

Ultrasonografía para bloqueos regionales de adultos en cirugía mayor ambulatoria

P. Diéguez García, L. K. P. Tielens¹, B. García Iglesias, S. López Álvarez

Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. Unidad de Cirugía sin Ingreso. Hospital Abente y Lago. Complejo Hospitalario Universitario Juan Canalejo. La Coruña. ¹Servicio de Anestesiología. Hospital UMC. St Radboud. Nijmegen, Holanda

RESUMEN

La anestesia regional guiada por ultrasonidos está empezando a convertirse en una técnica rutinaria. Los ultrasonidos de alta resolución brindan una imagen de los nervios periféricos y sus estructuras adyacentes, a tiempo real, y ofrece una observación clara de la aplicación de los anestésicos locales y su distribución durante el procedimiento. Por lo tanto, la principal ventaja del empleo de la ultrasonografía para anestesia regional es que mejora la calidad y el éxito de los bloqueos nerviosos mientras que por otro lado disminuye las complicaciones. Esta revisión introduce al lector en el conocimiento de los fundamentos teórico-prácticos de la anestesia regional guiada por ultrasonidos en adultos sometidos a cirugía mayor ambulatoria.

Palabras clave: Anestesia regional. Bloqueos nerviosos. Ultrasonidos. Cirugía ambulatoria.

ABSTRACT

Ultrasound-guided regional anesthesia is becoming a routine technique. High-resolution ultrasound can provide peripheral nerves imaging and adjacent structures, in direct real-time, and it gives a clear observation of the application and distribution of local anaesthetics during the procedure. Therefore the main advantage of the use of ultrasonography in regional anesthesia is that it improves the quality and the succeeding of the nerve blocks while on the other hand it avoids the complications.

This review introduces the reader to the knowledge of the theoretical-practical foundations of ultrasound-guided regional anesthesia in adults undergoing ambulatory surgery.

Key words: Regional anaesthesia. Nerve blocks. Ultrasound. Ambulatory surgery.

Correspondencia: P. Diéguez García. Servicio Anestesiología y Reanimación. Complejo Hospitalario Universitario Juan Canalejo. Xubias de Arriba, 84. 15006 A Coruña. e-mail: pauladiiguez@yahoo.com

Diéguez García P, Tielens LKP, García Iglesias B, López Álvarez S. Ultrasonografía para bloqueos regionales de adultos en cirugía mayor ambulatoria. Cir May Amb 2007; 12: 10-16.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 5 años ha aumentado el empleo de la ultrasonografía de alta resolución para facilitar la anestesia regional periférica. En 1978, La Granje y cols. emplearon la ecografía para la realización de un bloqueo en el plexo braquial por abordaje supraclavicular (1). La ultrasonografía permite la realización bajo visualización directa e inocua de accesos vasculares, ecocardiografía y bloqueos regionales, técnicas pertenecientes al ámbito habitual de los anestesiólogos.

La anestesia regional ha demostrado tener ventajas con respecto al manejo del dolor postoperatorio y la disminución de complicaciones con o sin anestesia general en el paciente quirúrgico ambulatorio (2,3). La ecografía en anestesia regional visualiza los nervios periféricos, la localización de la aguja, de un catéter para un bloqueo nervioso satisfactorio (4) y la distribución del anestésico local (AL) a tiempo real. Los ultrasonidos en técnicas anestésicas regionales acortan la realización del bloqueo (5) y su inicio de acción (6-9), alargan la duración del AL (9), y permiten utilizar un menor volumen de anestésico (8) con una mayor satisfacción de los pacientes (5,7-9). Todo ello ofrece una mejoría en el tratamiento analgésico postoperatorio y un alta hospitalaria más precoz.

EQUIPOS DE ULTRASONIDOS

Las importantes mejoras tecnológicas en la última década en la ultrasonografía de alta resolución han permitido la visualización de estructuras anatómicas de menor tamaño.

Para una alta resolución se precisan ondas sonoras de alta frecuencia, con poca penetración en los tejidos, y a la inversa una penetración mayor necesita ondas sonoras de menor frecuencia, impidiendo una alta resolución (10). Actualmente disponemos de equipos portátiles de alta resolución (8-13 MHz).

Los sistemas de ultrasonografía constan de un *software* que permite la óptima visualización del contraste entre los tejidos, permitiendo la grabación de imágenes en diferentes formatos. El color y la imagen en doppler se suele emplear también para la identificación de los vasos sanguíneos.

Los transductores pueden ser lineales, estos emplean un espectro de frecuencias entre 5-13 MHz, su superficie de contacto es larga, dificultando su empleo en anestesia regional aunque permiten observar mejor la imagen nerviosa. Un tipo de sonda lineal es conocida con el nombre de “palo de jockey” por su similitud con estos, siendo estas sondas, en un tamaño pequeño, especialmente útiles en la edad pediátrica. Los transductores también pueden ser convexos, estos emplean frecuencias más bajas (2-5 MHz), por lo que permiten ver estructuras más profundas, son muy empleados en los pacientes obesos. Frecuencias de 10 MHz o más son necesarias para distinguir entre la textura ecogénica de tendones y nervios. La ganancia está relacionada con la escala de blanco-grises-negro de las imágenes de la ecografía y debe optimizarse de acuerdo con la profundidad de la imagen seleccionada (10) (Fig. 1).

Algunos investigadores emplean gel estéril para las técnicas regionales (1,50\$ por 20 g) resultando un coste considerable para un procedimiento aislado. Otros autores emplean cobertores estériles de transductor, con un coste aproximado de 7\$ (4). Son necesarios estudios que relacionen el coste-beneficio de estos en el empleo rutinario.



Fig. 1. Tipos de transductores ecográficos.

IDENTIFICACIÓN DE NERVIOS PERIFÉRICOS

Se realiza la exploración nerviosa buscando una visualización transversal de los nervios, apareciendo como estructuras redondas u ovales, con un aspecto en panel, con zonas hipoecoicas (negro, fascículos) alternando con hiperecoicas (blanco, perineuro y epineuro).

Los nervios longitudinalmente, se visualizan como cintas largas con interrupciones (alternan hipo-hiperecoico) y los tendones como cintas largas continuas, estos suelen moverse más que los nervios ante el movimiento de la extremidad (Fig. 2).

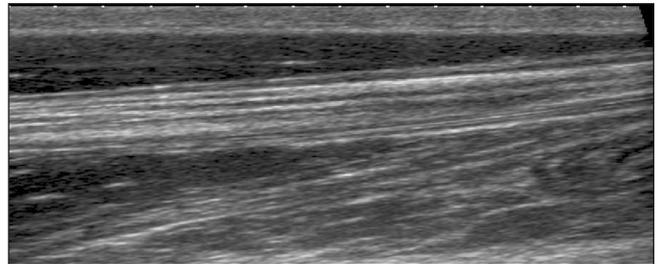


Fig. 2. Visión longitudinal ecográfica de un nervio.

Otro factor que influye en la apariencia de los nervios en la ecografía es el ángulo que forma el haz de ultrasonidos en relación al nervio, lo que se denomina “anisotropía”. Cuando el haz de ultrasonido atraviesa el nervio formando un ángulo distinto del de 90°, parte de la energía se refleja en otra dirección, distinta a la de sonda, perdiéndose energía necesaria para la formación de la imagen, variándose por lo tanto la ecogenicidad con la que se observa el nervio. Por eso es muy importante la colocación perpendicular de la sonda con respecto al nervio.

El conocimiento anatómico de la región donde se va a realizar un bloqueo nervioso es fundamental para la realización de la técnica anestésica. Se recomienda identificar otras estructuras anatómicas adyacentes como vasos sanguíneos (hipoecoicos), huesos (hiperecoicos), músculos (tejidos mixtos: hipo-hiperecoicos) y aire (no transmite el haz de ultrasonido). Las arterias suelen identificarse fácilmente por el movimiento de su latido y las venas suelen colapsarse con la presión del transductor sobre la piel, además para su correcta identificación se puede emplear el doppler ecográfico.

Existen dos formas de orientar la aguja con respecto a la sonda de ultrasonido. Una de ellas se denomina técnica de “sección cruzada”, puesto que la aguja avanza transversalmente al transductor (Fig. 3). De esta manera, la aguja se objetiva por el desplazamiento del tejido adyacente y porque esta proyecta una sombra acústica en su trayecto (hiperecoica), visualizándose exclusivamente la punta. La desventaja de esta técnica es que la sombra que proyecta la aguja suele desconocerse si es debida a una parte media o a la punta de esta. En general, se prefiere el

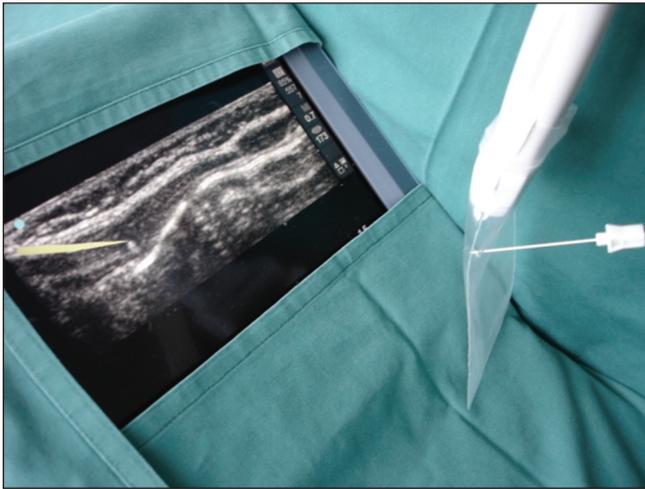


Fig. 3. Relación sonda de ultrasonidos-aguja "sección cruzada".

empleo de este tipo de orientación puesto que es menos dolorosa para el paciente, ya que la aguja tiene un recorrido menor para alcanzar la estructura diana, reduciendo el grado de trauma por la punción (10). La segunda forma de orientar la aguja con respecto a la sonda se denomina técnica "en línea", consistiendo en una orientación longitudinal de la aguja con respecto al transductor (Fig. 4). Esta técnica permite la visualización total de la aguja. Su desventaja es que la aguja tiene un recorrido mayor hasta alcanzar el nervio.

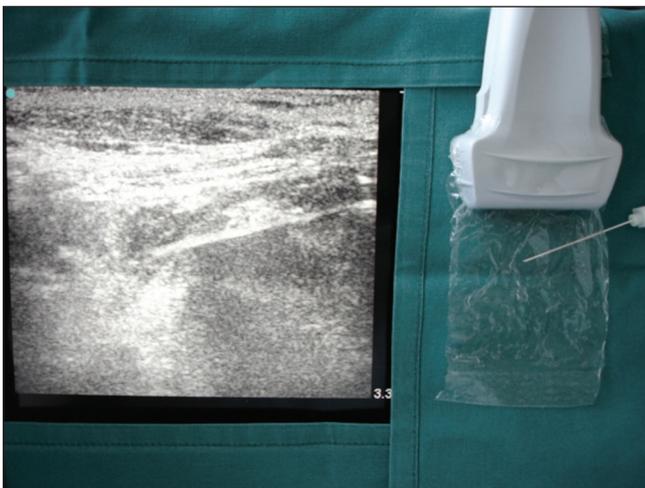


Fig. 4. Orientación transductor ultrasonidos-aguja "técnica lineal".

El AL se visualiza hipocogénico (negro) en la ultrasonografía. Los nervios a menudo son más fáciles de identificar después de la inyección de AL y a veces puede observarse cómo "flotan" libremente dentro de la solución inyectada, lo que se denomina "signo del donut" (Fig. 5).

Una de las ventajas más importantes de la ecografía para los bloqueos nerviosos periféricos es la posibilidad

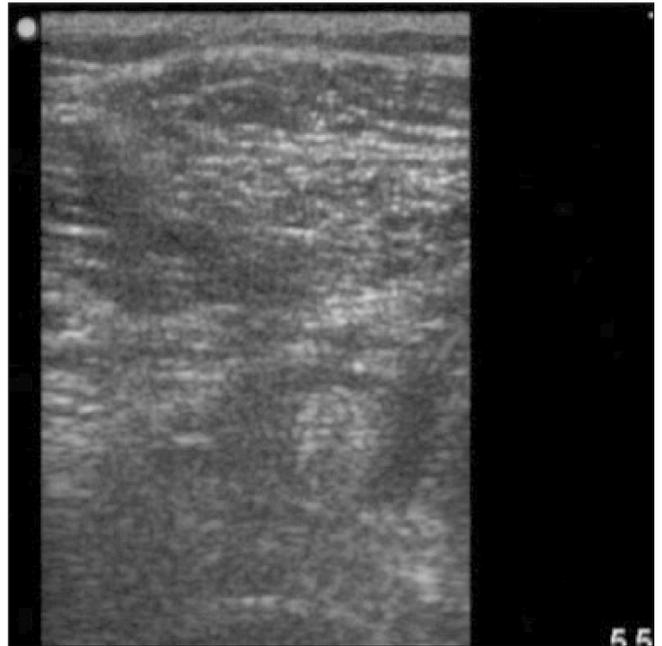


Fig. 5. "Signo del donut": AL rodeando a un nervio.

de reposicionamiento de la aguja después de una inyección inicial de AL. Inyecciones de pequeñas cantidades de aire (0,3-0,5 ml) a través de la aguja pueden también ser empleadas para la localización de la punta de la aguja. Aunque las burbujas son fáciles de visualizar sonográficamente, pueden dispersarse en el tejido produciendo sombra acústica distal. También se puede realizar un test de inyección de AL (1-2 ml) para visualizar la localización de la punta de la aguja. Si la distribución del AL no se ve en la pantalla se debe inmediatamente parar la infusión, aspirar y movilizar el transductor o la aguja (porque existe la posibilidad de punción intravascular inadvertida) (11).

Cuando el nervio es rodeado por anestésico ("signo del donut") estaremos seguros de predecir un bloqueo eficaz. Es posible introducir un catéter para analgesia postoperatoria y observar mediante inyección de AL su correcta localización, esta última posibilidad es muy importante en pacientes sometidos a cirugía mayor ambulatoria, que serán seguidos por unidades de "hospitalización a domicilio".

BLOQUEOS NERVIOSOS DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR

Williams y cols. (5) en el año 2003 demostraron que el bloqueo supraclavicular guiado por ultrasonografía se realizaba más rápidamente y con mayor calidad que los realizados convencionalmente basados en referencias anatómicas. Soeding y cols. (12) encontraron que el empleo de la ecografía mejora la calidad del bloqueo nervioso y reduce la incidencia de parestesias no intencionadas.

La realización de bloqueos nerviosos periféricos en la extremidad superior mediante ultrasonografía es apropiada, puesto que el plexo braquial tiene una localización superficial y por lo tanto, los sistemas de ultrasonografía generan imágenes detalladas. Los vasos sanguíneos próximos a las estructuras nerviosas nos sirven de referencias anatómicas pero también de obstáculos para la realización de las técnicas.

Abordaje interescalénico del plexo braquial

Se realiza con el paciente en decúbito supino y la cabeza desplazada ligeramente hacia el lado contralateral. La sonda se coloca inicialmente en la zona lateral de la laringe visualizándose la glándula tiroides, la arteria carótida (anecogénica pulsátil) y vena yugular interna (anecogénica compresible). A la altura del cricoides, lentamente se desplaza el transductor hacia el borde lateral del músculo esternocleidomastoideo, apareciendo el músculo escaleno anterior y medio, y entre ambos, tres o más estructuras ovaladas hipocóicas, habitualmente en orientación céfalo-caudal. Las citadas estructuras ovaladas son las raíces del plexo braquial (C4-C7), observándose numerosos fascículos (hipocogénico) con escasos epineuro y perineuros (hiperecogénico) (Fig. 6).

Una dosis de 10-15 ml de AL es normalmente suficiente para conseguir un bloqueo completo de plexo braquial, siempre realizado bajo inspección ecográfica.

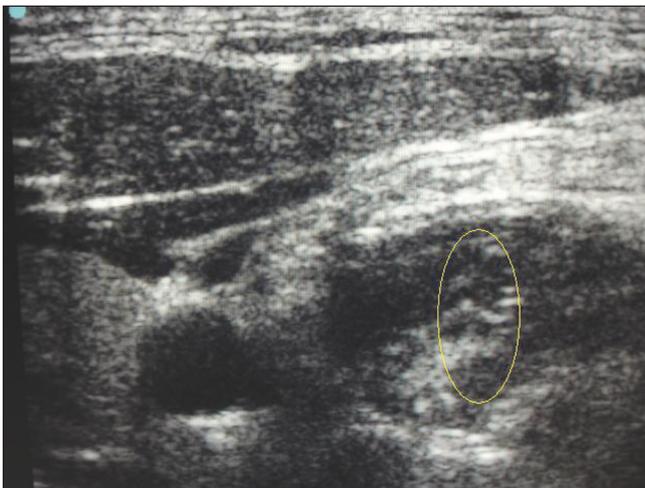


Fig. 6. Abordaje interescalénico del plexo braquial.

Abordaje supraclavicular del plexo braquial

Para este bloqueo nervioso, el paciente debe colocarse en decúbito supino, con la cabeza mínimamente desplazada al lado contralateral. El miembro superior a bloquear debe posicionarse en posición anatómica, en adducción con respecto al eje del paciente. El plexo braquial com-

pleto puede ser visualizado si deslizamos el transductor desde la posición interescalénica caudalmente a la supraclavicular. El plexo se visualiza como un “racimo de uvas” de nódulos hipocogénicos inmediatamente cefálico y lateral a la arteria subclavia (anecogénica pulsátil) y sobre la primera costilla, asimismo, se suele observar la cúpula pleural.

El AL debe inyectarse hasta comprobar que ha rodeado a todos los troncos nerviosos, siendo generalmente necesarias dosis de 10-15 ml.

Abordaje infraclavicular del plexo braquial

El paciente debe colocarse en decúbito supino con mínimo desplazamiento de la cabeza hacia el lado contralateral. La posición del miembro superior a bloquear es controvertida, tradicionalmente el miembro superior permanecía en posición anatómica y en adducción con respecto al cuerpo del paciente, sin embargo muchos autores han descrito la realización de la técnica con el brazo en abducción a 90° o incluso a 110°, modificando la posición de la aguja (13,14).

Los nervios están situados más profundamente (2-4 cm) en esta localización. Debido a su cercanía con la pleura apical, la realización de este bloqueo debería realizarse siempre bajo visualización ultrasonográfica directa. Existen principalmente dos abordajes: bloqueo infraclavicular vertical del plexo braquial (VIP) y bloqueo infraclavicular con abordaje lateral del plexo braquial. El VIP fue descrito por primera vez por Kilka y cols. (15), es el abordaje más popular en adultos por su rápido inicio de acción, bajo riesgo y alta aceptación por parte del anestesiólogo y del paciente. El sitio de punción se localiza en esta técnica en el punto medio entre el centro de la fosa yugular y la porción ventral del acromion. Bigeleisen y cols. (16) afirman que el VIP es el abordaje más rápido y fácil para la realización de un bloqueo infraclavicular mediante ultrasonografía, teniendo menor incidencia de complicaciones, recomiendan además la abducción del brazo ipsilateral en 110° para minimizar el riesgo de neumotórax y la rotación externa del hombro para brindar una mayor cercanía del plexo a la piel. Los nervios son visualizados bajo el músculo pectoral mayor y menor, apareciendo como nódulos hiperecóicos, en posición lateral, posterior y medial a la arteria axilar (anecoica).

Dosis de AL entre 10-15 ml suelen ser suficientes para este bloqueo nervioso.

Abordaje axilar del plexo braquial

Se realiza con el paciente en decúbito supino y el brazo en abducción de 90° y flexionado. Los nervios aparecen como estructuras ovaladas hipocogénicas, alrededor de una estructura anecogénica pulsátil, la arteria axilar. El nervio mediano es fácilmente visualizable lateral a la ar-

teria y el cubital suele situarse medial a esta. El nervio radial es más difícil de objetivarse puesto que se ubica debajo de la arteria y esta proyecta su sombra acústica sobre él, por lo que se deberá mover la sonda ligeramente en dirección dorsal para visualizar el nervio a nivel del húmero, donde se separa de la arteria para introducirse en el surco radial humeral. Retzl y cols. (17) describieron el uso de la ultrasonografía para el bloqueo nervioso a nivel axilar. Observaron que la posición de los nervios principales no era constante con respecto a la arteria axilar y que cambiaba significativamente con la presión aplicada sobre esta (durante la palpación arterial). Esta observación puede ayudar a explicar el alto porcentaje de fallo de los bloqueos a este nivel (Fig. 7).

El nervio músculo-cutáneo se origina en el fascículo lateral, este puede ser objetivado en la mayoría de los pacientes mediante ultrasonografía en dirección craneal, inyectándose para su bloqueo aproximadamente 3 ml de AL.

Será suficiente la inyección de 5-8 ml de AL para cada uno de los tres nervios mayores del plexo braquial. Bajo visión ultrasonográfica el bloqueo axilar es estrictamente una técnica de inyección múltiple.

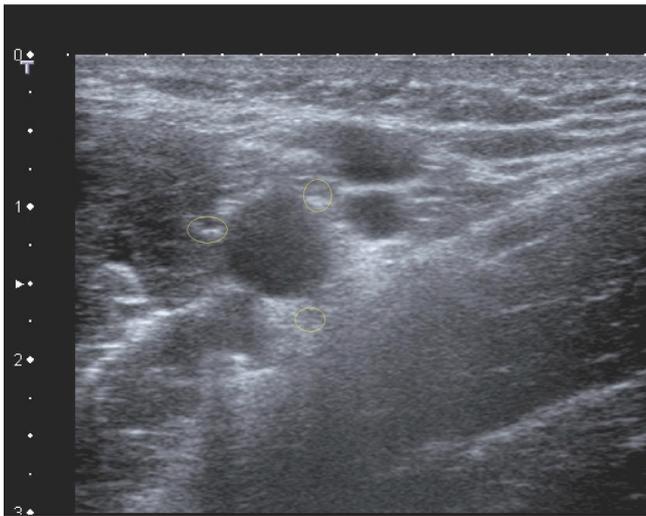


Fig. 7. Abordaje axilar del plexo braquial.

BLOQUEOS NERVIOSOS DE LA EXTREMIDAD INFERIOR

Bloqueo del nervio femoral

El paciente es colocado en decúbito supino, con las extremidades inferiores en extensión. El nervio femoral en la región infrainguinal se visualiza como un triángulo hiperecogénico (blanco, puesto que contiene más perineuro y endoneuro que fascículos) lateral a una estructura circular, anecogénica y pulsátil (arteria femoral) (Fig. 8). Una inyección de 10-15 ml de AL suele ser suficiente para distribuir el anestésico alrededor del nervio.

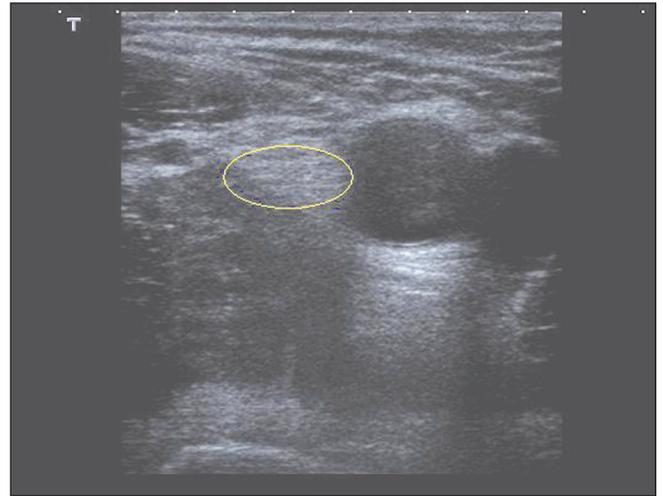


Fig. 8. Visión ecográfica para bloqueo nervioso femoral.

Varios estudios han demostrado que la realización de un bloqueo “tres en uno” guiado por ultrasonidos mejora el intervalo de latencia y la calidad del bloqueo sensorial mientras elimina complicaciones, como la punción arterial inadvertida (18). Marhofer y cols. (8) han demostrado que se necesita menor dosis de AL para la realización de un bloqueo “tres en uno” mediante ultrasonografía en comparación con la técnica convencional realizada con neuroestimulación.

Bloqueo del nervio ciático

La colocación del paciente para esta técnica es en decúbito prono, con ambos miembros inferiores extendidos. La punción guiada con ultrasonidos es más sencilla en la región subglútea, donde el nervio está relativamente cercano a la piel, apareciendo como una estructura oval hiperecogénica. El nervio ciático-poplíteo también puede ser bloqueado a nivel del hueco poplíteo, entre el semitendinoso y semimembranoso internos y el bíceps femoral externo, objetivándose en esa región la arteria poplíteo (Fig. 9).

Una inyección de 15-20 ml de AL puede ser suficiente para que el bloqueo se lleve a cabo con éxito.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL EMPLEO DE ULTRASONOGRAFÍA DE ALTA RESOLUCIÓN EN ANESTESIA REGIONAL

La ventaja más importante de la ultrasonografía para la realización de bloqueos nerviosos periféricos es la posibilidad de confirmar la extensión del AL alrededor del nervio. Esta es una clara diferencia con respecto a las técnicas ciegas convencionales, las cuales fallaban, entre otros motivos, porque el AL no se distribuía de forma uniforme alrededor del nervio. La ultrasonografía elimina la necesidad de múltiples intentos fallidos para la locali-

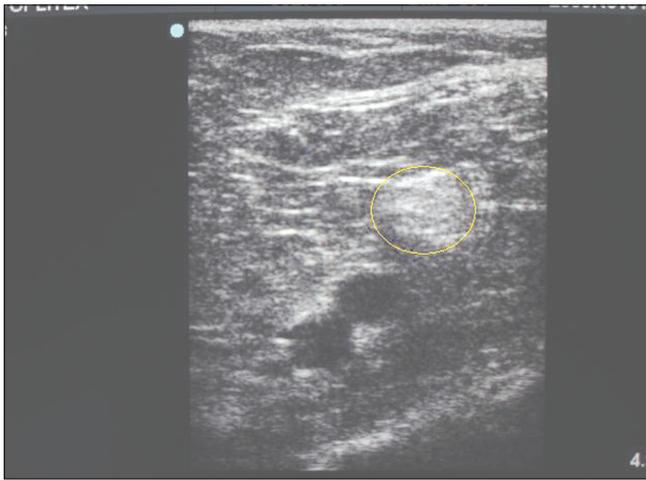


Fig. 9. Imagen ultrasonográfica para la realización de un bloqueo del nervio ciático.

zación nerviosa produciendo daño y discomfort al paciente (5,19). El anestesiólogo puede manipular la aguja bajo visualización directa hacia la profundidad adecuada y la localización de la punta de la aguja inmediatamente adyacente al nervio. Estudios preliminares han revelado bajo visión ecográfica que los nervios a menudo se desplazan bajo ligeras presiones (17) o inyección del AL, contribuyendo al fallo de la técnica.

La segunda ventaja importante es la seguridad. La ultrasonografía permite visualizar el trayecto de la aguja y revela la localización de estructuras vasculares, la pleura y órganos sólidos. Los riesgos de toxicidad sistémica por punción intravascular inadvertida, neuropatía periférica por punción intraneural o traumatismo nervioso, neumotórax y quizás daño visceral disminuyen con la correcta práctica de la técnica. Una publicación reciente de Bigeleisen y cols. (19) observa que la punción intraneural aparente realizada bajo visualización ultrasonográfica en 26 pacientes, durante la realización de un bloqueo axilar, no condujo a daño neurológico en estas condiciones. Muchos anestesiólogos continúan empleando el neuroestimulador mientras realizan técnicas bajo visión ecográfica a tiempo real, sin embargo no es necesario el uso de la estimulación eléctrica para obtener parestesias y/o respuesta motora para la realización de técnicas anestésicas en nervios periféricos (11). Van Geffen y cols. (20) describen la realización de un bloqueo interescalénico para intervención de hombro en un paciente con amputación distal de la extremidad.

La tercera ventaja de este método es que el volumen de AL requerido para los bloqueos nerviosos es considerablemente menor que con las técnicas convencionales (8,21). La correcta extensión alrededor del nervio del anestésico permite un acortamiento de la latencia del bloqueo (6-9) y mayor duración del efecto (9). No hay estudios que demuestren mejores resultados en el grupo de pacientes con bloqueos nerviosos mediante neuroestimulador (4). Todo ello permite el tratamiento analgésico

postoperatorio de los pacientes en cirugía mayor ambulatoria, valorándose un alta hospitalaria más precoz y segura.

La cuarta ventaja es la capacidad de aprendizaje de los anestesiólogos, para entender la importancia de la anatomía para la seguridad y éxito de los bloqueos.

La principal desventaja de los bloqueos nerviosos realizados con ultrasonidos es la disponibilidad del equipo y su coste. Se posee poca información acerca del impacto económico de la práctica de anestesia regional guiada por ultrasonografía. Los costes incluyen la máquina, el transductor, el mantenimiento, los cobertores de la sonda, el entrenamiento y aprendizaje. Los potenciales beneficios de la técnica son el incremento del número de bloqueos realizados, la reducción de las complicaciones y la disminución de AL empleado, entre otros. Un análisis coste-beneficio del empleo del ultrasonido para el bloqueo infraclavicular ha sido recientemente publicado por Shandhu y cols. (22), realizando para este análisis 5.000 bloqueos. El acortamiento del tiempo de realización de la técnica y de la latencia del bloqueo son probablemente los beneficios más importantes encontrados en este estudio. Estas variables han sido estudiadas también para otros bloqueos (5,9,18). El análisis del coste no incluyó el empleo de cobertor estéril del transductor y la aguja ecogénica que algunos anestesiólogos podrían utilizar.

Un análisis más completo también debería considerar el porcentaje de éxito de los bloqueos, las facilidades de las salas de técnicas, las complicaciones y la posibilidad de usos alternativos para los equipos de ecografía como los accesos vasculares.

Para la realización de estas técnicas se requiere un entrenamiento y aprendizaje. Muchos anestesiólogos emplean la mano no dominante para mantener el transductor, requiriendo adquirir habilidad para ejecutar la técnica con ambas manos simultáneamente. Han sido publicados dos casos de punción vascular inadvertida (23,24), esto enfatiza la importancia de visualizar siempre la punta de la aguja. La ultrasonografía de alta resolución no tiene la resolución necesaria para diferenciar entre inyección de anestésico dentro del estroma de un nervio o dentro del fascículo del mismo y debemos tener presente que la inyección intrafascicular puede ser una causa de daño nervioso.

CONCLUSIONES

El empleo de ultrasonidos para anestesia regional está en aumento. La ultrasonografía en los bloqueos nerviosos periféricos permite al anestesiólogo visualizar directamente los nervios y las estructuras relacionadas y supervisar la correcta extensión del anestésico a tiempo real, permitiendo el reposicionamiento de la aguja en caso de mala distribución, mejorando la calidad del bloqueo y evitando sus complicaciones. El empleo de la ecografía aumenta la tasa de éxitos y disminuye el tiempo de reali-

zación de las técnicas, disminuye la latencia del fármaco anestésico administrado y aumenta la durabilidad del bloqueo, permitiendo mayor tiempo analgésico postoperatorio con mayor satisfacción por parte del paciente. La eficiencia de la ultrasonografía ha aumentado desde que se disponen de equipos de ultrasonografía de alta resolución portátiles, permitiendo mayor manejabilidad y adaptación en pequeños espacios con gran rentabilidad en unidades de cirugía mayor ambulatoria. Estudios clínicos sugieren que la anestesia regional guiada por ultrasonidos tiene más ventajas que las técnicas convencionales, como la realizada con neuroestimulador.

Creemos que el empleo de la ultrasonografía para los bloqueos nerviosos periféricos será muy pronto un estándar internacional.

AGRADECIMIENTOS

Imágenes realizadas y publicadas con el permiso del Dr. Luc Tielens.

BIBLIOGRAFÍA

1. La Grange P, Foster PA, Pretorius LK. Application of the doppler ultrasound bloodflow detector in supraclavicular brachial plexus block. *Br J Anaesth* 1978; 50: 965-7.
2. Rodgers A, Walker N, Schug S, McKee A, Kehlet H, van Zundert A, et al. Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anesthesia: Results from overview of randomized trials. *BMJ* 2000; 321: 1493.
3. Chelly JE, Ben David B, Williams BA, Kentor ML. Anesthesia and postoperative analgesia: Outcomes following orthopaedic surgery. *Orthopedics* 2003; 26: s865-71.
4. Gray AT. Role of ultrasound in startup regional anesthesia practice for outpatients. *Int Anesthesiol Clin* 2005; 43: 69-78.
5. Williams SR, Chouinard P, Arcand G, Harris P, Ruel M, Boudreault D, et al. Ultrasound guidance speeds execution and improves the quality of supraclavicular block. *Anesth Analg* 2003; 97: 1518-23.
6. Kapral S, Kraft P, Gosch M, Fleischmann D, Weinstabl C. Ultrasound imaging for stellate ganglion block: Direct visualization of puncture site and local anesthetic spread. A pilot study. *Reg Anesth* 1995; 20: 323-8.
7. Marhofer P, Schrogendorfer K, Koinig H. Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *Anesth Analg* 1997; 85: 854-7.
8. Marhofer P, Schrogendorfer K, Wallner T. Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *Reg Anesth Pain Med* 1998; 23: 584-8.
9. Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M, Kapral S. Ultrasonographic guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. *Anaesthesia* 2004; 59: 642-6.
10. Marhofer P, Reinoso-Barbero F. Utilidad del empleo de la ecografía en anestesia regional y tratamiento del dolor. *Algia Hospital* 2006; 1: 67-78.
11. Gray AT. Ultrasound-guided regional anesthesia: Current state of the art. *Anesthesiology* 2006; 104: 368-73.
12. Soeding PE, Sha S, Royse CE, Marks P, Hoy G, Royse AG, et al. A randomized trial of ultrasound-guided brachial plexus anesthesia in upper limb surgery. *Anesth Intensive Care* 2005; 33: 719-25.
13. Kapral S, Janrasits O, Schabernig C, Likar R, Reddy B, Mayer N, et al. Lateral infraclavicular plexus block vs. axillary block for hand and forearm surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 1047-52.
14. Greher M, Retzl G, Niel P, Kamholz L, Marhofer P, Kapral S. Ultrasonographic assessment of topographic anatomy in volunteers suggests a modification of the infraclavicular brachial block. *Br J Anaesth* 2002; 88: 632-6.
15. Kilka HG, Geiger P, Mehrkens HH. Infraclavicular vertical brachial plexus blockade. A new method for anesthesia of the upper extremity: An anatomical and clinical study. *Anaesthesist* 1995; 44: 339-44.
16. Bigeleisen P, Wilson M. A comparison of two techniques for ultrasound guided infraclavicular block. *Br J Anaesth* 2006; 96: 502-7.
17. Retzl G, Kapral S, Greher M, Mauritz W. Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus. *Anesth Analg* 2001; 92: 1271-5.
18. Marhofer P, Schrogendorfer K, Koinig H, Kapral S, Weinstabl C, Mayer N. Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks. *Anesth Analg* 1997; 85: 854-7.
19. Bigeleisen P. Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound-guided axillary block does not invariably result in neurologic injury. *Anesthesiology* 2006; 105: 779-83.
20. Jan van Geffen G, Tielens L, Gielen M. Ultrasound-guided interscalene brachial plexus block in a child with femur fibula ulna syndrome. *Paediatr Anaesth* 2006; 16: 330-2.
21. Sites B, Brull R. Ultrasound guidance in peripheral regional anesthesia: Philosophy, evidence-based medicine, and techniques. *Curr Opin Anaesthesiol* 2006; 19: 630-9.
22. Sandhu NS, Sidhu DS, Capan LM. The cost comparison of infraclavicular brachial plexus block by nerve stimulator and ultrasound guidance. *Anesth Analg* 2004; 98: 267-8.
23. Sandhu NS, Capan LM. Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *Br J Anaesth* 2002; 89: 254-9.
24. Chan VW, Perlas A, Rawson R, Odukoya O. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Anesth Analg* 2003; 97: 1514-7.