



## Principios básicos del ultrasonido para bloqueo de nervios periféricos

Gabriel Enrique Mejía Terrazas,\* Guadalupe Zaragoza Lemus\*\*

### INTRODUCCIÓN

El primer paso en este campo ocurrió en 1978 cuando La Grande<sup>1-5</sup> y colegas reportaron el uso de Doppler para ayudar en la localización e identificación de la vena y la arteria subclavia antes de la colocación del bloqueo de plexo braquial vía supraclavicular. Su éxito fue del 98% en identificar la arteria en 61 pacientes. Subsecuentemente, Abramowitz<sup>6</sup> y Cohen usaron el Doppler para localizar la arteria axilar y facilitar la colocación del bloqueo axilar en pacientes en quienes la arteria axilar no se podía palpar. En 1989, Ting y Sivagnanratnam<sup>7</sup> utilizaron el ultrasonido para facilitar la colocación de un catéter dentro de la vaina axilar en 10 pacientes y confirmaron la difusión del anestésico local (AL). Ellos obtuvieron el 100% de éxitos usando esta técnica. Este trabajo pionero fue seguido de otros trabajos prospectivos en los cuales el USG era usado para guiar la colocación de un catéter dentro de la vaina del plexo braquial y confirmar la difusión del AL,<sup>8,9</sup> con lo que se inició un nuevo capítulo de anestesia regional.

### ULTRASONOGRAFÍA BÁSICA

La calidad de la imagen del ultrasonido (usg) depende principalmente de dos factores: La capacidad del equipo y la frecuencia del transductor. La visión compuesta ofrece imagen y resolución de calidad combinando la señal ecoica obtenida de algunas líneas de cristal para formar una ima-

gen mucho más clara y nítida. La imagen obtenida es el resultado de algunas imágenes post-procesadas de planos adyacentes. Los primeros estudios utilizaron transductores de baja frecuencia en un rango de 3.5 a 5.0 MHz. Estos transductores permitieron una buena penetración al tejido (5 cm o más) y la visualización de las arterias y venas. Sin embargo, la visualización de las estructuras neuronales no pudo ser completa. Los transductores de alta frecuencia de 10-15 MHz, introducidos más recientemente, han permitido una clara imagen de las estructuras neuronales e identifican fascículos individuales dentro de la vaina del nervio. Lamentablemente, estos transductores tienen un menor poder de penetración (2 a 3 cm) (Figura 1). Afortunadamente, la mayoría de los nervios a bloquear se localizan con sólo 3 cm de penetración de tejido o menos. Otras características adicionales de los usg actuales es que cuentan con una unidad Doppler con flujo calorimétrico que permite diferenciar estructuras vasculares y nerviosas, e incluso cuenta con equipo de video-filmación (Figura 3). Con casi todos los transductores, los nervios se identifican en un corte transversal como una estructura central-oval hipoeoica (tonos de gris) con un delgado anillo hiperecoico (blanco). El anillo corresponde al epineurio. En grandes nervios la estructura central puede aparecer como un panal de abejas en el cual los fascículos hipoeoicos están rodeados por tejido conectivo hiperecoico (Figura 2). Las arterias se distinguen fácilmente de las venas por su naturaleza pulsátil y no se colapsan bajo una presión gentil del transductor, mientras que las venas sí lo hacen.<sup>10</sup> Hasta el año 2003, no existía aún un diseño estándar de los planos de imagen para bloqueo regional. Se ha usado el término "eje corto" para designar la imagen plana transversa (cross-sectional) debido a que es una imagen plana de referencia en el ecocardiograma esofágico.<sup>11</sup> El uso de esta vista tiene algunas ventajas para el bloqueo regional. Primero, los bloqueos son relativamente más fáciles de identificar en el eje corto (apariencia de panal de abejas). Segundo, se obtienen imágenes más estables con respecto a la manipulación del transductor. Tercero, la vista en eje corto permite la evaluación de la difusión circunferencial del anestésico local alrededor del nervio.

\* Anestesiólogo-Algólogo Clínica del Dolor del Hospital Ángeles México.

\*\* Anestesióloga-Algóloga, Jefe de la División de Anestesiología del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Correspondencia:

Dr. Gabriel Enrique Mejía Terrazas  
Instituto Nacional de Rehabilitación. Av. México-Xochimilco  
Núm. 289 Col. Arenal de Guadalupe, 011400, delegación Tlalpan, México D.F. Correo Electrónico: gisibyg@yahoo.com.mx

Aceptado: 5-05-2008.

## PRINCIPIOS DE LA TÉCNICA

La mayoría de los bloqueos guiados por usg se realizan con imágenes sobre el eje corto de los nervios por las siguientes razones. Primero, es relativamente fácil la identificación de los nervios y fascias asociadas con este plano de imagen. Segundo, la imagen en eje corto permite la verificación de la difusión circunferencial del AL alrededor de los nervios. Tercero, si el transductor se mueve fácilmente la imagen permanece trabajable.<sup>12,13</sup>

El transductor debe tomarse con los dedos pulgar, índice y medio de la mano NO dominante. Al colocar el dedo anular y el aspecto cubital de la mano sobre el paciente, se estabiliza el transductor. Una presión firme con el transductor del usg suele producir la mejor imagen. La aguja se toma con la mano dominante.

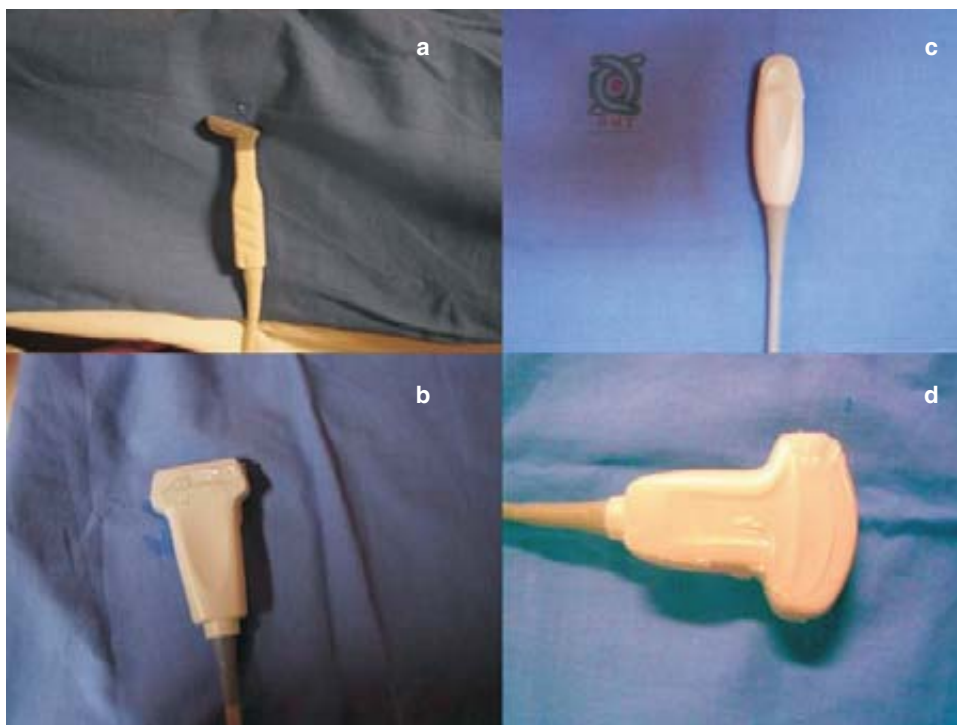
Para evaluar la difusión del AL las inyecciones pruebas deben ser pequeñas (0.5 a 2 mL). Si la difusión del AL no se observa sobre el monitor, la inyección debe detenerse. El anestesiólogo-operador debe sospechar de una inyección intravascular hasta no ver, de lo contrario, si se mueve la aguja o el transductor, o se aspira, no se debe continuar la inyección.

Para abordar las estructuras que nos interesan, la inserción de la aguja se puede realizar de dos formas: la primera, denominada “dentro del plano” (in plane), de imagen, don-

de podemos visualizar la entrada de la aguja y la observamos en su totalidad (a excepción del mango) y el avance de la misma hasta el sitio blanco. Este abordaje también se conoce como eje largo (long-axis), esto es, en forma transversal al transductor. Para este abordaje, la punta de la aguja debe ser claramente identificada dentro del plano de imagen antes de avanzar la aguja (Figura 4). La segunda forma se denomina “fuera del plano” (out of plane) de imagen en donde no visualizamos el ingreso de la aguja ni su avance, sólo la punta de la misma, que atraviesa el plano de imagen y se visualiza como un punto. El blanco se coloca normalmente en el centro de la imagen del campo de visión; a este abordaje también se le denomina en eje corto (short axis) y el operador puede deslizar e inclinar el transductor para mantener la punta de la aguja dentro del plano de imagen, tanto como sea posible (Figura 5).

Un ángulo superficial de abordaje mejorará la visualización de la aguja. El punto de entrada de la aguja debe ser a una distancia prudente del transductor para alcanzar un ángulo adecuado de abordaje. Esto también resultará en menos disturbios de contacto entre el transductor y la piel. La visualización óptima de la aguja sucede cuando la aguja es paralela a la cara activa del transductor.

Se debe insertar la aguja con el bisel directamente orientado hacia la cara activa del transductor. Esto dará la mejor visibilidad de la punta de la aguja. Cuando se usa el abor-



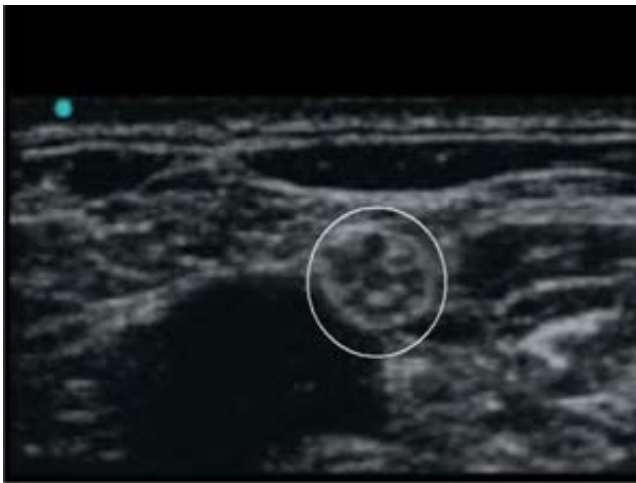
**Figura 1.** Transductores. a: En “palo de hockey”, b: Lineal de 38 mm, 13-6 MHz, c: Curvo de 11 mm, 8-5 MHz, d: curvo de 38 mm, 10- MHz.

daje in plane, esta orientación del bisel también puede reducir el riesgo de lesión nerviosa.

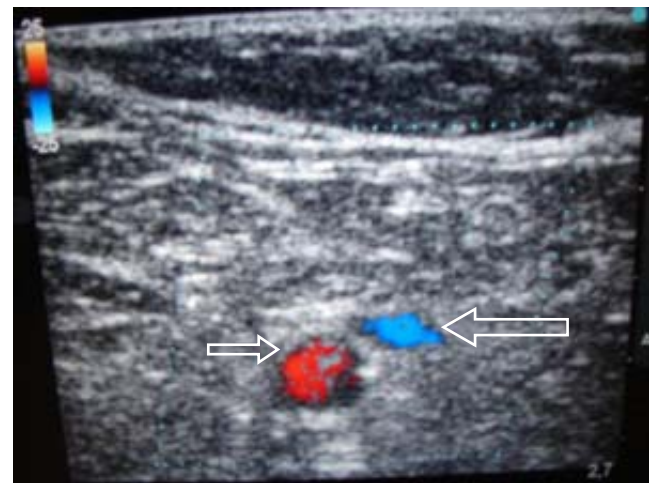
Puede ser necesaria la manipulación del transductor o la redirección de la aguja de bloqueo para traer la punta de la aguja dentro del plano de la imagen (los pacientes toleran mejor la manipulación del transductor que la redirección de la aguja). Además, doblar la aguja puede causar

disconfort en el paciente y con ello dificultar la imagen del abordaje in plane.

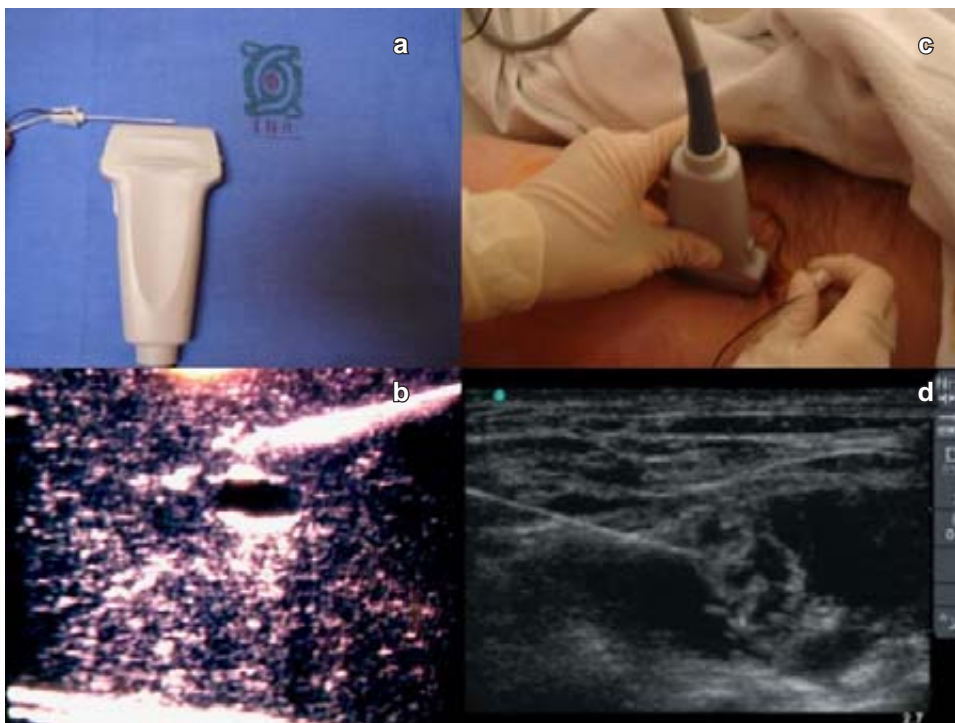
La difusión del anestésico local dentro del racimo de nervios da dos patrones de dispersión: el primero es un bolo que empuja los nervios hacia la periferia, sugiriendo una difusión circunferencial. La expansión del contenido del compartimiento neurológico es alineado por un perí-



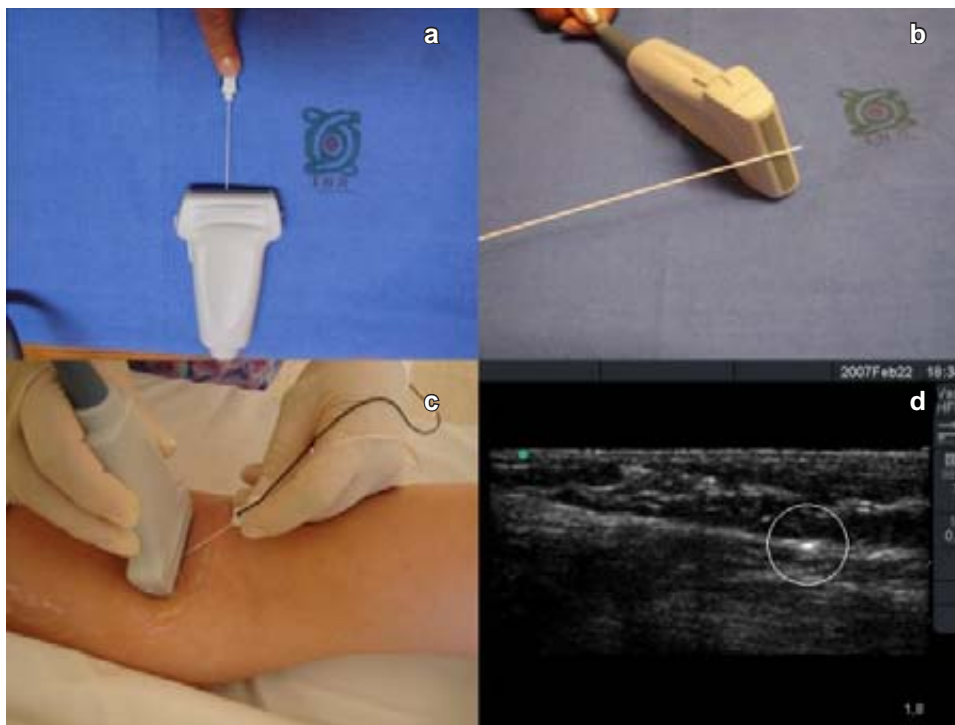
**Figura 2.** Estructura nerviosa donde se aprecian los ases hiperecoicos rodeados por tejido conectivo hipoecoico.



**Figura 3.** Uso de Doppler color para identificar vasos; flecha corta, arteria; flecha larga, vena.



**Figura 4.** Eje Largo: a: La aguja se avanza de forma longitudinal al transductor, b: Imagen sonográfica de la aguja en blue phantom, c: Colocación de la aguja en eje largo *in vivo*, d: Aguja en eje largo *in vivo*.



**Figura 5.** Eje corto a y b: Aguja se avanza en forma transversal al transductor, c: Colocación de la aguja en eje corto *in vivo*, d: Imagen sonográfica de la punta de la aguja en eje corto.



**Figura 6.** Difusión del agente anestésico donde se observa efecto de masa sobre el nervio (flecha).

metro hiperecoico, esto es, representativo de la vaina de un nervio (efecto de dona o de "U"). El segundo patrón de difusión es asimétrico, con el anestésico en contacto con sólo alguna parte del racimo de nervios sin la apariencia de vaina (Figura 6). Las burbujas son fácilmente identi-

ficables sonográficamente y pueden servir como un marcador útil de la punta de la aguja. Las burbujas también pueden dispersarse sobre el tejido y sombras distales y convertirse en un problema.<sup>14</sup> Se deben remover todas las burbujas de aire de la solución del anestésico local antes de la inyección.

### ANATOMÍA SONOGRÁFICA

En el ultrasonido las raíces nerviosas, por ejemplo las cervicales, tienen una apariencia monofascicular, mientras que los nervios periféricos muestran un patrón fascicular interno caracterizado por fascículos hipoeoicos y alrededor de ellos tejido conectivo hiperecoico. Cuando se hace la visualización en un corte transversal los nervios aparecen consistentemente como un círculo o un óvalo de sombras hipoeoicas en racimos muchas veces puntiagudos con pequeñas bandas internas hiperecoicas. En el estudio de Silvestri<sup>14</sup> se comparó la estructura histológica del nervio contra la ecotextura obtenida a través de la imagen del usg. Los componentes hipoeoicos corresponden al fascículo neuronal y las áreas hiperecoicas se correlacionan con las capas del tejido conectivo que forman el epineuro. La resolución del USG no nos permite diferenciar entre la inyección dentro de subepineuro o del subperineurio.<sup>15</sup> Tal patrón fascicular ecogénico interno se observa muchas más veces en los cordones

**Cuadro I.** Ecotextura de diferentes tejidos.

Tejido	Ecotextura
Venas	Anecoicas (pero compresibles)
Arterias	Anecoicas (pero pulsátiles)
Grasa	Hipoecoica
Músculo	Hipoecoico
Tendones	Hiperecoico
Hueso	Muy hiperecoico
Cartílago	Anecoico (con bandas finas)
Fascias	Hiperecoicas
Nervios	Hiperecoicos

proximales y los troncos, pero es menos apreciado a nivel de las raíces. En las vistas transversas vasos de pequeño calibre, nódulos linfáticos y fascias musculares pueden confundirse con nervios debido a que son de tamaño y ecogenicidad similar (Cuadro I).

### VENTAJAS

1. No invasivo.
2. Capaz de localizar e identificar nervios.
3. Visualiza el avance “dinámico” de la aguja hacia el nervio en “tiempo-real”.
4. Visualiza y evita estructuras vasculares.
5. A diferencia del neuroestimulador presenta objetividad y consistencia.
6. Mayor precisión en tamaño, profundidad y localización de las estructuras.
7. Reducción de la cantidad de solución AL.
8. Visualización en “tiempo-real” de la difusión de la solución del AL.
9. Reducción del tiempo de procedimiento.<sup>12</sup>
10. Seguridad.
11. Es portátil.<sup>13</sup>

### DESVENTAJAS

Este procedimiento comparte riesgos comunes a otros bloqueos de nervios periféricos, incluyendo infección, sangrado y lesión neurológica. Con la gran diferencia de que la aguja puede ser visualizada durante la entrada del procedimiento:<sup>16</sup>

1. Costo.
2. Entrenamiento especial.  
Aplicaciones:  
Desde su introducción se ha utilizado esta técnica de localización en los diferentes bloqueos utilizados con un

**Cuadro II.** Aplicaciones del bloqueo nervioso guiado por ultrasonido.

Localización	
Plexo braquial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interescaleno</li> <li>Infraclavicular</li> <li>Supraclavicular</li> <li>Axilar</li> <li>Mediohumeral</li> <li>Nervio cubital</li> </ul>
Plexo lumbar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compartimiento del psoas</li> <li>Femoral</li> <li>Safeno</li> <li>Femorocutáneo</li> <li>Obturador</li> </ul>
Plexo sacro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciático</li> <li>Hueco poplíteo</li> <li>Pudendos</li> </ul>
Tórax y abdomen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intercostales</li> <li>Vaina de los rectos</li> <li>Iliohipogástrico</li> <li>Ilioinguinal</li> <li>Ramos medios lumbares</li> </ul>

afán de mejorar la seguridad de dichas técnicas y, en algunos casos, producir su revaloración. Su aplicación no sólo se restringe al paciente adulto: su uso se ha extendido también al paciente pediátrico<sup>17-20</sup> (Cuadro II).

### REFERENCIAS

1. Hirschel G. *Local and regional anesthesia*. William Wood and Company. New York, 1914.
2. Wright B. A new use for block-aid monitor. *Anesthesiology* 1969; 30: 336-337.
3. Sia S, Bartoli M, Lepri A, Marchini O. Multiple injection axillary brachial plexus block: A comparison of two methods of nerve localization: nerve stimulation versus paresthesia. *Anesth Analg* 2000; 91: 647-651.
4. Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associated with interescalenic block and shoulder surgery: A prospective study. *Anesthesiology* 2001; 95: 875-880.
5. La Grange P, Foster P, Pretorius L. Application of the Doppler ultrasound blood flow detector in supraclavicular brachial plexus block. *Br J Anaesth* 1978; 50: 965-976.
6. Abramowitz HB, Cohen CH. Use of Doppler ultrasound guided axillary block. *Anesthesiology* 1981; 5: 603.
7. Ting PL, Sivagnanratnam V. Ultrasonographic study of the spread of local anesthetic during axillary brachial plexus block. *Br J Anaesth* 1989; 63: 326-329.

8. Chan VW. Nerve localization seek but not so easy to find? *Reg Anesth Pain Med* 2002; 27: 245-24.
9. Williams SR, Chouinard P, Arcand G. Ultrasound guidance speeds execution and improves quality of supraclavicular block. *Anesth Analg* 2003; 97: 1518-1523.
10. Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S, Stewart WJ, Weiss RL, Mark JB, Savage RM, Sears-Rogan P, Mathew JP, Quinones MA, Cahalan MK, Savino JS. ASE/SCA guidelines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiography examination. *Anesth Analg* 1999; 89: 870-884.
11. Fornage BD, Sneige N, Edeiken BS. Interventional breast sonography. *Eur J Radiol* 2002; 42: 17-31.
12. McGahan JP. Laboratory assessment of ultrasonic needle and catheter visualization. *J Ultrasound Med* 1986; 5: 373-377.
13. Gebhard RE, Al-Samsam T, Greger J, Khan A, Chelly JE. Distal nerve blocks at the wrist for outpatient carpal tunnel surgery offer intraoperative cardiovascular stability and reduce discharge time. *Anesth Analg* 2009; 95: 351-355.
14. Silvestri E, Martinoli C, Derchi LE, Bertolotto M, Chiaramondia M, Rosenberg I. Echotexture of peripheral nerves : Correlation between US and histologic findings and criteria of differentiate tendons. *Radiology* 1995; 197: 291-296.
15. Borgeat A. Regional anesthesia, intraneural injection, and nerve injury. *Anesthesiology* 2006; 105: 647-48.
16. Gruber H, Peer S, Kovacs P. The ultrasonographic appearance of the femoral nerve and cases of iatrogenic impairment. *J Ultrasound Med* 2003; 22: 163-172.
17. Willschke H, Bosenberg A, Marhofer P, Johnston S, Kettner S, Wazel O, Kapral S. Ultrasonography-guided rectus sheath block in pediatric anaesthesia a new approach to and old technique *British Journal of Anaesthesia* 2006; 97: 244-249.
18. Shackelford M, Broadman L. An introduction to ultrasonic-guided sciatic neuroblockade. *Techniques in regional anesthesia and pain management* 2004; 8: 167-170.
19. Gray A, Collins A, Schafhalter-Zoppoth I. An introduction to femoral nerve and associated lumbar plexus nerve blocks under ultrasonic guidance. *Tech reg anesth. Pain Manag* 2004; 8: 155-163.
20. Arcand G, Williams ST, Chouinard PH, Boudreault D, Harris P, Ruel M, Girar F. Ultrasound-guided infraclavicular versus supraclavicular block. *Anest Analg* 2005; 101: 886-890.