



## Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery

Marie-Josée Nadeau, MD · Simon Lévesque, MD ·  
Nicolas Dion, MD

Received: 30 September 2012/Accepted: 14 December 2012/Published online: 2 February 2013  
© Canadian Anesthesiologists' Society 2013

### Abstract

**Purpose** The purpose of this module is to review the main ultrasound-guided approaches used for regional anesthesia of the upper limb.

**Principal findings** The anatomical configuration of the upper limb, with nerves often bundled around an artery, makes regional anesthesia of the arm both accessible and reliable. In-depth knowledge of upper limb anatomy is required to match the blocked territory with the surgical area. The interscalene block is the approach most commonly used for shoulder surgery. Supraclavicular, infraclavicular, and axillary blocks are indicated for elbow and forearm surgery. Puncture techniques have evolved dramatically with ultrasound guidance. Instead of targeting the nerves directly, it is now recommended to look for diffusion areas. Typically, local anesthetics are deposited around vessels, often as a single injection. Phrenic nerve block can occur with the interscalene and supraclavicular approaches. Ulnar nerve blockade is almost never achieved with the interscalene approach and not always present with a supraclavicular block. If ultrasound guidance is used, the risk for pneumothorax with a supraclavicular approach is reduced significantly. Nerve damage and vascular puncture are possible with all approaches. If an axillary approach is chosen, the

consequences of vascular puncture can be minimized because this site is compressible.

**Conclusions** Upper limb regional anesthesia has gained in popularity because of its effectiveness and the safety profile associated with ultrasound-guided techniques.

### Objectives

After reading this module, the reader should be able to:

1. Describe techniques for upper limb ultrasound-guided regional anesthesia;
2. Choose a type of block based on established criteria;
3. Select an ultrasound-guided approach for upper limb anesthesia based on the planned surgical procedure;
4. Balance the indications and contraindications of the various ultrasound-guided approaches for the upper limb;
5. Recognize the factors favouring block success.

### Introduction

The nerve structures of the upper limb are superficial and often bundled around an artery. Because of this ideal anatomical configuration for regional anesthesia, the upper limb can be accessed at several sites. The described approaches are relatively simple and reliable and provide a fast-acting block.<sup>1</sup> Regional anesthesia for upper limb surgery has several advantages compared with general anesthesia, including better postoperative analgesia, less nausea and vomiting, more hemodynamic stability, fewer side effects, and a favourable complications profile.<sup>2</sup> Since

---

**Electronic supplementary material** The online version of this article (doi:[10.1007/s12630-012-9874-6](https://doi.org/10.1007/s12630-012-9874-6)) contains supplementary material, which is available to authorized users.

M.-J. Nadeau, MD (✉) · S. Lévesque, MD · N. Dion, MD  
Département d'Anesthésie du CHU de Québec, Hôpital de  
l'Enfant-Jésus, Université Laval, 1401 18e rue, Québec,  
QC G1J 1Z4, Canada  
e-mail: marie-josée.nadeau@anr.ulaval.ca

the first description of the supraclavicular block by D. Kulenkampff in 1911, many regional anesthesia techniques have been described for the upper limb, the most popular being the interscalene, supraclavicular, infraclavicular, and axillary approaches. Each approach is associated with a characteristic anesthetized area and a specific set of side effects, and both of these aspects should be considered when choosing the technique. The objective of this Continuing Professional Development module is to review the main approaches for upper limb regional anesthesia performed with ultrasound guidance without nerve stimulation. The catheter insertion techniques, ultrasound principles, choice of local anesthetic, and treatment of local anesthetic toxicity are not covered in this module.

### Nerve localization technique

Several methods are available to locate nerves when performing blocks. In the 1980's nerve stimulation became the preferred nerve localization technique, replacing the search for paresthesias and the transarterial technique, which had been prevalent until then. In the past decade, the advent of ultrasound guidance has revolutionized regional anesthesia. Its use is supported by an ever-growing body of evidence. Compared with ultrasound guidance alone, adding nerve stimulation does not add any benefit in terms of block effectiveness and success rate;<sup>3-5</sup> however, some experts suggest the use of a nerve stimulator as a detection tool for intraneuronal puncture. In this case, the stimulator current should be set at 0.2–0.5 mA from the start of the technique. Intraneuronal puncture is suspected when a motor or sensory response persists at  $\leq 0.2$  mA; however, lack of response at 0.2 mA does not exclude the possibility of intraneuronal puncture.<sup>6</sup> Ultrasound guidance has been shown to increase the likelihood of success, reduce the time to perform the technique, decrease the onset time of the block, and diminish the risk of vascular puncture when compared with nerve stimulation alone.<sup>7</sup> Therefore, in this module, we have elected to discuss ultrasound-guided techniques exclusively.

### Choice of an approach for an upper limb block

The choice of approach should be based on several factors that can be divided into three main categories: patient-, block- and surgery-related factors.

A patient's anatomy, morphology, and history have an impact on the choice of block. Certain anatomical variations can make some approaches more difficult or even impossible to perform. For instance, if two arteries instead of one are present in the infraclavicular region, an

infraclavicular block will be more complex or even impossible to perform. Patient history and morphology may also influence the choice of technique. For example, in a morbidly obese patient, an axillary block may be preferred to an infraclavicular block because it is more superficial. Patients with severe pulmonary disease must be carefully evaluated, since a phrenic nerve block, a frequent side effect of interscalene and supraclavicular blocks, can precipitate respiratory failure in these patients.

The nerve territories anesthetized by a given approach are a major element to consider when choosing a technique (Table 1). These territories have to match the surgical site. The potential side effects and complications of the approach under consideration may also influence the final choice of block (Table 2).

Needless to say, the planned surgical procedure plays a major role in determining which block is preferred. The surgical site is important, but the use of a tourniquet must also be taken into account. The chosen approach should cover all nerve territories where surgical stimulation is likely to be present. This includes dermatomes but also myotomes (muscle innervation) and sclerotomes (sensory innervation of the bone) if surgery involves deep areas adjacent to bones or necessitates bone manipulations. Sclerotomes are not always innervated by the same nerve as the matching dermatome; the approach must therefore be carefully chosen (Fig. 1). The duration of surgery has little impact on the preferred approach but has a major influence on the choice of local anesthetic and whether or not regional anesthesia is the indicated anesthetic technique. Solid knowledge of upper limb anatomy and innervation is thus fundamental when choosing the most appropriate regional anesthetic technique.

### Shoulder

The shoulder joint and its attached muscles are innervated by the axillary and suprascapular nerves, both originating in the C5 and C6 nerve roots, *i.e.*, in the upper trunk of the brachial plexus (Fig. 1). Part of the skin covering the shoulder is innervated by the supraclavicular nerve, a branch of the superficial cervical plexus. It is worth mentioning that the complexity of this joint makes shoulder procedures among the most painful in the postoperative period, especially in the case of open surgery. They are therefore an excellent indication for regional anesthesia.

The interscalene block provides high-quality anesthesia and analgesia (Video 1, available as electronic supplementary material [ESM]) and is therefore considered the technique of choice for shoulder surgery. This block provides many benefits compared with general anesthesia when used as a single anesthetic technique for ambulatory open shoulder surgery.<sup>8</sup> A single-shot or continuous

**Table 1** Upper limb blocks and nerve territories affected

Block	Nerve territories	
	Consistently blocked*	Inconsistently blocked*
Interscalene	Axillary nerve	Ulnar nerve
	Suprascapular nerve	Medial cutaneous nerve of the arm
	Radial nerve	Medial cutaneous nerve of the forearm
	Musculocutaneous nerve	
	Median nerve	
Supraclavicular	Axillary nerve	Suprascapular nerve
	Radial nerve	Ulnar nerve
	Ulnar nerve	
	Musculocutaneous nerve	
	Median nerve	
Infraclavicular	Axillary nerve	Medial cutaneous nerve of the arm
	Radial nerve	Medial cutaneous nerve of the forearm
	Ulnar nerve	
	Musculocutaneous nerve	
	Median nerve	
Axillary	Axillary nerve	Radial nerve
	Suprascapular nerve	Ulnar nerve
	Medial cutaneous nerve of the arm	
	Medial cutaneous nerve of the forearm	
	Median nerve	

\* Results may change depending on the technique and volume of local anesthetic used. Data are drawn from available publications and from the authors' clinical experience

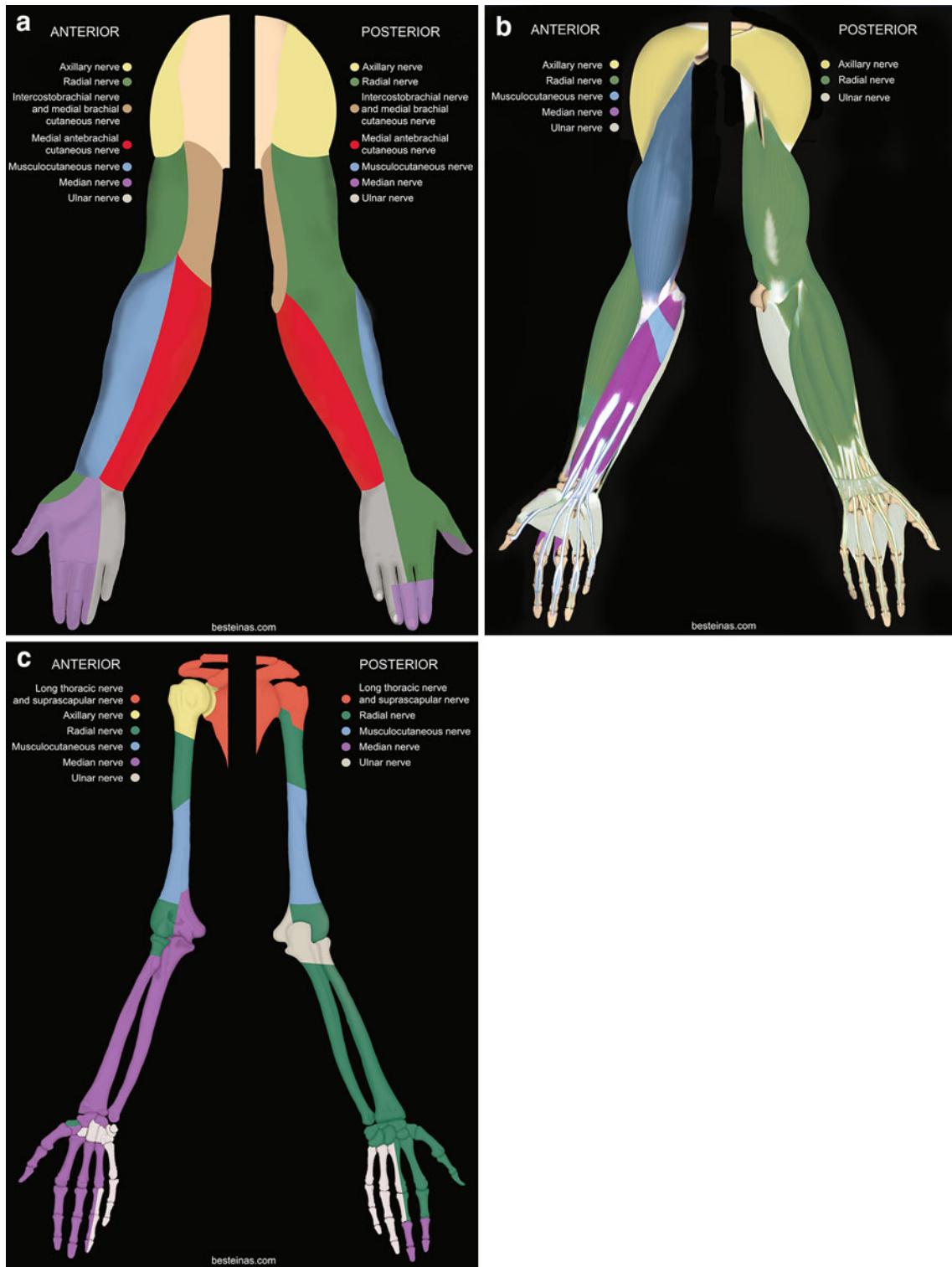
**Table 2** Complications and side effects specific to each block

Block	Complications and side effects
Interscalene	Nerve damage Vascular puncture / hematoma Neuraxial anesthesia Phrenic nerve block Superior laryngeal nerve block Horner syndrome Bezold-Jarisch reflex
Supraclavicular	Nerve damage Vascular puncture / hematoma Pneumothorax Phrenic nerve block Horner syndrome
Infraclavicular	Nerve damage Vascular puncture / hematoma Pneumothorax Horner syndrome
Axillary	Nerve damage Vascular puncture / hematoma

infusion interscalene block provides important benefits in terms of pain relief and reduction of postoperative opioid consumption, although the advantages of a continuous

block *vs* a single-shot technique remain controversial.<sup>9</sup> Despite its effectiveness, some clinicians refrain from using the interscalene block on a regular basis due to the risk of neurological complications that may ensue. In fact, up to 8% of all neurological symptoms reported on the seventh postoperative day have been attributed to interscalene blocks performed for shoulder surgery.<sup>10</sup> A recent study indicates that interscalene blocks are associated with the highest incidence (close to 3%) of transient neurological symptoms among all peripheral nerve blocks;<sup>11</sup> however, it is difficult to distinguish the relatively frequent neurological sequelae due to surgery from those caused by the anesthetic technique.

Recently, a study involving a large number of patients compared the use of supraclavicular blocks with the use of interscalene blocks for anesthesia in shoulder surgery. Both blocks were found to have similar effectiveness, while the supraclavicular block (Video 2, available as ESM) was associated with a reduced rate of postoperative hoarseness.<sup>12</sup> Some authors suggest that the anatomical characteristics of the brachial plexus at the level of the supraclavicular fossa (more fascicles but smaller in size) may explain the reduced risk of neurological damage associated with the supraclavicular block compared with the interscalene block, while offering equivalent block success.<sup>13</sup> However, there is no direct clinical evidence for this explanation.



**Fig. 1** Nerve territories: a) Dermatomes; b) Myotomes; c) Sclerotomes

**Fig. 1** Territoires nerveux: a) Dermatomes; b) Myotomes; c) Sclérotomes

## Arm

The nerve supply to the proximal part of the arm differs from the supply to the distal part (Fig. 1). The axillary

nerve innervates the proximal segment of the arm, while the musculocutaneous nerve supplies the distal portion; the radial and medial cutaneous nerves also play a role in the innervation of the arm. In addition, the intercostobrachial

nerve, a division of the second intercostal nerve, innervates part of the skin in the axillary and medial sections of the arm. The contribution of this nerve varies from patient to patient. The intercostobrachial nerve is not a branch of the brachial plexus; therefore, it must be blocked separately by subcutaneous infiltration in the axillary fossa. The sclerotome territories differ from cutaneous sensory innervation areas in the arm.

Few studies have been published on regional anesthesia for arm surgery. The anesthetic plan depends on whether the surgical site is proximal or distal. If the site is proximal, *i.e.*, close to the shoulder, then anesthesia should be performed as for shoulder surgery because the axillary nerve must be anesthetized. Interscalene (Video 1, available as ESM) or supraclavicular (Video 2, available as ESM) blocks are preferred. If the site is distal and the axillary nerve block is not necessary, then the anesthetic technique should be performed as for elbow surgery. In this case, the interscalene approach should not be the first choice because this block misses the ulnar nerve.

## Elbow

The innervation of the elbow is complex and involves all terminal branches of the brachial plexus except the axillary nerve (Fig. 1). Innervation to the skin depends on the radial nerve, the medial cutaneous nerves of the arm and forearm, and the musculocutaneous nerve. The radial, median, and ulnar nerves innervate elbow joint sclerotomes. Studies comparing regional anesthesia techniques in patients undergoing elbow surgery have also included subjects undergoing forearm or hand surgery. It is difficult to determine the ideal approach for elbow surgery because subgroups in these studies are too small. Since the same nerve branches supply the elbow, the forearm, and the hand, it appears logical to use the same approach in all three types of surgery, namely, a supraclavicular, infraclavicular, or axillary block.

## Forearm and hand

The nerve supply to the forearm is shown in Fig. 1. The median, ulnar, radial, musculocutaneous, and medial cutaneous nerves of the forearm are involved, and depending on the planned surgery, one or more of these nerves need to be blocked. A large number of forearm surgical procedures are performed with a tourniquet in place. Tolerance to the tourniquet depends on adequate anesthesia of all muscles distal to it, *i.e.*, the radial, median, ulnar, and musculocutaneous nerves. On the other hand, cutaneous anesthesia underneath the tourniquet reduces the uncomfortable feeling of skin tightness when the tourniquet is inflated. In such cases, the arm's medial cutaneous

and intercostobrachial nerves need to be blocked along with the four main nerves.

The supraclavicular, infraclavicular, or axillary approach can be used if the surgical site is the forearm or hand (Videos 2-4, available as ESM). For a long time, the supraclavicular approach was considered ideal for upper limb anesthesia because nerves are superficial and close to each other at this location. This technique lost its appeal because of the risk of pneumothorax. With the advent of ultrasound, the supraclavicular block has regained much popularity. It is true that the risk of pneumothorax has decreased drastically – but it has not been eliminated.<sup>14</sup> When a supraclavicular block is performed, phrenic nerve block may occur at a rate of up to 60% depending on the technique and the volume of local anesthetic used. Ultrasound guidance tends to result in a significant reduction in the risk of phrenic nerve paralysis.<sup>15,16</sup> Nevertheless, the supraclavicular approach is contraindicated in patients presenting with contralateral phrenic nerve damage or with severe pulmonary disease. Several recent studies have shown that the supraclavicular approach does not provide a shorter onset time or a more reliable block than infraclavicular or axillary blocks.<sup>17-19</sup> The ulnar nerve may be missed, with a failure rate as high as 36%.<sup>17,18</sup>

The infraclavicular approach has been shown to be equivalent to, if not better than, the supraclavicular approach. Onset time is short, and reliable blockade of the median, ulnar, radial, and musculocutaneous nerves is obtained.<sup>17,20</sup> That is what we see in our daily clinical practice. Phrenic nerve paralysis has not been reported with infraclavicular blocks. The risk of pneumothorax is even lower with the infraclavicular approach than with a supraclavicular approach, because the ultrasound probe can be placed so as to position the pleura away from the intended needle path, as shown in Video 3. The axillary approach is another interesting option with an onset time and quality of block similar to the infraclavicular block.<sup>19</sup> All approaches carry the risk of vascular puncture. Axillary blocks are preferred when the risk of bleeding secondary to vascular puncture is a concern, as they are superficial and performed in a compressible area.

## Upper limb ultrasound-guided block techniques

Several different techniques have been described for each of the upper limb ultrasound-guided approaches. Various elements should be taken into account: the puncture site, the needle direction, the site or sites of injection, the number of injections, the injection volume, and the intended diffusion of the local anesthetic. It has been possible to determine specific compartments to target when performing ultrasound-guided blocks. This has been accomplished

using real-time observation of the distribution of the injected solution correlated with the characteristics of the blocks it produced, particularly onset time and depth of block.<sup>21</sup> Macroanatomy, superficial landmarks, and the concept of a perineural sheath have now given way to an understanding of nerve microanatomy and its relationship to neighbouring tissue. The literature to determine the optimal technique with respect to ease of execution, reproducibility, reliability, speed of onset, and safety is still evolving.

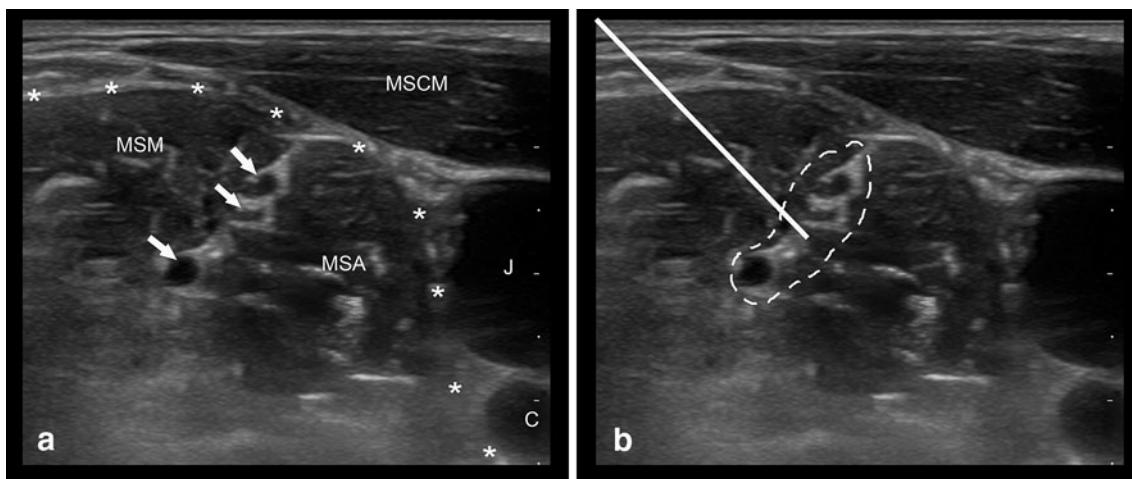
Upper limb block techniques can be performed using various ultrasound probes. High-frequency (5-14 MHz) linear probes are most commonly used to perform interscalene, supraclavicular, infraclavicular, and axillary blocks.

#### Interscalene approach

The interscalene block is performed at the level of the posterior triangle of the neck, lateral to the clavicular head of the sternocleidomastoid muscle, next to the 6<sup>th</sup> or 7<sup>th</sup> cervical vertebra. At this level, the brachial plexus is made up of nerve roots (C5, C6, and C7) or trunks (superior and middle). As the ratio of neural tissue / non-neural tissue in the brachial plexus is high in the interscalene region and the nerve structures contain one or few fascicles, their ultrasound appearance is that of hypoechoogenic nodules located between the anterior and middle scalene muscles under the prevertebral fascia (Fig. 2a). There are many anatomical variations, the most frequent being one or more roots running intramuscularly through or in front of the

anterior scalene muscle.<sup>22</sup> It should be mentioned that vascular structures, especially the transverse cervical artery or the dorsal scapular artery, are sometimes visible at the targeted site of injection. These vessels may sometimes be misidentified as nerve structures on ultrasound images; therefore, a colour Doppler study should always be undertaken before performing the block. The phrenic nerve is located on the ventral surface of the anterior scalene muscle just under the prevertebral fascia, which explains why it is frequently paralyzed when performing an interscalene block.

Although several approaches to perform an ultrasound-guided interscalene block have been described, the most frequently cited technique involves an in-plane approach through the middle scalene muscle (Figs. 2b and 3, Video 1). A fascial click is often felt when the needle penetrates through the middle scalene fascia in order to reach the interscalene space. The significant incidence of neurological symptoms following an interscalene block has led some authors to recommend a less invasive approach in which the local anesthetic is deposited only laterally to the brachial plexus rather than around the nerve structures. In a recent study, both techniques have yielded similar success rates.<sup>23</sup> Finally, the most important advantage provided by ultrasound guidance for interscalene blocks is a major reduction in the volume of local anesthetic required to perform a block for postoperative analgesia. In fact, an excellent success rate can be obtained with local anesthetic volumes as low as 5-10 mL, thus reducing diaphragmatic paralysis and possibly extending the indications for the



**Fig. 2** Interscalene region. The probe and needle are positioned as indicated in Fig. 3. Left: lateral; right: medial. a) Sonoanatomy; b) Final needle position and intended diffusion of local anesthetic (dotted line). MSCM = sternocleidomastoid muscle; MSA = anterior scalene muscle; MSM = middle scalene muscle; J = internal jugular vein; C = carotid artery; arrows = brachial plexus; \* = prevertebral cervical fascia

**Fig. 2** Région interscalénique. La sonde et l'aiguille sont placées comme l'indique la Fig. 3. À gauche: latéral; à droite: médial. a) Sonoanatomie; b) Position finale de l'aiguille et diffusion recherchée de l'anesthésique local (traits pointillés). MSCM = muscle sternocléidomastoïdien; MSA = muscle scalène antérieur; MSM = muscle scalène moyen; J = veine jugulaire interne; C = artère carotide; flèches = plexus brachial; \* = fascia cervical prévertébral



**Fig. 3** Interscalene block. The patient lies supine, the arm on his side. The anesthesiologist is next to the patient, at the shoulder level. The probe is perpendicular to the rostrocaudal axis

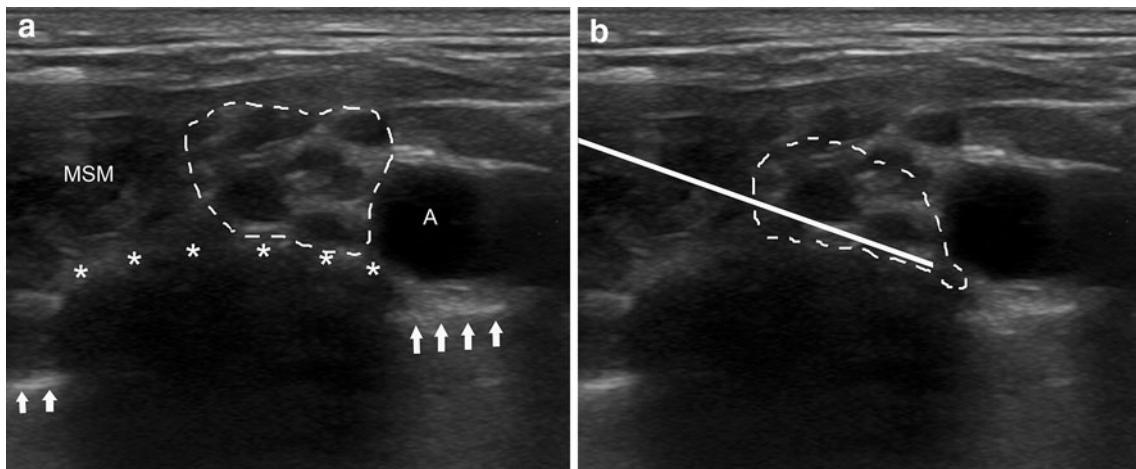
**Fig. 3** Bloc interscalénique. Le patient est en position dorsale, le bras le long du corps. L'anesthésiologue est à côté du patient au niveau de son épaule. La sonde est orientée perpendiculairement à l'axe rostro-caudal

block to patients with mild and possibly moderate pulmonary disease.<sup>24</sup> Nevertheless, the use of small volumes has not been confirmed for the purpose of providing anesthesia. For this indication, volumes of > 30 mL are used in the majority of studies.<sup>12</sup>

### Supraclavicular approach

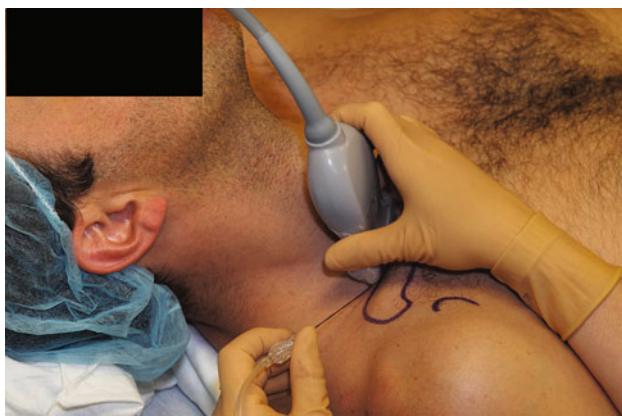
In the supraclavicular region, nerve structures lie in close proximity to each other. They have a “bunch of grapes” appearance and are located lateral to the subclavian artery just anterior to the first rib and pleura. As seen in Fig. 4a, the nerves are close to the pleura. Nerve structures coming from C8-T1 are often separate from those with a C5-C7 origin. The C8-T1 divisions are sometimes difficult to visualize with ultrasound and are located posterior to the artery in 10% of cases.<sup>25</sup> The dorsal scapular artery often lies between the two nerve bundles and makes the technique more difficult to perform when present.

Various techniques have been studied. The multiple injection technique has not been shown to be superior to the single-shot technique at the junction between the artery and the first rib.<sup>3,26,27</sup> The single-shot technique has the advantage of being easier to perform (Fig. 5, Video 2). Most authors use 30 mL of local anesthetic. When injecting, it is important to ensure that the initial injection pushes the nerve structures anteriorly and that all nerves are surrounded by the local anesthetic at the end of injection (Fig. 4b). Special attention should be paid to the structures originating at the C8-T1 level. The needle must always be well visualized because the injection site is close to the



**Fig. 4** Supraclavicular region. The probe and needle are positioned as indicated in Fig. 5. Left: lateral; right: medial. a) Sonoanatomy. MSM = middle scalene muscle; A = subclavian artery; \* = cortex of first rib; arrows = pleura. The first rib and pleura both appear as hyperechogenic lines but are distinguishable by the acoustic shadow (black image) located under the first rib, whereas the image under the pleura is whitish due to the ultrasound beam going through it. The dotted line surrounds the brachial plexus with its distinctive “bunch of grapes” appearance. b) Final needle position and intended diffusion of local anesthetic (dotted line). Notice how close the needle tip is to the pleura. When performing the block, it is very important to ascertain that the first rib – and not the pleura – is the structure in contact with the inferolateral edge of the subclavian artery

**Fig. 4** Région supraclaviculaire. La sonde et l'aiguille sont placées comme l'indique la Fig. 5. À gauche: latéral; à droite: médial. a) Sonoanatomie. MSM = muscle scalène moyen; A = artère sous-clavière; \* = cortex de la première côte; flèches = plèvre. La première côte et la plèvre apparaissent toutes deux comme des traits hyperéchogènes, mais sont distinguables par l'ombre acoustique (image noire) qui est situé sous la première côte alors que l'image sous la plèvre est blanchâtre due aux ultrasons qui la traverse. Les traits pointillés encerclent le plexus brachial avec son aspect caractéristique en « grappe de raisin ». b) Position finale de l'aiguille et diffusion recherchée de l'anesthésique local (traits pointillés). Notez la proximité du bout de l'aiguille et de la plèvre. Il est très important se s'assurer que c'est la première côte et non la plèvre qui est en contact avec le rebord inférolatéral de l'artère sous-clavière lorsque le bloc est effectué



**Fig. 5** Supraclavicular block. The patient lies supine, the arm on his side. The anesthesiologist is next to the patient, close to the shoulder. The probe is oriented parallel to the superior edge of the clavicle (illustration)

**Fig. 5** Bloc supraclaviculaire. Le patient est en position dorsale, le bras le long du corps. L'anesthésiologue est à côté du patient, près de son épaule. La sonde est orientée parallèlement au bord supérieur de la clavicule (dessin)

pleura. For all these reasons, this technique requires a solid experience with ultrasound guidance.

#### Infraclavicular approach

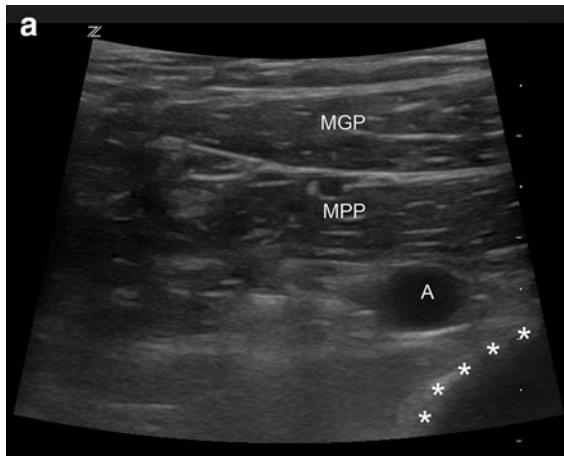
In the infraclavicular region, the fascicles are all located around the subclavian artery (Fig. 6a). A magnetic resonance imaging study evaluated that a single injection point



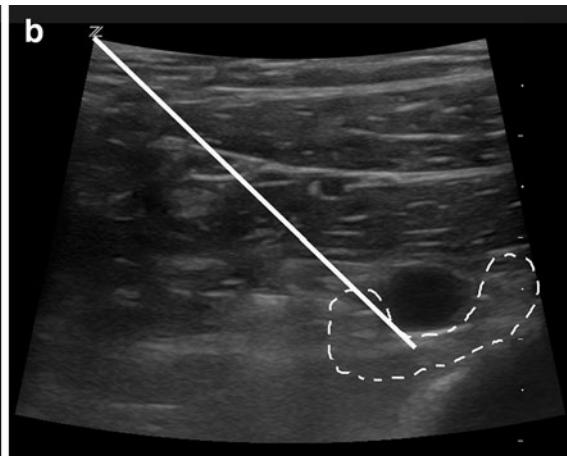
**Fig. 7** Infraclavicular block. The patient lies supine, the arm on his side. The anesthesiologist stands at the head of the patient. The probe is positioned under the clavicle, medially to the coracoid process, parallel to the rostrocaudal axis

**Fig. 7** Bloc infraclaviculaire. Le patient est en position dorsale, le bras le long du corps. L'anesthésiologue est à la tête du patient. La sonde est placée sous la clavicule, médial à l'apophyse coracoïde, parallèlement à l'axe rostro-caudal

located posterior to the axillary artery could allow for diffusion of the local anesthetic to all fascicles (Fig. 6b).<sup>28</sup> Several clinical studies have confirmed this hypothesis.<sup>20,29</sup> A fascial click is felt just before reaching the posterior aspect of the artery and signals that the needle tip is in the right location.<sup>20</sup> For the technique to be successful, a U-shaped spread posterior to the artery (*i.e.*, the artery being pushed anteriorly by the local anesthetic) should be



**Fig. 6** Infraclavicular area. The probe and needle are positioned as indicated in Fig. 7. Left: superior; right: inferior. a) Sonoanatomy. MGP = pectoralis major muscle; MPP = pectoralis minor muscle; A = subclavian artery; \* = pleura. Notice how close the needle tip is to the pleura. This can easily be avoided by moving the caudal edge of the ultrasound probe laterally (Video 3). b) Final needle position and intended diffusion of local anesthetic (dotted line). A fascial click is often felt when the needle tip reaches under the inferior edge of the subclavian artery



**Fig. 6** Région infraclaviculaire. La sonde et l'aiguille sont placées comme l'indique la Fig. 7. À gauche: supérieur; à droite: inférieur. a) Sonoanatomie. MGP = muscle grand pectoral; MPP = muscle petit pectoral; A = artère sous-clavière; \* = plèvre. Notez la proximité de la plèvre et du bout de l'aiguille. Ceci peut facilement être évité en déplaçant le rebord caudal de la sonde d'échographie en direction latérale (vidéo 3). b) Position finale de l'aiguille et diffusion recherchée de l'anesthésique local (traits pointillés). Un clic fascial est souvent ressenti lorsque l'extrémité de l'aiguille parvient sous le rebord inférieur de l'artère sous-clavière

observed from the moment the first milliliters are injected (Figs. 6b and 7, Video 3). Most authors use 30 mL of local anesthetic.

### Axillary approach

In the axillary area, the median, radial, and ulnar nerves are all bundled around the axillary artery. The musculocutaneous nerve is usually found in the coracobrachialis muscle or between that muscle and the brachialis biceps muscle. The most frequent configuration is illustrated in Fig. 8a, but numerous anatomical variations have been described, thus possibly making this block more complex – even for the experienced user. The echographic appearance of the various nerves and the number of blood vessels in the axillary fossa also vary. The musculocutaneous nerve is usually hyperechogenic, round-shaped, flat, or triangular. The median, ulnar, and radial nerves can be slightly hypoechogenic or appear hyperechogenic, which makes their identification all the more difficult.

The technique for ultrasound-guided axillary blocks has evolved dramatically in the past few years. Two recent studies have shown that two injections (one around the musculocutaneous nerve and another posterior to the axillary artery) provide an equivalent success rate than the identification and injection of each of the four major nerves.<sup>30,31</sup> In addition to reducing the time needed to perform the block, this technique requires the operator to identify only the musculocutaneous nerve, which greatly

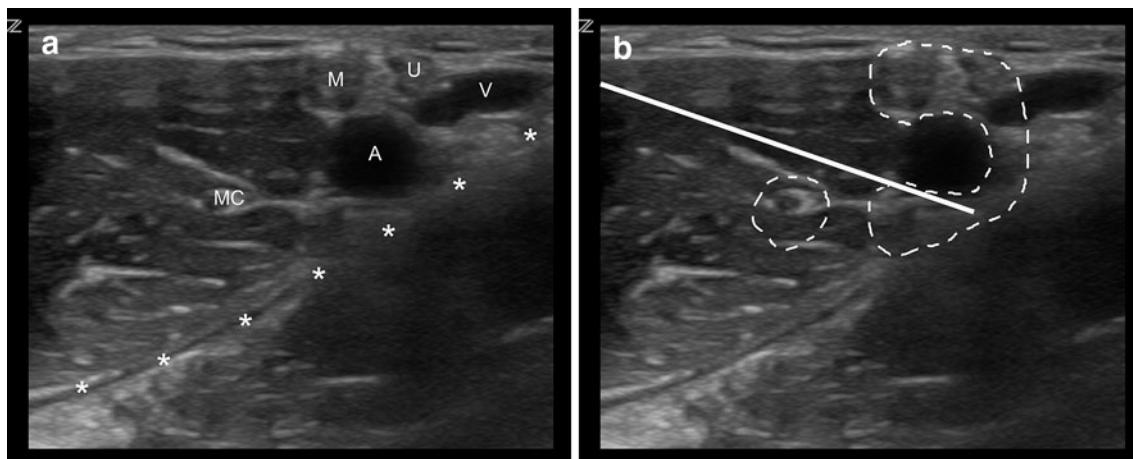
simplifies the technique (Fig. 9) (Videos 4a and 4b, available as ESM). In order to allow adequate diffusion of the local anesthetic, puncture must be done very proximally where the conjoint tendon of the latissimus dorsi and teres major muscles (Fig. 8b) can be seen. If needed, a subcutaneous infiltration on the medial side of the arm can be performed to anesthetize the medial cutaneous muscles of the arm and forearm.

### Conclusion

The use of ultrasound has revolutionized upper limb regional anesthesia. Most techniques currently used rely on perivascular injections, which make performance of the block much simpler. This simplification of the techniques along with their excellent success rates contribute to the renewed popularity of regional anesthesia for surgical procedures of the upper limb.

### Clinical case scenario

An 82-yr-old female patient is admitted through the emergency department for surgical reduction of an open fracture to the right olecranon following an accidental fall while walking. The surgeon wishes to operate within the next six hours due to the risk of infection related to the open fracture. He plans a surgical time of two hours and



**Fig. 8** Axillary area. The probe and needle are positioned as indicated in Fig. 9. Left: anterior; right: posterior. a) Sonoanatomy. A = axillary artery; V = axillary vein; MC = musculocutaneous nerve; M = median nerve; U = ulnar nerve; \* = conjoint tendon of latissimus dorsi and teres major muscle. In the axillary area, it is often difficult to identify the radial nerve with certainty. In this image, it is possibly located posterior to the axillary vein. b) Final needle position and intended diffusion of local anesthetic (dotted line)

**Fig. 8** Région axillaire. La sonde et l'aiguille sont placées comme l'indique la Fig. 9. À gauche: antérieur, à droite: postérieur. a) Sonoanatomie. A = artère axillaire; V = veine axillaire; MC = nerf musculocutané; M = nerf médian; U = nerf ulnaire; \* = tendon conjoint des muscles grand dorsal et grand rond. Le nerf radial est souvent difficile à visualiser avec certitude dans la région axillaire. Sur cette image, il est possiblement situé en postérieur de la veine axillaire. b) Position finale de l'aiguille et diffusion recherchée de l'anesthésique local (traits pointillés)



**Fig. 9** Axillary block. The patient lies supine, arm extended and abducted by 90°. The anesthesiologist stands above the patient's arm. The probe is oriented perpendicularly to the arm's axis. The pectoralis major muscle and its tendon are indicated

**Fig. 9** Bloc axillaire. Le patient est en position dorsale, le bras en extension et en abduction à 90°. L'anesthésiologue se place au-dessus du bras du patient. La sonde est orientée perpendiculairement à l'axe du bras. Le muscle grand pectoral et son tendon sont indiqués

intends to use a tourniquet on the patient's arm. The patient recently suffered two transient cerebral ischemia episodes for which she now takes clopidogrel; she took the last dose 48 hr ago. She also has a history of high blood pressure and moderate chronic obstructive pulmonary disease. The patient categorically refuses general anesthesia. You explain to her that there are risks associated with a peripheral nerve block in combination with ongoing anti-platelet treatment, but she still wishes to be given a regional anesthetic.

Instructions for completing the continuing professional development (CPD) module:

1. Read the current article and the references indicated in **bold**.
2. Go to: <http://www.cas.ca/Members/CPD-Online> and select the current module (Ultrasound-guided regional anesthesia for upper limb surgery).
3. Answer the multiple choice questions regarding the case scenario.
4. Once you have entered all of your answers, you will have access to experts' explanations for all the possible choices.
5. Participants may claim up to four hours of CPD, for a total of 12 credits under Section 3 of the CPD program of the Royal College of Physicians and Surgeons of Canada.

**Acknowledgment** We sincerely thank Sébastien Sénélé, Besteinas, ssenele@besteinias.com, for his contribution to the figures.

## Anesthésie locorégionale échoguidée pour la chirurgie du membre supérieur

### Résumé

**Objectif** L'objectif de ce module est de réviser les principales approches échoguidées d'anesthésie locorégionale du membre supérieur.

**Constatations principales** La configuration anatomique du membre supérieur, avec les nerfs souvent regroupés autour d'une artère, rend l'anesthésie locorégionale du bras accessible et fiable. Une connaissance approfondie de l'anatomie du membre supérieur est nécessaire pour assurer une bonne corrélation entre le territoire anesthésié et le territoire chirurgical. Pour la chirurgie de l'épaule, l'abord interscalénique est le plus couramment utilisé. Les chirurgies du coude et de l'avant-bras peuvent être réalisées avec un bloc supraclaviculaire, infraclaviculaire ou axillaire. Les techniques de ponction ont beaucoup évolué avec l'échoguidage. Au lieu de cibler directement les nerfs, des espaces de diffusion sont recherchés. La plupart des injections se font en périvasculaire, souvent avec une injection à un seul site. Un bloc du nerf phrénique peut survenir avec les approches interscalénique et supraclaviculaire. Un défaut d'anesthésie du nerf ulnaire est presque constant avec le bloc interscalénique et est possible avec le bloc supraclaviculaire. Le risque de pneumothorax avec l'approche supraclaviculaire est diminué significativement avec l'échoguidage. Une neuropathie ou une ponction vasculaire sont possibles avec toutes les approches. Les conséquences d'une ponction vasculaire sont diminuées avec l'approche axillaire, car ce site est compressible.

**Conclusions** L'anesthésie locorégionale du membre supérieur est de plus en plus populaire en raison de l'efficacité et du profil de sécurité des techniques échoguidées.

### Objectifs

Après avoir lu ce module, le lecteur sera en mesure de:

1. Décrire les techniques d'anesthésie locorégionale échoguidées au membre supérieur;
2. Choisir un type de bloc en se basant sur des critères établis;
3. Sélectionner une approche échoguidée pour l'anesthésie du membre supérieur en fonction du type de chirurgie prévue;

4. Soupeser les indications et les contre-indications des diverses approches échoguidées pour le membre supérieur;
5. Reconnaître les facteurs favorisant le succès d'un bloc.

## Introduction

Les structures nerveuses du membre supérieur sont superficielles et souvent regroupées autour d'une artère. Grâce à cette configuration anatomique idéale pour l'anesthésie locorégionale, le membre supérieur peut être abordé à plusieurs endroits. Les approches décrites sont relativement simples et fiables, procurant un bloc d'installation rapide.<sup>1</sup> L'anesthésie locorégionale comporte plusieurs avantages comparativement à l'anesthésie générale pour la chirurgie du membre supérieur. Parmi ceux-ci, on note une meilleure analgésie postopératoire, une diminution de l'incidence des nausées et des vomissements, une stabilité hémodynamique supérieure, une réduction des effets secondaires et un profil de complications favorable.<sup>2</sup> Depuis l'introduction du bloc supraclaviculaire par D. Kulenkampff en 1911, plusieurs techniques d'anesthésie locorégionale du membre supérieur ont été décrites. Les approches interscalénique, supraclaviculaire, infraclaviculaire

et axillaire sont les plus couramment utilisées. Chacune d'elles se caractérise par un territoire anesthésié et un profil d'effets secondaires spécifiques qui détermineront le choix de l'approche. L'objectif de ce module de développement professionnel continu est de réviser les principales approches d'anesthésie locorégionale du membre supérieur réalisées à l'aide de l'échoguidage seul, sans l'utilisation de la neurostimulation. Les techniques d'insertion de cathéter, les principes échographiques, le choix de l'anesthésique local et le traitement de la toxicité aux anesthésiques locaux ne seront pas discutés dans ce module.

## Technique de localisation nerveuse

Plusieurs moyens de neurolocalisation peuvent être utilisés pour la réalisation des blocs. La recherche de paresthésies et la technique transartérielle ont laissé la place à la neurostimulation comme technique de neurolocalisation dans les années 1980. L'arrivée de l'échoguidage a révolutionné l'anesthésie locorégionale au cours des dix dernières années. Son utilisation est appuyée par une littérature de plus en plus imposante. Comparativement à l'échoguidage seul, la neurostimulation en association avec l'échoguidage n'apporte pas de bénéfice additionnel quant à l'efficacité du bloc obtenu

**Tableau 1** Territoires nerveux anesthésiés en fonction du bloc

Bloc	Territoires nerveux	
	Anesthésié de façon constante*	Anesthésié de façon non constante*
Interscalénique	Nerf axillaire Nerf suprascapulaire Nerf radial Nerf musculo-cutané Nerf median	Nerf ulnaire Nerf cutané médial du bras Nerf cutané médial de l'avant-bras
Supraclaviculaire	Nerf axillaire Nerf radial Nerf ulnaire Nerf musculo-cutané Nerf médian	Nerf suprascapulaire Nerf ulnaire
Infraclaviculaire	Nerf radial Nerf ulnaire Nerf musculo-cutané Nerf médian	Nerf axillaire Nerf suprascapulaire Nerf cutané médial du bras
Axillaire	Nerf radial Nerf ulnaire Nerf musculo-cutané Nerf médian	Nerf axillaire Nerf suprascapulaire Nerf cutané médial du bras Nerf cutané médial de l'avant-bras

\* Les résultats peuvent changer en fonction de la technique et du volume d'anesthésique local utilisés. Ces données sont tirées des publications disponibles et de l'expérience clinique des auteurs

et son taux de succès.<sup>3-5</sup> Cependant, certains experts suggèrent d'utiliser le neurostimulateur comme outil de détection d'une ponction intraneurale. Le neurostimulateur est alors réglé entre 0,2 et 0,5 mA dès le début de la technique. Une ponction intraneurale est suspectée lorsqu'une réponse motrice ou sensitive persiste à 0,2 mA ou moins. L'absence d'une réponse à 0,2 mA n'exclut cependant pas la possibilité d'une ponction intraneurale.<sup>6</sup> Il a été démontré que l'échoguidage augmentait le taux de succès, diminuait le temps de réalisation de la technique, raccourcissait le temps d'installation du bloc et réduisait le risque de ponction vasculaire comparativement à la neurostimulation seule.<sup>7</sup> Par conséquent, dans ce module, nous avons choisi de discuter exclusivement des techniques échoguidées.

### Choix d'une approche de bloc du membre supérieur

La sélection d'une approche se fera en fonction de plusieurs facteurs qui peuvent être divisés en trois grandes catégories: les facteurs liés au patient, au bloc et à la chirurgie.

L'anatomie, la morphologie et les antécédents d'un patient influenceront le choix d'un bloc. Certaines variations anatomiques peuvent rendre plus difficile ou impossible la réalisation de certaines approches. Par exemple, la présence de deux artères au lieu d'une dans la région infraclaviculaire rendra la réalisation d'un bloc infraclaviculaire plus complexe, voire impossible. Les antécédents du patient et certaines morphologies influenceront aussi le choix. Par exemple, chez un patient avec obésité morbide, on préférera peut-être effectuer un bloc axillaire, plus superficiel, au lieu d'un bloc infraclaviculaire. Les patients avec une atteinte pulmonaire sévère doivent être bien évalués, car un bloc du nerf phrénique, conséquence fréquente d'un bloc interscalénique ou supraclaviculaire, peut précipiter une insuffisance respiratoire chez ces patients.

Les territoires nerveux anesthésiés par une approche particulière sont un élément majeur dans la sélection d'une technique (Tableau 1). Ces territoires devront correspondre au site chirurgical. Les effets secondaires et les complications potentielles de l'approche envisagée pourront aussi influencer le choix final du bloc (Tableau 2).

La chirurgie prévue a évidemment une importance capitale dans le choix d'un bloc. Le site chirurgical est important, mais on doit tenir compte aussi de l'utilisation d'un garrot. Tous les territoires nerveux où il y aura une stimulation chirurgicale devront être anesthésiés par l'approche choisie. Ces territoires incluent les dermatomes, mais aussi les myotomes (innervation musculaire) et les sclérotomes (innervation sensitive osseuse) dans le cas d'une chirurgie profonde près des os ou impliquant des manipulations osseuses. Les sclérotomes ne proviennent

**Tableau 2** Complications et effets secondaires spécifiques à chaque bloc

Bloc	Complications et effets secondaires
Interscalénique	Neuropathie Ponction vasculaire / hématome Anesthésie neuraxiale Bloc du nerf phrénique Bloc du nerf laryngé supérieur Syndrome de Horner Réflexe de Bezold-Jarisch
Supraclaviculaire	Neuropathie Ponction vasculaire / hématome Pneumothorax Bloc du nerf phrénique Syndrome de Horner
Infraclaviculaire	Neuropathie Ponction vasculaire / hématome Pneumothorax Syndrome de Horner
Axillaire	Neuropathie Ponction vasculaire / hématome

pas toujours du même nerf que le dermatome correspondant: il faut donc être vigilant lors du choix (Fig. 1). La durée de la chirurgie influencera peu le choix d'une approche. Elle influencera davantage la sélection de l'anesthésique local et l'indication d'utiliser ou non l'anesthésie locorégionale comme technique anesthésique. Une bonne connaissance de l'anatomie et de l'innervation du membre supérieur est donc essentielle lors du choix de l'anesthésie locorégionale la plus appropriée.

### Épaule

L'articulation de l'épaule, ainsi que les muscles qui y sont attachés, sont innervés par les nerfs axillaire et suprascapulaire, tous deux provenant des racines nerveuses C5 et C6, donc du tronc supérieur du plexus brachial (Fig. 1). Une partie de la peau recouvrant l'épaule est innervée par le nerf supraclaviculaire, une branche du plexus cervical superficiel. Il est à noter que la complexité de cette articulation fait en sorte que les chirurgies de l'épaule sont parmi les plus souffrantes en postopératoire, notamment après une chirurgie ouverte. Elles constituent donc une excellente indication pour l'anesthésie locorégionale.

En raison de l'excellente qualité de l'anesthésie et de l'analgésie qu'il procure, le bloc interscalénique (Vidéo 1, disponible en matériel électronique supplémentaire) est considéré le bloc de choix pour la chirurgie de l'épaule. Utilisé comme seule technique d'anesthésie lors de

chirurgies ouvertes de l'épaule dans un contexte ambulatoire, il procure de nombreux avantages comparativement à l'anesthésie générale.<sup>8</sup> Le bloc interscalénique en injection unique ou en perfusion continue apporte un gain important en terme de soulagement de la douleur et de réduction de la consommation d'opioïde en postopératoire, bien que les bénéfices du bloc continu par rapport au bloc en injection unique demeurent un sujet de controverse.<sup>9</sup> Malgré son efficacité, certains cliniciens hésitent à utiliser de façon régulière le bloc interscalénique en raison du risque de complication neurologique qui peut en résulter. En effet, jusqu'à 8% des symptômes neurologiques décrits au septième jour postopératoire ont été attribués à des blocs interscaléniques utilisés pour des chirurgies de l'épaule.<sup>10</sup> Une étude récente indique que le bloc interscalénique est associé à la plus forte incidence de lésions neurologiques transitoires parmi tous les blocs nerveux périphériques, soit près de 3 %.<sup>11</sup> Cependant, il est difficile de départager les séquelles neurologiques relativement fréquentes occasionnées par la technique chirurgicale à celles occasionnées par la technique anesthésique.

Récemment, une étude comportant un grand nombre de patients a comparé l'utilisation des blocs supraclaviculaires et interscaléniques comme technique d'anesthésie pour des chirurgies de l'épaule. Le bloc supraclavicular (Vidéo 2, disponible en matériel électronique supplémentaire) s'est avéré d'une efficacité comparable, tout en diminuant l'incidence de raucité de la voix en postopératoire.<sup>12</sup> Certains auteurs suggèrent que les caractéristiques anatomiques du plexus brachial au niveau de la fosse supraclaviculaire (augmentation du nombre mais diminution de la grosseur des fascicules) pourraient permettre une diminution du risque de lésion nerveuse lors du bloc supraclavicular comparativement au bloc interscalénique tout en offrant une anesthésie équivalente.<sup>13</sup> Les preuves cliniques de cette affirmation restent à faire.

## Bras

L'innervation de la partie proximale du bras est différente de l'innervation de sa partie distale (Fig. 1). Le nerf axillaire contribue à l'innervation proximale du bras tandis que le nerf musculo-cutané contribue à l'innervation de la portion distale. Les nerfs radial et cutané médial du bras sont aussi impliqués. Une partie de la région axillaire et médiale de la peau du bras est aussi innervée par le nerf intercostobrachial, une division du deuxième nerf intercostal. La contribution de ce nerf est variable selon les patients. Puisque ce nerf n'est pas une branche du plexus brachial, il doit être anesthésié séparément en faisant une infiltration sous-cutanée dans le creux axillaire. Les territoires des sclérotomes sont différents de l'innervation sensitive cutanée pour le bras.

Il existe peu d'études publiées sur l'anesthésie locorégionale pour la chirurgie du bras. La conduite anesthésique sera différente selon que le site chirurgical est proximal ou distal. Si le site est proximal, près de l'épaule, l'anesthésie sera effectuée comme pour une chirurgie de l'épaule, car le nerf axillaire doit être anesthésié. Les blocs interscalénique (Vidéo 1, disponible en matériel électronique supplémentaire) ou supraclavicular (Vidéo 2, disponible en matériel électronique supplémentaire) seront privilégiés. Si le site est distal et que le nerf axillaire n'a pas besoin d'être anesthésié, la conduite anesthésique sera comparable à celle utilisée pour une chirurgie du coude. L'approche interscalénique n'est donc pas l'option de choix, car le nerf ulnaire n'est pas anesthésié avec ce bloc.

## Coude

L'innervation du coude est complexe et implique toutes les branches terminales du plexus brachial, sauf le nerf axillaire (Fig. 1). L'innervation cutanée est assurée par les nerfs radial, cutané médial du bras, cutané médial de l'avant-bras et musculocutané. Les sclérotomes de l'articulation du coude sont assurés par les nerfs radial, médian et ulnaire.

Les études comparatives en anesthésie locorégionale incluant des patients subissant une chirurgie du coude comprennent aussi des patients subissant une chirurgie de l'avant-bras ou de la main. Il est donc difficile de déterminer quelle est l'approche idéale pour la chirurgie du coude, les sous-groupes dans les études étant trop petits. Puisque les branches nerveuses impliquées dans l'innervation du coude sont les même qu'à l'avant-bras et la main, il est justifié d'utiliser les mêmes approches dans ces trois types de chirurgies, soit les blocs supraclavicular, infraclavicular ou axillaire.

## Avant-bras et main

L'innervation de l'avant-bras est illustrée à la Fig. 1. Les nerfs médian, ulnaire, radial, musculocutané et cutané médial de l'avant-bras y sont impliqués. En fonction de la chirurgie prévue, un seul ou plusieurs de ces nerfs devront être anesthésiés. Un nombre important de chirurgies de l'avant-bras sont faites sous garrot. La tolérance au garrot repose sur l'anesthésie de toutes les masses musculaires distales à celui-ci, donc des nerfs radial, médian, ulnaire et musculo-cutané. Par contre, l'anesthésie de la peau se trouvant sous le garrot diminue la sensation désagréable de serrement cutané au moment du gonflement du garrot. Dans ces cas, il faudra donc aussi anesthésier, en plus des quatre nerfs principaux, le nerf cutané médial du bras et le nerf intercostobrachial.

Pour les chirurgies de l'avant-bras et de la main, les approches supraclaviculaire, infraclaviculaire et axillaire peuvent être utilisées (Vidéos 2-4, disponibles en matériel électronique supplémentaire). On a eu longtemps l'impression que l'approche supraclaviculaire était idéale pour l'anesthésie du membre supérieur, car, à cet endroit, les nerfs sont superficiels et tous près les uns des autres. Cette technique avait perdu beaucoup d'adeptes à cause du risque de pneumothorax. Avec l'arrivée de l'échographie, le bloc supraclaviculaire a regagné beaucoup en popularité. Il est vrai que le risque de pneumothorax a été nettement diminué, mais il n'a pas été éliminé.<sup>14</sup> Lors de la réalisation d'un bloc supraclaviculaire, le nerf phrénique peut être anesthésié. L'incidence de cette complication peut atteindre 60 % des cas, dépendant de la technique adoptée et du volume d'anesthésique local utilisé. L'échoguidage tend à diminuer significativement le risque de paralysie du nerf phrénique.<sup>15,16</sup> L'approche supraclaviculaire est quand même contre-indiquée chez les patients avec une atteinte du nerf phrénique controlatérale ou une maladie pulmonaire sévère. Plusieurs études récentes ont démontré que le bloc supraclaviculaire ne produisait pas un temps d'induction plus court et une anesthésie plus fiable que les blocs infraclaviculaire ou axillaire.<sup>17-19</sup> Un défaut d'anesthésie du nerf ulnaire est possible et ce, dans une proportion pouvant atteindre 36 % des blocs effectués.<sup>17,18</sup>

L'approche infraclaviculaire s'est montrée équivalente, voire supérieure, à l'approche supraclaviculaire. Le temps d'induction est rapide et l'anesthésie obtenue fiable pour les nerfs médian, ulnaire, radial et musculocutané.<sup>17,20</sup> C'est ce que nous constatons quotidiennement en clinique. Aucun bloc du nerf phrénique n'a été décrit avec l'approche infraclaviculaire. Le risque de pneumothorax est encore plus faible qu'avec l'approche supraclaviculaire en raison de la possibilité de positionner la sonde d'échographie pour éloigner la plèvre du trajet prévu de l'aiguille, tel que démontré sur la Vidéo 3. L'approche axillaire est une autre option intéressante. Le temps d'induction du bloc et l'anesthésie obtenue sont comparables à ceux que procurent l'approche infraclaviculaire.<sup>19</sup> Toutes les approches comportent un risque de ponction vasculaire. Puisque l'approche axillaire est une technique superficielle dans une région compressible, elle devrait être privilégiée quand le risque de saignement secondaire à une ponction vasculaire est une préoccupation.

## Techniques de bloc échoguidées du membre supérieur

Plusieurs techniques différentes ont été décrites pour chacune des approches échoguidées du membre supérieur. Plusieurs éléments sont à considérer: le site de ponction, la direction de l'aiguille, le ou les sites d'injection, le nombre d'injections, le

volume d'injection et la diffusion visée de l'anesthésique local. L'observation en temps réel de la diffusion des solutions injectées corrélée avec les caractéristiques des blocs obtenus, notamment en ce qui a trait à la vitesse d'installation et la profondeur du bloc, ont permis de définir certains compartiments à cibler lors de la réalisation des blocs échoguidés.<sup>21</sup> La macroanatomie, les repères de surface et le concept de gaine périnerveuse ont maintenant fait place à la compréhension de la microanatomie nerveuse et de sa relation avec les tissus avoisinants. La littérature est encore en constante évolution pour déterminer quelle est la meilleure technique en regard de la facilité d'exécution, la reproductibilité, la fiabilité, la rapidité d'installation et la sécurité.

Les techniques de bloc au membre supérieur peuvent être réalisées à l'aide de différentes sondes d'échographie. Les sondes linéaires à haute fréquence (5-14 MHz) sont les plus couramment utilisées pour réaliser les blocs interscalénique, supraclaviculaire, infraclaviculaire et axillaire.

### Approche interscalénique

Le bloc interscalénique s'effectue au niveau du triangle postérieur du cou, latéralement au chef claviculaire du muscle sternocléidomastoidien, à la hauteur de la sixième ou septième vertèbre cervicale. À ce niveau, le plexus brachial peut se présenter sous forme de racines nerveuses (C5, C6 et C7) ou de troncs (supérieur et moyen). Comme le ratio de tissu neural/tissu non neural du plexus brachial est élevé dans la région interscalénique et que les structures nerveuses sont mono- ou oligo-fasciculaires, leur représentation échographique est celle de nodules hypoéchogènes situés entre les muscles scalènes antérieur et moyen, sous le fascia prévertébral (Fig. 2a). Il existe une multitude de variations anatomiques, la plus fréquente étant le passage intramusculaire d'une ou plusieurs racines à travers ou devant le muscle scalène antérieur.<sup>22</sup> Il est à noter que certaines structures vasculaires peuvent parfois être visibles à l'endroit visé pour l'injection, notamment l'artère cervicale transverse ou l'artère dorsale de la scapula. Ces vaisseaux peuvent parfois être identifiés à tort comme des structures nerveuses sur les images échographiques. Une étude doppler-couleur préalable à la réalisation du bloc devrait donc toujours être effectuée. Le nerf phrénique se situe à la surface ventrale du muscle scalène antérieur, juste sous le fascia prévertébral, ce qui explique qu'il soit fréquemment anesthésié lors du bloc interscalénique.

Bien qu'une multitude d'approches aient été décrites pour effectuer le bloc interscalénique échoguidé, la technique la plus fréquemment citée est faite à l'aide d'une approche dans le plan, en passant à travers le muscle scalène moyen (Figs. 2b et 3, Vidéo 1). Un clic fascial est souvent ressenti

lorsque l'aiguille perce l'aponévrose du scalène moyen afin d'accéder à l'espace interscalénique. L'incidence non négligeable de symptômes neurologiques suivant le bloc interscalénique a poussé certains auteurs à préconiser une approche moins effractive où la diffusion recherchée de l'anesthésique local se fait seulement en latéral du plexus brachial plutôt qu'autour des structures nerveuses. Ces deux techniques ont résulté en un taux d'efficacité comparable dans une étude récente.<sup>23</sup> Finalement, le gain le plus important obtenu par l'utilisation de l'échographie pour le bloc interscalénique est la réduction importante du volume d'anesthésique local nécessaire pour réaliser le bloc pour l'analgésie postopératoire. En effet, un excellent taux de succès peut être obtenu avec des volumes d'anesthésiques locaux aussi bas que 5 à 10 mL, permettant ainsi de réduire l'atteinte diaphragmatique associée et d'élargir les indications chez les patients avec pathologies pulmonaires légères et parfois même modérées.<sup>24</sup> Pour un bloc à visée anesthésique, l'utilisation de petits volumes n'a pas été validée. Des volumes de plus de 30 mL sont utilisés dans la majorité des études pour cette indication.<sup>12</sup>

#### Approche supraclaviculaire

Dans la région supraclaviculaire, les structures nerveuses sont toutes regroupées. Elles ont un aspect de « grappe de raisin » situé en latéral de l'artère sous-clavière, juste en antérieur de la première côte et de la plèvre. La proximité des structures nerveuses avec la plèvre peut être visualisée sur la Fig. 4a. Les structures nerveuses en provenance de C8-T1 sont souvent séparées de celles en provenance de C5 à C7. Les divisions de C8-T1 sont parfois difficiles à visualiser en échographie, et dans 10 % des cas, elles se retrouvent en postérieur de l'artère.<sup>25</sup> L'artère dorsale de la scapula sépare souvent les deux contingents nerveux et rend la technique plus difficile lorsqu'elle est présente.

Diverses techniques ont été étudiées. La technique à injections multiples n'a pas été démontrée supérieure à la technique à injection unique au niveau de la jonction de l'artère et de la première côte.<sup>3,26,27</sup> La technique à injection unique a l'avantage d'être plus facile d'exécution (Fig. 5, Vidéo 2). La plupart des auteurs utilisent 30 mL d'anesthésique local. Lors de l'injection, il faut s'assurer que l'injection initiale repousse les structures nerveuses en antérieur et que celles-ci soient toutes entourées par l'anesthésique local à la fin de l'injection (Fig. 4b). Il faut porter une attention particulière aux structures en provenance de C8-T1. L'aiguille doit toujours être bien visualisée, car le site d'injection se retrouve près de la plèvre. Pour toutes ces raisons, cette technique demande une bonne maîtrise de l'échoguidage.

#### Approche infraclaviculaire

Dans la région infraclaviculaire, les fascicules sont tous répartis autour de l'artère sous-clavière (Fig. 6a). Une étude en résonnance magnétique a évalué qu'un seul point d'injection, situé en postérieur de l'artère axillaire pourrait permettre une diffusion de l'anesthésique local à tous les fascicules<sup>28</sup> (Fig. 6b). Plusieurs études cliniques ont confirmé cette hypothèse.<sup>20,29</sup> Un clic fascial est ressenti juste avant d'arriver en postérieur de l'artère et signe que la pointe de l'aiguille est au bon endroit.<sup>20</sup> Pour un bon succès, dès les premiers millilitres injectés, il faut observer une distribution en U en postérieur de l'artère, qui se fait repousser en antérieur par l'anesthésique local (Figs. 6b et 7, Vidéo 3). La plupart des auteurs utilisent 30 mL d'anesthésique local.

#### Approche axillaire

Au niveau de la région axillaire, les nerfs médian, radial et ulnaire sont tous regroupés autour de l'artère axillaire. Le nerf musculocutané est généralement retrouvé dans le muscle coracobrachialis ou bien entre ce dernier et le muscle biceps brachialis. Bien que la disposition la plus fréquente soit celle illustrée à la Fig. 8a, une multitude de variations anatomiques ont été décrites, ce qui peut rendre ce bloc plus complexe, même pour l'utilisateur expérimenté. L'apparence échographique des différents nerfs et le nombre de vaisseaux sanguins au creux axillaire sont aussi variables. Le nerf musculocutané est généralement hyperéchogène, de forme ronde, aplatie ou encore triangulaire. Les nerfs médian, ulnaire et radial peuvent être légèrement hypoéchogènes ou apparaître hyperéchogènes, compliquant leur identification.

La technique échoguidée du bloc axillaire a beaucoup progressé dans les dernières années. Deux études récentes ont démontré que deux injections (une autour du nerf musculocutané et une seconde en postérieur de l'artère axillaire) procurent un aussi bon taux de succès que l'identification et l'injection de chacun des quatre nerfs majeurs.<sup>30,31</sup> En plus de réduire la durée de réalisation du bloc, cette technique nécessite uniquement l'identification du nerf musculocutané, simplifiant grandement la technique (Fig. 9), (Vidéos 4a et 4b, disponibles en matériel électronique supplémentaire). La ponction doit être réalisée très proximalement, au niveau où l'on peut apercevoir le tendon conjoint du muscle grand dorsal et grand rond (Fig. 8b), afin de permettre une bonne diffusion de l'anesthésique local. Au besoin, une infiltration sous-cutanée à la face médiale du bras, afin d'anesthésier les nerfs cutanés médaux du bras et de l'avant-bras, peut être effectuée.

## Conclusion

L'utilisation de l'échographie a révolutionné l'anesthésie locorégionale du membre supérieur. La plupart des techniques maintenant utilisées reposent sur des injections périvasculaires, simplifiant grandement leurs réalisations. Cette simplification des techniques, combinées à leurs excellents taux de succès, contribue au regain de popularité de l'anesthésie locorégionale pour les chirurgies du membre supérieur.

## Scénario de cas clinique

Une patiente de 82 ans se présente en urgence pour une réduction chirurgicale d'une fracture ouverte de l'olécrane droit suite à une chute accidentelle en marchant. Le chirurgien désire opérer dans un délai maximal de six heures en raison des risques infectieux reliés à la fracture ouverte. Il prévoit deux heures de chirurgie et compte utiliser un garrot au bras. La patiente a récemment fait deux épisodes d'ischémie cérébrale transitoire pour lesquelles elle prend du clopidogrel, dont la dernière prise remonte à 48 h. Elle est par ailleurs connue pour des antécédents d'hypertension artérielle et une maladie pulmonaire obstructive chronique modérée. La patiente refuse catégoriquement une anesthésie générale. Malgré vos explications concernant les risques d'un bloc nerveux périphérique dans le contexte d'un traitement antiplaquettaire actif, la patiente désire une anesthésie locorégionale.

**Directives pour compléter le module de développement professionnel continu (DPC)**

1. Lisez cet article et les références en gras.
2. Allez à: <http://www.cas.ca/Membres/modules-de-DPC> et sélectionnez le module actuel (Anesthésie locorégionale échoguidée pour la chirurgie du membre supérieur).
3. Répondez aux questions à choix de réponses concernant le cas clinique.
4. Une fois que vous avez saisi toutes vos réponses, vous aurez accès aux explications d'experts pour tous les choix possibles.
5. Les participants peuvent réclamer un maximum de quatre heures de DPC pour un total de 12 crédits sous la Section 3 du programme de DPC du Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada.

**Remerciement** Sébastien Sénéchal, Besteinas, ssenele@besteinas.com, pour sa contribution dans la réalisation des figures.

**Source de financement** Intramural departmental (Département d'anesthésie-réanimation du CHU de Québec, Hôpital de l'Enfant-Jésus).

**Conflits of d'intérêt** Aucun.

## Références

1. Brull R, Wijayatilake DS, Perlas A, et al. Practice patterns related to block selection, nerve localization and risk disclosure: a survey of the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine. *Reg Anesth Pain Med* 2008; 33: 395-403.
2. Maga JM, Cooper L, Gebhard RE. Outpatient regional anesthesia for upper extremity surgery update (2005 to present) distal to shoulder. *Int Anesthesiol Clin* 2012; 50: 47-55.
3. Beach ML, Sites BD, Gallagher JD. Use of a nerve stimulator does not improve the efficacy of ultrasound-guided supraclavicular nerve blocks. *J Clin Anesth* 2006; 18: 580-4.
4. Dingemans E, Williams SR, Arcand G, et al. Neurostimulation in ultrasound-guided infraclavicular block: a prospective randomized trial. *Anesth Analg* 2007; 104: 1275-80.
5. Sites BD, Beach ML, Chinn CD, Redborg KE, Gallagher JD. A comparison of sensory and motor loss after a femoral nerve block conducted with ultrasound versus ultrasound and nerve stimulation. *Reg Anesth Pain Med* 2009; 34: 508-13.
6. Reiss W, Kurapati S, Shariat A, Hadzic A. Nerve injury complicating ultrasound/electrostimulation-guided supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2010; 35: 400-1.
7. Abrahams MS, Aziz MF, Fu RF, Horn JL. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth* 2009; 102: 408-17.
8. Hadzic A, Williams BA, Karaca PE, et al. For outpatient rotator cuff surgery, nerve block anesthesia provides superior same-day recovery over general anesthesia. *Anesthesiology* 2005; 102: 1001-7.
9. Hadzic A, Gadsden J, Shariat AN. Local and nerve block techniques for analgesia after shoulder surgery. *Anaesthesia* 2010; 65: 547-8.
10. Fredrickson MJ, Kilfoyle DH. Neurological complication analysis of 1000 ultrasound-guided peripheral nerve blocks for elective orthopaedic surgery: a prospective study. *Anaesthesia* 2009; 64: 836-44.
11. Brull R, McCartney CJ, Chan VW, El-Beheiry H. Neurological complications after regional anesthesia: contemporary estimates of risk. *Anesth Analg* 2007; 104: 965-74.
12. Liu SS, Gordon MA, Shaw PM, Wilfred S, Shetty T, Yadeau JT. A prospective clinical registry of ultrasound-guided regional anesthesia for ambulatory shoulder surgery. *Anesth Analg* 2010; 111: 617-23.
13. Conroy PH, Awad IT. Ultrasound-guided blocks for shoulder surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2011; 24: 638-43.
14. Bhatia A, Lai J, Chan VW, Brull R. Pneumothorax as a complication of the ultrasound-guided supraclavicular approach for brachial plexus block. *Anesth Analg* 2010; 111: 817-9.
15. Renes SH, Spoormans HH, Gielen MJ, Rettig HC, van Geffen GJ. Hemidiaphragmatic paresis can be avoided in ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2009; 34: 595-9.
16. Perlas A, Lobo GL, Lo N, Brull R, Chan VW, Karkhanis R. Ultrasound-guided supraclavicular block: outcome of 510 consecutive cases. *Reg Anesth Pain Med* 2009; 34: 171-6.
17. Koscielniak-Nielsen ZJ, Frederiksen BS, Rasmussen H, Hesselbjerg L. A comparison of ultrasound-guided supraclavicular and infraclavicular blocks for upper extremity surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009; 53: 620-6.

18. Fredrickson MJ, Patel A, Young S, Chinchanwala S. Speed of onset of 'corner pocket supraclavicular' and infraclavicular ultrasound guided brachial plexus block: a randomised observer-blinded comparison. *Anaesthesia* 2009; 64: 738-44.
19. Tran DQ, Russo G, Munoz L, Zaouter C, Finlayson RJ. A prospective, randomized comparison between ultrasound-guided supraclavicular, infraclavicular, and axillary brachial plexus blocks. *Reg Anesth Pain Med* 2009; 34: 366-71.
20. Desgagnes MC, Levesque S, Dion N, et al. A comparison of a single or triple injection technique for ultrasound-guided infraclavicular block: a prospective randomized controlled study. *Anesth Analg* 2009; 109: 668-72.
21. Sala-Blanch X, Vandepitte C, Laur JJ, et al. A practical review of perineural versus intraneuronal injections: a call for standard nomenclature. *Int Anesthesiol Clin* 2011; 49: 1-12.
22. Gutton C, Choquet O, Antonini F, Grossi P. Ultrasound-guided interscalene block: influence of anatomic variations in clinical practice (French). *Ann Fr Anesth Reanim* 2010; 29: 770-5.
23. Spence BC, Beach ML, Gallagher JD, Sites BD. Ultrasound-guided interscalene blocks: understanding where to inject the local anaesthetic. *Anaesthesia* 2011; 66: 509-14.
24. Lee JH, Cho SH, Kim SH, et al. Ropivacaine for ultrasound-guided interscalene block: 5 mL provides similar analgesia but less phrenic nerve paralysis than 10 mL. *Can J Anesth* 2011; 58: 1001-6.
25. Royse CE, Sha S, Soeding PF, Royse AG. Anatomical study of the brachial plexus using surface ultrasound. *Anaesth Intensive Care* 2006; 34: 203-10.
26. Tran DQ, Munoz L, Zaouter C, Russo G, Finlayson RJ. A prospective, randomized comparison between single- and double-injection, ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2009; 34: 420-4.
27. Roy M, Nadeau MJ, Cote D, et al. Comparison of a single- or double-injection technique for ultrasound-guided supraclavicular block: a prospective, randomized, blinded controlled study. *Reg Anesth Pain Med* 2012; 37: 55-9.
28. Sauter AR, Smith HJ, Stubhaug A, Dogson MS, Klaastad O. Use of magnetic resonance imaging to define the anatomical location closest to all three cords of the infraclavicular brachial plexus. *Anesth Analg* 2006; 103: 1574-6.
29. Tran DQ, Bertini P, Zaouter C, Munoz L, Finlayson RJ. A prospective, randomized comparison between single- and double-injection ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2010; 35: 16-21.
30. Imasogie N, Ganapathy S, Singh S, Armstrong K, Armstrong P. A prospective, randomized, double-blinded comparison of ultrasound-guided axillary brachial plexus blocks using 2 versus 4 injections. *Anesth Analg* 2010; 110: 1222-6.
31. Bernucci F, Gonzalez AP, Finlayson RJ, Tran DQ. A prospective, randomized comparison between perivascular and perineural ultrasound-guided axillary brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2012; 37: 473-7.