



Realización de bloqueos de nervio periférico

Peripheral Nerve Blocks

Félix Arturo Salazar Pérez*, Geovanny Rodríguez Sánchez**

Recibido: septiembre 20 de 2010. Enviado para modificaciones: febrero 13 de 2011. Aceptado: mayo 18 de 2011.

RESUMEN

Introducción. Los avances tecnológicos y el desarrollo de diferentes técnicas en la realización de bloqueos de nervio periférico, permiten la expansión de esta área a diferentes escenarios. Este artículo hace una revisión de los diferentes aspectos relacionados con la técnica para la realización de bloqueos de nervio periférico.

Metodología. Se realizó una búsqueda y selección de la literatura en las bases de datos referenciales PubMed, Cochrane, Scielo, LILACS; se amplió según la bibliografía encontrada en los textos revisados por el autor; la búsqueda fue realizada en términos MeSH incluidos en las palabras clave.

Resultados. Se presentan elementos de la fisiología de la neuroconducción, el funcionamiento del estimulador de nervio periférico, la anatomía de las diferentes estructuras nerviosas y se revisan los medicamentos, equipos y procedimientos relacionados.

Palabras clave: Nervios periféricos, anestesia, bloqueo nervioso autónomo, anestesia y analgesia. (Fuente: DeCS, BIREME).

SUMMARY

Background. Technological advances and the development of several new techniques have helped expand the use of peripheral nerve blocks in different situations. This paper is designed to review several issues related with the techniques to perform peripheral nerve blocks.

Methods. The literature search and selection was done in PubMed, Cochrane, Scielo, LILACS; it was expanded on the basis of the references found in texts reviewed by the author; the search was done using the MeSH terms included as keywords.

Results. Physiology of neural conduction, functioning of the peripheral nerve stimulator, anatomy of the several neural structures, drugs, and techniques are showed.

Key Words: Peripheral nerves, anesthesia, autonomic nerve block, anesthesia and analgesia. (Source: MeSH, NLM).

* Residente III de Anestesiología y Reanimación, Universidad Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario, Hospital Occidente de Kennedy. Bogotá, Colombia. Correspondencia: Calle 47B sur No. 23B-70, int 22 Apto 344 Bogotá, Colombia. Correo electrónico: fe_ar@yahoo.com.ar

** Anestesiólogo instructor de Anestesiología y Reanimación, Universidad Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario. Jefe del Departamento de Anestesiología, Hospital Occidente de Kennedy, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: grodriguezsa@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Gracias a los diferentes avances en el desarrollo de dispositivos de localización de nervio periférico, la anestesia regional es una de las técnicas anestésicas más utilizadas y cada día gana más adeptos (1-5).

Los pacientes sometidos a bloqueos periféricos presentan menor índice de complicaciones (6-8) frente a otras técnicas, lo que permite su expansión a diferentes escenarios, como anestesia y analgesia multimodal, manejo del dolor agudo postoperatorio y crónico. Factores asociados, como sedación, conocimientos anatómicos (4,5), adecuada escogencia de la técnica a emplear y del anestésico local (1,2), permiten su buena práctica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó búsqueda y escogencia de la literatura en las bases de datos referenciales PubMed, Cochrane, Scielo, LILACS; se amplió según la bibliografía encontrada en los textos revisados por el autor; la búsqueda fue realizada en términos MeSH incluidos en las palabras clave.

El objetivo de este artículo es hacer una revisión de los diferentes aspectos relacionados con la técnica para la realización de bloqueos de nervio periférico.

BLOQUEOS DE NERVIOS PERIFÉRICOS

Los bloqueos fueron desarrollados tempranamente en la *historia de la anestesia*. En la década de 1880, Halsted y Hall inyectaron cocaína, lo que produjo un bloqueo sensitivo en región cubital, músculo cutáneo, supratroqueal e infraorbital. En 1885, James Leonard recomendó el uso de torniquete periférico para arrear la circulación y prolongar la acción de la cocaína. Braun agregó epinefrina en 1903 al anestésico local, y lo denominó "torniquete químico". En 1914 se introdujo el término conducción en anestesia, que hace referencia a la *conducción* nerviosa y se describieron por primera vez los principios de la *neuroestimulación*. Labat, en 1920, publicó el libro *Anestesia regional, técnica y aplicación*, que describía técnicas anestésicas y diferentes abordajes para la realización de bloqueos de nervio periférico (1).

A la actualidad se han desarrollado diferentes dispositivos tecnológicos para orientar la búsqueda

INTRODUCTION

As a result of new breakthroughs in devices for peripheral nerve localization, regional anesthesia has become one of the most widely used techniques, with a growing number of followers (1-5).

Patients receiving peripheral blocks have a lower incidence of complications (6-8) when compared with other techniques. This enables the use of this technique in other areas such as multimodal anesthesia and analgesia, management of acute postoperative pain, and management of chronic pain. Associated factors such as sedation, knowledge of the anatomy (4,5), adequate selection of the technique to be used, and of the local anesthetic (1,2), are critical.

MATERIALS AND METHODS

The literature search and selection was done in PubMed, Cochrane, Scielo, LILACS; it was expanded on the basis of the references found in texts reviewed by the author; the search was done using the MeSH terms included as key words.

This paper is designed to review several issues related with the techniques to perform peripheral nerve blocks.

PERIPHERAL NERVE BLOCKS

Blocks were developed early on in the *history of anesthesia*. Halsted and Hall in the 1880's used a cocaine injection that produced a sensory block in the ulnar, musculocutaneous, supratrocheal and infraorbital regions. In 1885, James Leonard recommended the use of a peripheral tourniquet in order to arrest circulation and prolong the action of cocaine. In 1903, Braun added epinephrine to the local anesthetic and gave it the name of "chemical tourniquet". In 1914, the term *conduction* was introduced in anesthesia to refer to nerve conduction, and nerve *stimulation* principles were described for the first time. In 1920, Labat published the book *Regional Anesthesia, technique and application*, where he described anesthetic techniques and different approaches for peripheral nerve blockade (1).

queda de estructuras nerviosas, que aumentan el porcentaje de éxito y efectividad (1,3). La localización de los troncos por bloquear puede ser guiada por neuroestimulador de nervio periférico o por guía ultrasonográfica, hecho que se asocia con disminución en el volumen y requerimientos de anestésico local, lo cual mejora el porcentaje de éxito y eficacia de los bloqueos (1,3,8-10). Actualmente no hay suficientes estudios clínicos que demuestren superioridad de un instrumento de localización frente a otro (1).

Los bloqueos de nervio periférico consisten en administrar un anestésico local en cercanía a un nervio o tronco nervioso periférico, que inhibe el potencial de acción transmembrana excitatorio, que transmite un estímulo nociceptivo por diferentes fibras nerviosas, hacia el sistema nervioso central, lo cual modula la percepción del dolor (2,3). En la Tabla 1 se muestran las características de las fibras nerviosas, de acuerdo con su fisiología, anatomía y función.

Las técnicas de anestesia regional proveen ventaja frente a otras técnicas, como mejor alivio del dolor, reducción de complicaciones (11) respiratorias (12) y gastrointestinales (13), etc. Después de la cirugía ortopédica mayor, los bloqueos y catéteres de nervio periférico proveen analgesia y facilitan la rehabilitación temprana (14,15), lo que permite una rápida vinculación al quehacer diario (1,16).

En procedimientos ambulatorios (50 % de pacientes quirúrgicos en Estado Unidos.) (14,16-18) y en pacientes hospitalizados se asocia menor presentación de náusea y vómito postoperatorios, lo que disminuye la estancia en la unidad de cuidados postanestésicos (UCP) (16,19). Sin embargo, hasta la década pasada esta técnica se empleaba en menos de un 30 % para procedimientos quirúrgicos (16).

MATERIALES Y EQUIPO DE TRABAJO EN LA REALIZACIÓN DE BLOQUEOS DE NERVIOS PERIFÉRICOS (TABLA 2)

Adecuada historia y examen clínico (valoración preoperatoria completa): Se debe indagar por antecedentes de importancia, como neuropatía periférica y diabética, discrasias sanguíneas, trastornos osteomusculares; por antecedentes

Several technologies are now available to help localize nerve structures in order to improve the percentage of success and effectiveness (1,3). A peripheral nerve stimulator or an ultrasound probe may be used to localize the nerve to be blocked, resulting in lower volumes of local anesthetic and improved success and efficacy rates (1,3,8-10). Clinical trials showing superiority of one localization device over another are scant at the present time (1).

Peripheral nerve blockade consist of the injection of a local anesthetic close to a nerve or peripheral nerve bundle in order to inhibit the excitatory transmembrane action potential that transmits a nociceptive stimulus along different nerve fibers towards the central nervous system, modulating pain perception (2,3). Table 1 shows the characteristics of the nerve fibers according to their physiology, anatomy and function.

Regional anesthetic techniques offer advantages over other techniques, including improved pain relief, and less respiratory (12) and gastrointestinal (13) complications (11), among others. Following major orthopedic surgery, peripheral nerve blocks and catheters provide analgesia and contribute to early rehabilitation (14,15), resulting in rapid return to daily activities (1,16).

In outpatient procedures (50 % of surgical patients in the United States) (14,16-18) and in hospitalized patients, it is associated with less postoperative nausea and vomiting, resulting in shorter stays in the post-anesthetic care unit (PACU) (16,19). However, up until the last decade, this technique was used in less than 30 % of all surgical procedures (16).

MATERIALS AND EQUIPMENT FOR NERVE BLOCKS (TABLE 2)

Adequate history and clinical examination (thorough preoperative assessment): It is critical to ask about a history of peripheral and diabetic neuropathy, blood dyscrasias, musculoskeletal disorders; past surgeries and pharmacological interventions, for example, platelet anti-aggregation agents and anticoagulants.

Tabla 1. Clasificación de fibras nerviosas periféricas de acuerdo a su fisiología, anatomía y función**Table 1.** Classification of peripheral nerve fibers according to their physiology, anatomy and function

Fibra / Fiber	Subtipo / Subtype	Mielina / Myeline	Diámetro / Diameter	VC / CV	Localización / Localization	Función / Function	Susceptibilidad al anestésico local / Sensitivity to the local anesthetic
A	Alfa / Alpha	"+	6 - 22 micras / microns	30 - 120 m/sec	Eferente al músculo / Efferent to the Muscle	Motora / Motor	"++
	Beta / Beta	"+	6 - 22 micras / microns	30 - 120 m/sec	Aferentes desde receptores cutáneos / Afferent from cutaneous receptors	Propiocepción y tacto / Proprioception and touch	"++
	Gama / Gamma	"+	3 - 6 micras / microns	15 - 35 m/sec	Eferente al músculo / Efferent to the muscle	Tono muscular / Muscle tone	"++++
	Delta / Delta	"+	1 - 4 micras / microns	5 - 25 m/sec	Nervios sensoriales aferentes / Afferent sensory nerves	Dolor, tacto, temperatura / Pain, touch, temperature	"+++
B		"+	menor a 3 micras / microns	3 - 15 m/sec	Simpático preganglionar / Sympathetic preganglionar	Funciones múltiples autonómicas / Multiple autonomic functions	"++
C	s	"-	0,3 - 1-3 micras / microns	0,7 - 1,3 m/sec	Simpático postganglionar / Sympathetic postganglionar	Funciones múltiples autonómicas / Multiple autonomic functions	"++
	d	"-	0,4 - 1,2 micras / microns	0,1 - 2,0 m/sec	Nervios sensoriales aferentes / Afferent sensory nerves	Autonómicas múltiples, dolor, temperatura, tacto / Multiple anatomic functions, pain, temperature, touch	"+

Adaptada de: Charles B. Berde & Cols., Section III; Anesthetic Pharmacologic, Chap. 30; Local Anesthetics, Miller's Anesthesia, Elsevier, 7th edition, 2009. / Adapted from: Charles B. Berde & Cols., Section III; Anesthetic Pharmacologic, Chap. 30; Local Anesthetics, Miller's Anesthesia, Elsevier, 7th edition, 2009.

VC: Velocidad de Conducción, m/sec: Metros por segundos. / CV: Conduction velocity; m/sec: Meters per second.

quirúrgicos y farmacológicos, como toma de antiagregantes plaquetarios y anticoagulantes. La revisión por sistemas debe indagar clase y capacidad funcional, síntomas cardiovasculares, respiratorios y neurológicos examen clínico con toma de signos vitales, orientado hacia la evaluación de la vía aérea, sistema cardiovascular y examen físico neurológico, con hallazgos que contraindiquen la realización de bloqueos periféricos.

Seguir los estándares mínimos de monitoreo de la Asociación Americana de Anestesiología (ASA): Presión arterial, pulsioximetría, frecuencia cardíaca, electrobioscopia con derivaciones

A systems review must focus on determining functional class and capacity, cardiovascular, respiratory and neurological symptoms; the clinical exam, including vital signs, must focus on the assessment of the airway, the cardiovascular system, and a physical neurological examination, all this in order to determine any contraindications for a peripheral nerve block.

Adherence to the minimal monitoring standards of the American Society of Anesthesiology (ASA): Blood pressure, pulse oxymetry, heart rate, electrobioscopy with DII and/or V5

DII y/o V5, capnografía. El monitoreo adicional dependerá de las condiciones del paciente, la técnica anestésica y el tipo de procedimiento. *Marcadores y regla* para la adecuada identificación y reparo de referencias anatómicas (3-5).

Tabla 2. Materiales y equipo de trabajo en la realización de bloqueos de nervios periféricos

Adecuada historia y examen clínico
Consentimiento informado diligenciado.
Elementos de monitoreo básico.
Marcador indeleble y regla métrica.
Elementos de asepsia y antisepsia.
Neuroestimulador de nervio periférico u otro instrumento para localización de nervio periférico (fluoroscopia, equipo de ultrasonido, etc.).
Agujas para el neuroestimulador.
Anestésicos locales, medicamentos de sedo analgesia.
Elementos de reanimación.
Equipo de vía aérea.
Fuente de oxígeno.
Accesos vasculares adecuados.
Máquina de anestesia.
Sala de procedimientos, etc.

Elementos para asepsia y antisepsia (20): Lavado de manos o alcohol glicerinado, uso de soluciones asépticas y jabón quirúrgico, barreras de protección y elementos de bioseguridad. Se recomienda el uso de campos, gasas, jeringas y agujas estériles. Debe evitarse la presentación de accidentes de riesgo biológico (20,21).

El estimulador de nervio periférico es un dispositivo tecnológico utilizado para la localización de nervios periféricos; desata la despolarización de una fibra nerviosa que conduce un potencial de acción transmembrana (PAT). El neuroestimulador aplica un flujo de corriente externa negativo en relación con el PAT en reposo axonal (1,3,9,22), que logra evocar una respuesta motora, mediada por estimulación de un grupo muscular inervado por nervios para bloquear. La apli-

leads, capnography. Additional monitoring will depend on the patient's condition, the anesthetic technique and the type of procedure. *Markers and rule* of thumb for adequate identification of anatomical landmarks (3-5).

Table 2. Materials and equipment for peripheral nerve blocks.

Adequate history and clinical examination.
Informed consent.
Basic monitoring elements.
Permanent ink marker and ruler.
Elements for asepsis and antisepsis.
Peripheral nerve stimulator or any other device for localizing the nerve (fluoroscopy, ultrasound, etc.).
Nerve stimulator needles.
Local anesthetics, drugs for sedation and analgesia.
Elements for resuscitation.
Airway equipment.
Oxygen source.
Adequate vascular lines.
Anesthesia machine.
Procedure rooms, etc.

Asepsis and antisepsis elements (20): Hand washing or glycerine alcohol, use of aseptic solutions and surgical soap, protective barriers and biosafety elements. The use of sterile drapes, gauze, syringes and needles is recommended. The occurrence of hazardous biological accidents must be avoided. (20,21).

The peripheral nerve stimulator is a technical device used for peripheral nerve localization; it triggers depolarization of a nerve fibre that conducts a transmembrane action potential (TAP). The nerve stimulator provides an external current flow that is negative in relation to the TAP when axons are at rest (1,3,9,22). This evokes a motor response mediated by the stimulation of a muscle group that receives nervous input from the target nerves. The application of an

cación de un flujo de corriente eléctrica externa requiere una intensidad y duración específicas, que dependen del tipo de fibra nerviosa (3) (Tabla 1). El neuroestimulador identifica la cercanía a la fibra, al aplicar corriente eléctrica que ingresa por una aguja que se encuentra conectada a un electrodo. El equipo más usado en Colombia es el Stimuplex® dig RC de B/Braun; mide 11 cm de largo x 7 cm de ancho, con un espesor de 3 cm, pesa 300 g aproximadamente y posee instrucciones de uso en una de sus caras (9) (Figura 1).

El uso de neuroestimulador aumenta el porcentaje de éxito (3) en la realización de bloqueos y disminuye las complicaciones (1-3,9,10,22-26). *Agujas para el neuroestimulador de nervio periférico* existen en diferentes tamaños y deben utilizarse de acuerdo con el bloqueo; se recomienda el uso de agujas cubiertas de teflón (3,9).

external electric current flow requires specific intensity and duration that are dependent on the type of nervous fiber (3) (Table 1). The nerve stimulator allows to determine the location of the fiber by applying an electric current that enters through a needle connected to an electrode. The most popular device in Colombia is the B/Braun Stimuplex® dig R. It is 11 cm long x 7 cm wide and 3 cm thick and weighs approximately 300 g. The instructions for use are printed on one of the sides of the device (9) (Figure 1).

The use of the nerve stimulator increases the success rate (3) and reduces complications (1-3,9,10,22-26). *Needles for the peripheral nerve stimulator* come in different sizes and must be selected in accordance with the type of nerve block; the use of teflon-coated needles is recommended (3,9).

CARA FRONTAL DEL STIMUPLEX® DIG RC DE B/BRAUN / FRONTAL PANEL OF THE B/BRAUN STIMUPLEX® DIG RC



Figura 1. Neuroestimulador de nervio periférico

Adaptada de: Jaramillo, J. anestesia regional, uso de neuroestimulador de nervio periférico, Curso de anestesia regional, SCARE, 2008.

Figure 1. Peripheral nerve stimulator

Adapted from: Jaramillo, J. anestesia regional, uso de neuroestimulador de nervio periférico, Curso de anestesia regional, SCARE, 2008.

Medicación: La escogencia del anestésico local depende del bloqueo por realizar, procedimiento quirúrgico, estatus fisiológico del paciente y características farmacológicas. En nuestro medio se cuenta con diversos anestésicos locales; lidocaína al 1 % y 2 %, bupivacaína al 0,5 % y levobupivacaína al 0,75 %, con los cuales se pueden preparar diferentes tipos de soluciones, como lidocaína al 0,5 % - 1 %, más bupivacaína al 0,25 % - 0,5 %, etc.

En la actualidad, no hay estudios con poder estadístico significativo respecto al inicio, duración y mejoría en la calidad de los bloqueos tras la adición de diferentes sustancias a las soluciones empleadas en la realización de bloqueos de nervio periférico (1,2). En las tablas 3 y 4 se dan algunas características respecto al tiempo de inicio, duración, concentración y dosis de los anestésicos locales empleados.

Medicamentos para sedoanalgesia: Se pueden usar fármacos, como midazolam, fentanil, remifentanil, dexmedetomidina y/o propofol (27,28); con dosis que logren concentraciones en sitio efectivo, adecuadas para sedoanalgesia, con índice bispectral o entropía entre 60 y 80 (27). La escogencia de medicamentos para sedación y premedicación depende del tipo de bloqueo, procedimiento, estatus fisiológico del paciente y características farmacológicas de los medicamentos (29).

Una sala para procedimientos equipada con todos los elementos que sean necesarios: Máquina de anestesia, fuente de oxígeno, elementos de reanimación y equipo de vía aérea, accesos venosos y elementos para la realización de otras técnicas anestésicas.

REALIZACIÓN DE BLOQUEO DE NERVIOS PERIFÉRICOS

Se compone de tres fases: Prebloqueo de nervio periférico, bloqueo de nervio periférico (3), posbloqueo de nervio periférico.

La fase de prebloqueo de nervio periférico incluye: La valoración preoperatoria, con explicación al paciente y a familiares de la técnica y riesgo anestésico; obtención del consentimiento informado, verificación del ayuno prequirúrgico; revisión de

Drug selection: the selection of the local anesthetic will depend on the type of block, the surgical procedure, the physical condition of the patient, and the pharmacological characteristics. Several local anesthetics are available in our setting: 1 % and 2 % lidocaine, 0.5 % bupivacaine, and 0.75 % levobupivacaine. These can be used to prepare different types of solutions such as 0.5 % lidocaine plus 0.25 % bupivacaine, etc.

There are no current trials with significant statistical power regarding the onset, duration and quality improvement of peripheral nerve blocks following the addition of different substances to the blockade solutions (1,2). Tables 3 and 4 show some of the characteristics pertaining to onset, duration, concentration and dose of the local anesthetics used.

Drugs for sedation and analgesia: Drugs such as midazolam, fentanyl, remifentanyl, dexmedetomidine and/or propofol may be used (27,28) at doses that achieve effective site concentrations appropriate for sedation and analgesia, with a bispectral or entropia ratio between 60 and 80 (27). Drug selection for sedation and premedication depends on the type of block, the procedure, the patient's physical status and the pharmacological characteristics of the medications (29).

Fully-equipped procedure room: Anesthesia machine, oxygen source, resuscitation elements and airway devices, venous lines and all the elements required for other anesthetic techniques.

PERIPHERAL NERVE BLOCK PROCEDURES

They consist of three phases: Before, during (3) and after peripheral nerve block.

The initial phase before performing the block includes: Assessment and education of the patient and family members regarding the technique and the anesthetic risk; obtaining the informed consent; verification of the fasting state; review of the chart and of any paraclinical tests required. The anesthesia and basic patient monitoring equipment must be checked.

historia clínica, revisión de paraclínicos solicitados. Debe realizarse chequeo del equipo anestésico y monitorización básica del paciente.

La fase de bloqueo de nervio periférico (3) incluye las fases de búsqueda, abordaje, inyección y anestesia:

- En la fase de búsqueda, se ubica en una posición adecuada al paciente, se identifican reparos anatómicos y se realiza la punción.

The peripheral nerve block phase (3) includes localization, approach, injection and anesthesia:

- The localization phase includes patient positioning, anatomical landmark identification and puncture.
- After the puncture is made, the motor response is evoked during the approach. Adequate knowledge of the neural anatomy

Tabla 3. Algunas características de anestésicos locales en bloqueo de nervio menor

Table 3. Characteristics of local anesthetics in minor nerve blocks

Medicamento / Drug	Concentración % / Concentration %	Soluciones / Solutions		Solución (min) / Approximate duration(min)	
		Volumen (ml) / Volume (ml)	Dosis total (mg) / Total dose (mg)	Con epinefrina / With epinephrine	Sin epinefrina / Without epinephrine
Procaina / Procaine	2	5 - 20 MI	100 - 400	15 - 30	30 - 60
Cloroprocaina / Chloroprocaine	2	6 - 20 MI	100 - 400	16 - 30	31 - 60
Lidocaina / Lidocaine	1	7 - 20 MI	50 - 200	60 - 120	120 - 180
Mepivacaina / Mepivacaine	1	8 - 20 MI	51 - 200	61 - 120	121 - 180
Prilocaina / Prilocaine	1	9 - 20 MI	52 - 200	62 - 120	122 - 180
Bupivacaina / Bupivacaine	0,25 - 0,5	10 - 20 MI	12.5 - 100	180 - 360	240 - 420
Ropivacaina / Ropivacaine	0,2 - 0,5	11 - 20 MI	10 - 100	181 - 360	240 - 420

Adaptada de / Adapted from: Denise J. Wedel & Cols., Section IV; Anesthesia Management, Chap. 52; Nerve Blocks, Miller's Anesthesia, Elsevier, 7th edition, 2009. MI: Mililitros, Mg: Miligramos, Min: minutos. Dosis referida a un adulto de 70 kg.

Tabla 4. Algunas características de anestésicos locales en bloqueo de nervio mayor

Table 4. Characteristics of local anesthetics in major nerve block

Medicamento con epinefrina 1:200.000 / Medication with epinephrine 1:200.000	Concentracion usual (%) / Usual concentration (%)	Volumen usual (ml) / Usual volume (ml)	Dosis máxima (mg) / Maxium dose (mg)	Tiempo de inicio (min) / Onset time (min)	Duracion usual (min) / Usual duration (min)
Lidocaina / Lidocaine	1-Feb	30 - 50	500	10 - 20	120 - 240
Mepivacaina / Mepivacaine	1 - 1.5	30 - 50	500	10 - 20	180 - 300
Prilocaina / Prilocaine	1-Feb	30 - 50	600	10 - 20	180 - 300
Bupivacaina / Bupivacaine	0.25 - 0.5	30 - 50	225	20 - 30	360 - 720
Levopupivacaina / Levopupivacaine	0.25 - 0.5	30 - 50	225	20 - 30	360 - 720
Ropivacaina / Ropivacaine	0.2 - 0.5	30 - 50	250	20 - 30	360 - 720

Adaptada de: Denise J. Wedel & Cols., Section IV; Anesthesia Management, Chap. 52; Nerve Blocks, Miller's Anesthesia, Elsevier, 7th edition, 2009. / Adapted from: Denise J. Wedel & Cols., Section IV; Anesthesia Management, Chap. 52; Nerve Blocks, Miller's Anesthesia, Elsevier, 7th edition, 2009.

MI: Mililitros, Mg: Miligramos, Min: minutos. - Dosis referida a un adulto de 70 kg recibiendo una solución de anestésico local que contiene epinefrina. / MI: Millilitres, Mg: Milligrams, Min: minutes. - Dose as refers to a 70 kg adult receiving an anesthetic solution of local anesthetic containing epinephrine.

- En la fase de abordaje, realizada la punción, se evocará la respuesta motora. Se requiere adecuado conocimiento en anatomía y fisiología de estructuras nerviosas, al igual que del estímulo desencadenante de la propagación de la conducción nerviosa; potencial de acción transmembrana excitatorio nacido en nociceptores (1,3,6,9,11,30,31).

Debe comprobarse el adecuado funcionamiento del neuroestimulador (9); prueba de carga de pila y comprobación de integridad del circuito. Se recomienda que el electrodo positivo no se encuentre a más de 40 cm de distancia del electrodo negativo para mantener la integridad durante el procedimiento (9).

Otras técnicas utilizadas para la localización de nervio periférico son el *fascial pop*, al paso de la aguja a través de diferentes estructuras (bloqueo transfascial o 3 en 1 femoral), evocación de parestesias, abordaje perivascular, transarterial (bloqueo axilar con técnicas de multiinyección) (3,32-34), ultrasonografía, TAC, fluoroscopia y resonancia magnética nuclear (RMN) (1,3,6,7). En la Tabla 5 se enumeran las principales técnicas de abordaje para la realización de bloqueos de nervio periférico.

Se recomienda la aplicación de corriente de salida entre 1,0-5 mA iniciales, con una frecuencia de 1 a 2 Hz y una duración de 100 a 200 milisegundos. La obtención de la respuesta motora evocada debe lograrse a una intensidad de 0,3-0,5 mA; relacionada con una distancia de la aguja del neuroestimulador al nervio de ± 2 a 3 mm (3,9).

- La fase de inyección se realizará tras lograr la respuesta motora; consiste en inyectar el anestésico local o soluciones de anestésico local lenta y tituladamente, previa dosis de prueba, con succión para descartar colocación intravascular. Se deben vigilar signos clínicos de cardio y neurotoxicidad por anestésicos locales (1-3); arritmias ventriculares, prolongación del QT, efectos miocárdicos directos, como inotropismo y cronotropismo negativo, bradicardia, hipotensión; signos clínicos de neurotoxicidad, como convulsiones, excitación psicomotora, tinitus, sabor metálico en la boca y pares-

and physiology as well as of the stimulus that triggers nerve propagation and the transmembrane excitatory action potential emerging from the nociceptors is required (1,3,6,9,11,30,31).

The good functioning of the nerve stimulator must be checked (9) using the battery charge test and verifying circuit integrity. The positive electrode should not be more than 40 cm away from the negative electrode in order to ensure circuit integrity during the procedure (9).

Additional techniques used for localizing the peripheral nerve include the *fascial pop* when the needle passes through the different structures (transfascial block or femoral three-in-one), evoked paresthesias, perivascular and transarterial approaches (axillary block with multi-injection technique) (3,32-34), ultrasound, CT scan, fluoroscopy and nuclear magnetic resonance (NMR) (1,3,6,7). Table 5 shows the main techniques for approaching peripheral nerve blocks.

The recommended output current ranges between 1.0-5 mA initially, with a frequency of 1-2 Hz over 100-200 milliseconds. The intensity of the evoked motor response must range between 0.3-0.5 mA, and the distance between the nerve and the needle must be between $\pm 2-3$ mm (3,9).

- The injection phase must take place only after the motor response is established and consists of a slow injection of a titrated dose of local anesthetic or local anesthetic solution, after a test dose, using suction in order to rule out intravascular placement. It is critical to monitor clinical signs of cardiotoxicity (1-3) such as ventricular arrhythmias, prolonged QT interval, direct myocardial effects such as inotropism or negative chronotropism, bradycardia and hypotension. Clinical signs of neurotoxicity must also be monitored, including seizures, psychomotor excitation, tinnitus, metallic taste in the mouth, and lip paresthesias (1). The motor response will be lost after the injection of the initial two centimeters of the anesthetic (3) and the injection must continue. Aller-

tesias en labios (1). Una vez se inyecten los dos primeros centímetros de anestésico se perderá la respuesta motora (3) y se continuará con su inyección. También se pueden presentar alergias, principalmente con anestésicos locales aminoesteres (1).

- En la fase de anestesia hay inhibición de la transmisión nociceptiva, lo que proporciona bloqueo regional a las estructuras anatómicas inervadas sensitivamente por el nervio diana. Debe continuarse el monitoreo del paciente y vigilar los signos sistémicos de toxicidad. Debe medirse la calidad del bloqueo y el nivel anestésico. Posicionar al paciente, para protegerlo de riesgos inducidos por contacto termoelectrico, zonas de presión, causantes de neuropraxia asociados con daño neurológico.

Si lo requiere, al paciente se le brindará protección ocular. El anestesiólogo debe conocer la

gies may also occur, mainly with amino ester anesthetics (1).

- During the anesthesia phase there is inhibition of the proprioceptive transmission, giving rise to a regional block of the anatomical structures that receive sensory input from the target nerve. Monitoring must be maintained in order to look out for systemic signs of toxicity. Blockade quality and the level of anesthesia must be measured. The patient must be positioned in such a way as to avoid risks caused by thermoelectric contact and pressure areas that may cause neurapraxia associated with neurological damage.

If required, ocular protection must be provided. The anesthesiologist must be knowledgeable of the surgical technique and the anatomical struc-

Tabla 5. Principales técnicas de abordaje para la realización de bloqueos de nervio periférico

Table 5. Main approach techniques for peripheral nerve blocks

Bloqueos periféricos de miembro superior / Upper limb peripheral nerve blocks	Bloqueos periféricos de miembro inferior / Lower limb peripheral nerve blocks
Abordajes para bloqueo del Plexo Braquial / Approaches for brachial plexus block:	
Interescalenicos / Interscalene Supraclavicular / Supraclavicular Infra clavicular; abordaje pared anterior de la axilla / Infraclavicular; Approach through the nterior wall of the axilla Axilar; abordaje base axilar / llary; approach through the base of the axilla	Bloqueo lumbar por fosa del Psoas iliaco / umbar block through iliopsoas fossa Bloqueo femoral / Femoral block Bloqueo transfascial; 3 en 1; obturador, femoral y femorocutáneo / Transfascial block; 3 en 1; obturator, femoral and femorocutaneous Bloqueo del nervio safeno / Saphenous nerve block
Abordajes para bloqueos de nervios periféricos / Approaches for peripheral nerve blocks	
Medio humeral / Mid humeral Codo / Elbow Muñeca / Wrist Interdigital / Interdigital	Abordajes para bloqueo del nervio ciático / Approaches for sciatic nerve block: Posterior; para sacro, glúteo, posterior, ciaticopopliteo / Posterior; for sacrum, gluteous, sciatopopliteal Anterior, lateral/ Anterior, lateral Abordaje de estructuras nerviosas en cuello de pie y pie / Approach to nerve structures of the neck of the foot and the foot

técnica quirúrgica empleada y estructuras anatómicas vecinas al sitio operatorio, y alertar a miembros del equipo quirúrgico sobre el uso de torniquetes o situaciones que induzcan daño de nervioso (8).

La fase de posbloqueo: Inicia con la terminación del procedimiento y continúa con el traslado y monitorización del paciente a la UCP; el paciente debe ser entregado, administrarle oxígeno suplementario si es necesario y comentar aspectos relevantes, técnicas anestésicas y quirúrgicas, como el sangrado intraoperatorio. Se deben verificar signos vitales, medir la recuperación del paciente y tras una adecuada recuperación y determinación de ausencia de complicaciones quirúrgicas o anestésicas, se dará el alta de la UCP. De considerarlo, en el paciente ambulatorio, el anestesiólogo puede obtener datos básicos, como dirección y teléfono, para la evaluación domiciliar de analgesia o para ser informado de la recuperación.

En las tablas 6 y 7 se presentan las principales indicaciones, ventajas y contraindicaciones para la realización de bloqueos de nervio periférico.

Tabla 6. Principales indicaciones y ventajas de la realización de bloqueos de nervio periférico

Mejoría en la analgesia posoperatoria (1,2,6-12).
Disminución en la presentación de náusea y vómito posoperatorio (15).
Disminución de complicaciones cardiovasculares, respiratorias y gastrointestinales en los pacientes sometidos a anestesia (12-14).
Rehabilitación y vinculación temprana tras la cirugía ortopédica mayor; cirugía de hombro, cadera y rodilla (1,8,10,30-32, 50).
Procedimientos quirúrgicos en extremidades (1,30-32,50).
Limitación de la anestesia en pacientes que lo requieran (ancianos) (1).
Recuperación temprana en pacientes ambulatorios (8,10).
Disminución de la estancia en la UCP (10).

tures that lie close to the surgical site, and warn the surgical team about the use of tourniquets or about situations that may induce nerve damage (8).

The after phase of the block: Begins upon completion of the procedure and continues during patient transfer and monitoring at the PACU; the patient must be handed over, with orders for oxygen supplementation and information about the anesthetic and surgical techniques, and any relevant event such as intraoperative bleeding. Vital signs and patient recovery must be checked, and discharge from the PACU must be ordered only after determining the absence of surgical or anesthetic complications. In cases of outpatient procedures, the anesthetist may choose to gather basic information such as address and telephone number in order to ensure home follow-up or to remain informed about the patient's recovery.

Tables 6 and 7 show the main indications, advantages and disadvantages and contraindications for performing peripheral nerve blocks.

Table 6. Main indications and advantages of peripheral nerve blocks

Improved postoperative analgesia (1,2,6-12)
Less postoperative nausea and vomiting (15).
Less cardiovascular, respiratory and gastrointestinal problems in patients undergoing anesthesia (12-14).
Rehabilitation and earlier return to work after major orthopedic surgery (shoulder, hip and knee) (1,8,10,30-32,50).
Surgical procedures of the extremities (1,30,31-50).
Limitation of anesthesia in patients that require it (the elderly) (1).
Early recovery in outpatient surgery (8,10).
Shorter PACU stay (10).

Tabla 7. Algunas indicaciones para la realización de bloqueos de nervio periférico (1).

No aceptación por parte del paciente.
Discrasias sanguíneas; formación de hematomas en sitio de la punción (1).
Infección en el sitio de la punción (1).
Neuropatía periférica y trastornos osteomusculares (8).
Síndromes de radiculopatía (8).
Quimioterapia (8).
Neumopatías crónicas como enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC); en bloqueos interescalénicos y supraclaviculares del plexo braquial (8).
No conocimiento de las técnicas de abordaje y de la anatomía básica para la realización de bloqueos de nervio periférico.

COMPLICACIONES DE BLOQUEOS DE NERVIOS PERIFÉRICOS

- **Complicaciones de bloqueos de nervio periférico:** Pueden ser generales, secundarias a la aplicación de anestésico local, o secundarias a las técnicas de abordaje (1).
- **Complicaciones generales secundarias a la aplicación de anestésico local:** Bloqueo insatisfactorio (1,4), formación de hematoma, cardiotoxicidad inducida por anestésicos locales (1,8), infección, hematoma, presentación de neuropatía pasajera y en menor proporción permanente; asociadas con colocación intraneural de anestésico local (1). No hay aumento de complicaciones en obesos (35).
- **Complicaciones asociadas con bloqueo interescalénico:** La paresia hemidiafragmática (PHD) por bloqueo frénico ocurre en 100 % de los casos (1,6,8), el síndrome de Horner (bloqueo ganglio estrellado) tiene una incidencia del 30 % - 50 % (1,8), el bloqueo del nervio laríngeo recurrente ocurre en 6 % - 30 % (1,8), la colocación espinal, subdural y epidural de anestésico local con espinal total o peridural masiva también ha sido reportada (8). Otras complicaciones

Table 7. Some contraindications for peripheral nerve block (1).

Patient refusal.
Blood dyscrasias; hematoma formation at the puncture site (1).
Infection at the puncture site (1).
Peripheral neuropathy and muscle-skeletal disorders (8).
Radiculopathy syndromes (8).
Chemotherapy (8).
Chronic lung disease such as chronic obstructive pulmonary disease (COPD) crónicas; in intrascapular and supraclavicular brachial plexus blocks (8).
No cknowledge of approach techniques and the basic anatomy for performing peripheral nerve blocks.

PERIPHERAL NERVE BLOCK COMPLICATIONS

- **Peripheral nerve block complications:** May be general, secondary to the application of the local anesthetic, or secondary to the access techniques (1).
- **General complications secondary to the application of the local anesthetic:** Inadequate block (1,4), hematoma formation, cardiotoxicity (1,8), infection, transient neuropathy and, to a lesser degree, permanent neuropathy, associated with the intraneural injection of the local anesthetic (1). The rate of complications in obese patients is not increased (35).
- **Complications associated with intrascapular block:** Hemidiaphragmatic paresis (HDP) due to phrenic blockade occurs in 100 % of cases (1,6,8); the incidence of Horner's syndrome (stellate ganglion blockade) is 30 % - 50 % (1,8); laryngeal nerve block occurs in 6 % - 30 % of cases (1,8); and there have also been reports of spinal, subdural and epidural placement of the local anesthetic with total spinal or massive peridural anesthesia (8). Additional complications include hemodynamic changes of unclear

son: cambios hemodinámicos de causa no clara en 12 % a 24 % (8,36), mediados por posición sentada en pacientes para cirugía de hombro (18). También ha sido reportada la colocación intravascular en arterias vertebrales, lo que se asocia con convulsiones tempranas.

- **Complicaciones de bloqueo supraclavicular:** La incidencia de neumotórax es de 0,5 % - 6 % (1,8); los síntomas se presentan después de 24 horas, se manifiestan ocasionalmente con dolor pleurítico y no justifican la toma de radiografía de tórax rutinaria post-bloqueo. El síndrome de Horner se presenta en 40 % - 60 %, la neuropatía es infrecuente (1). La PHD ha sido reportada hasta en el 50 % de bloqueos supraclaviculares; con 25 % - 32 % de reducción en valores espirométricos, situación por considerar en pacientes con alteración de la función pulmonar.
- **Bloqueo infra clavicular de plexo braquial:** Presenta menor incidencia de neumotórax y riesgo de inyección intravascular. La neuropatía periférica tiene una incidencia de 0 a 16/10.000 (IC 95 %) (8) en los bloqueos infraclaviculares, con manifestaciones temporales, predominantemente. La PHD ha sido reportada hasta en un 25 % (8).
- **Abordaje axilar:** Presenta una tasa baja de complicaciones, como inyección intravascular, hematoma, infección o bloqueo insatisfactorio (incapacidad para bloqueo de las cuatro ramas nerviosas principales de extremidad superior; músculo cutáneo, mediano, radial y cubital) (1,4).
- **Bloqueo de Bier:** Pueden ocurrir manifestaciones de cardio y neurotoxicidad por administración intravascular del anestésico local; no se recomienda la utilización de bupivacaína endovenosa (1,37). Otras complicaciones pueden ser daño neurológico por torniquete.
- **Bloqueo de plexo lumbar por abordaje psoas:** Presenta aumento del riesgo de colocación peridural (9 % - 16 %) (1,38-40), con volúmenes mayores a 20 ml. Puede haber administración espinal o intravascular origin in 12 % - 24 % of cases (8,36), associated with shoulder surgery performed with the patient in a sitting position (18). Intravascular placement in vertebral arteries leading to early seizures has also been reported.
- **Supraclavicular block complications:** The incidence of pneumothorax is 0.5 % - 6 % (1,8), with symptoms appearing after 24 hours occasionally in the form of pleural pain, although they do not warrant routine post-block chest X-ray. Horner's syndrome occurs in 40 % - 60 % of cases, and neuropathy is rare (1). HDP has been reported in 50 % of cases of supraclavicular blocks together with a 25 % - 32 % reduction in spirometry values. This requires special attention in patients with lung function abnormalities.
- **Infraclavicular brachial plexus block:** The incidence of pneumothorax and the risk of intravascular injection are lower. The incidence of peripheral neuropathy is 0-16/10,000 (95 % CI) (8) in infraclavicular blocks, mainly with transient manifestations. HDP has been reported in up to 25 % of cases (8).
- **Axillary approach:** It is associated with a low rate of complications such as intravascular injection, hematoma, infection or inadequate blockade (inability to block the four main upper limb nerve branches, namely, musculocutaneous, median, radial and ulnar nerves) (1,4).
- **Bier's block:** Cardiac and neural toxicity manifestations may occur due to intravascular injection of the local anesthetic; the use of intravenous bupivacaine is not recommended (1,37). Other complications may include tourniquet-induced nerve damage.
- **Psoas approach for lumbar plexus block:** It is associated with a higher risk of peridural placement (9 % - 16 %) (1,38-40) when volumes greater than 20 ml are used. Neurological injury may occur with spinal

lar del anestésico lesión neurológica. En el abordaje paravertebral puede desarrollarse bloqueo simpático (1). El *bloqueo femoral* se asocia con colocación intravascular y hematoma. El daño nervioso es raro (1).

- **Bloqueo de nervio obturador:** Las complicaciones derivadas de este bloqueo son colocación intravascular, lesión neurológica por colocación intraneural y hematoma (1,41-44).
- **Bloqueos del nervio ciático:** Las complicaciones se relacionan con la técnica de abordaje. Encontramos: trauma muscular, bloqueo simpático (26), colocación intravascular (abordaje glúteo) y lesión neurológica, con disestesias residuales transitorias infrecuentes (34,35,45-49). Los procedimientos quirúrgicos de cadera o rodilla pueden asociarse con neuropraxia (8).

Las complicaciones del abordaje ciático poplíteo (posterior y lateral) y bloqueos en cuello de pie son: presentación de neuropatía periférica y colocación intravascular (1).

CONCLUSIONES

Se ha venido incrementando el uso de bloqueos de nervio periférico, motivado por el desarrollo de dispositivos tecnológicos que permiten localizar estructuras nerviosas, al aumentar su eficacia, éxito y disminución en la presentación de complicaciones anestésicas, lo que lleva a la ampliación en su ventana terapéutica. Actualmente, no hay suficientes ensayos clínicos que demuestren superioridad de un dispositivo tecnológico sobre otro. Se deben conocer los principios fisiológicos de la neuroconducción y el funcionamiento del neuroestimulador, al igual que la anatomía de troncos y nervios periféricos para un mejor aprendizaje. Este documento da pautas para aumentar la seguridad en la anestesia regional y contribuye a la adecuada realización del acto anestésico. El autor recomienda realizar estudios con mayor nivel de evidencia científica del tema expuesto.

or intravascular administration of the anesthetic. The paravertebral approach may give rise to sympathetic blockade (1). *Femoral blocks* are associated with intravascular placement and hematoma. Nerve damage is rare (1).

- **Obturator nerve block:** Complications associated with this block include intravascular placement, hematoma and neurological damage due to intraneural placement (1,41-44).
- **Sciatic nerve blocks:** The complications are associated with the access technique and include muscle trauma, sympathetic blockade (26), intravascular placement (gluteal approach) and nerve damage with infrequent transient residual dysesthesias (34,35,45-49). Surgical procedures of the hip and knee may be associated with neurapraxia (8).

The complications of the sciatic and popliteal (posterior and lateral) approaches and foot-neck blocks include peripheral neuropathy and intravascular placement (1).

CONCLUSIONS

The use of peripheral nerve blocks has become popular as a result of new technological developments that help localize nerve structures, thus increasing blockade effectiveness and reducing anesthetic complications, and prolonging the therapeutic window. At the present time there are not enough clinical trials demonstrating the superiority of one technological device over another. There is a need to develop good knowledge of the physiological principles of nerve conduction, the functioning of the nerve stimulator and the anatomy of the peripheral nerves and bundles. This paper offers guidelines to enhance safety in regional anesthesia and ensure adequate performance of the anesthesia procedure. The authors recommend conducting studies with a higher level of scientific evidence in the future.

REFERENCES

1. Wedel D, Wedel J. Anesthesia management; nerve blocks. En: Miller R, Lars MD, Eriksson I, et al. Miller's Anesthesia 7th ed. Philadelphia: Elsevier; 2009;52.
2. Berde Ch, Strichartz G. Anesthetic pharmacologic, local anesthetics. En: Miller R, Lars MD, Eriksson I, et al. Miller's Anesthesia 7th ed. Philadelphia: Elsevier; 2009;30.
3. De Andrés J, Alonso-Iñigo JM, Sala-Blanch X, et al. Nerve stimulation in regional anesthesia: theory and practice. *Best Pract Res Clin Anesthesiol.* 2005;19:153-74.
4. De Franco C. Applied anatomy of the lower extremity. En: de León-Casasola O. Techniques in regional anesthesia and pain management. Philadelphia: Elsevier; 2008. p. 140-145.
5. De Franco C, Clarck L. Applied anatomy of the upper extremity. En: de León-Casasola O. Techniques in regional anesthesia and pain management. Philadelphia: Elsevier.; 2008. p. 134-9.
6. Admir H. Peripheral nerve blocks - principles and Practice. New York : Mc GrawHill; 2009.
7. Mulroy M. Peripheral nerve blockade. En: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK. Clinical anesthesia, 6th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009;38.
8. Neal J, Gerancher JC, Hebl J, et al. Upper extremity regional anesthesia: essentials for your practice. Documento presentado en: 60th annual refresher course lectures, ASA Inc, ©. 17-21 de octubre del 2009. New Orleans, US.
9. Jaramillo J. Anestesia regional, uso de neuroestimulador de nervio periférico. Curso de Anestesia Regional. Bogotá: SCARE;2008.
10. Gray AT. Ultrasound-guided regional anesthesia: Current state of the art. *Anesthesiology.* 2006;104:368.
11. Auroy Y, Benhamou D, et al, Major complications of regional anesthesia in France. The SOS regional anesthesia hotline service. *Anesthesiology.* 2002;97:1274-80.
12. Ballantyne JC, Carr DC, de Ferranti, et al. The comparative effects of postoperative analgesic therapies on pulmonary outcome: cumulative meta-analyses of randomized, controlled trials. *Anesth Analg.* 1998;86:598-612.
13. Steinbrook. Epidural anesthesia and gastrointestinal motility. *Anesth Analg.* 1998;86:837-44.
14. Capdevila X, Dadure C, Brinquier S, et al. Effect of patient-controlled perineural analgesia on rehabilitation and pain after ambulatory orthopedic surgery. A multicenter randomized trial. *Anesthesiology.* 2006;105:566-73.
15. Hadzic A, Karaca PE, Hobeika P, et al. Peripheral nerve blocks result in superior recovery profile compared with general anesthesia in outpatient knee arthroscopy. *Anesth Analg.* 2005;100:976-81.
16. Mulroy M. Practical regional anesthesia: making it work in the real world. Documento presentado en: 60th annual refresher course lectures, ASA Inc. 17-21 de octubre del 2009. New Orleans, US.
17. Hadzic A, Vloka JD, Kuroda MM, et al. The practice of peripheral nerve blocks in the United States: a national survey. *Reg Anesth Pain Med.* 1998;241-6.
18. Cullen DJ, Kirby RR. Beach chair position may decrease cerebral perfusion; catastrophic outcomes have occurred. *APSF Newsletter.* 2007;22:25-7.
19. Apfel C. Postoperative care, postoperative nausea and vomiting. En: Miller R, Lars MD, Eriksson I, et al. Miller's Anesthesia 7th ed. Philadelphia: Elsevier; 2009;86.
20. Marino P. Practicas preventivas en el enfermo grave, control de las infecciones en la UCI. En: Marino P. El libro de la UCI. España: Lippincott Williams & Wilkins; 2008;3:39-59.
21. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for hand hygiene in health-care settings: recommendations of the healthcare infection control practices advisory committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. *MMWR.* 2002;51:1-45.
22. Power I, Kam P. Physiology of excitable cells. En: Pagel P. Principles of physiology for the anesthetist. 2da ed. UK: Hodder Arnold And Hachette UK Company; 2008.
23. Weinberg GL, Neal JM, Bernardis CM, et al. ASRA practice advisory on the systemic toxicity of local anesthetics. *Reg Anesth Pain Med.* 2010;35:152-61.
24. Marhofer P, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2005;94:7.
25. Dingemans E, Williams SR, Arcand G, et al: Neurostimulation in ultrasound-guided block -a prospective randomized trial. *Anesth Analg.* 2007;104:1275.
26. Gaertner E, Lascrain P, Venet C, et al. Continuous parasacral sciatic block: A radiographic study. *Anesth Analg.* 2004;98:831.
27. Glass P, Shafer S. Anesthetic pharmacologic, intravenous anesthetics. En: Miller R, Lars MD, Eriksson I, et al. Miller's Anesthesia 7th ed. Philadelphia: Elsevier; 2009;26.
28. Vanegas A. Anestésicos intravenosos. En: Vanegas A. Anestesia Intravenosa, 2da edición Bogotá: Editorial Médica Panamericana; 2008. p. 194-198.

29. Bozkurt P. Premedication of the pediatric patient - anesthesia for the uncooperative child. *Anaesthesiology*. 2007;20:211-5.
30. Dalens B, Saint-Maurice C. Practical conditions for practice and survey of regional anesthesia. En: Dalens B, Khandwala R. *Regional anesthesia in infants, children, adolescents*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995. pp.145-153.
31. De Andre´s J, Sala-Blanch X. Peripheral nerve stimulation in the practice of brachial plexus anesthesia: a review. *Reg Anesth Pain Med*. 2001;26:478-83.
32. Vester-Andersen T, Husum B, Lindburg T, et al: Perivascular block. IV. Blockade following 40, 50, or 60 mL of mepivacaine 1% with adrenaline. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1984;28:99.
33. Baranowski AP, Pither CE. A comparison of three methods of axillary brachial plexus anaesthesia. *Anaesthesia*. 1990;45:362.
34. Fanelli G, Casati A, Garancini P, et al. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: Failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. Study Group on Regional Anesthesia. *Anesth Analg*. 1999;88:847.
35. Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, et al. Major complications of regional anesthesia in France: The SOS regional anesthesia hotline service. *Anesthesiology*. 2002;97:1274.
36. Borgeat A, Ekatothramis G, Kalberer F, et al. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery. A prospective study. *Anesth Analg*. 2001;95:875-80.
37. Davies JAH, Wilkey AD, Hall ID. Bupivacaine leak past inflated tourniquets during intravenous regional analgesia. *Anaesthesia* 1984;39:996.
38. Enneking FK, Chan V, et al. Lower extremity peripheral nerve blocks: Essentials of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med*. 2005;30:4.
39. Capdevila X, Macaire P, Dadure C, et al: Continuous psoas compartment block for postoperative analgesia after total hip arthroplasty: New landmarks, technical guidelines, and clinical evaluation. *Anesth Analg*. 2002;94:1606.
40. Capdevila X, Coimbra C, Choquet O. Approaches to the lumbar plexus: Success, risks, and outcome. *Reg Anesth Pain Med*. 2005;30:150.
41. Franco CD, Gloss FJ, Voronov G, et al. Supraclavicular block in the obese population: An analysis of 2020 blocks. *Anesth Analg*. 2006;102:1252.
42. Enneking FK, Chan V, Greger J, et al. Lower extremity peripheral nerve blocks: Essentials of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med*. 2005;30:4.
43. Lopez S, Gros T, Bernard N, et al. Fascia iliaca compartment block for femoral bone fractures in prehospital care. *Reg Anesth Pain Med*. 2003;28:203.
44. Pianezza A, Gilbert ML, Minville V, et al. A modified mid-femoral approach to the sciatic nerve block: A correlation between evoked motor response and sensory block. *Anesth Analg*. 2007;105:528.
45. Awad IT, Duggan EM. Posterior lumbar plexus block: Anatomy, approaches, and techniques. *Reg Anesth Pain Med*. 2005;30:143.
46. Benumof JL. Permanent loss of cervical spinal cord function associated with interscalene block performed under general anesthesia. *Anesthesiology*. 2000; 93:1541-4.
47. Bernardis CM, Hadzic A, Surech S, et al. Regional anesthesia in anesthetized or heavily sedated patients. *Reg Anesth Pain Med*. 2008;33:449-60.
48. Boezaart AP. Perineural infusion of local anesthetics. *Anesthesiology*. 2006;104:872-80.
49. McCartney CJ, Brull R, Chan WW, et al. Early but no long-term benefit of regional compared with general anesthesia for ambulatory hand surgery. *Anesthesiology*. 2004;101:461-7.
50. Handoll HHG, Koscielniak-Nielsen ZJ. Single, double or multiple techniques for axillary brachial plexus block for hand, wrist or forearm surgery. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2006;1: Art No. CD003842.

Conflicto de intereses: Ninguno declarado.

Financiación: Recursos propios de los autores