

# Pruebas para la detección de hipersensibilidad sensorial o hiperexcitabilidad central asociada al dolor cervical

Michele Sterling, PhD, MPhty

Center for National Research on Disability and Rehabilitation Medicine (CONROD). Universidad de Queensland. Australia.

Center for Clinical Research Excellence: Spinal Injury, Pain, and Health. Universidad de Queensland. Australia.

**Antecedentes:** La hipersensibilidad sensorial es una característica bastante común en algunas condiciones de dolor cervical, en particular en aquellas con un grado más elevado de dolor y discapacidad; sin embargo, sólo ha ganado reconocimiento recientemente. Por lo general, se admite que la presencia de una hipersensibilidad sensorial generalizada constituye una indicación que los mecanismos de procesamiento central del dolor se hallan intensificados o de hiperexcitabilidad neuronal central. La hipersensibilidad sensorial quizá pueda utilizarse para diferenciar entre distintas condiciones de dolor cervical y establecer un pronóstico tras una lesión por latigazo y, además, como muestra potencial para identificar a las personas que no responden bien a las intervenciones físicas.

**Características especiales:** Se pueden utilizar diversas pruebas para determinar la presencia de hipersensibilidad sensorial. Este artículo esboza y examina 3 pruebas que se han utilizado en la investigación de procesos subyacentes al dolor cervical: los umbrales del dolor ante la presión (UDP); los umbrales al dolor térmico y la prueba de tensión del plexo braquial.

**Sumario:** Aunque hay algunos datos disponibles sobre las propiedades psicométricas de estas pruebas, en particular la UDP, se precisa mucha más información al respecto antes que se puedan utilizar de forma exhaustiva en el ámbito clínico.

**Palabras clave:** Dolor cervical. Lesiones por latigazo. Medición del dolor. Umbrales sensoriales. Investigación sobre resultados asistenciales (atención sanitaria). Columna vertebral. Vértebras cervicales.

## Testing for sensory hypersensitivity or central hyperexcitability associated with cervical spine pain

**Background:** Sensory hypersensitivity is a recently recognized yet common feature of some neck pain conditions, particularly those with higher levels of pain and disability. It is generally acknowledged that the presence of widespread sensory hypersensitivity provides indication of augmented central pain processing mechanisms or central hyperexcitability. Sensory hypersensitivity may be able to differentiate various neck pain conditions, provide an indication of prognosis after whiplash injury, and show potential to recognize poor responders to physical interventions.

**Special features:** Various tests may be used to determine the presence of sensory hypersensitivity. This article outlines and discusses 3 tests that have been used in the investigation of processes underlying neck pain as follows: pressure pain thresholds (PPT); thermal pain thresholds, and the brachial plexus provocation test.

**Summary:** Although there are some data available on the psychometric properties of these tests, particularly PPT, much more information is required before these tests can be comprehensively used in the clinical environment.

**Key words:** Neck pain. Whiplash injuries. Pain measurement. Sensory thresholds. Outcome assessment (health care). Spine. Cervical vertebrae.

Correspondencia:

M. Sterling.

Center for National Research on Disability and Rehabilitation Medicine (CONROD). The University of Queensland. Level 3. Mayne Medical School. Herston Road. Herston 4006. Australia.

Correo electrónico:  
m.sterling@uq.edu.au

Artículo presentado el 4 de marzo de 2008; en su forma revisada, el 20 de mayo de 2008.

Publicado en: J Manipulative Physiol Ther. 2008;31:534-9.  
Derechos de autor © 2008 National University of Health Sciences.  
doi:10.1016/j.jmpt.2008.08.002

## INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la hipersensibilidad sensorial es una característica que se ha observado hace relativamente poco y que está presente en algunas personas con dolor cervical<sup>1-3</sup>. La hipersensibilidad, o umbrales de dolor bajos, ocurre como respuesta a una variedad de estímulos, entre ellos la presión, el calor, el frío, la estimulación eléctrica, el movimiento o la inducción de dolor experimental<sup>4-8</sup>, y puede ocurrir tanto de forma local en la zona cervical como en lugares remotos, por ejemplo en las extremidades superiores e inferiores<sup>8</sup>. En el caso de condiciones relacionadas con la columna cervical, la hipersensibilidad en el área del cuello puede reflejar sensibilización de los nociceptores periféricos, y se cree que esta última presentación de hipersensibilidad sensorial generalizada indica mecanismos intensificados del procesamiento central del dolor<sup>2,4</sup>.

Es evidente que la hipersensibilidad sensorial no es una característica en todas las condiciones de dolor cervical. Aunque tanto el latigazo<sup>2,8</sup> como la radiculopatía cervical<sup>3</sup> muestran hipersensibilidad mecánica y térmica, tanto de forma local como generalizada, la hipersensibilidad en individuos con dolor cervical idiopático (sin traumatismo) parece limitarse al área del cuello, con pocos indicios que se propague a regiones remotas del cuerpo<sup>8</sup>. En estos estudios, los participantes con latigazo cervical y radiculopatía notificaron grados de dolor y discapacidad más elevados (índice de discapacidad cervical) que los participantes con dolor cervical idiopático. La dirección y la causalidad de la relación del dolor y la discapacidad con la hipersensibilidad sensorial no están del todo claras, pero en pacientes con dolor cervical y grados más altos de dolor y discapacidad indica un cuadro clínico más complejo.

El objetivo de una evaluación clínica sensorial es conocer los posibles mecanismos del dolor que subyacen en el cuadro que presenta un paciente individual<sup>9</sup>. El profesional sanitario puede considerar que una condición presenta principalmente una implicación de las vías nociceptivas periféricas o que hay hiperexcitabilidad central. Desafortunadamente, en esta etapa no hay ningún método de referencia para la evaluación de la hiperexcitabilidad central. La entrevista con el paciente y su historial médico pueden aportar pistas sobre la presencia de estos fenómenos, entre ellos: grados de dolor y discapacidad moderados o elevados, gran irritabilidad de la condición, presencia de alodinia y dificultades para dormir debido al dolor<sup>10</sup>.

Los métodos de evaluación física pueden incluir algometría de presión (para medir los umbrales del dolor mecánico o por presión), medición de los umbrales del dolor térmico y la prueba de tensión del plexo braquial (PTPB), también conocida como prueba de tensión de las extremidades superiores o prueba de Elvey. Aunque la PTPB no se considera una prueba de hiperexcitabilidad central, es sin duda una medida del umbral del dolor en respuesta a un estímulo mecánico, en este caso el movimiento. Por lo general, con la PTPB, el profesional espera una respuesta

unilateral que corresponda al lado de los síntomas, concretamente dolor en el brazo<sup>11</sup>. Sin embargo, se ha observado que los participantes con latigazo (e hipersensibilidad sensorial) muestran respuestas hipersensibles en la PTPB, entre ellas pérdida bilateral (no unilateral) de la extensión del codo en el umbral del dolor y grados de dolor autonotificado superiores a los notificados por controles asintomáticos y sanos<sup>7</sup>. Estas respuestas están presentes en individuos con latigazo cervical crónico<sup>7</sup>, así como en aquellos con grados de dolor y discapacidad mayores en la etapa aguda de la condición<sup>2</sup>. Más recientemente, se ha demostrado que en el uso autonotificado de la escala del dolor para la evaluación de síntomas neuropáticos de Leeds (LANSS, del inglés Leeds Assessment of Neuropathic Signs and Symptoms Scale), una proporción significativa (34%) de la cohorte con latigazo agudo mostraba un componente predominantemente neuropático del dolor<sup>12</sup>. Este grupo, además de mostrar hiperalgesia mecánica y ante el frío, también presentaba una extensión menor del codo en la PTPB, lo que indica su utilidad potencial en la evaluación de la hiperexcitabilidad central<sup>12</sup>.

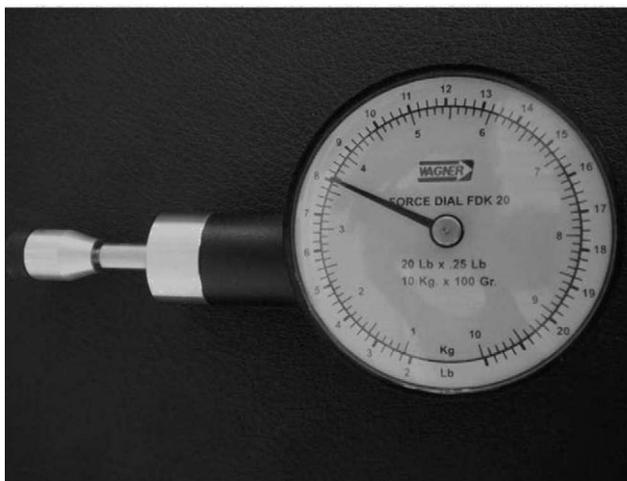
En resumen, de todas las pruebas disponibles para identificar la presencia de hipersensibilidad sensorial, las relacionadas con los umbrales del dolor térmico y los umbrales al dolor ante la presión, así como la PTPB, son las más descritas comúnmente en asociación al dolor cervical, y en este artículo examinaremos estas 3 pruebas de medición.

## DISCUSIÓN

### Descripción de las pruebas

#### *Algometría de presión (umbrales del dolor por presión)*

El umbral del dolor ante la presión (UDP) se define como la presión mínima necesaria para producir dolor. Hay varios algómetros de mano para medir la presión, desde un sencillo dispositivo con muelle (fig. 1), a dispositivos eléctricos más sofisticados con calibrador de presión neumático o por tensión (fig. 2). El tamaño de sonda comúnmente más utilizado es de 0,5-1 cm<sup>2</sup>, y los dispositivos registran la presión en diversas unidades: kp (kilopondios) = 10 N (newtons) = 100 kPa (kilopascales)<sup>13</sup>. Cuando el participante informa sobre la primera aparición del dolor, cesa la aplicación de presión, ya sea por mediación del examinador o de un interruptor activado por el participante en los algómetros electrónicos. Los dispositivos más sofisticados permiten el control de la tasa de aplicación de presión, y han demostrado ser más exactos, pero estos dispositivos son también mucho más costosos, lo que dificulta su uso en el entorno clínico<sup>14</sup>. Por lo general, se considera que los dispositivos más sencillos son adecuados para los fines clínicos<sup>13</sup>. Los nuevos dispositivos intentan simular la presión manual con algóme-



**Figura 1.** Algómetro con dispositivo de muelle sencillo, sin control en la tasa de aplicación de la presión.

tros que encajan en las yemas de los dedos, y cuentan con la aprobación de los profesionales<sup>15</sup>.

#### *Umbral del dolor térmico*

Al igual que el UDP, el umbral del dolor térmico se define como la temperatura (calor o frío) mínima necesaria para producir dolor. El equipamiento utilizado en los estudios de laboratorio para medir los umbrales del dolor térmico es engorroso y caro, por lo que no es fácilmente adaptable al uso clínico. Se trata de instrumentos controlados por retroalimentación que constan de una unidad de control y de un *termodo* tipo Peltier, que se aplica directamente sobre la piel. Por lo general, la temperatura inicial se establece a 30 °C y se aumenta o reduce por un valor fijo, 1 °C/s, por ejemplo. Son pocas las mediciones clínicas de los umbrales del dolor térmico descritas. Cathcart y Pritchard<sup>16</sup> describen un método de medición del umbral del dolor por frío mediante la aplicación de hielo sobre la piel a una presión constante. El tiempo transcurrido hasta que el estímulo del hielo se volvió por primera vez doloroso se midió con un cronómetro y se definió como el umbral del dolor ante el frío.

#### *Prueba de tensión del plexo braquial*

La prueba de tensión del plexo braquial según su descripción original tiene como objetivo activar el tejido nervioso de la extremidad superior<sup>17</sup>. La prueba incluye la aplicación de estímulos longitudinales controlados para comprobar la sensibilidad mecánica del tejido nervioso. La prueba se puede realizar siguiendo secuencias diversas, pero la más común es la siguiente: ligera depresión escapular, abducción de los hombros, supinación del antebrazo combinado con extensión de muñecas y dedos, rotación



**Figura 2.** Medición de los umbrales del dolor ante la presión mediante un algómetro electrónico con control en la tasa de aplicación de la presión.

externa de los hombros y extensión de codos. Se les pide a los participantes que indiquen al examinador cuando perciben dolor en cualquier lugar del brazo probado por primera vez (es decir, el umbral de dolor) durante la extensión del codo. El ángulo de la extensión del codo se mide con un goniómetro ordinario alineado a lo largo del eje humeral medio, epicóndilo medial y estiloides cubital. También se pide a los participantes que indiquen el dolor que experimentan durante la prueba, de acuerdo con una escala visual analógica de 10 cm, en la que 0 indica sin dolor y 10, el peor dolor imaginable. Se cree que la disminución en la extensión del codo está relacionada con la aparición de una actividad muscular protectora<sup>18</sup>.

#### **Propiedades psicométricas**

##### *Umbral de dolor ante la presión*

La algometría de la presión ha mostrado validez en la evaluación por palpación manual<sup>19</sup> y en los cuestionarios de dolor y discapacidad<sup>20</sup>. La fiabilidad intraexaminador de la algometría de presión en el dolor cervical ha resultado ser mayoritariamente buena (coeficientes de correlación de intraclass [CCI] N 0,78)<sup>21,22</sup>. La fiabilidad entre examinadores no se ha investigado bien en la columna cervical, pero los datos procedentes del estudio de otras condiciones y de controles asintomáticos muestran una fiabilidad elevada (CCI, 0,82-0,97)<sup>23,24</sup>.

Sin embargo, los CCI carecen de sensibilidad a los cambios sistemáticos en los resultados, como mejoras o deterioros graduales debidos a la repetición de la prueba, y es necesario emplear métodos estadísticos adicionales para cuantificar en las mismas unidades que la medición original<sup>22</sup>. La diferencia detectable más pequeña (SDD, del inglés *smallest detectable difference*) puede obtenerse a partir del error estándar de la medida (SEM) (SDD = 1,96 × 1,96

$\times \sqrt{2 \times \text{SEM}}$ ), e indica la diferencia mínima que debe ocurrir en la medida para demostrar un cambio verdadero, como opuesto a una fluctuación aleatoria en la medición<sup>24</sup>. Pocos estudios han realizado estos análisis. Ylinen et al<sup>22</sup> (2007) señalaron que es necesario un cambio de 20 N/cm<sup>2</sup> (200 kPa) para demostrar que existe una diferencia real entre las mediciones, pero otros consideran que este valor es inferior. En participantes con dolor cervical, Sterling et al<sup>21</sup> (2002) obtuvieron valores de SDD de 14,4 N/cm<sup>2</sup> (144 kPa) en zonas de la columna cervical, y Chesterton et al<sup>24</sup> (2007) obtuvieron 12,3 N/cm<sup>2</sup> (123 kPa) en una zona de la mano en participantes sanos como controles. Sterling et al<sup>21</sup> (2002) mostraron que el SEM es mayor en los sitios más remotos: por ejemplo, en el vientre muscular del tibial anterior será necesario un cambio superior a los 24,3 N/cm<sup>2</sup> (243 kPa) y esto debe tenerse en cuenta al evaluar zonas más alejadas de la columna cervical. Ylinen et al<sup>22</sup> (2007) señalan que medir varias veces el UDP (generalmente se toman 3 medidas) en cada sitio puede reducir los errores debidos a variaciones en las mediciones individuales y, por lo tanto, aumentar la fiabilidad.

En el caso de utilizar algometría de presión para determinar la presencia o la ausencia de umbrales bajos de dolor mecánico, y por lo tanto realizar inferencias sobre los mecanismos de procesamiento del dolor, es aconsejable realizar una comparación con datos normativos. En los participantes sanos, hay una variabilidad importante entre individuos en los UDP<sup>13</sup>, pero hay muchos artículos que han publicado los valores de UDP y los intervalos de confianza para los mismos procedentes de voluntarios sanos y en sitios pertinentes para la evaluación de la columna cervical<sup>9,25-28</sup>. Los profesionales pueden utilizar estos valores como una guía de la presencia de UDP más bajos, pero deben tener en cuenta los valores de error descritos anteriormente. Al igual que con cualquier evaluación de pacientes, es la recopilación de información, tanto subjetiva como física, y no una única medida, la que proporciona el cuadro clínico de hiperexcitabilidad central<sup>29</sup>. También debe tenerse en cuenta que los UDP son inferiores en las mujeres<sup>30</sup> y pueden variar con el ciclo menstrual<sup>31</sup>.

### Umbrales de dolor térmico

Dada la dificultad de medir el umbral del dolor térmico en el entorno clínico, hay mucha menos investigación sobre las propiedades psicométricas de estas medidas. Por lo general, los umbrales del dolor térmico están correlacionados de forma significativa con los umbrales del dolor evaluados mediante otras modalidades, como la presión<sup>2,32</sup>. Park et al<sup>33</sup> (2001) demostraron que había una buena fiabilidad intraexaminador para el umbral del dolor ante el calor, pero la medición de los umbrales del dolor al frío fueron mucho menos fiables. Existen algunos datos normativos para realizar comparaciones, pero no se hallaron estudios que obtuviesen medidas de SEM capaces de calcular la magnitud del "cambio real".

Cathcart y Pritchard<sup>16</sup> (2006) publican una interesante medida clínica del umbral de dolor ante el frío. Aplicaron hielo a diversas zonas corporales (muñeca y sienes) y midieron el tiempo que tardaban los participantes en notificar el umbral del dolor. El tiempo transcurrido hasta alcanzar el umbral del dolor oscilaba entre 38 y 43 s en la zona de la cabeza. Estos autores encontraron una buena fiabilidad intraexaminador, con unos CCI que oscilaban entre 0,79 y 0,94, aunque no se publicó el SEM. En la situación actual, donde hay pocas pruebas para medir los umbrales del dolor térmico en el entorno clínico, este modo de evaluar el umbral del dolor ante el frío podría resultar clínicamente útil, aunque se necesitan evaluaciones adicionales para establecer su validez, fiabilidad y respuesta.

### Prueba de tensión del plexo braquial

No se ha establecido la validez de la PTPB como medida de la hiperexcitabilidad central, pero se han observado respuestas de hipersensibilidad a esta prueba en personas con latigazo agudo y crónico<sup>2,35</sup>. Se ha demostrado que la pérdida bilateral de la amplitud de movimiento (extensión del codo) está asociada con umbrales de dolor ante la presión y el frío reducidos en los latigazos cervicales<sup>12</sup>. En vista de estos resultados y de que los profesionales osteomusculares están familiarizados con esta prueba, podría ser una herramienta clínica útil para la valoración de la hipersensibilidad en el dolor cervical.

Se ha obtenido un grado elevado de fiabilidad intraexaminador (CCI N 0,98) para el uso clínico de la PTPB en pacientes con dolor cervicobraquial, que carece de dispositivos estabilizadores utilizados de forma común en estudios de laboratorio<sup>36</sup>. Cuando se calculó el SDD mediante la media de las puntuaciones de 3 repeticiones, el SDD de la amplitud de movimiento de la extensión del codo fue aproximadamente de 4,5°. Cuando se realizó sólo una repetición, lo que se aproxima más a la práctica clínica, las diferencias superiores a los 7,5° aproximadamente representan diferencias verdaderas (sin error)<sup>36</sup>.

Estos autores también demostraron una fiabilidad excelente interexaminador e intraexaminador (CCI entre sesiones separadas entre sí 48 h con controles asintomáticos, aunque los pacientes no fueron parte de estos análisis)<sup>36</sup>.

No se han realizado estudios a gran escala con datos normativos para la PTPB, aunque algunos estudios con tamaños de muestra más pequeños proporcionan datos para la comparación<sup>7,36</sup>. Si los profesionales utilizan estos valores como referencia, deben tener en cuenta el modo en que se realizó la prueba, en particular la secuencia de movimientos, los resultados utilizados y si la medición de la amplitud del movimiento se realizó al alcanzar el umbral del dolor o, al contrario, la tolerancia al dolor.

### Estado clínico

Es cada vez más aparente que la determinación de la presencia o la ausencia de hipersensibilidad sensorial en pa-

cientes con dolor cervical es importante. Una característica observada en los latigazos crónicos es la existencia de umbrales bajos del dolor ante la presión o la temperatura, ya sean generalizados o extensos, y la hipersensibilidad sensorial. Asimismo, ello se ha observado en individuos con latigazo agudo, grados elevados de dolor autonotificado, discapacidad y recuperación funcional deficiente, y en radiculopatía cervical<sup>2,3,28</sup>. Sin embargo, no es una característica observada en el dolor cervical crónico idiopático o sin traumatismo<sup>8</sup>. A partir de la investigación sensorial del dolor cervical, se infiere que pueden haber diferentes mecanismos implicados en la presentación de las diversas condiciones del dolor cervical y en pacientes individuales. Si este es el caso, sería lógico suponer que son necesarias diferentes estrategias de intervención para abordar los distintos mecanismos subyacentes. Este concepto puede resultar insólito para los profesionales osteomusculares, más acostumbrados a un enfoque basado en las deficiencias a la hora de realizar la evaluación y el tratamiento<sup>37</sup>. Sin embargo, el diagnóstico basado en los mecanismos se ha recomendado de forma amplia para la evaluación clínica del dolor neuropático<sup>9</sup>, pero está aún por extenderse a las condiciones de dolor osteomuscular más comunes.

La inclusión de una evaluación sensorial más detallada en la evaluación de los pacientes con dolor cervical también puede aportar información pronóstica importante. La presencia temprana de hipersensibilidad sensorial, especialmente hiperalgesia al frío y tolerancia reducida al dolor ante el frío, resulta predictiva de desenlaces deficientes tras la lesión por latigazo<sup>38,39</sup>, y la identificación de estos factores está ahora incluida en las directrices clínicas recientes para el tratamiento del latigazo cervical<sup>40</sup>. Esto pone de manifiesto la importancia de la identificación clínica de la hipersensibilidad sensorial, no sólo en el dolor cervical crónico, sino en las primeras etapas agudas después de una lesión por latigazo. Debe hacerse hincapié en que estos factores mostraron capacidad predictiva, junto con otros factores, como el grado de dolor y de discapacidad moderado o elevado, la pérdida del movimiento cervical y la aflicción psicológica.

La presencia de hipersensibilidad tanto mecánica como al frío en las personas con latigazo crónico puede aportar una indicación de aquellos que con más probabilidad no responden al tratamiento físico. En un reciente ensayo preliminar de distribución aleatorizada y controlado, los pacientes con trastornos asociados al latigazo crónico y características como hiperalgesia mecánica y al frío, mostraban una respuesta deficiente al tratamiento con fisioterapia multimodal que incluía orientación, educación, tratamiento manual y ejercicios específicos<sup>41</sup>. Además de usar las medidas sensoriales como factores de estratificación, algunos estudios utilizaron los UDP como los parámetros medidos en ensayos controlados y aleatorizados. O'Leary et al<sup>42</sup> (2007) obtuvieron aumentos pequeños, pero estadísticamente significativos (intervalo de confianza del 95%, 11,34-32,51 kPa) de los UDP cervicales

inmediatamente después de ejercicios de flexión cervical, pero podría argumentarse que los cambios en los UDP no estaban fuera de los márgenes de error<sup>22</sup>. De igual manera, se observaron aumentos pequeños inmediatamente después de la movilización cervical<sup>43</sup>. Se obtuvieron cambios mayores y clínicamente más pertinentes (media de 15-34 N/cm<sup>2</sup> [150-340 kPa]) en un seguimiento a largo plazo (12 meses) después de ejercicios de entrenamiento de la resistencia y la fuerza para el cuello, que iban acompañados de disminuciones en el grado de dolor<sup>44</sup>.

Las intervenciones físicas, como el ejercicio y el tratamiento manual, parecen tener una influencia menor en los umbrales del dolor<sup>42,43</sup>, y esto puede reflejar diferentes mecanismos subyacentes entre la hipersensibilidad mecánica y la térmica. En ningún estudio se ha investigado todavía los efectos de las intervenciones físicas en los umbrales del dolor ante el frío, y ésta debería ser un área de investigación para el futuro, en vista de la capacidad predictiva de este factor. Aunque en algunos estudios se ha demostrado que las mejoras en la amplitud del movimiento obtenidas con la PTPB pueden ocurrir después del tratamiento manual en los pacientes con dolor cervicobraquial unilateral<sup>11</sup>, la PTPB rara vez se ha usado como resultado en los ensayos de tratamiento para el latigazo o dolor restringido a la columna cervical.

## CONCLUSIONES

La importancia de los fenómenos de la hipersensibilidad sensorial en el dolor cervical sólo ha ganado reconocimiento recientemente. Como tal, el desarrollo de pruebas que permitan al profesional detectar y controlar estos trastornos sensoriales está en sus etapas iniciales. En este artículo se han examinado 3 pruebas que podrían resultar útiles en el entorno clínico, a fin de inferir en los mecanismos de procesamiento del dolor subyacentes en la presentación de éste en un paciente dado. Sin embargo, queda mucho camino por recorrer en el desarrollo futuro antes que estas pruebas puedan utilizarse con confianza en la consulta. Por ejemplo, es necesario realizar determinaciones adicionales de las propiedades psicométricas (fiabilidad, respuesta y relaciones con la mejora en el estado funcional del paciente), así como la creación de valores normativos para la comparación clínica. Aunque la inclusión de pruebas específicas de hipersensibilidad sensorial puede ayudar en el proceso de decisión clínica, en esta etapa de desarrollo de las pruebas, se anima a los profesionales a continuar realizando una evaluación clínica minuciosa, que incluya tanto información procedente del propio paciente respecto a su condición, como un examen físico.

## CONFLICTO DE INTERESES

La autora ha declarado no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kasch H, Stengaard-Pedersen K, Arendt-Nielsen L, Staehelin Jensen T. Pain thresholds and tenderness in neck and head following acute whiplash injury: a prospective study. *Cephalalgia*. 2001;21:189-97.
2. Sterling M, Jull G, Vicenzino B, Kenardy J. Sensory hypersensitivity occurs soon after whiplash injury and is associated with poor recovery. *Pain*. 2003;104:509-17.
3. Chien A, Eliav E, Sterling M. Whiplash (grade II) and cervical radiculopathy share a similar sensory presentation: an investigation using quantitative sensory testing. *Clin J Pain*. 2008;24:595-603.
4. Koelbaek-Johansen M, Graven-Nielsen T, Schou-Olesen A, Arendt-Nielsen L. Muscular hyperalgesia and referred pain in chronic whiplash syndrome. *Pain*. 1999;83:229-34.
5. Curatolo M, Banic B, Petersen-Felix S, Andersen O, Radanov B, Villeger P, et al. Preliminary electrophysiological evidence for central hypersensitivity in whiplash pain and fibromyalgia. *Proceedings of the 10th World Congress on Pain*; 2002 Aug 17-22; San Diego, USA. Seattle: International Association for the Study of Pain.
6. Moog M, Quintner J, Hall T, Zusman M. The late whiplash syndrome: a psychophysical study. *Eur J Pain*. 2002;6:283-94.
7. Sterling M, Treleaven J, Jull G. Responses to a clinical test of mechanical provocation of nerve tissue in whiplash associated disorders. *Man Ther*. 2002;7:89-94.
8. Scott D, Jull G, Sterling M. Sensory hypersensitivity is a feature of chronic whiplash associated disorders but not chronic idiopathic neck pain. *Clin J Pain*. 2005;21:175-81.
9. Rolke R, Magerl W, Cambell K, Schalber C, Caspari S, Bircklein R, et al. Quantitative sensory testing: a comprehensive protocol for clinical trials. *Eur J Pain*. 2006;10:77-88.
10. Sterling M, Kenardy J. Physical and psychological aspects of whiplash: important considerations for primary care assessment. *Man Ther*. 2008;13:93-102.
11. Coppieters M, Stappaerts K, Wouters L, Janssens K. The immediate effects of a cervical lateral glide treatment technique in patients with neurogenic cervicobrachial pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33:369-78.
12. Sterling M, Pedler A. A neuropathic pain component is common in acute whiplash and associated with a more complex clinical presentation. *Man Ther*. 2009;14:173-9.
13. Ylinen J. Clinimetrics: pressure algometry. *Aust J Physiother*. 2007;53:207.
14. Rolke R, Campbell K, Magerl W, Treede R. Deep pain thresholds in the distal limbs of healthy human subjects. *Eur J Pain*. 2005;9:39-48.
15. Bernhardt O, Schiffman E, Look J. Reliability and validity of a new fingertip-shaped pressure algometer for assessing pressure pain thresholds in the temporomandibular joint and masticatory muscles. *J Orofacial Pain*. 2007;21:29-38.
16. Cathcart S, Pritchard D. Reliability of pain threshold measurement in young adults. *J Headache Pain*. 2006;7:21-6.
17. Elvey R. En: Glasgow E, Twomey L, editors. *Brachial plexus tension test and the pathoanatomical origin of arm pain. Aspects of manipulative therapy*. Lincoln Institute of Health Sciences; 1979. p. 105-10.
18. Hall T, Elvey R. Nerve trunk pain: physical diagnosis and treatment. *Man Ther*. 1999;4:63-73.
19. Visscher C, Lobbezoo F, Naeije M. Comparison of algometry and palpation in the recognition of temporomandibular disorder pain complaints. *J Orofacial Pain*. 2004;18:214-9.
20. Goolkasian P, Wheeler A, Gretz S. The neck pain and disability scale: test-retest reliability and construct validity. *Clin J Pain*. 2002;18:245-50.
21. Sterling M, Carllson Y, Crommert L, Jull G. Are cervical physical outcome measures influenced by the presence of symptomatology. *Physiother Res Int*. 2002;7:113-21.
22. 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.
23. Tunks E, McCain G, Hart L. The reliability of examination for tenderness in patients with myofascial pain, chronic fibromyalgia and controls. *J Rheumatol*. 1995;22:944-52.
24. 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;23:760-6.
25. Jensen R, Rasmussen K, Pedersen B, Lous I, Olesen J. Cephalic muscle tenderness and pressure pain threshold in a general population. *Pain*. 1992;48:197-203.
26. Antonaci F, Sand T, Lucas G. Pressure algometry in healthy subjects: inter-examiner reliability. *Scand J Rehabil Med*. 1998;30:3-8.
27. Sterling M, Treleaven J, Edwards S, Jull G. Pressure pain thresholds of upper limb peripheral nerve trunks in asymptomatic subjects. *Physiother Res Int*. 2000;5:220-9.
28. Sterling M, Treleaven J, Edwards S, Jull G. Pressure pain thresholds in chronic whiplash associated disorder: further evidence of altered central pain processing. *J Musculoskelet Pain*. 2002;10:69-81.
29. Treede R, Baron R. How to detect a sensory abnormality. *Eur J Pain*. 2008;12:395-6.
30. Chesterton L, Barlas P, Foster N, Baxter G, Wright C. Gender differences in pressure pain thresholds in healthy humans. *Pain*. 2003;101:259-66.
31. Isselee H, DeLaat A, Bogaerts K, Lysens R. Long-term fluctuations of pressure pain thresholds in health men, normally menstruating women and oral contraceptive users. *Eur J Pain*. 2001;5:27-37.
32. Edwards R, Fillingham R. Self-reported pain sensitivity: lack of correlation with pain threshold and tolerance. *Eur J Pain*. 2007;11:594-8.
33. Park R, Wallace M, Schulteis G. Relative sensitivity to alfentanil and reliability of current perception threshold vs von Frey tactile stimulation and thermal sensory testing. *J Peripheral Nerv Syst*. 2001;6:232-40.
34. Yarnitsky D, Sprecher E, Zaslansky R, Hemli J. Heat pain thresholds: normative data and repeatability. *Pain*. 1995;60:329-32.
35. Ide M, Ide J, Yamaga M, Takagi K. Symptoms and signs of irritation of the brachial plexus in whiplash injuries. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2001;83:226-9.
36. Coppieters M, Stappaerts K, Janssens K, Jull G. Reliability of detecting "onset of pain" and "submaximal pain" during neural provocation testing of the upper quadrant. *Physiother Res Int*. 2002;7:146-56.
37. Zimny N. Diagnostic classification and orthopaedic physical therapy practice: what can we learn from medicine. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004;34:105-15.
38. Sterling M, Jull G, Vicenzino B, Kenardy J, Darnell R. Physical and psychological factors predict outcome following whiplash injury. *Pain*. 2005;114:141-8.
39. Kasch H, Qerama E, Bach F, Jensen T. Reduced cold pressor pain tolerance in non-recovered whiplash patients: a 1 year prospective study. *Eur J Pain*. 2005;9:561-9.
40. MAA. Guidelines for the management of whiplash-associated disorders. Sydney: Motor accidents authority; 2007. p. 16.
41. Jull G, Sterling M, Kenardy J, Beller E. Does the presence of sensory hypersensitivity influence outcomes of physical rehabilitation for chronic whiplash? - a preliminary RCT. *Pain*. 2007;129:28-34.
42. O'leary S, Falla D, Hodges P, Jull G, Vicenzino B. Specific therapeutic exercise of the neck induces immediate local hyperalgesia. *J Pain*. 2007;8:832-9.
43. Sterling M, Jull G, Wright A. Cervical mobilisation: concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. *Man Ther*. 2001;6:72-81.
44. Ylinen J, Takala E, Kautianen H, Nykanen M, Hakkinen A, Pohjolainen T, et al. Effect of long-term neck muscle training on pressure pain threshold: a randomised controlled trial. *Eur J Pain*. 2005;9:673-81.