



Tecnología en salas de cirugía y neuropraxia del plexo braquial

Technology in the Operating Room and Brachial Plexus Neuropraxia

Hernán Darío Jaramillo Gómez*, Luz María Gómez Buitrago**, Jaime Raúl Duque Quintero***

Recibido: septiembre 8 de 2009. Enviado para modificaciones: noviembre 30 de 2009. Aceptado: febrero 16 de 2010.

RESUMEN

Se presenta el caso de un paciente de 17 años, a quien se le realizó osteosíntesis de fémur por fractura de tercio medio secundaria a accidente de tránsito. En el postoperatorio, se encuentra debilidad e hipoestesia de miembro superior izquierdo, y se diagnostica neuropraxia del plexo braquial. Se identifica como factor desencadenante primordial la ubicación incorrecta del intensificador de imagen durante el transoperatorio, con abducción extrema de la extremidad. Se muestra la evolución y manejo del caso, se presenta una revisión sobre esta complicación perioperatoria y se dan al final unas recomendaciones para evitar la presentación de esta complicación

Palabras clave: Neuropatías del plexo braquial, nervios periféricos, anestesia. (Fuente: DeCS, BIREME)

ABSTRACT

This case refers to a 17-year old patient who underwent osteosynthesis of the femur due to middle third fracture following a traffic accident. During the post-op, the patient showed weakness and hypoesthesia of the upper left limb that lead to a diagnosis of brachial plexus neuropraxia. The underlying triggering factor identified was inadequate positioning of the image intensifier during the course of surgery, with extreme abduction of the limb. The evolution and management of the case is shown, together with a review about this perioperative complication.

Key words: Peripheral nerves, injuries, anesthesia, Brachial Plexus Neuropathies. (Source: MeSH, NLM)

INTRODUCCIÓN

Las lesiones de nervios periféricos constituyen una causa importante y un poco olvidada de morbilidad en el perioperatorio. Se desconoce la verdadera incidencia de esta complicación, dada

INTRODUCTION

Peripheral nerve injuries are an important and somewhat forgotten cause of morbidity in the perioperative period. The actual incidence of this complication is unknown because complications during the perioperative are rarely re-

* Estudiante de la Especialización en Anestesiología, III año, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

** Docente asociada, especialista en Anestesiología, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

*** Docente de Anestesiología, Universidad de Manizales, anestesiólogo del Hospital Infantil de la Cruz Roja, Manizales, Colombia.

la escasa cultura de reporte de las complicaciones en el perioperatorio y la falta de homogeneidad en los criterios diagnósticos. Se han definido factores mecánicos relacionados con la posición del paciente sometido a anestesia, y algunos procesos clínicos como la hipertensión, la diabetes y el tabaquismo han mostrado alguna asociación con su aparición en el perioperatorio.

REPORTE DE CASO

Paciente masculino de 17 años, con diagnóstico de fractura del tercio medio del fémur izquierdo en accidente de tránsito; sin antecedentes personales o familiares de importancia. Se realizó tracción cutánea durante 2 días y fue llevado a reducción abierta y osteosíntesis de fémur con clavo intramedular; exámenes preoperatorios: Hb 10,7 g/dL y Htc 30 %. Es monitorizado con presión arterial no invasiva, pulso-oximetría, capnografía y electrocardiografía continua. Se realiza la cirugía con el paciente en decúbito dorsal y brazos en abducción de 90° apoyados sobre tablas, se inicia inducción intravenosa con Etomidato 12 mg, Fentanilo 100 µg, y se asegura la vía aérea con LMA # 3, mantenimiento anestésico inhalatorio con una FiO₂ de 0,6 e Isoflurane al 2 %. El procedimiento fue técnicamente difícil, con una duración de 360 minutos; se presentó hipotensión transitoria intraoperatoria, con pérdida sanguínea de 1000mL aproximadamente, y reposición de volumen con lactato de Ringer 1 000 mL y solución de gelatina polisuccinato en ringer acetato (Infukoll Gel 4 %, Serumwerk Bernburg AG, Alemania) 1 000 mL y se dio analgesia con dipirone e hidromorfona por horario. Al finalizar el procedimiento y retirar los campos quirúrgicos y el intensificador de imagen, se evidencia abducción extrema y rotación externa del miembro superior izquierdo. Exámenes postquirúrgicos: Hb 7,3 g/dL, Htc 21,3 %, por lo cual se transfunden 2 unidades de eritrocitos empaquetados.

En el postoperatorio inmediato se evidencia notoria disminución de la fuerza e hipoestesia de todo el miembro superior izquierdo con incapacidad para la oposición del pulgar; es valorado por el grupo de neurocirugía encontrando monoparesia superior izquierda y disminución de la fuerza muscular con los siguientes resultados: deltoides 3/5, bíceps 1/5, tríceps 3/5, ex-

ported and there is a lack of homogeneity of diagnostic criteria. Some mechanical factors have been linked to the position of the patient under anesthesia and some clinical conditions such as hypertension, diabetes and cigarette smoking have shown to be related with its occurrence.

CASE REPORT

This is a 17-year old patient with a diagnosis of mid third fracture of the left femur due to a traffic accident. No relevant personal or family history. Skin traction was applied for two days and then the patient underwent open reduction and femoral intramedullary pin osteosynthesis. Pre-operative exams: Hb 10.7 g/dL and Htc 30 %. The patient is monitored non-invasively for blood pressure, pulse oximetry, capnography and continuous electrocardiography. The patient was operated on in dorsal decubitus position and arms at 90 degree abduction supported on boards. Intravenous induction was started with Etomidate 12 mg, Fentanil 100 µg and the airway was secured with a #3 LMA and inhaled anesthetic maintenance with an FiO₂ of 0.6 and 2 % Isoflurane. The procedure was technically difficult and lasted 360 minutes. The patient experienced transient intraoperative hypotension, a blood loss of approximately 1 000 mL and volume replacement with 1 000 mL Ringer lactate and 1000 mL of gelatin polysuccinate solution in ringer acetate (Infukoll Gel 4 %, Serumwerk Bernburg AG, Germany). Timed anesthesia was administered with Dypirone and Hydromorphone. At the end of the procedure and upon removal of the surgical drapes and of the image intensifier, extreme abduction and external rotation of the upper left limb was evidenced. Post-surgical analyses: Hb 7.3 g/dL, Htc 21.3 %; consequently, 2 units of packed erythrocytes were transfused.

In the immediate post-op there was strong evidence of a considerably reduced strength and hypoesthesia throughout the upper left limb and loss of thumb opposition. The outcome of the neurosurgical team evaluation was upper left monoparesis and decreased muscle strength with the following results: deltoid 3/5, biceps

tensores de muñeca 3/5, interoseos 2/5 y dolor de tipo neuropático en la extremidad; con estos hallazgos se diagnostica neuropraxia difusa del plexo braquial, se descarta necesidad de exploración quirúrgica, y se inicia tratamiento con Gabapentin 300 mg/día, Complejo B 100 mg c/8 horas y manejo por fisiatría y fisioterapia. Después de una semana el paciente es dado de alta con recuperación parcial de la fuerza muscular en todos los grupos musculares a excepción del bíceps que persiste en 1/5 y desaparición del dolor de tipo neuropático. Se programa plan de manejo ambulatorio por fisioterapia.

DISCUSIÓN

Las lesiones de los nervios periféricos en el perioperatorio están relacionadas con el trauma quirúrgico, el uso de técnicas anestésicas regionales o con la posición inadecuada del paciente (1), sin embargo, en muchas circunstancias es difícil determinar el mecanismo exacto de la lesión. La lesión de los nervios del plexo braquial, o del nervio ciático, puede ser secundaria a estiramiento y/o compresión con mal posicionamiento del paciente, sin embargo, lesiones del nervio cubital pueden ocurrir a pesar del adecuado posicionamiento y colocación de almohadillas protectoras (2), siendo este tipo de lesión más frecuente en pacientes de sexo masculino (3).

La verdadera incidencia de lesiones de nervio periférico en el perioperatorio, las complicaciones y su gravedad son desconocidas debido a que este tipo de eventos no son completamente reportados en la literatura y a la falta de homogeneidad en los criterios diagnósticos. De acuerdo al ASA Closed Claims Study, el 15 % de todas las demandas se relacionaron con lesiones nerviosas, siendo la neuropatía cubital la más frecuente (33 %), seguido por la neuropatía del plexo braquial (23 %) y de las raíces del plexo lumbosacro (16 %) (4). Welch *et al.*, en un estudio retrospectivo en 380 680 anestesiados en un periodo de 10 años, encontraron 112 casos (frecuencia de 0,03 %) que cumplieron con la definición de lesión nerviosa (5). La hipertensión arterial, la diabetes mellitus y el tabaquismo han sido identificados como factores de riesgo significativamente asociados con lesión de nervios periféricos (5).

1/5, triceps 3/5, wrist extensors 3/5, interosseous 2/5 and neuropathic pain in the extremity. These findings led to the diagnosis of diffuse brachial plexus neuropraxia, ruling out the need for a surgical exploration. The patient was started on Gabapentin 300 mg/day treatment, B-Complex 100 mg every/8 hours and physiatric and physical therapy management. The patient was discharged one week later upon partial muscle strength recovery of all the muscle groups, except for the biceps that persisted at 1/5. Neuropathic pain is no longer present. An ambulatory physical therapy regime is recommended.

DISCUSSION

The peripheral nerve injuries during the perioperative are related to the surgical trauma, the use of regional anesthetic techniques or to the patient's inadequate position (1); however, it is usually difficult to determine the exact mechanism that caused the injury. The injury to the brachial plexus nerves or the sciatic nerve may be secondary to stretching and/or compression due poor positioning of the patient and placement of protective pads (2). This type of injury is more frequent in male patients (3).

The actual incidence of peripheral nerve injuries during the perioperative, its complications and seriousness of the lesion are unknown because such events are seldom reported in the literature and the diagnostic criteria are not homogeneous. In accordance with the ASA Closed Claims Study, 15 % of all claims were related to nervous lesions, and cubital neuropathy was the most frequent (33 %), followed by brachial plexus neuropathy (23 %) and the roots of the lumbosacral plexus (16 %) (4). Welch *et al.*, in a retrospective study of 380 680 anesthetic procedures in a 10 year interval, found 112 cases (frequency of 0.03 %) that were consistent with the definition of nerve injury (5). High blood pressure, diabetes mellitus and cigarette smoking have been identified as risk factors significantly associated with peripheral nerve injury (5).

The perioperative incidence of brachial plexus neuropathy ranges from 0.2-0.6 %, with the

La incidencia perioperatoria de neuropatía del plexo braquial varía entre 0,2-0,6 %, siendo más frecuentemente reportada luego de esternotomías. La mayoría de las lesiones del plexo braquial son causadas por estiramiento; dicho plexo ha mostrado una susceptibilidad especial, dado su paso por un canal estrecho (entre la primera costilla y la clavícula), su fijación entre dos puntos firmes (el foramen intervertebral por encima y la fascia axilar por abajo) y su estrecha relación con prominencias óseas móviles (2).

Las lesiones neurológicas pueden clasificarse de acuerdo con el grado de compromiso axonal y del tejido conectivo que circunda el nervio (6):

- **Neuropraxia:** lesión de grado leve, los axones y el tejido conectivo permanecen estructuralmente intactos, se produce una falla de la conducción del impulso nervioso a través del segmento afectado, el déficit neurológico es transitorio y generalmente se produce una recuperación completa al cabo de 6 semanas.

- **Axonotmesis:** disrupción axonal con preservación de las estructuras del tejido conectivo del nervio (endoneuro, perineuro y epineuro); se puede lograr una recuperación completa de la función, por la posibilidad de regeneración de las fibras nerviosas hacia el segmento distal.

- **Neurotmesis:** es el mayor grado de lesión nerviosa; se produce una disrupción axonal completa y del tejido conectivo del nervio, requiere manejo quirúrgico y la capacidad de recuperación funcional es muy pobre.

Se han asociado diferentes factores que predisponen al desarrollo de neuropatías durante el perioperatorio; estos pueden dividirse en:

- **Factores sistémicos:** hipotermia (1), hipotensión(1), deshidratación, anemia, hipoxia, hipovolemia (7) y alteraciones electrolíticas.

- **Factores quirúrgicos:** están asociados al trauma directo del nervio, a la flexión o extensión extrema de las extremidades (8) y al uso de dispositivos de compresión neumática.

- **Factores relacionados a la anestesia:** asociados al trauma directo del tejido nervioso con las técnicas de anestesia regional (9) y el uso

highest frequency reported following sternotomies. Most brachial plexus injuries are due to stretching. The brachial plexus has shown a special susceptibility resulting from its passage through a narrow duct (between the first rib and the clavicle), its attachment between two firm points (the intervertebral foramen above and the axillary fascia below) and its close relationship to mobile bony prominences (2).

The neurological lesions can be classified in terms of the level of axonal involvement and the connective tissue around the nerve (6):

- **Neuropraxia:** mild grade injury. The axons and the connective tissue remain structurally intact, the nervous impulse conduction through the affected segment fails, the neurological deficit is transient and usually the patient experiences a total recovery after 6 weeks.

- **Axonotmesis:** disruption of the neuronal axon with preservation of the connective tissue structures of the nerve (endoneuron, perineuron and epineuron). Total function recovery can be achieved through a potential regeneration of the distal segment the nerve fibers.

- **Neurotmesis:** this is the most severe grade of nerve injury with a complete disruption of the axon and of the nerve's connective tissue. The condition requires surgical management and the potential for function recovery is very poor.

Different factors have been associated with the development of neuropathies during the perioperative period. These can be divided into the following:

- **Systemic factors:** hypothermia (1), hypotension (1), dehydration, anemia, hypoxia, hypovolemia (7) and electrolytic unbalances.

- **Surgical factors:** related to direct nerve trauma, to extreme flexion or extension of the extremity (8) and to the use of pneumatic compression devices.

- **Anesthesia-related factors:** associated with direct nerve tissue trauma with regional anesthesia techniques (9) and the use of local an-

de anestésicos locales con preservativos y vasoconstrictores (10).

Las manifestaciones clínicas de lesión nerviosa (tabla 1) pueden aparecer inmediatamente en la sala de recuperación o varios días después del procedimiento quirúrgico, los síntomas más frecuentes son: anestesia, parestesia, hipoestesia y dolor en las áreas inervadas por los nervios afectados.

Tabla 1. Guía de identificación clínica en sospecha de lesión de nervio periférico

Miembro superior	
N. mediano	Entumecimiento del dedo índice, debilidad en la abducción del pulgar.
N. ulnar	Entumecimiento del dedo meñique, debilidad en la abducción y en la aducción de los dedos.
N. radial	Debilidad en la extensión en la articulación interfalángica distal del pulgar, y en los extensores de la muñeca.
N. musculocutáneo	Debilidad en la flexión del codo.
N. circunflejo	Debilidad de la abducción del hombro.
Plexo braquial	Combinación de lesiones antes descritas en diversos territorios nerviosos.
Miembro inferior	
N. femoral	Debilidad en la flexión de la cadera, entumecimiento del muslo.
N. obturador	Debilidad en la aducción de la cadera.
N. ciático	Debilidad en la dorsiflexión del tobillo y en la flexión plantar, entumecimiento por debajo de la rodilla.
N. peroneo común	Debilidad en la dorsiflexión del tobillo y de los dedos.
N. tibial	Debilidad en la plantiflexión del tobillo y los dedos.
Plexo braquial	Combinación de lesiones antes descritas en diversos territorios nerviosos.

esthetic agents with preservatives and vasoconstrictors (10).

The clinical manifestations of the nerve injury (table 1) may arise immediately in the recovery room or several days later after surgery. The most frequent symptoms are: anesthesia, paresthesia, hypoesthesia and pain in the areas innervated by the affected nerves.

Table 1. Guidelines for the Clinical Identification of Suspicious Peripheral Nerve Injury

Upper Limb	
Medial nerve	Index finger numbness, weakness of the thumb abduction.
Ulnar nerve	Numbness of the small finger, weakness of fingers in adduction and abduction.
Radial nerve	Weakness in extension of the distal interphalangeal joint of the thumb and of the wrist extensors.
Musculocutaneous n.	Weakness of the elbow flexion.
Circumflex nerve	Weakness of the shoulder abduction.
Brachial Plexus	Combination of the above lesions at various nerve sites.
Lower Limb	
Femoral nerve	Hip flexion weakness, muscle numbness.
Obturator nerve	Hip adduction weakness.
Sciatic nerve	Ankle dorsiflexion and plantar flexion weakness; numbness below the knee.
Common fibular nerve	Ankle dorsiflexion and toe weakness.
Tibial nerve	Ankle plantiflexion and toes weakness.
Plexo braquial	Combinación de lesiones antes descritas en diversos territorios nerviosos.

En nuestro caso, la posición inadecuada del miembro superior en abducción extrema se debió a la ubicación del intensificador de imagen, el cual desplazó la posición inicial del brazo del paciente, pasando desapercibida para el equipo asistencial dada la presencia de los campos quirúrgicos; adicionalmente se presentaron diversos factores como hipotensión, anemia e hipovolemia intraoperatoria los cuales probablemente favorecieron el desarrollo de la lesión nerviosa del plexo braquial. Otro factor que influyó sobre el desarrollo de esta complicación fue la no disponibilidad de una adecuada mesa quirúrgica de tracción con todos sus accesorios. Desafortunadamente no fue posible establecer el tiempo exacto que el paciente permaneció en esa posición inadecuada, y no se especificaron en el registro de anestesia cambios de posición de las extremidades durante el intraoperatorio.

En la valoración postoperatoria inicial no se realizó el estudio electromiográfico por falta de disponibilidad del equipo en la institución; es importante recalcar que este tipo de estudio no indica la etiología de la neuropatía, sino que ayuda a diferenciar entre lesiones antiguas y recientes de acuerdo con la aparición de patrones sugestivos de denervación.

Se ha extendido el uso de ciertos medicamentos anticonvulsivantes para el manejo de patologías que cursan con dolor de tipo neuropático, la medicina basada en la evidencia demuestra que medicamentos como carbamazepina, lamotrigina, gabapentin y pregabalina pueden ser utilizados en el manejo de ciertas condiciones que cursan con dolor neuropático (11).

Como no existen estudios controlados aleatorizados, las recomendaciones para la prevención de este tipo de lesiones se basan en consensos de expertos. En la tabla 2, se presentan las recomendaciones del ASA Task Force sobre Prevención de Neuropatías Periféricas, sin embargo se debe aclarar que la adherencia completa a estas recomendaciones no garantiza la ausencia de este tipo de lesiones.

En conclusión, la aparición de esta infrecuente y desafortunada complicación es una muestra más de la necesidad de un trabajo coordinado y en equipo, teniendo atenta consideración de

In our case, the inadequate position of the upper limb in extreme abduction was due to the placement of the image intensifier that moved the initial position of the patient's arm. The surgical team did not notice this change because of the surgical drapes, in addition to other events such as intraoperative hypotension, anemia and hypovolemia. All of these factors helped in the development of the brachial plexus nerve injury. Another influential factor in this complication was the lack of an appropriate surgical traction table with all its accessories. Unfortunately it was impossible to determine exactly how long did the patient remain in this inadequate position and the records of anesthesia do not show any changes in the position of the extremities during the surgical procedure.

The initial postoperative evaluation did not include an electromyography because the equipment was not available. It must be stressed however, that the electromyography does not provide the etiology of the neuropathy but helps to differentiate old from recent injuries on the basis of de-ervation patterns.

The use of some anticonvulsant drugs has been generalized for the management of pathologies exhibiting neuropathic pain; evidence-based medicine shows that drugs such as Carbamazepine, Lamotrigine, Gabapentin and Pregabalin may be used for the management of certain conditions with neuropathic pain symptoms (11).

Since there are no randomized controlled trials, the recommendations to prevent these types of injuries are based on expert consensus. Table 2 shows the ASA Task Force recommendations for the Prevention of Peripheral Neuropathies. However, it must be emphasized that total compliance with these recommendations does not ensure their prevention.

In conclusion, the occurrence of this rare and unfortunate complication emphasizes the need for a coordinated team effort with special attention to every intervention in the course of surgery. Naturally, the anesthetist must be attentive to any changes in the patient's position. The

todas las intervenciones que se realicen en el transoperatorio, y por supuesto el anestesiólogo debe estar atento a los cambios de posición, viendo por la seguridad del paciente antes que la comodidad del equipo quirúrgico.

Tabla 2. Recomendaciones del ASA Task Force sobre Prevención de Neuropatías Periféricas

Valoración preoperatoria	Determinar si el paciente es capaz de tolerar confortablemente la posición quirúrgica de manera anticipada.
Posicionamiento de la extremidad superior	En posición supina, la abducción del hombro debe ser limitada a 90°. Reducir la presión sobre el canal del nervio ulnar. Cuando los brazos sean posicionados a los lados, se recomienda una posición neutral del antebrazo. Cuando los brazos estén en abducción y apoyados en tablas, se recomienda que el antebrazo esté en supinación o en posición neutral. Debe evitarse la presión prolongada sobre el nervio radial a la altura de la ranura del humeral.
Posicionamiento de la extremidad inferior	La posición de litotomía que estira el grupo de los isquiotibiales más allá de un rango confortable puede traccionar el nervio ciático. Debe evitarse la presión prolongada sobre la cabeza del peroné. Ni la extensión, ni la flexión de la cadera incrementa el riesgo de neuropatía femoral.
Protección acolchada	Los apoyabrazos acolchados pueden disminuir la posibilidad de neuropatía de la extremidad superior. Los rellenos en el codo y en la cabeza del peroné disminuyen el riesgo de neuropatías periféricas.
Equipos	El adecuado funcionamiento del manguito de toma de la presión automática no afecta el riesgo de neuropatías de la extremidad superior.
Valoración Postoperatoria	La valoración postoperatoria de la función nerviosa de la extremidad llevaría al diagnóstico temprano de una neuropatía periférica.

patient's safety shall always prevail rather than the comfort of the surgical team.

Tabla 2. ASA Task Force Recommendations for the Prevention of Peripheral Neuropathy

Pre-surgical evaluation	Determine beforehand if the patient can tolerate the surgical position comfortably.
Positioning of the upper extremity	In supine position, the shoulder abduction should be limited to 90°. Reduce the pressure at the ulnar nerve canal. When the arms are placed to the sides, the forearm should be placed in a neutral position. Whenever the arms are in abduction and supported on boards, the forearm should be in supine or neutral position. Extended pressure of the radial nerve at the humeral groove shall be avoided.
Positioning of the lower extremity	The lithotomy position that stretches the hamstring group beyond a comfortable range may pull on the sciatic nerve. Extended pressure at the head of the fibula shall be avoided. Neither the hip extension, nor the hip flexion increases the risk of femoral neuropathy.
Padded protection	Padded armrests may reduce the potential for upper limb neuropathy. Elbow and head of the fibula padding reduce the risk of peripheral neuropathies.
Equipment	Adequate automatic blood pressure cuff functioning does not affect the risk for upper limb neuropathies.
Postsurgical evaluation	The postsurgical evaluation of the limb's nerve function should lead to an early diagnosis of a peripheral neuropathy.

REFERENCES

1. Sawyer RJ, Richmond MN, Hickey JD, Jarratt JA. Peripheral nerve injuries associated with anaesthesia. *Anaesthesia*. 2000;55(10):980-91.
2. Bhananker SM, Domino KB. What actions can be used to prevent peripheral nerve injury? In: Fleisher LA. *Evidence-based practice of anesthesiology*. 2nd Ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2009. p. 210-8.
3. Morell RC, Prielipp RC, Harwood TN, James RL, Butterworth JF. Men are more susceptible than women to direct pressure on unmyelinated ulnar nerve fibers. *Anesth Analg* 2003;97(4):1183-8.
4. Kroll DA, Caplan RA, Posner K, Ward RJ, Cheney FW. Nerve injury associated with anesthesia. *Anesthesiology*. 1990;73(2):202-7.
5. Welch MB, Brummet ChM, Welch TD, Tremper KK, Shanks AM, Guglani P, et al. Perioperative peripheral nerve injuries: a retrospective study of 380,680 cases during a 10-years period at a single institution. *Anesthesiology*. 2009;111(3):490-7.
6. Seddon HJ. Three types of nerve injury. *Brain*. 1943;66(4):237-88.
7. Stoelting RK. Postoperative ulnar nerve palsy--is it a preventable complication? *Anesth Analg*. 1993;76(1):7-9.
8. Warner MA, Warner DO, Harper CM, Schroeder DR, Maxson PM. Lower extremity neuropathies associated with lithotomy positions. *Anesthesiology*. 2000;93(4):938-42.
9. Chambers WA. Peripheral nerve damage and regional anaesthesia. *Br J Anaesth*. 1992;69:429-30.
10. Selander D, Brattsand R, Lundborg G, Nordborg C, Olsson Y. Local anesthetics: importance of mode of application, concentration and adrenaline for the appearance of nerve lesions. An experimental study of axonal degeneration and barrier damage after intrafascicular injection or topical application of bupivacaine (Marcain). *Acta Anaesthesiol Scand*. 1979;23(2):127-36.
11. Goodyear-Smith F, Halliwell J. Anticonvulsants for neuropathic pain gaps in the evidence. *Clin J Pain*. 2009;25(6):528-36.

Conflicto de intereses: ninguno declarado.