parasimpático. En el grupo placebo, el diámetro pupilar disminuyó de manera significativa, sugestivo de un incremento de actividad parasimpática.<sup>4</sup>

Sillevis et al. en un segundo trabajo realizaron un análisis de su anterior publicación con el propósito de determinar si el chasquido audible durante la manipulación T3-T4 se correlacionaba con los efectos autonómicos. Concluyeron que la presencia de chasquido articular no tiene un efecto inmediato sobre el diámetro pupilar y por tanto sobre el SNA.<sup>9</sup> Estos hallazgos coinciden con los resultados de Evans.<sup>10</sup>

La valoración del reflejo pupilar a la luz (*ELPCT*) también ha mostrado ser una prueba fiable y reproducible, mediada por el SNA.<sup>20</sup> Gibbons et al. concluyeron que la manipulación C1-C2 producía una aceleración en la respuesta pupilar a la luz. Esta respuesta fue mayor en el ojo ipsilateral del lado de la manipulación. Se desconoce el mecanismo neurofisiológico exacto responsable de este cambio, aunque esta clara la implicación del SNA.<sup>20</sup>

### Otros parámetros

En cuanto a la repercusión de la MV sobre otras variables dependientes del SNA cabe mencionar el estudio de Harris & Wagnon, en el que se muestra un aumento de temperatura de la piel tras manipulación cervical o lumbar, indicativo de inhibición simpática y un descenso tras manipulación dorsal, indicativo de simpático-excitación.<sup>15</sup>

En nuestra revisión, Campos & Burrell tras manipular T3-T4 en mujeres fumadoras, obtuvieron un incremento significativo en el flujo de la arteria Radial derecha.<sup>27</sup>

### Teorías de justificación

Existen diferentes explicaciones que podrían justificar el efecto de la manipulación sobre el SNA.

Una de las hipótesis se basa en las relaciones anatómicas.<sup>6,15,21</sup>

Manipular diferentes segmentos del raquis provocaría un estímulo mecánico directo sobre las estructuras del SNA presentes en cada región. Por ejemplo, un thrust dorsal estimularía los ganglios de la cadena laterovertebral simpática.<sup>5,24</sup>

A partir de la estimulación directa sobre el raquis se producen aferencias hasta centros superiores relacionados con el dolor y el SNA.<sup>6</sup> Estudios de neuroimagen han demostrado este fenómeno.<sup>39,40</sup>

Tashiro et al. fueron los primeros en realizar un estudio de neuroimagen funcional mediante PET para valorar los cambios producidos en el metabolismo cerebral relacionados con la respuesta del SNA tras la manipulación espinal cervical, así como los cambios en la intensidad del dolor tras el tratamiento. Observaron que el cambio más significativo se produjo en la desactivación del vermis cerebeloso tras el tratamiento, en comparación con el estado de reposo. Estudios previos han visto que el vermis cerebeloso está involucrado en la regulación de respuestas autonómicas ante estímulos aversivos. Por tanto, su desactivación, puede estar relacionada con una inhibición simpática, además de una disminución del tono muscular y una reducción de la intensidad del dolor. También se ha observado que tras la MV se produce una activación del córtex prefrontal inferior y el córtex cingulado anterior que puede deberse a una relajación simpática.<sup>39</sup>

En el trabajo de Sparks et al.,<sup>40</sup> mediante RMN funcional, se estudió la activación supraespinal en respuesta a un estímulo nocivo, antes y después de una manipulación torácica. Observaron una menor activación en el córtex cingulado anterior y en el córtex insular, correlacionando esta última con una disminución significativa en la percepción del dolor. Estas dos áreas participan en el procesamiento del dolor y en el control de la función autonómica.<sup>6,40</sup> Además se ha observado que la MV puede modular el dolor a través de la activación de vías descendentes inhibitorias desde la SGPA y el asta dorsal de la medula espinal.<sup>40</sup>

Esta SGPA es considerada de especial importancia en la modulación de los efectos de la terapia manual sobre el SNA.<sup>15</sup> Dependiendo de si se activa su columna lateral o medial, se producirá activación o inhibición del SNS.<sup>6</sup> Varios investigadores sugieren que a través de su estimulación, además de un efecto analgésico opioide, la SGPA posiblemente modula una respuesta de excitación simpática incrementando los valores de FC, FR y TA.<sup>15</sup>

Otros autores proponen la influencia de la MV a través de otros mecanismos. Algunos trabajos que obtienen una

disminución de la TA explican este efecto por la estimulación del reflejo cervico-simpático (simpático-inhibitorio) o por una bajada del tono muscular, que a su vez atenúa el reflejo vasopresor.<sup>5,19</sup>

El sistema neuroendocrino también podría estar implicado. Sampath et al. establecen la hipótesis de que la actividad del SNA tras manipulación dorsal, a través de sus relaciones anatómicas y fisiológicas, podría tener un efecto neuroendocrino sobre el eje hipotálamo-hipofisario y por tanto sobre el dolor y la reparación tisular, mediante la modulación de los procesos endocrinos y fisiológicos.<sup>6</sup>

### Limitaciones del estudio

Las diferencias metodológicas entre los estudios seleccionados hacen que estos sean difícilmente comparables y por lo tanto sea complicado establecer conclusiones. La mayoría de trabajos presentan tamaños muestrales pequeños, no se realiza seguimiento y por el tipo de estudio, el terapeuta no puede estar cegado. Además se utilizan diferentes técnicas, se manipulan diferentes regiones y los tiempos de medición de los parámetros son variables.

### CONCLUSIONES

Probablemente, más de un mecanismo explica los efectos de la manipulación vertebral. Los estudios que intentan demostrarlos son cada vez más numerosos, pero es necesario continuar investigando en este campo.

En nuestra revisión, los resultados no son suficientemente consistentes y uniformes para establecer conclusiones definitivas. Sin embargo, en la mayoría de trabajos se observa la existencia de un efecto autonómico al modificarse parámetros como la TA o la VFC tras manipulación, con tendencia a una mayor activación del parasimpático en el tratamiento cervical y lumbar y del simpático en el tratamiento dorsal. No obstante, parece seguro manipular el raquis aún en presencia de hipertensión arterial u otra patología cardiovascular

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: A comprehensive model. *Man Ther.* 2009;14(5):531-8.
2. Pickar JG, Bolton PS. Spinal manipulative therapy and somatosensory activation. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012;22(5):785-94.
3. Pickar JG. Efectos neurofisiológicos de la manipulación vertebral. *Osteopat Científica.* 2011;6(1):2-18.
4. Sillevs R, Cleland J, Hellman M, Beekhuizen K. Immediate effects of a thoracic spine thrust manipulation on the autonomic nervous system: a randomized clinical trial. *J Man Manip Ther.* 2010;18(4):181-90.
5. Win NN, Jorgensen AMS, Chen YS, Haneline MT. Effects of Upper and Lower Cervical Spinal Manipulative Therapy on Blood Pressure and Heart Rate Variability in Volunteers and Patients With Neck Pain: A Randomized Controlled, Cross-Over, Preliminary Study. *J Chiropr Med.* 2015;14(1):1-9.
6. Kovanur Sampath K, Mani R, Cotter JD, Tumilty S. Measureable changes in the neuro-endocrinal mechanism following spinal manipulation. *Med Hypotheses.* 2015;85(6):819-24.
7. Maigne J-Y, Vautravers P. Mecanismo de acción del tratamiento manipulativo vertebral. *Osteopat Científica.* 2011;6(2):61-6.
8. Millan M, Leboeuf-Yde C, Budgell B, Amorim MA. The effect of spinal manipulative therapy on experimentally induced pain: a systematic literature review. *Chiropr Man Ther.* 2012;20(1):26.
9. Sillevs R, Cleland J. Immediate effects of the audible pop from a thoracic spine thrust manipulation on the autonomic nervous system and pain: a secondary analysis of a randomized clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2011;34(1):37-45.
10. Evans DW. Mechanisms and effects of spinal high-velocity, low-amplitude thrust manipulation: Previous theories. *J Manipulative Physiol Ther.* 2002;25(4):251-62.

11. Herzog W. The biomechanics of spinal manipulation. *J Bodyw Mov Ther.* 2010;14(3):280-6.
12. Groisman S, Silva L, Rocha N, Hoff F, Rodrigues ME, Ehlers JA, et al. H-reflex responses to High-Velocity Low-Amplitude manipulation in asymptomatic adults. *Int J Osteopath Med.* 2014;17(3):160-6.
13. Haavik H, Murphy B. The role of spinal manipulation in addressing disordered sensorimotor integration and altered motor control. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012;22(5):768-76.
14. Suter E, McMorland G, Herzog W. Short-Term Effects of Spinal Manipulation on H-Reflex Amplitude in Healthy and Symptomatic Subjects. *J Manipulative Physiol Ther.* 2005;28(9):667-72.
15. Kingston L, Claydon L, Tumilty S. The effects of spinal mobilizations on the sympathetic nervous system: a systematic review. *Man Ther.* 2014;19(4):281-7.
16. Fritz JM, Koppenhaver SL, Kawchuk GN, Teyhen DS, Hebert JJ, Childs JD. Preliminary investigation of the mechanisms underlying the effects of manipulation: exploration of a multivariate model including spinal stiffness, multifidus recruitment, and clinical findings. *Spine.* 2011;36(21):1772-81.
17. Arguisuelas-Martínez MD, Company-Moya B, Zwirger M, Vicens-Almiñana A, Sánchez-Zuriaga D. Efectos de dos técnicas manuales aplicadas en la región lumbar en el patrón de activación del erector espinal. *Fisioterapia.* 2012;34(2):59-64.
18. Bolton PS, Budgell B. Visceral responses to spinal manipulation. *J Electromyogr Kinesiol.* 2012;22(5):777-84.
19. Knutson G a. Significant changes in systolic blood pressure post vectored upper cervical adjustment vs resting control groups: A possible effect of the cervicosympathetic and/or pressor reflex. *J Manipulative Physiol Ther.* 2001;24(2):101-9.
20. Gibbons PF, Gosling CM, Holmes M. Short-term effects of cervical manipulation on edge light pupil cycle time: A pilot study. *J Manipulative Physiol Ther.* 2000;23(7):465-9.
21. Holt K, Beck R, Sexton S, Taylor HH. Reflex Effects of a Spinal Adjustment on Blood Pressure. *Chiropr J Aust.* 2010;40(3):95-9 5p.
22. Bolton PS, Budgell BS. Spinal manipulation and spinal mobilization influence different axial sensory beds. *Med Hypotheses.* 2006;66(2):258-62.
23. Schmid A, Brunner F, Wright A, Bachmann LM. Paradigm shift in manual therapy? Evidence for a central nervous system component in the response to passive cervical joint mobilisation. *Man Ther.* 2008;13(5):387-96.
24. Welch A, Boone R. Sympathetic and parasympathetic responses to specific diversified adjustments to chiropractic vertebral subluxations of the cervical and thoracic spine. *J Chiropr Med.* 2008;7(3):86-93.
25. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol.* 2009. e1-e34.
26. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc).* 2010;135(11):507-11.
27. Campos D, Burrell A. Immediate Changes in the Peripheral Blood Flow after Applying at T3-T4. *Eur J Ost Clin Rel Res.* 2012;7(3):91-8.
28. Budgell B, Hirano F. Innocuous mechanical stimulation of the neck and alterations in heart-rate variability in healthy young adults. *Auton Neurosci Basic Clin.* 2001;91:96-9.
29. Roy RA, Boucher JP, Comtois AS. Heart rate variability modulation after manipulation in pain-free patients vs patients in pain. *J Manipulative Physiol Ther.* 2009;32:277-86.
30. Bakris G, Dickholtz M, Meyer PM, Kravitz G, Avery E, Miller M, et al. Atlas vertebra realignment and achievement of arterial pressure goal in hypertensive patients: a pilot study. *J Hum Hypertens.* 2007;21(5):347-52.
31. Torns S. Atlas Vertebra Realignment and Arterial

- Blood Pressure Regulation in 42 Subjects. *J Up Cerv Chiropr Res.* 2012;40-5.
32. Bosca JJ. La manipulación de la charnela cervico-torácica ¿es peligrosa en caso de cardiopatías? *Rev Científica Ter Man Osteopat.* 2003;16:5-21.
33. Ward J, Tyer K, Coats J, Williams G, Kulcak K. Immediate effects of upper thoracic spine manipulation on hypertensive individuals. *J Man Manip Ther.* 2015;23(1):43-50.
34. Mangum K, Partna L, Vavrek D. Spinal manipulation for the treatment of hypertension: a systematic qualitative literature review. *J Manipulative Physiol Ther.* 2012;35:235-43.
35. Zhang J, Dean D, Strathopoulos D, Floras M. Effect of chiropractic care on heart rate. *J Manipulative Physiol Ther.* 2006;29:267-74.
36. Watanabe N, Polus B. A single Mechanical Impulse to the Neck: Does It Influence Autonomic Regulation of Cardiovascular Function? *Chiropr J Aust.* 2007;37(2):42-8.
37. Budgell B, Polus B. The Effects of Thoracic Manipulation on Heart Rate Variability: A Controlled Crossover Trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2006;29(8):603-10.
38. Shafiq H, Mcgregor C, Ieee SM, Murphy B. The Impact of Cervical Manipulation on Heart Rate Variability. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2014;3406-9.
39. Tashiro M, Ogura T, Masud M, Watanuki S, Shibuya K, Yamaguchi K, et al. Cerebral metabolic changes in men after chiropractic spinal manipulation for neck pain. *Altern Ther Heal Med.* 2011;17(6):12-7.
40. Sparks C, Cleland J, Elliott JM, Zagardo M, Liu W-C. Using functional magnetic resonance imaging to determine if cerebral hemodynamic responses to pain change following thoracic spine thrust manipulation in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(5):340-8.

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- MV: Manipulación vertebral
- HVLA: High Velocity Low Amplitude (alta velocidad y corta amplitud)
- SNA: Sistema Nervioso Autónomo
- SNS: Sistema Nervioso Simpático
- SNP: Sistema Nervioso Parasimpático
- SGPA: Sustancia gris periacueductal
- FC: Frecuencia cardíaca
- TA: Tensión arterial
- TAs: Tensión arterial sistólica
- TAd: Tensión arterial diastólica
- EVA: Escala visual analógica
- VFC: Variabilidad de la Frecuencia cardiaca
- HF: High frequency (alta frecuencia)
- LF: Low frequency (alta frecuencia)
- VLF: Very low frequency (Muy baja frecuencia)
- ELPCT: Edge Light Pupil Cycle Time (Tiempo del ciclo contracción-redilatación del borde pupilar a la exposición de la luz)