

# Efecto de la neuromodulación percutánea ecoguiada en el nervio femoral sobre el dolor y rango de movimiento en pacientes con dolor anterior de rodilla: Estudio de caso

Paula García-Bermejo<sup>1</sup> Carlos Romero-Morales<sup>2</sup> Blanca de-la-Cruz-Torres<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Clínica de Fisioterapia DINAMIA, Madrid, España

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad Europea de Madrid, Madrid, España

<sup>3</sup>Departamento de Fisioterapia, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

Address for correspondence Blanca de-la-Cruz-Torres, Departamento de Fisioterapia, Universidad de Sevilla, calle Avicena s/n, 41009, Sevilla, España (e-mail: bcruz@us.es).

Rev Fisioter Invasiva 2020;3:30–34.

## Resumen

**Introducción** El dolor anterior de rodilla (DAR) es uno de los principales motivos de consulta y su tratamiento continúa siendo un reto para el fisioterapeuta. El objetivo del estudio fue evaluar los efectos de una intervención de neuromodulación percutánea ecoguiada (NMP-e) en el nervio femoral sobre el dolor y el rango de movimiento (ROM) de flexión de rodilla, en pacientes con dolor anterior de rodilla unilateral crónico.

**Método** Ocho pacientes recibieron una única intervención de NMP-e sobre el nervio femoral de la rodilla sintomática. El nivel de dolor y el ROM fueron medidos antes, inmediatamente después y a las 24 horas de la intervención.

**Resultados** Se produjo un descenso del dolor y un aumento del ROM tras la intervención y a las 24 horas. Respecto al dolor, el tamaño del efecto fue mediano ( $ES = 0,63 \pm 0,43$ ) tras la intervención y grande ( $ES = 1,73 \pm 0,44$ ) a las 24h. Respecto al ROM, el tamaño del efecto fue grande en ambos momentos ( $ES = -1,30 \pm 1,14$ ;  $-1,76 \pm 0,80$ , respectivamente).

**Conclusión** Una única intervención de NMP-e sobre el nervio femoral produce una disminución del dolor y aumenta el ROM, mayor a las 24h de la estimulación.

**Nivel de evidencia** Nivel II-3.

## Palabras Claves

- ▶ dolor anterior de rodilla
- ▶ nervio femoral
- ▶ neuromodulación percutánea
- ▶ ecografía

## Introducción

El dolor anterior de rodilla (DAR) es uno de los principales motivos de consulta y su tratamiento continúa siendo un reto para el fisioterapeuta. Se caracteriza por un dolor inespecífico de rodilla localizado alrededor de la rótula, principalmente anteromedial y/o retropatelar.<sup>1</sup>

La etiología del DAR no es clara y se sugiere que es multifactorial,<sup>2,3</sup> incluyendo anomalías de la rótula,<sup>4</sup> alteraciones biomecánicas<sup>5</sup> o por sobreuso, especialmente en adolescentes.<sup>6</sup> Sin embargo, son diferentes los autores que han sugerido que el DAR no es solo un problema mecánico local sino, mas bien el resultado de la

sensibilización del sistema neural,<sup>7</sup> al igual que en otras patologías músculo-esqueléticas. De-la-Cruz-Torres<sup>8</sup> demostró que pacientes con epicondialgia unilateral crónica tenían una excitabilidad disminuida del nervio radial, independientemente del codo sintomático. Rodríguez-Fernández y col.,<sup>9</sup> verificaron que los pacientes con inestabilidad funcional del tobillo, mostraron una excitabilidad disminuida en su nervio peroneo común en comparación con los sujetos sin lesiones en el tobillo. En relación a la rodilla, Lin y col.,<sup>7</sup> encontraron que los pacientes con DAR presentaron una alteración en la mecanosensibilidad del nervio femoral. Son muchos los

received  
November 2, 2019  
accepted  
December 5, 2019

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0040-1701431>.  
ISSN 2386-4591.

Copyright © 2020 by Thieme Revinter Publicações Ltda, Rio de Janeiro, Brazil

License terms



terapeutas que implementan sus protocolos de valoración del DAR con test clínicos sobre los nervios periféricos.

La estimulación eléctrica del sistema nervioso periférico es un procedimiento terapéutico que aplica la corriente eléctrica sobre el nervio periférico para tratar el dolor crónico.<sup>10,11</sup> Para ello, los impulsos eléctricos interfieren en la acción de los impulsos del sistema nervioso central, que le hacen sentir dolor. Hoy en día, la neuromodulación percutánea ecoguiada (NMP-e) sobre el sistema nervioso periférico está experimentando un gran auge. Esta intervención mínimamente invasiva, consiste en la aplicación de una estimulación eléctrica percutánea a través de una aguja de acupuntura que se coloca cerca del nervio (perineuro) o el punto motor del músculo, mediante guía ecográfica.<sup>12</sup> Principalmente, la NMP-e se utiliza con fines terapéuticos como es el alivio de dolor crónico<sup>13</sup> y dolor neuropático<sup>14</sup>; o con el objetivo de mejorar la actividad muscular.<sup>15</sup> En relación al dolor crónico, son diferentes los autores que justifican la aplicación de la neuromodulación dado el mecanismo de sensibilización central.<sup>7</sup> Sin embargo, existe todavía una evidencia limitada respecto a la efectividad de técnicas fisioterapéuticas orientadas al dolor crónico a través del tratamiento de los nervios periféricos para abordar las diferentes patologías músculo-esqueléticas, especialmente, si son de larga evolución.

Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de una intervención de NMP-e en el nervio femoral sobre el dolor y el rango de movimiento (ROM) de flexión de rodilla, en pacientes con DAR unilateral.

## Método

### Diseño. Estudio de Casos

**Sujetos.** Se reclutaron 8 pacientes (6 mujeres, 2 hombres) con DAR unilateral procedentes de una clínica privada. Los sujetos recibieron una intervención de NMP-e en el nervio femoral del lado afecto. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: presentar dolor de rodilla unilateral, duración del dolor mayor a 3 meses y tener edad comprendida entre 25–55 años. Los criterios de exclusión fueron: presentar disimetría estructural de miembros inferiores, haber sido intervenido quirúrgicamente de alguna rodilla, manifestar patología de columna lumbar (protusión, hernia discal,...) por la posible afectación del plexo lumbar,<sup>16</sup> estar bajo medicación y las propias contraindicaciones de la NMP-e (belenofobia, embarazo, marcapasos, epilepsia).<sup>12</sup>

### Consideraciones Éticas

Este estudio fue aprobado por el comité ético local (08/2008) y cumplió con todos los principios establecidos en la Declaración de Helsinki. Todos los sujetos firmaron el consentimiento informado por escrito para participar en este estudio.

### Variables

Se obtuvieron los datos demográficos que incluyen edad, peso, altura, índice de masa corporal (IMC), sexo, lado dominante, lado sintomático y duración de los síntomas.

Como variables clínicas se analizó:

- El nivel de dolor que manifestaba el paciente se evaluó mediante una escala analógica visual (EVA).<sup>17</sup> Para ello, sobre una regla de 100 mm de longitud con dos etiquetas, “sin dolor” y “dolor máximo,” ubicadas en los extremos de una línea, el paciente debe indicar su nivel de dolor con una línea vertical (0, sin dolor; 100 mm, dolor máximo).
- El ROM de flexión activa de la rodilla fue medido mediante goniometría.<sup>18</sup> La goniometría es uno de los procedimientos de evaluación más utilizado en la clínica diaria. El uso del goniómetro universal ha mostrado tener una buena fiabilidad inter e intra observador.<sup>19</sup> Para las mediciones, los pacientes se colocaron en decúbito supino y con las rodillas estiradas. A partir de ahí, se le pidió al paciente que realizara una flexión hasta la aparición del dolor en la cara anterior de la rodilla, que le recordara a su dolor. Se evitó que el paciente alcanzara un ROM de flexión hasta el máximo dolor posible para no provocar una irritación de la rodilla que pudiera afectar a las mediciones posteriores. Un examinador, con más de 5 años de experiencia en goniometría, realizó tres mediciones, eligiendo la media de ellas como valor final.

Todas las variables se midieron antes, inmediatamente después y a las 24 horas de la intervención.

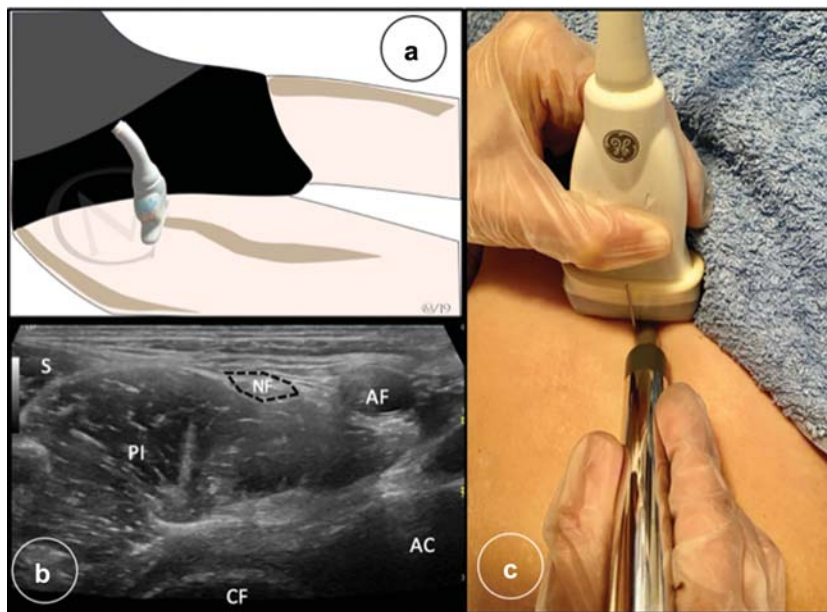
### Procedimiento

Todos los sujetos recibieron una única intervención de NMP-e sobre el nervio femoral. Para ello, los pacientes se colocaron en posición de decúbito supino con la parte anterior de la cadera descubierta. La intervención consistió en la aplicación de una corriente eléctrica bifásica de onda cuadrada, con una frecuencia de 10Hz, un duración de fase de 250µs y una intensidad máxima tolerable para causar una contracción muscular exacerbada por un total de 1,5 minutos, según el protocolo de Valera y Minaya.<sup>12</sup> Se utilizó un dispositivo con certificado sanitario (Physio Invasiva®, PRIM, España). El nervio femoral fue localizado de manera transversal en el pliegue inguinal, mediante un ecógrafo con un transductor lineal de alta frecuencia de 12L (sección transversal) (Logiq e, GE Healthcare, EE. UU.). Posteriormente, una aguja de acupuntura de acero inoxidable (0,30 mm × 30 mm) (Physio Invasiva®, PRIM, España) fue insertada en eje corto, con una inclinación de 80° a la superficie de la piel, hasta el perineuro del nervio femoral (►Fig. 1) Antes de insertar una aguja, la piel del paciente se limpió con solución de alcohol isopropílico al 70%. Un fisioterapeuta con 6 años de experiencia en fisioterapia invasiva realizó la intervención.

Se pidió a todos los pacientes que informaran cualquier evento adverso que experimentaran durante la investigación.

### Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete SPSS (v.21 para MAC OS, IBM; Armonk, NY). La normalidad de la distribución de la muestra se evaluó utilizando el test



**Fig. 1** Neuromodulación Percutánea Ecoguiada. (a) Colocación de la sonda para la visualización ecográfica del nervio femoral; (b) Imagen ecográfica de la intervención; (c) Intervención sobre el nervio femoral. Abreviaturas: AC, acetábulo; AF, arteria femoral; CF, cabeza femoral; NF, nervio femoral; PI, psoas-iliaco; S, sartorio.

Shapiro-Wilk. Para el análisis descriptivo se expresaron los resultados como media y desviación típica. Asimismo, para la comparación entre los momentos de medición (M1: pre-intervención; M2: post-intervención; y M3: a las 24 horas de la intervención), se utilizó el test t-Student para muestras relacionadas, teniendo en cuenta un valor de  $p < 0,05$  como nivel de significación.

Se calculó el tamaño del efecto (ES, límite de confianza del 90% (LC)) en las variables seleccionadas.<sup>20</sup> Los valores de umbral para calcular la magnitud del ES fueron  $<0.20$ ,  $0.20-0.59$ ,  $0.60-1.2$  y  $>1.2$  para trivial, pequeño, moderado y grande, respectivamente. Los cambios cualitativos de mayor o menor magnitud se evaluaron cualitativamente de la siguiente manera:  $<1\%$ , casi seguro que no;  $1-5\%$ , muy improbable;  $5-25\%$ , poco probable;  $25-75\%$ , posible;  $75-95\%$ , probable;  $95-99\%$ , muy probable;  $>99\%$ , casi cierto.<sup>20</sup> Un efecto sustancial se consideró  $>75\%$ .<sup>21</sup>

Finalmente, se calculó la fiabilidad intraexaminador mediante el índice de correlación intraclase (ICC), el error estándar de las medidas (EEM) y el mínimo cambio detectable al 95% (MCD) para la variable ROM de flexión de rodilla.

## Resultados

La **Tabla 1** muestra los valores de las variables sociodemográficas, incluida la edad ( $36 \pm 5,76$  años), peso ( $65,37 \pm 8,48$  Kg), talla ( $164 \pm 0,05$  cm), índice de masa corporal ( $23,96 \pm 1,69$ ), duración de los síntomas ( $5,81 \pm 0,53$  meses), que presentó la muestra. Reclutamos 6 mujeres y 2 hombres, todos ellos con dolor en la rodilla derecha.

La **Tabla 2** muestra los valores del ROM de flexión y el nivel de dolor al inicio del estudio, tras la intervención y a las 24 horas de la misma. Comparando con las mediciones basales, se observaron diferencias en el nivel de dolor

**Tabla 1** Datos sociodemográficos de la muestra

Variables	Media $\pm$ desviación estándar
Edad, años	$36 \pm 5.76$
Peso, kg	$65.37 \pm 8.48$
Altura, cm	$164 \pm 0.05$
IMC, kg/m <sup>2</sup>	$23.96 \pm 1.69$
Duración de los síntomas (meses)	$5.81 \pm 0.53$
Sexo (M/H)	6/2
Lado dominante (D/I)	8/0
Lado Afecto (D/I)	8/0

inmediatamente tras la intervención y a las 24 horas de la misma, respectivamente (Probable; ES:  $-1,30 \pm 1,14$ ; Casi cierto; ES:  $-1,76 \pm 0,80$ ). Sin embargo, el porcentaje de cambio fue mayor a las 24 horas ( $-14,3$  vs  $-71,4\%$ , respectivamente). Respecto al ROM de la flexión de rodilla solo se observó diferencia significativa a las 24 horas de la intervención, respectivamente (Muy probable; ES:  $0,63 \pm 0,43$ ; Casi cierto; ES:  $1,73 \pm 0,44$ ). Sin embargo, el porcentaje de cambio fue mayor a las 24 horas ( $10,4$  vs  $15,2\%$ , respectivamente) (**Tabla 2**, **Fig. 2**).

Finalmente, la medición del ROM de flexión de rodilla mostró una alta fiabilidad intraexaminador (ICC  $\geq 0,98$ ).

No se registraron efectos adversos durante la intervención ni durante el periodo de seguimiento.

## Discusión

El principal hallazgo de este estudio fue que se obtuvo mejoría de ambas variables estudiadas (ROM y dolor), siendo mayor a

**Tabla 2** Nivel de dolor y rango de movimiento de flexión de la rodilla antes (M1), después (M2) y a las 24 horas (M3) de la intervención

	Momentos de Medidas			Diferencias estandarizadas & EC (LC:90%) (M1 vs M2)	Cambio en la media (%) (M1 vs M2)	Diferencias estandarizadas & EC (LC:90%) (M1 vs M3)	Cambio en la media (%) (M1 vs M3)
	Pre-intervención (M1)	Post-intervención (M2)	Post-24h (M3)				
Rango de movimiento (°)	135,5 ± 5,97 (131,4; 139,6)	139,7 ± 5,11 <sup>a</sup> (136,2; 143,2)	147,1 ± 4,45 <sup>b</sup> (144,0; 150,2)	0,63 ± 0,43 (95/4/0) Muy probable	10,4	1,73 ± 0,44** (100/0/0) Casi cierto	15,2
Nivel de Dolor (mm)	64,3 ± 14,9 (54,0; 74,6)	42,5 ± 28,1 <sup>a</sup> (23,0; 62,0)	34,7 ± 20,8 <sup>b</sup> (20,3; 49,1)	-1,30 ± 1,14* (2/3/94) Probable	-14,3	-1,76 ± 0,80** (0/0/100) Casi cierto	-71,4

Abreviaturas: EC, evaluación cualitativa; LC, límites de confianza.

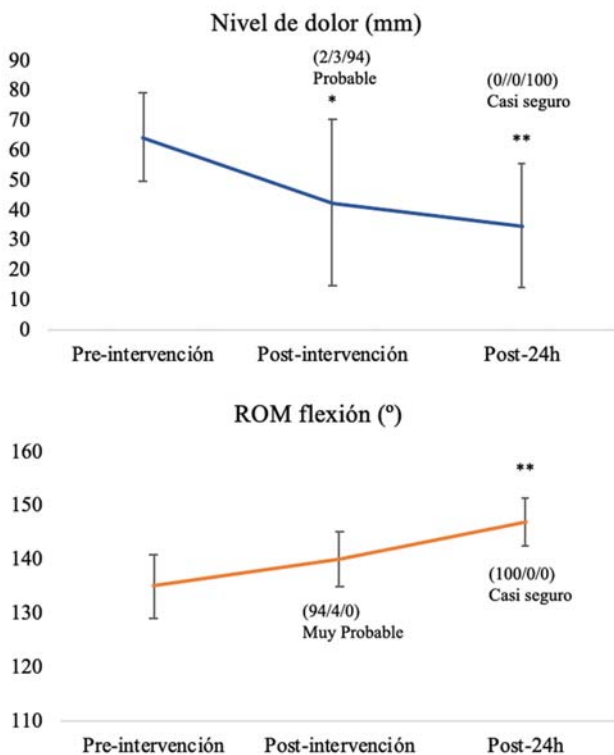
Todos los datos son proporcionados como media ± desviación estándar y el intervalo de confianza al 90%.

<sup>a</sup>Diferencia sustancial entre los valores pre-intervención y post-intervención.

<sup>b</sup>Diferencia sustancial entre los valores pre-intervención y a las 24 horas.

\* $p < 0,05$ , diferencia estadísticamente significativa entre los valores pre-intervención y post-intervención.

\*\* $p < 0,001$ , diferencia estadísticamente significativa entre los valores pre-intervención y a las 24 horas.



**Fig. 2** Valores del nivel de dolor y ROM de la flexión de la rodilla en cada uno de los momentos de medida. \* $p < 0,05$ , diferencia estadísticamente significativa entre los valores pre-intervención y post-intervención. \*\* $p < 0,001$ , diferencia estadísticamente significativa entre los valores pre-intervención y a las 24 horas.

las 24 horas tras la estimulación. Concretamente, se produjo una disminución del dolor y aumento del ROM de flexión de rodilla por lo que mejoró la movilidad de la rodilla (► **Tabla 2**). Esos resultados, corroboran estudios previos que abordaron beneficios terapéuticos tras la aplicación de NMP-e.<sup>22,23</sup>

La neuromodulación consiste en la aplicación de corriente eléctrica para aliviar el dolor. Aunque el mecanismo fisiológico no se conoce bien, todo apunta a la “teoría de la compuerta del dolor” (*gate control theory*) propuesta por Melzack y Wall en 1965. Esta teoría sugiere que cualquier intervención que active

las aferencias mecanosensitivas de gran diámetro tiene el potencial para modular la transmisión del dolor en la médula espinal.<sup>24</sup> Actualmente, la aplicación percutánea de la neuromodulación está en auge y bajo investigación clínica para determinar su correcta metodología. De hecho, De-la-Cruz-Torres y col.,<sup>25</sup> demostraron que la aplicación percutánea produce una mayor mejora cualitativa del rendimiento frente a la aplicación transcutánea tras la estimulación del músculo flexor hallucis longus en bailarinas.

La aplicación de NMP-e ha demostrado ser un procedimiento efectivo, fácil de realizar y seguro. Se han obtenido efectos positivos al final del tratamiento en cuanto a la reducción del dolor<sup>23,26</sup> y el restablecimiento de la fuerza.<sup>28</sup> Por un lado, Ilfeld y col.,<sup>26</sup> obtuvieron una disminución del dolor y aumento del ROM pasivo y activo de flexión de rodilla durante la aplicación de la corriente en pacientes con dolor post-quirúrgico. También, Ilfeld y col.,<sup>23</sup> encontraron una disminución del dolor tras un tratamiento de NMP-e sobre el nervio femoral en pacientes con reconstrucción de ligamento cruzado anterior. Por otro lado, Álvarez-Prats y col.,<sup>27</sup> demostraron un aumento inmediato de la fuerza isométrica del cuádriceps tras la estimulación del nervio femoral en pacientes con dolor de rodilla. Los resultados de este estudio añaden que, respecto a los efectos obtenidos, el porcentaje de cambio es mayor a las 24 horas de una única intervención. Según los autores, no existe estudio precedente que analice el efecto a corto plazo de una sola intervención de NMP-e, más allá de los efectos inmediatos o tras un tratamiento. Por tanto, la relevancia de esos datos preliminares para la práctica clínica, es conocer el tiempo que dura el efecto producido tras la NMP-e para determinar con mayor exactitud la correcta aplicación de la misma. Dado los beneficios clínicos de esa técnica, son necesarios más estudios que aborden sus principios metodológicos y descubran sus posibles indicaciones.

Al igual que previos estudios, se obtuvo un alta fiabilidad intraevaluador para la variable ROM de flexión de rodilla.<sup>19,28</sup> Además, el EEM y el MCD (IC 90%) tuvieron un valor de 1,81 y 1,77, respectivamente, inmediatamente después y un valor de 1,57 y 1,54, respectivamente, a las 24 horas de la estimulación.

Este estudio presenta limitaciones. En primer lugar, el tamaño reducido de la muestra y la ausencia de un grupo control. En segundo lugar, la falta de seguimiento a medio y largo plazo. Finalmente, no se tuvieron en cuenta aspectos psicosociales como el miedo al movimiento o el catastrofismo dado que al ser una intervención que mide los efectos a corto plazo (dos días), no era previsible que cambiaran a lo largo del estudio.

## Conclusión

Una única intervención de NMP-e sobre el nervio femoral produce una disminución del dolor anterior de rodilla y aumenta el rango de flexión, mayor a las 24h de la estimulación.

### Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Aglietti P, Buzzi R, Pisaneschi A. Patella pain. *J Sports Trauma Rel Res* 1990;12:131–150
- Goldberg B. Chronic anterior knee pain in the adolescent. *Pediatr Ann* 1991;20(04):186–187, 190–193
- Sanchis-Alfonso V, Dye SF. How to deal with anterior knee pain in the active young patient. *Sports Health* 2017;9(04):346–351
- Sanchis-Alfonso V. Holistic approach to understanding anterior knee pain. *Clinical implications. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(10):2275–2285
- Günther KP, Thielemann F, Bottesi M. [Anterior knee pain in children and adolescents. Diagnosis and conservative treatment]. *Orthopade* 2003;32(02):110–118
- Fairbank JC, Pynsent PB, van Poortvliet JA, Phillips H. Mechanical factors in the incidence of knee pain in adolescents and young adults. *J Bone Joint Surg Br* 1984;66(05):685–693
- Lin PL, Shih YF, Chen WY, Ma HL. Neurodynamic responses to the femoral slump test in patients with anterior knee pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2014;44(05):350–357
- de la Cruz Torres B. Strength-duration curve of radial nerve in patients with lateral elbow pain. *J Sport Rehabil* 2019;18:1–6
- Rodríguez-Fernández ÁL, Rebollo-Roldán J, Jiménez-Rejano JJ, Güeita-Rodríguez J. Strength-Duration curves of the common fibular nerve show hypoexcitability in people with functional ankle instability. *PM R* 2016;8(06):536–544
- White JC, Sweet WH. Pain and the neurosurgeon: a forty-year experience. Springfield: Thomas; 1969:894–899
- Stuart RM, Winfree CJ. Neurostimulation techniques for painful peripheral nerve disorders. *Neurosurg Clin N Am* 2009;20(01):111–120, vii–viii
- Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F. *Fisioterapia Invasiva*. Barcelona: Elsevier España SL; 2016
- De-la-Cruz-Torres B. Ultrasound-guided Percutaneous neuromodulation in patients with unilateral refractory lateral epicondylitis. *J Manipulative Physiol Ther* 2019; In press
- Rossi M, DeCarolis G, Liberatoscioli G, Lemma D, Nosella P, Nardi LF. A novel mini-invasive approach to the treatment of neuropathic pain: the PENS study. *Pain Physician* 2016;19(01):E121–E128
- de la Cruz-Torres B, Barrera-García-Martín I, Albornoz-Cabello M. Immediate effects of ultrasound-guided percutaneous neuromodulation versus physical exercise on performance of the flexor hallucis longus muscle in professional dancers: a randomised clinical trial. *Acupunct Med* 2019;37(02):91–97
- Recoules-Arché D, Gayet A. [L4 crural neuralgia and disc hernia of the L4-L5 intervertebral foramen]. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1986;53(03):161–165
- Hjermstad MJ, Fayers PM, Haugen DF, et al; European Palliative Care Research Collaborative (EPCRC). Studies comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for assessment of pain intensity in adults: a systematic literature review. *J Pain Symptom Manage* 2011;41(06):1073–1093
- Norkin C, White DJ. Goniometría, evaluación de la movilidad articular. Marban; 2007
- Brosseau L, Tousignant M, Budd J, et al. Intratester and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for active knee flexion in healthy subjects. *Physiother Res Int* 1997;2(03):150–166
- Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(01):3–13
- Suarez-Arrones L, Arenas C, López G, Requena B, Terrill O, Mendez-Villanueva A. Positional differences in match running performance and physical collisions in men rugby sevens. *Int J Sports Physiol Perform* 2014;9(02):316–323
- Ilfeld BM, Gilmore CA, Grant SA, et al. Ultrasound-guided percutaneous peripheral nerve stimulation for analgesia following total knee arthroplasty: a prospective feasibility study. *J Orthop Surg Res* 2017;12(01):4
- Ilfeld BM, Said ET, Finneran JJ IV, et al. Ultrasound-Guided Percutaneous Peripheral Nerve Stimulation: Neuromodulation of the Femoral Nerve for Postoperative Analgesia Following Ambulatory Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Proof of Concept Study. *Neuromodulation* 2019;22(05):621–629
- Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965;150(3699):971–979
- de-la-Cruz-Torres B, Barrera-García-Martín I, Romero-Morales C. Comparative Effects of One-Shot Electrical Stimulation on Performance of the Flexor Hallucis Longus Muscle in Professional Dancers: Percutaneous Versus Transcutaneous? *Neuromodulation* 2019
- Ilfeld BM, Grant SA, Gilmore CA, et al. Neurostimulation for Postsurgical Analgesia: A Novel System Enabling Ultrasound-Guided Percutaneous Peripheral Nerve Stimulation. *Pain Pract* 2017;17(07):892–901
- Álvarez-Prats D, Carvajal-Fernández O, Pérez-Mellada N, Minaya-Muñoz F. Changes in Maximal Isometric Quadriceps Strength after the Application of Ultrasound-Guided Percutaneous Neuromodulation of the Femoral Nerve: A Case Series. *Rev Fisioter Invasiva* 2019;2:39–45
- Brosseau L, Balmer S, Tousignant M, et al. Intra- and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(03):396–402