



## Estimulador de nervios periféricos: Método alternativo de neurolocalización de plexos nerviosos en anestesia regional

G Patricia López-Herranz\*

### RESUMEN

El bloqueo de nervios periféricos y plexos nerviosos mediante estimulación nerviosa es una alternativa poco utilizada en nuestro país, que ofrece ventajas en comparación con otras técnicas de localización nerviosa en anestesia regional. La neurolocalización consiste en la colocación correcta de la punta de la aguja en la proximidad del nervio, y su identificación con cierta exactitud para obtener éxito en el bloqueo nervioso. Se puede realizar mediante varios métodos como palpación, latido sincrónico, click fascial, transarterial, inducir parestesia, por imagenología, y mediante estimulación nerviosa. La búsqueda de parestesia involucra colaboración del paciente, y una sensación desagradable, con riesgo potencial de lesión nerviosa. La estimulación nerviosa periférica (ENP) o neuroestimulación es un método directo alternativo para la identificación y localización del componente motor de uno o varios nervios periféricos por medio de una corriente eléctrica continua a través de la aguja, que produce una contracción muscular al acercarse al nervio, con menos probabilidades de lesión nerviosa. La elección de un método de neurolocalización depende de la preferencia personal y experiencia del anestesiólogo. La finalidad de esta revisión consiste en describir los conceptos básicos de la estimulación nerviosa periférica (ENP), bases neuroelectrofisiológicas, características de las agujas de estimulación, técnica, ventajas, e innovaciones de este método de neurolocalización.

**Palabras clave:** Estimulador de nervios periféricos, bloqueo de plexos nerviosos, anestesia regional.

### ABSTRACT

*Nerve stimulation for peripheral and plexus nerve block, is a few alternative used in our country, that offers advantages in comparison with other techniques of nervous location in regional anesthesia. The neurolocalization consists of the correct positioning of the end of the needle in the proximity of the nerve, and its identification with certain exactitude to achieve success in the nervous blockade. It can be made by several methods like palpation, synchronous beat, fascial click, transarterial, elicited paresthesia, by imaging, and with nerve stimulation. The search of paresthesia involves patient collaboration and an unpleasant sensation, with potential risk of nervous injury. The peripheral nerve stimulation (PNS) or neurostimulation, is an alternative direct method for the identification and peripheral location of the motor component of one or several nerves by means of a continuous electrical current through the needle, that produces a muscular contraction when approaching the nerve, with less probabilities of nervous injury. The election of a neurolocalization method, depends on the personal preference and experience of the anesthesiologist. The purpose of this review consists of describing the basic concepts of the peripheral nervous stimulation (PNS), neuroelectrophysiological basis, stimulating needles characteristics, technique, advantages, and innovations of this method of neurolocalization.*

**Key words:** *Peripheral nerve stimulator, plexus nerve block, regional anesthesia.*

\* Servicio de Anestesiología. Hospital General de México.

## INTRODUCCIÓN

Mujer de 82 años de edad, con diagnóstico de fractura de cadera, programada para artroplastia total de cadera izquierda. Tabaquismo crónico. Hipertensa y diabética, con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Tiempo de protrombina del 70% y tiempo parcial de tromboplastina activada de 30%. Se administra heparina de bajo peso molecular. Riesgo tromboembólico severo.

El plan anestésico consistiría en anestesia regional de tipo neuroaxial, técnica que los anestesiólogos realizan en su práctica diaria. Sin embargo, con el bloqueo neuroaxial es importante considerar los cambios hemodinámicos que se producen. Un bloqueo compartimental del psoas y ciático por vía parasacra con neuroestimulación es otra opción de anestesia regional.

El bloqueo de nervios periféricos y plexos nerviosos mediante estimulación nerviosa es una alternativa poco utilizada en nuestro país, que ofrece ventajas en comparación con otras técnicas de localización nerviosa en anestesia regional.

La finalidad de esta revisión consiste en describir los conceptos básicos de la estimulación nerviosa periférica (ENP), bases neuroelectrofisiológicas, características de las agujas de estimulación, técnica, ventajas, e innovaciones de este método de neurolocalización.

## NEUROLOCALIZACIÓN

En la práctica de la anestesia regional, el objetivo final consiste en aplicar un anestésico local cerca del nervio o nervios a bloquear en volumen y concentración adecuada y suficiente. La neurolocalización consiste en la colocación correcta de la punta de la aguja en la proximidad del nervio, para identificar nervios periféricos y plexos nerviosos con cierta exactitud y obtener éxito en el bloqueo nervioso. El conocimiento de la anatomía es esencial en la neurolocalización. Ésta se puede realizar mediante varios métodos: 1) Clásicos indirectos, 2) Clásico directo, 3) Modernos indirectos y 4) Moderno directo.

### 1) Clásicos indirectos:

- a) *Palpación*: Palpar una referencia ósea por debajo de la piel, ayuda a localizar los nervios. La aguja se introduce a la profundidad adecuada para producir el bloqueo.
- b) *Latido sincrónico*: Arterias y nervios transcu-

rran juntos, por lo que al introducir la aguja cerca de la arteria, la pulsación se transmite a ésta, lo que señala la proximidad al nervio.

- c) *Click fascial o pérdida de la resistencia*: Consiste en el chasquido que ocurre al atravesar la fascia aponeurótica prevertebral, especialmente en los abordajes del plexo braquial, y se confirma que la aguja está en el compartimiento anatómico adecuado.<sup>1</sup>

- d) *Transarterial*: Se palpa el pulso arterial, se introduce la aguja y avanza hasta atravesar la arteria y obtener sangre. La inserción se continúa y, cuando termina la aspiración de sangre, es el momento de depositar el anestésico local.<sup>2</sup>

### 2) Clásico directo:

- a) *Parestesia*: Mediante la identificación de puntos anatómicos superficiales de referencia, la aguja se inserta con orientación al nervio. Se localiza el nervio, con la búsqueda de parestesia, en el área de distribución metamérica del nervio.<sup>1</sup> Es necesaria la colaboración del paciente. Es incómodo y existe el riesgo potencial de daño nervioso.

- 3) *Modernos e indirectos*: El bloqueo de plexos nerviosos también se puede lograr por medio de imagenología como fluoroscopia o rayos X,<sup>3</sup> tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética (RM) y ultrasonografía. Con excepción de la ultrasonografía, la localización nerviosa con los otros métodos resulta costosa y poco práctica para su utilización en la sala quirúrgica.

- 4) *Moderno directo*: Corresponde a la estimulación nerviosa periférica (ENP) o neuroestimulación.

## Historia

En el año 1780, Luigi Galvani<sup>4</sup> demostró por primera vez la estimulación de los nervios con electricidad, al aplicar estímulos eléctricos a los músculos de las ancas de rana durante una tormenta eléctrica, y obtener contracción muscular. En 1912, Von Perthes<sup>5</sup> describió el uso de un estimulador con aguja de níquel cubierta con laca, y Pearson RB<sup>6</sup> en 1955 estableció que los nervios se pueden localizar por electroestimulación con aguja aislada. Posteriormente, en 1962, Greenblatt y Denson<sup>7</sup> demostraron

la estimulación selectiva del componente motor de los nervios mixtos sin dolor, y en 1969, Magora y colaboradores<sup>8</sup> determinaron que 0.5 mA es el umbral de estimulación para un bloqueo exitoso. En 1980, Yasuda y col.<sup>9</sup> utilizaron corrientes más bajas con agujas aisladas. En el mismo año, Galindo<sup>10</sup> introduce una aguja con orificio lateral proximal a la punta y establece que es la corriente y no el voltaje la que determina la despolarización del nervio. Actualmente, con la evolución tecnológica, el desarrollo en los sistemas de electroestimulación nerviosa los hace más precisos, y se cuenta con gran diversidad de modelos.<sup>11,12</sup>

### ESTIMULACIÓN NERVIOSA PERIFÉRICA (ENP) O NEUROESTIMULACIÓN

Es un método directo alternativo para la identificación y localización del componente motor de uno o varios nervios periféricos a través de una corriente continua, de gran utilidad en anestesia regional.

#### Bases electrofisiológicas de neuroestimulación

En 1850, Hermann von Helmholtz hace la primera medición de la velocidad de propagación de una señal nerviosa. Sus experimentos dan lugar al nacimiento de la electrofisiología moderna de la estimulación nerviosa.

El funcionamiento del estimulador de nervios periféricos, involucra conocimiento de conceptos electrofisiológicos básicos como: Potencial de acción, reobase, cronaxia, impedancia, y constante dieléctrica del medio.

**Potencial de acción:** El potencial de membrana de las fibras nerviosas en reposo es de  $-70$  mV, esto se conoce como potencial de reposo. Cualquier estímulo umbral, ya sea mecánico, químico o eléctrico, que aumente la permeabilidad de la membrana, permite que un estímulo nervioso se propague. Con umbral bajo, el estímulo no se propaga; al aumentar la intensidad por encima del umbral, el estímulo se propaga, y se produce un cambio en la conductancia de los canales de sodio y potasio dependientes de voltaje, se genera el potencial de acción y la despolarización del nervio.

**Reobase:** Es la corriente mínima para despolarizar el nervio.

**Cronaxia:** Es la duración que se requiere para estimular dos veces la reobase. Mide la excitabilidad de los diferentes tipos de tejido nervioso. La estimula-

ción de las fibras motoras o sensitivas ocurren cuando la duración del estímulo está dentro de la cronaxia.<sup>13</sup> La cronaxia de los nervios periféricos es variable. Las fibras nerviosas grandes como la A alfa, se estimulan más fácil que las pequeñas como la A delta y C, que transmiten el dolor.

**Impedancia:** Es la resistencia que vence la corriente eléctrica al paso por los distintos componentes del circuito eléctrico tales como cables, aguja, electrodos, tejidos. Los fenómenos de resistencia se rigen por la ley de Ohm. Los neuroestimuladores modernos, compensan los cambios de impedancia y liberan siempre la misma intensidad de corriente.<sup>11</sup>

**Constante dieléctrica del medio:** En la ecuación de Coulomb, la letra  $k$ , representa la constante dieléctrica del medio o permitividad relativa. Cuando un campo eléctrico se aplica a un medio, fluye una corriente. La constante dieléctrica es una constante física que determina cómo un campo eléctrico perturba y es perturbado por un medio. La permitividad se determina por la capacidad de un material de polarizarse en respuesta a un campo eléctrico y cancelar parcialmente el campo dentro del material.<sup>14</sup>

La capacidad del ENP para evocar una respuesta motora depende de la relación entre intensidad de la corriente (mA), duración del impulso o estímulo eléctrico (mseg), polaridad y distancia entre la punta de la aguja y nervio. La relación entre la intensidad del estímulo (corriente) y la distancia del nervio está gobernada por la ley de Coulomb.<sup>15</sup>

La intensidad de la corriente en el neuroestimulador es variable. Oscila entre 0 hasta 6 mA. Se controla a través de un botón o digitalmente. La duración del impulso es una constante fija. En los aparatos de última generación varía entre 0.1, 0.3, 0.5 y 1 mseg.<sup>11</sup> La correcta polaridad de la aguja de estimulación es importante. La despolarización del nervio se obtiene más rápido si la aguja se conecta a la terminal negativa (cátodo), porque la corriente que fluye altera la membrana en reposo cercano a la aguja, y produce una zona de despolarización, que se propaga a través del nervio. Mientras que, cuando el electrodo próximo al nervio es el ánodo o positivo, hay una hiperpolarización, y la despolarización y propagación del estímulo son menos eficientes. Esto se conoce como estimulación catódica preferencial.<sup>16</sup>

#### Estimulador de nervios periféricos

El estimulador de nervios periféricos consta de cuatro componentes esenciales: Oscilador, generador de corriente continua, pantalla y botones o medios digitales.

**Agujas de estimulación:** Parte fundamental del neuroestimulador son las agujas. Éstas pueden ser de dos tipos: no aisladas y aisladas. Las características de la aguja de estimulación no aislada son las siguientes: Bisel cortante, la electricidad se concentra en la punta (poder de punta), el campo eléctrico varía con la profundidad, requiere una intensidad de corriente ligeramente mayor, estimula a través del vástago y genera más calor en la punta.<sup>5,7,17</sup>

La aguja aislada, regularmente cubierta de teflón, puede alterar la sensación al atravesar los tejidos, es más precisa, requiere una intensidad de corriente menor, no estimula a través del vástago, el costo es mayor y, ocasionalmente, el recubrimiento se desprende. Puede estar aislada dejando sólo una punta libre, o con aislamiento hasta la punta con el bisel libre; esta última presenta un cono de sombra o falta de estimulación.<sup>18</sup> Existe controversia con relación a utilizar aguja cubierta con aislamiento y no aisladas. Bashein G y colaboradores<sup>19</sup> comparan las características eléctricas de agujas aisladas y no aisladas mediante métodos computarizados digitales y técnica electroforética, y grafican las regiones de despolarización de los campos eléctricos, así como la corriente necesaria en la profundidad de las agujas, y demuestran que con la aguja no aislada la zona de despolarización se extiende proximalmente a lo largo de la aguja, con una dimensión ligeramente superficial en la punta, mientras que con la aguja aislada las regiones son circulares y se centran ligeramente más profundo en la punta de la aguja, y forman una geometría favorable para la liberación del anestésico local hacia el nervio. También reportan que la corriente de estimulación depende más de la profundidad de la inserción con la aguja no aislada que con la aislada. Recientemente, Johnson CR y colaboradores,<sup>20</sup> mediante un modelo matemático geométrico computarizado, con un sistema de coordenadas tridimensionales, presentan la combinación de la corriente de estimulación y la posición de agujas no aisladas y aisladas que resulta en la propagación del impulso a lo largo de la fibra nerviosa.

Las agujas tienen distintos tipos de puntas, diversos calibres (20 a 24 gauge) y longitudes (2.5, 5, 10 y 15 cm). Además, se cuenta con tubos de plástico transparentes, que permiten la técnica de la aguja inmóvil, catéteres para bloqueo continuo, conector de jeringas y electrodo cutáneo de superficie. Este último debe conectarse a la terminal positiva o ánodo (roja), mediante una conexión de cocodrilo, y asegurarse de cerrar el circuito. Existe controversia con relación a la distancia a la que se debe colocar

el electrodo. Hadzic A y colaboradores<sup>21</sup> indican que el sitio del electrodo cutáneo no es importante si se usa un neuroestimulador con corriente continua automática.

## Técnica

La neuroestimulación se utiliza para localizar nervios con componente motor preferentemente. El electrodo de superficie se conecta a la terminal positiva. Se empieza con intensidad de 1 mA. El neuroestimulador genera una corriente continua en forma de pulsos cuadrados que estimulan al nervio a través de una aguja aislada con teflón, conectada al polo negativo. A medida que la punta de la aguja se aproxima al nervio y alcanza el umbral de despolarización, se produce el movimiento de los músculos que inerva en forma de contracción. Al lograr la respuesta motora del grupo muscular que inerva el tronco nervioso que se busca, localiza y estimula, con una fuerza de contracción muscular grado 2, intensidad de 0.5 mA, duración de 0.1 mseg, frecuencia de 1 ó 2 Hz, indica la proximidad al nervio, y es el punto adecuado para administrar el anestésico local, con un grado de éxito muy alto. Corriente de estimulación mayor a 0.5 mA puede dar lugar a falla del bloqueo debido a que la punta de la aguja está lejos del nervio, y con estimulación menor a 0.2 mA ó 0.1 mA puede haber riesgo de inyección intraneural. Lo recomendable es entre 0.5 y 0.75 mA. Después de la inyección de pocos milímetros de anestésico local y desaparición de la respuesta muscular, lo que se conoce como «signo de Raj», indica que la inyección es efectiva.<sup>5,7,22,23</sup>

## Ventajas y desventajas de la ENP

**Ventajas:** Con este método de neurolocalización no es necesaria la colaboración del paciente, por lo que se aplica en sujetos con estómago lleno, sedación, anestesia general, en pediatría,<sup>24</sup> edad avanzada, e incluso en parapléjicos. No hay peligro teórico de lesión nerviosa. Permite bloqueos que son dolorosos o difíciles con parestesia. Se acorta el tiempo requerido para realizar el bloqueo. Ofrece analgesia prolongada y control de dolor postoperatorio mediante técnica de bloqueo continuo con la colocación de catéter. Mantiene la estabilidad hemodinámica. La localización percutánea se puede llevar a cabo, y es útil en la enseñanza de la anestesia regional.<sup>5</sup>

**Desventajas:** El desconocimiento de la anatomía conduce a una falla de la técnica, también la inexpe-

riencia en el manejo del aparato y de la aguja de estimulación.

### Innovaciones de ENP

Los neuroestimuladores modernos cuentan con control remoto, que maneja el propio operador, ya sea manualmente o por medio de un pedal, y facilita el funcionamiento del neuroestimulador. Así como estimulación nerviosa percutánea o de superficie, que localiza nervios superficiales, útil en la enseñanza de la anestesia regional.<sup>25</sup> Además, existen catéteres con estimulación en la punta, con el fin de aumentar el porcentaje de éxito, debido a que la estimulación continua asegura la proximidad de la punta con el nervio durante su inserción.<sup>26</sup>

El conocimiento de la anatomía y de los métodos clásicos y modernos de neurolocalización es fundamental en la anestesia regional. La neuroestimulación no sustituye estas enseñanzas. La experiencia individual con una determinada técnica es el factor más importante en el éxito de la anestesia regional. La elección de un método de neurolocalización depende de la preferencia personal y experiencia del anestesiólogo. No obstante, el método de búsqueda de parestesia involucra colaboración del paciente, y una sensación desagradable, es de gran utilidad y preferida por muchos anestesiólogos, pero requiere gran experiencia y conocimiento. Estudios que comparan varios métodos de neurolocalización (neuroestimulación, parestesia y transarterial), no encuentran diferencias en cuanto al grado de éxito entre estas técnicas. Sin embargo, la búsqueda de parestesia puede ocasionar lesión nerviosa, inyección intraneural y la técnica transarterial, lesión arterial, hematoma, insuficiencia vascular e inyección intravascular inadvertida,<sup>27,28</sup> por lo que el uso del neuroestimulador adquiere mayor aceptación y abre nuevas perspectivas en la anestesia regional.<sup>29,30</sup> También se concluye que la disponibilidad de agujas aisladas biseladas son más favorables para el éxito del bloqueo nervioso.<sup>19</sup> Es evidente que la ENP contribuye en el progreso de los bloqueos de plexos nerviosos durante los últimos años y, combinado con ultrasonografía, ofrece mayor precisión en la colocación de la aguja y en la distribución del anestésico local y menor incidencia de complicaciones severas, por lo que el futuro es alentador.<sup>31-33</sup> Es uno de los mejores métodos de enseñanza e indiscutiblemente el neuroestimulador es una herramienta indispensable en la práctica de la anestesia regional moderna.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Murphy TM. Bloqueos nerviosos. En: Miller RD, editor. *Anestesia*. 2a ed. Barcelona: Ediciones Doyma, 1988; vol 2: 947-948.
2. Pere P, Pitkanen M, Tuominen M, Edgren J, Rosenberg PH. Clinical and radiological comparison of perivascular and transarterial techniques of axillary brachial plexus block. *Br J Anaesth* 1993; 70: 276-279.
3. Nishiyama M, Naganuma K, Amaki Y. A new approach for brachial plexus block under fluoroscopic guidance. *Anesth Analg* 1999; 88: 91-97.
4. Sabbatini RME. The discovery of bioelectricity. URL: <http://www.cerebromente.org.br> (Consultado 5/08/07).
5. Montgomery SJ, Raj PP, Nettles D, Jenkins MT. The use of the nerve stimulator with standard unsheathed needles in nerve blockade. *Anesth Analg* 1973; 52: 827-831.
6. Franco CD, Domashevich V, Voronov G, Rafizad AB, Jelev TJ. The supraclavicular block with a nerve stimulator: To decrease or not to decrease, that is the question. *Anesth Analg* 2004; 98: 1168-1171.
7. Greenblatt GM, Denson JS. Needle nerve stimulator-locator: Nerve blocks with a new instrument for locating nerves. *Anesth Analg* 1962; 41: 599-602.
8. Magora F, Rozin R, Ben-Menachem Y, Magora A. Obturator nerve block: an evaluation of technique. *Br J Anaesth* 1969; 41: 695-698.
9. Yasuda I, Hirano T, Ojima T, Ohira N, Kaneko T, Yamamuro M. Supraclavicular brachial plexus block using a nerve stimulator and an uninsulated needle. *Br J Anesth* 1980; 52: 409-411.
10. Galindo A. Special needles for nerve blocks. *Reg Anesth* 1980; 5: 12-13.
11. Hadzic A, Vloka J, Hadzic N, Thys DM, Santos AC. Nerve stimulators used for peripheral nerve blocks vary in their electrical characteristics. *Anesthesiology* 2003; 98: 969-974.
12. Jochum D, Iohom G, Diarra DP, Loughnane F, Dupré LJ, Bouaziz H. An objective assessment of nerve stimulators used for peripheral nerve blockade. *Anaesthesia* 2006; 61: 557-564.
13. Guyton AC. Potenciales de membrana, potenciales de acción, excitación y ritmicidad. En: Guyton AC (ed). *Tratado de Fisiología Médica*. 5a ed. México: Nueva Editorial Interamericana, 1977: 116, 126-127.
14. Ley de Coulomb. URL: [http://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Coulomb](http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Coulomb) (Consultado 5/08/07).
15. Urmey WF. Using the nerve stimulator for peripheral or plexus nerve blocks. *Minerva Anesthesiol* 2006 Jun; 72 (6): 467-471.
16. Tulchinsky A, Weller RS, Rosenthal M, Gross JB. Nerve stimulator polarity and brachial plexus block. *Anesth Analg* 1993; 77: 100-103.
17. Jones RP, De Jonge M, Smith BE. Voltage fields surrounding needles uses in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 1992; 68: 515-518.
18. Ford DJ, Pither C, Raj PP. Comparison of insulated and uninsulated needles for locating peripheral nerves with a peripheral nerve stimulator. *Anesth Analg* 1984; 63: 925-928.
19. Bashein G, Haschke RH, Ready LB. Electrical nerve location: Numerical and electrophoretic comparison of insulated vs uninsulated needles. *Anesth Analg* 1984; 63: 919-924.
20. Johnson CR, Barr RC, Klein SM. A computer model of electrical stimulation of peripheral nerves in regional anesthesia. *Anesthesiology* 2007; 106: 323-230.

21. Hadzic A, Vloka J, Claudio RE, Hadzic N, Thys DM, Santos AC. Electrical nerve localization. Effects of cutaneous electrode placement and duration of the stimulus on motor response. *Anesthesiology* 2004; 100: 1526-1530.
22. Raj PP, Montgomery, SJ, Nettles D, Jenkins MT. Infraclavicular brachial plexus block-a new approach. *Anesth Analg* 1973; 52: 897-904.
23. Zeh DW, KatzRL. A new nerve stimulator for monitoring neuromuscular blockade and performing nerve blocks. *Anesth Analg* 1978; 57: 13-17.
24. Bosenberg AT. Lower limb nerve blocks in children using unsheathed needles and a nerve stimulator. *Anaesthesia* 1995; 50: 206-210.
25. Urmey WP, Grossi P. Percutaneous electrode guidance: A noninvasive technique for prelocation of peripheral nerves for facilitate peripheral plexus or nerve block. *Reg Anesth Pain Med* 2002; 27: 261-267.
26. Wehling MJ, Koorn R, Leddell C, Boezaart AP. Electrical nerve stimulation using a stimulating catheter: What is the lower limit? *Reg Anesth Pain Med* 2004; 29: 230-233.
27. Goldberg ME, Gregg C, Larijani GE, Norris MC, Marr AT, Seltzer JL. A comparison of three methods of axillary approach to brachial plexus blockade for upper extremity surgery. *Anesthesiology* 1987; 66: 814-816.
28. Liguori GA, Zayas VM, YaDeau JT, Kahn RL, Paroli L, Buschiazio V, et al. Nerve localization techniques for interscalene brachial plexus blockade: A prospective, randomized comparison of mechanical paresthesia versus electrical stimulation. *Anesth Analg* 2006; 103: 761-767.
29. Davies MJ, McGlade DP. One hundred sciatic nerve blocks: A comparison of localization techniques. *Anaesth Intens Care* 1993; 21: 76-78.
30. Sia S, Bartoli M, Lepri A, Marchini O, Ponsacchi P. Multiple-injection axillary brachial plexus block: A comparison of two methods of nerve localization-nerve stimulation versus paresthesia. *Anesth Analg* 2000; 91: 647-651.
31. Perlas A, Chan VWS, Simons S. Brachial plexus examination and localization using ultrasound and electrical stimulation. *Anesthesiology* 2003; 99: 429-435.
32. Casati A, Danelli G, Baciarello M, Corradi M, Leone S, Di Cianni S, y cols. A prospective, randomized comparison between ultrasound and nerve stimulation guidance for multiple injection axillary brachial plexus block. *Anesthesiology* 2007; 106: 992-996.
33. Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery. A prospective study. *Anesthesiology* 2001; 95: 875-880.

*Correspondencia:*

**Dra. G. Patricia López-Herranz**  
Hospital General de México  
Servicio de Anestesiología  
Dr. Balmis Núm. 148  
Col. Doctores  
06726 México, D.F.