



## ARTÍCULO DE REVISIÓN

Vol. 31. No. 4 Octubre-Diciembre 2008  
pp 282-297**Bloqueo de nervios periféricos guiados por ultrasonido**

Dra. Guadalupe Zaragoza-Lemus,\*

Dr. Gabriel Enrique Mejía-Terrazas,\*\* Dr. Efraín Peralta-Zamora\*\*\*

- \* Anestesióloga-Algóloga, Postgrado en Anestesia Regional, Jefe de la División de Anestesiología del Instituto Nacional de Rehabilitación, Profesor titular del Curso de Postgrado para Médicos Especialistas en Anestesia Regional, Universidad Nacional Autónoma de México.
- \*\* Anestesiólogo-Algólogo, Jefe de Servicio de Anestesiología-Ortopedia del Instituto Nacional de Rehabilitación, Profesor asociado del Curso de Postgrado para Médicos Especialistas en Anestesia Regional, Universidad Nacional Autónoma de México.
- \*\*\* Anestesiólogo, Postgrado en Anestesia Regional, adscrito al Servicio de Anestesiología del Instituto Nacional de Rehabilitación, Profesor asociado del Curso de Postgrado para Médicos Especialistas en Anestesia Regional, Universidad Nacional Autónoma de México.

**Solicitud de sobretiros:**

Dra. Guadalupe Zaragoza-Lemus  
Instituto Nacional de Rehabilitación.  
Av. México-Xochimilco Núm. 289  
Col. Arenal de Guadalupe, 011400,  
Delegación Tlalpan, México DF,  
Teléfono 59991000  
Ext. 11219 Fax 5271 6138,  
Correo electrónico:  
zaragoza\_lemus@yahoo.com.mx

Recibido para publicación: 23-10-07  
Aceptado para publicación: 14-02-08

**RESUMEN**

En los últimos años los avances tecnológicos han permitido aplicar nuevas técnicas de imagen a la realización de bloqueos de nervios periféricos en un afán de mejorar la calidad anestésica, así como la seguridad del paciente. Por lo tanto en los años 50 se incorporó la ultrasonografía para la realización de bloqueo de nervios periféricos, pero esto tiene implicaciones varias debido a que existen tres niveles bien definidos de aprendizaje como son: La necesidad de conocer y aprender las bases de la ultrasonografía (sonoanatomía), adaptarnos a las modificaciones de los abordajes que normalmente utilizamos debido a que el transductor produce una modificación de los mismos, y probablemente la tarea más importante en este aprendizaje es el poder identificar el nervio o plexo en una imagen en tiempo real. Este artículo es una guía para orientar en el manejo del ultrasonido y la realización de los distintos bloqueos nerviosos de mayor interés para los anestesiólogos.

**Palabras clave:** Anestesia regional, bloqueo de nervios periféricos, ultrasonido.

**SUMMARY**

*During the last years, technological advances have allow us to apply new imaging techniques to perform peripheral nerve blockade with the aim of improving anesthetic quality, as well as patients' security. Therefore, during the 50s these techniques joined ultrasonography (diagnostic sonography) in order to perform peripheral nerve blockade. but this fact has several implications because there are three well-defined existing levels of learning, as follows: the need to know and learn the basis of ultrasonography (sonoanatomy); to get adapted to the modifications in the approaches that we usually take, because the transducers produces a modification in them. And probably the most important task in this learning is to be able to identify the nerve or the plexus through an image in real time. This article is a guideline to get oriented in ultrasound management and the performing of different nerve blockades which are of main interest for anesthesiologists.*

**Key words:** Local anesthesia, peripheral nerve blockade, ultrasound.

## INTRODUCCIÓN

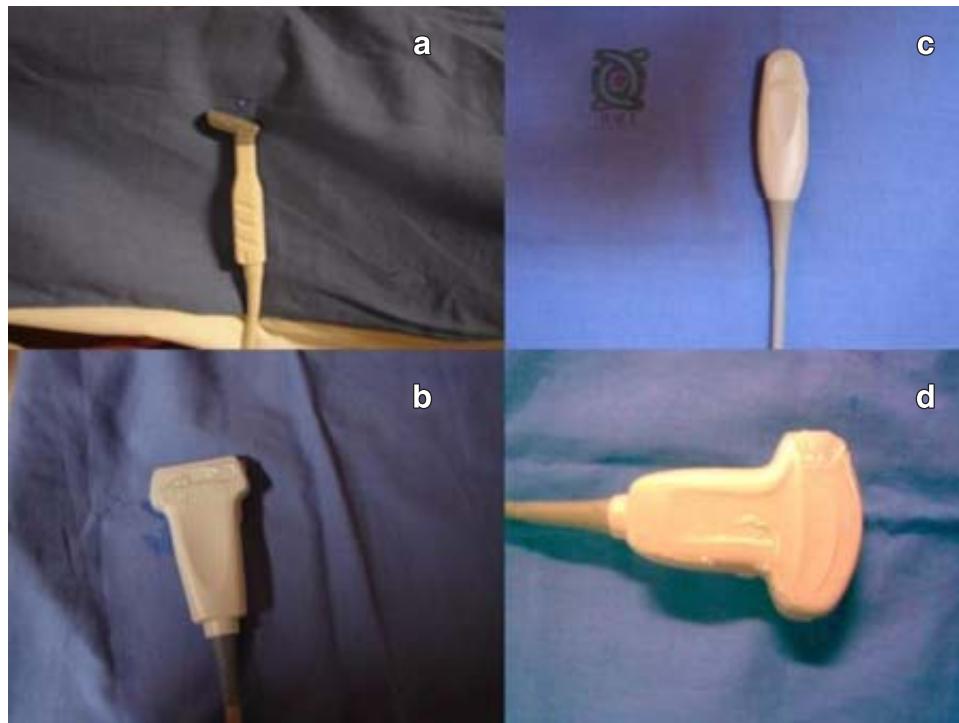
Hace 100 años que Hirschel realizó el primer bloqueo percutáneo de un nervio periférico<sup>(1)</sup>; durante los siguientes 60 años la anestesia regional fue una verdadera forma de arte. Era necesario tener un completo conocimiento de la anatomía y la farmacología de los anestésicos locales. Mientras que estas dos ciencias básicas continúan siendo esenciales para asegurar la función del bloqueo y la seguridad del paciente, el arte de la realización de un bloqueo gradualmente ha sido replanteado por la ciencia. La clave del éxito dependía de la agudeza para realizar la colocación adecuada de la aguja en el nervio y de la inyección del anestésico local. Hace 30 años la misticidad popular de la anestesia regional era descrita por los pioneros, hasta que fue introducido el estimulador de nervios periféricos para asistir a la localización e identificación de los mismos por Ballard Wright<sup>(2)</sup>. Cuando esta tecnología apareció no había agujas de diseño específico (aisladas); además se requería de niveles altos de corriente para producir una respuesta motora (3 a 5 mA). La estimulación motora no era muy específica y la punta de la aguja a la proximidad del nervio podía ser bastante distante y el bloqueo fallido era común. Las técnicas actuales de localización nerviosa sobre superficies marcadas estiman la localización de las estructuras blanco. Sin embargo, una vez realizada la inserción de la aguja, la búsqueda de los nervios sigue siendo una maniobra «a ciegas», por lo que la localización puede ser frustrante y con pérdida de tiempo. Muchas veces los bloqueos fallaban, producto de la imprecisión de la colocación de la aguja y en ocasiones, en manos inexpertas, la tasa de error puede ser tan alta como el 10-15%<sup>(3)</sup>. Las técnicas «a ciegas» también pueden causar complicaciones, malestar en el paciente y largos tiempos del procedimiento. Aunque es infrecuente la lesión nerviosa causada por la aguja, directa o indirectamente pueden causar serias complicaciones tales como daño neurológico, lesión de la médula espinal (en el caso de abordaje interescalénico), neumotórax (abordaje supraclavicular), punción vascular y reacciones tóxicas sistémicas de anestésicos locales<sup>(4)</sup>. Otro tipo de complicación es el abordaje de ensayo-error para la localización del nervio que muchas veces requiere múltiples intentos de punción, lo que lleva a ansiedad en el paciente. El primer paso en el desarrollo para la ultrasonografía en anestesia regional ocurrió en 1978 cuando La Grande<sup>(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 deplexo braquial vía supraclavicular. Su éxito fue del 98% en identificar la arteria en 61 pacientes. Subsecuentemente, Abramowitz y Cohen<sup>(6)</sup> usaron el Doppler para localizar la arteria axilar, con lo cual se facilitó la colocación del bloqueo axilar en pacientes en quienes la arteria no era palpable. Este

paso de la tecnología aún no es de uso común en muchos centros hospitalarios. En años posteriores hubo un interés creciente en el desarrollo de imágenes guiadas, como son la resonancia magnética<sup>(7)</sup> y tomografía computada<sup>(8)</sup> las cuales dieron excelentes aproximaciones anatómicas delplexo braquial pero presentan el inconveniente de ser muy costosas e inaccesibles al quirófano. El fluoroscopio<sup>(9)</sup> es otra opción, pero éste se limita a la visualización de las referencias óseas y la difusión del medio de contraste cerca del paquete neurovascular dentro de la vaina delplexo. Sin embargo, el estudio que transformó la anestesia regional de arte a ciencia se publicó en 1989 por Ting y Sivagnanratnam<sup>(10)</sup> donde 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. Su trabajo pionero fue seguido de otros trabajos prospectivos en los cuales el ultrasonido era usado para guiar la colocación de un catéter dentro de la vaina delplexo braquial y confirmar la difusión del AL<sup>(11)</sup>. Empleando tanto la vía axilar como supraclavicular alcanzaron anestesia braquial con una tasa de éxito del 95%, no tuvieron ningún tipo de complicación en la totalidad de pacientes estudiados<sup>(12)</sup>. Sin embargo, la población total de los estudios hasta ahora involucra poco menos de 500 pacientes.

## ULTRASONOGRAFÍA BÁSICA

### Equipo y transductor

La calidad de la imagen del ultrasonido depende principalmente de dos factores: la capacidad del equipo de ultrasonido 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 imagen mucho más clara y nítida. La imagen obtenida es el resultado de algunas imágenes post-procesadas de planos adyacentes. Tales imágenes de alta calidad no se obtienen con los transductores anteriores de cristal único. Los primeros estudios utilizaron transductores de baja frecuencia en un rango de 3.5 a 5.0 megahertz (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. En años recientes, los transductores de alta frecuencia y lineales de 10-15 MHz, han permitido una clara imagen de las estructuras neuronales e identifican fascículos individuales dentro de la vaina del nervio. Desafortunadamente, estos transductores tienen un poder menor de penetración (2 a 3 cm) (Figura 1). Afortunadamente, la mayoría de los nervios a bloquear se localiza con sólo 3 cm de penetración de tejido o menos. Otras características adicionales de los



**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.

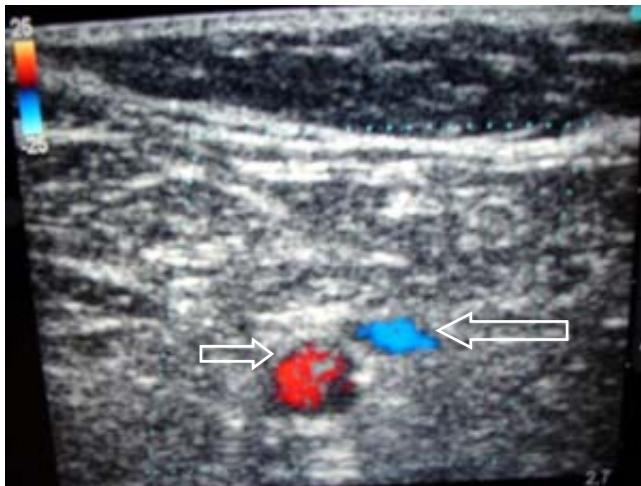
ecógrafos actuales es que cuentan con una unidad Doppler con flujo calorimétrico que permite diferenciar estructuras vasculares y nerviosas, e incluso cuenta con equipo de video-filmación. Con casi todos los transductores uno debe ser capaz de identificar la mayoría de los nervios en un corte transversal como una estructura central – oval hipoeocoica (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 miel en la cual los fascículos hipoeocoicos 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 sobre la piel, mientras que las venas sí lo hacen. Si existiera alguna duda, el uso del Doppler podría rápidamente clarificar si la estructura en cuestión es una arteria o vena (Figura 3). Se recomienda que todas las personas que usen por primera vez esta tecnología obtengan ayuda de un técnico en ultrasonido o un radiólogo con experiencia en esta área para que los asista en los primeros bloqueos. Con estas manos de ayuda uno podría dominar el ultrasonido en sólo 3 ó 4 h. Al inicio sólo se usa el plano transverso para facilitar la colocación del bloqueo en los primeros 25 ó 30 bloqueos guiados por ultrasonido<sup>(13)</sup>.

En el plano transverso el eje longitudinal del transductor es orientado, atravesando el eje longitudinal del nervio, arteria o vena. Uno puede ver las estructuras en cuestión en un



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

corte transversal y podría aparecer como se describió arriba. Aunque algunos de los primeros bloqueos pudieran ser colocados en estructuras neuronales de primera intención, en otras ocasiones los nervios se acompañan de una arteria pulsátil, esto permitiría que una vez identificado claramente el latido de la arteria entonces localizar el nervio adyacente. Esto nos permite realizar inicialmente los siguientes bloqueos: axilar, femoral, interescaleno, y de la fosa poplítea. En cuanto uno va adquiriendo más habilidad en la identificación de estructuras y en la colocación de bloqueos



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

guiados es posible hacer bloqueos que requieran vistas alternativas. En la vista longitudinal, el eje del transductor es orientado a lo largo o paralelo al eje del nervio, arteria o vena. Los bloqueos mejor realizados en el eje longitudinal son los neuroaxiales centrales (espinal, epidural y caudal) y quizás el bloqueo del nervio ciático en una extremidad diana. Los transductores de frecuencias de 10 MHz o más altos permiten distinguir los nervios de los tendones basados en la ecotextura.

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>(14)</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.

Definitivamente es necesario estar familiarizado con las técnicas de neuroestimulación, las cuales nos pueden seguir ayudando en la localización y colocación de bloqueos de nervios periféricos. En cuanto a las agujas, es necesario, al iniciar con este entrenamiento, utilizar aisladas o no cortantes, y conforme se va teniendo experiencia se pueden utilizar agujas no aisladas, como por ejemplo la Touhy. Ya se han reportado dificultades en el manejo de las agujas-guías para biopsias<sup>(15)</sup> por su capacidad de lesionar los tejidos, por lo que no son muy populares. Una vez que se ha obtenido confianza en la habilidad para identificar las es-

tructuras con ultrasonido y guiar la colocación de su aguja, entonces podrá iniciar la transición para agujas cortantes, las cuales son fáciles de ver en el ultrasonido y abandonar o llegar a ser menos dependiente de las técnicas de neuroestimulación. La aguja siempre se observa mejor cuando la cara del bisel da a la superficie del transductor<sup>(16)</sup> ofreciendo mayor espacio de trabajo para la entrada de la aguja debido a la elección de agujas cortas (1 pulgada); es necesario muchas veces insertarla al centro y comprimir la piel y el tejido subcutáneo para que la punta de la aguja se extienda a la profundidad necesaria.

## PRINCIPIOS DE LA TÉCNICA

La mayoría de los bloqueos guiados por ultrasonido se realiza 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 en el campo de trabajo<sup>(16,17)</sup>.

### Toma del transductor

Debe tomarse con los dedos pulgar, índice y medio de la mano NO dominante. Colocando el dedo anular y el aspecto cubital de la mano sobre el paciente estabilizará el transductor. Una presión firme con el transductor del ultrasonido suele producir la mejor imagen.

### Inyección de prueba

Para evaluar la difusión del AL las inyecciones de prueba 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 (mover la aguja, mover el transductor o aspirar) no debe continuar la inyección.

### Iluminación

La luz debe ser tenue y suave, de ser posible apagada, con lo que se mejora la imagen en el monitor; solamente iluminar el área de trabajo.

### Orientación y colocación del monitor

La pantalla del monitor debe verse de izquierda a derecha en el siguiente orden: pantalla, monitor. En este mismo orden transductor, aguja y el plano de la imagen deben estar colocados a la vista del operador. Se recomienda que rutina-

riamente se realice el procedimiento con el paciente despierto capaz de reportar parestesias.

### Esterilidad

Utilizar un transductor protegido con una funda estéril para reducir el riesgo potencial de infección. La piel puede desinfectarse de manera usual con una solución antiséptica de iodo-povidona, siempre utilizar agujas, campos transparentes y gel de conducción estéril, el cual puede prepararse en la farmacia del hospital. Cuando uno coloca una cubierta de plástico estéril se debe agregar una generosa cantidad de gel dentro del lumen de la cubierta e insertar el transductor dentro del gel. Las fallas resultan en la inhabilidad para producir imágenes. Tanto el gel como los campos de plástico se encuentran disponibles en el mercado.

### Abordaje de la aguja

Para abordar las estructuras que nos interesan, la inserción de la aguja se puede realizar de dos formas: el primero denominado «dentro del plano» (in plane) de imagen donde 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 en 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). El segundo se denomina «fuera del plano» (out of plane) de imagen en donde no visualizamos el ingreso de la aguja ni su avance, sólo observamos 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). Para este abordaje, 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).

### Orientación de la aguja

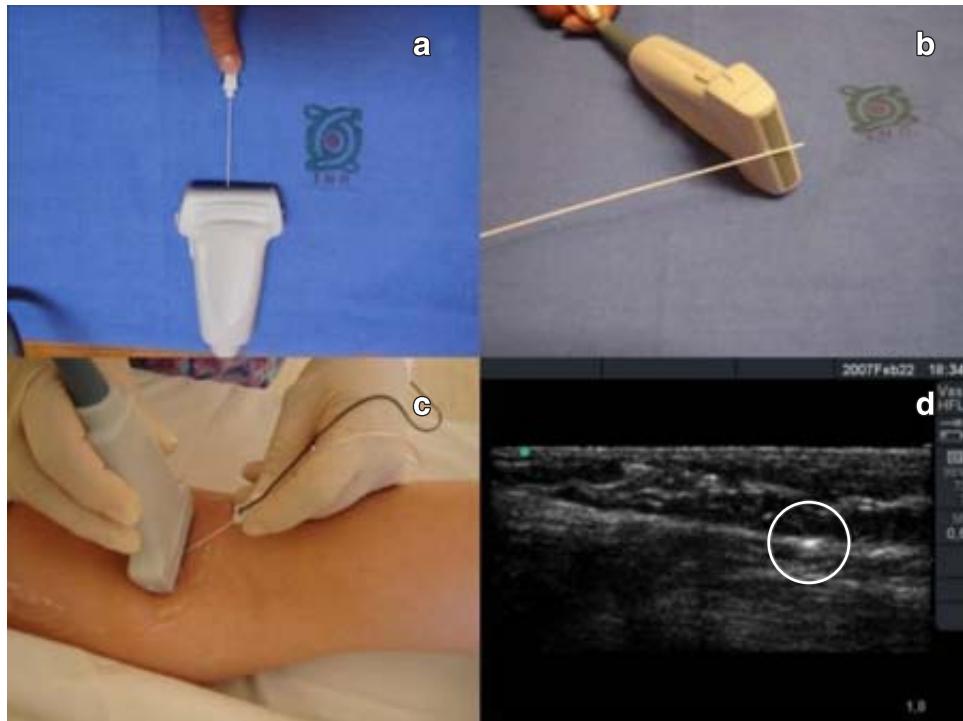
Se prefieren manos libres para la orientación de la aguja. Un ángulo superficial de abordaje mejorará la visualización de la aguja. El punto de entrada de la aguja debe ser a una distancia prudente del transductor para alcanzar un ángulo adecuado de abordaje. Esto también resultará en menos disturbios 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.

### Orientación del bisel

Insertar la aguja con el bisel directamente orientado hacia la cara activa del transductor, esto dará la mejor visibilidad de



**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.

la punta de la aguja. Cuando se usa el abordaje *in plane*, esta orientación del bisel también puede reducir el riesgo de lesión nerviosa.

#### Manipulación del transductor

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

#### Patrón de dispersión

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 perímetro 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 que se produzca la imagen que correspondería a la



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

vaina (Figura 6). Las burbujas son fácilmente identificables 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>(18)</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 tienen un patrón fascicular interno caracterizado por fascículos hipoeocoicos y alrededor de ellos tejido conectivo hiperecoico. Cuando se hace la visualización en un corte transverso los nervios aparecen consistentemente como un círculo o un óvalo de sombras hipoeocoicas en racimos muchas veces puntiagudos con pequeñas bandas internas hiperecoicas. El estudio de Silvestre<sup>(18)</sup> comparó la estructura histológica del nervio contra la ecotextura obtenida a través de la imagen del ultrasonido, los componentes hipoeocoicos corresponden al fascículo neuronal y las áreas hiperecoicas se correlacionan con las capas del tejido conectivo que forman el epineurio. La resolución del ultrasonido no nos permite diferenciar entre la inyección dentro de subepineurio o del subperineurio<sup>(19)</sup>. Tal patrón fascicular ecogénico interno se observa muchas más veces en los cordones 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). El fenómeno de anisotropía explica los nervios hipoeocoicos por arriba de la clavícula e hipercoicos por debajo de la clavícula; es decir, el sonido se dispersa sin llegar al transductor al 100% aumentando el fenómeno de dispersión, así lo refieren Sala-Blanch y cols<sup>(19)</sup>.

## VENTAJAS DEL USG

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

**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

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. Portátil<sup>(14)</sup>

## DESVENTAJAS

Este procedimiento comparte riesgos comunes a otros bloqueos de nervios periféricos, incluyendo infección, sangrado y lesión neurológica<sup>(20)</sup>:

1. Costo
2. Entrenamiento especial

## BLOQUEO DE NERVIOS PERIFÉRICOS DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR GUIADOS POR ULTRASONIDO

Para los bloqueos del plexo braquial en abordaje interescalénico<sup>(21)</sup>, supraclavicular<sup>(22)</sup> e infraclavicular<sup>(23)</sup>. Axilar y mediohumeral, la posición del paciente es la convencional, es decir, para el escaneo supraclavicular o interescalénico la cabeza rotada ligeramente al lado contralateral; además se coloca el brazo pegado al cuerpo. Para el escaneo infraclavicular la cabeza en posición neutra, la mano del lado del cuerpo; para el escaneo axilar y mediohumeral, la cabeza en posición neutra con la mano y codo en abducción y flexionada 90°. Para obtener la mejor vista transversa del plexo braquial la emisión del ultrasonido debe estar en un plano aproximadamente de 90° respecto al plexo braquial; por ejemplo, para el abordaje interescaleno se coloca el transductor en un plano oblicuo axial; para el abordaje supraclavicular se coloca en una posición oblicua coronal; para el abordaje infraclavicular se coloca parasagitalmente y por último de forma transversa para la localización axilar y media humeral<sup>(24)</sup>. Normalmente, una presión manual firme aplicada sobre la piel con el transductor puede fijar el nervio (en particular en los abordajes interescalénico y axilar), esto disminuye la movilidad del nervio e incrementa la oportunidad de contacto directo de la aguja. Cada localización ultrasonográfica tiene ciertas características específicas, por lo que se pueden hacer las siguientes consideraciones:

### Localización interescalénica

La cabeza del paciente no debe descansar sobre una almohada porque afecta la imagen del ultrasonido. El escaneo

inicia a nivel del plano oblicuo-axial (para obtener una imagen transversa-perpendicular a las raíces, así como de ambos músculos escalenos); aquí la estructura de mayor consistencia que se encuentra es el músculo esternocleidomastoideo; su forma semeja un triángulo con su ápex ubicado lateralmente. En plano más profundo se encuentra el músculo escaleno anterior y medio (el escaleno anterior medialmente y el escaleno medio lateralmente al plexo). A nivel del cartílago cricoides, localizamos el surco interescaleno. Dependiendo del ángulo del transductor, es más común identificar una de las tres estructuras hipoeocoicas de este nivel. Éstas varían en profundidad pero generalmente las encontramos a 1 cm aproximadamente. Cuando se escanea por arriba del cartílago cricoides en el plano axial, las raíces nerviosas pueden verse a su salida del proceso transverso de la vértebra cervical. Las raíces dentro del foramen neural no pueden verse debido a las sombras de las estructuras óseas. Cuando se escanea en sentido caudal, las raíces nerviosas se mueven ahora a una localización más superficial. Otras estructuras identificables son la arteria carótida y la vena yugular interna situada anterior y medialmente al plexo braquial y ocasionalmente la arteria vertebral<sup>(25)</sup>. Una vez que se han identificado las raíces nerviosas, y la piel está infiltrada con AL, se introduce una aguja de 50 mm x 22 G por la cara lateral del transductor, la aguja va avanzando a lo largo del eje axial del transductor y en el mismo plano de la emisión del ultrasonido, permitiendo la visualización apropiada de la aguja. De esta forma la aguja avanza suavemente hasta que la punta se ve en el surco interescalénico y en contacto estrecho con las raíces. Para corroborar la colocación adecuada de la punta de la aguja se puede iniciar la estimulación con un voltaje de 0.5 mA; después de obtener una respuesta muscular adecuada se aspira e inicia la inyección gradual del anestésico local, la difusión de la solución se puede confirmar indirectamente por la distensión del surco

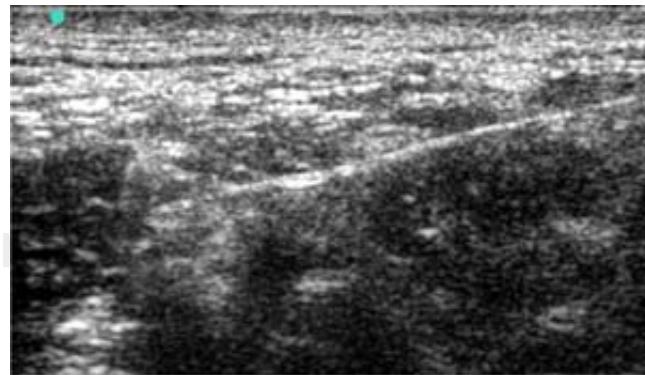


**Figura 7.** Sonoanatomía del abordaje interescalénico.

y el aumento de los bordes nerviosos. Sin embargo, si no se observa ésta con un volumen pequeño de solución, la punta de la aguja debe ser reposicionada. Ocasionalmente las imágenes son difíciles de encontrar en cuellos cortos, amplios y gruesos. El volumen recomendado es de 0.5 mL/kg máximo 40 mL, con un transductor lineal.

### Localización supraclavicular

Con la cabeza a 45° contralateral al lado a bloquear se inicia el escaneo con un transductor convexo, en un plano oblicuo coronal, posicionados en la fosa supraclavicular, para visualizar tanto la arteria subclavia como el plexo braquial, esto en una vista transversa aproximadamente a 90°, la imagen obtenida muestra la primera costilla unida inmediatamente por arriba con la arteria subclavia. En este plano la arteria subclavia aparece como una estructura pulsátil e hipoeocoica; la primera costilla aparece como una curva lineal hiperecoica. El plexo braquial se observa como un racimo de uvas lateral a ésta, aunque en muchas ocasiones se encuentra cefálico a la arteria subclavia. Distintas formas tanto ovales como anulares forman las estructuras hipoeocoicas nerviosas, las que varían en número, tamaño y apariencia. La distancia promedio entre la piel y el nervio es de  $0.9 \pm 0.3$  cm en este nivel. Al escanear más medialmente se observa la vena subclavia y el músculo escaleno anterior. La pleura aparece hiperecoica y muchas ocasiones se observa de cualquier lado de la primera costilla. El movimiento de la pleura y el pulmón se pueden observar durante la respiración. Después de esterilizar la piel, la aguja 50 mm x 22 G se introduce lo más fuera y lateral del transductor, se avanza a lo largo de eje del transductor, en el mismo plano de la emisión del ultrasonido; una vez alcanzado el racimo del plexo braquial se inicia la estimulación de 0.5 a 1.5 mA para provocar una contracción muscular, se depositan 20 mL de anestésico local en forma fraccionada en un lapso de 5 minutos. Si no se observa la difusión en tiempo real a los 20 mL se

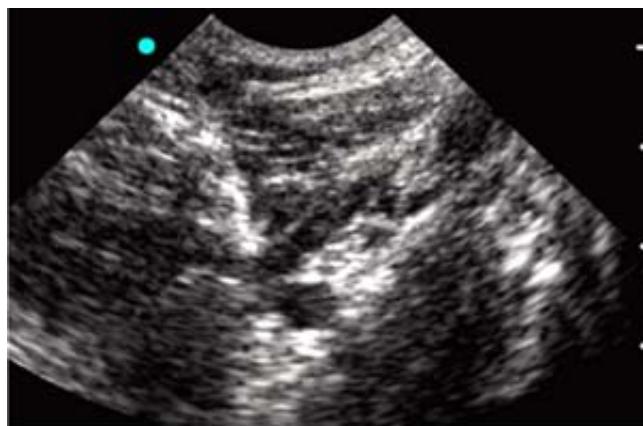


**Figura 8.** Avance de aguja en el abordaje supraclavicular.

detiene y se recoloca la aguja antes de depositar la mitad restante. Todo el procedimiento tiene una duración de 9 minutos aproximadamente, así lo describe Chang<sup>(26)</sup> aun en manos de residentes. Un examen anatómico previo al bloqueo puede definir el sitio óptimo de abordaje para evitar una punción pleural o vascular. La entrada de la aguja por fuera del transductor en una dirección medial o lateral es debido a dos razones principales: La primera es que cuando se está en la fosa supraclavicular, el transductor tiene el espacio limitado sobre el lado medial para maniobrar la aguja. La segunda, el plexo braquial está situado lateral a la arteria subclavia; entonces el abordaje lateral es el más lógico y directo<sup>(21,27)</sup>.

#### Localización infraclavicular

Para este abordaje se utiliza un transductor de 12-15 MHz lineal, se coloca 2 cm medial al proceso coracoides. A diferencia de otras localizaciones sólo podemos localizar el plexo braquial en el 27% de los casos y la distancia promedio desde la piel al nervio es de  $2.0 \pm 0.7$  cm. El plexo braquial (presumiblemente los cordones) en esta localización están en un plano profundo al músculo pectoral mayor y menor, en estrecha proximidad a la arteria y vena axilar. Los vasos axilares no se observan claramente a una profundidad mayor de 4 cm, indicando que se ha alcanzado la limitada penetración del transductor. Tal vez con el transductor 4 a 7 MHz se puedan escanear las estructuras o con más experiencia encontrar el balance entre la calidad de la imagen y la profundidad de penetración. Un estudio comparativo de Arcand<sup>(28)</sup> sugiere que es más fácil el abordaje infraclavicular que el supraclavicular siendo más rápida la visualización de la imagen y es menor el bloqueo del nervio radial. La localización infraclavicular no ha ganado popularidad clínica debido a la incertidumbre de



**Figura 9.** Sonoanatomía del abordaje infraclavicular.

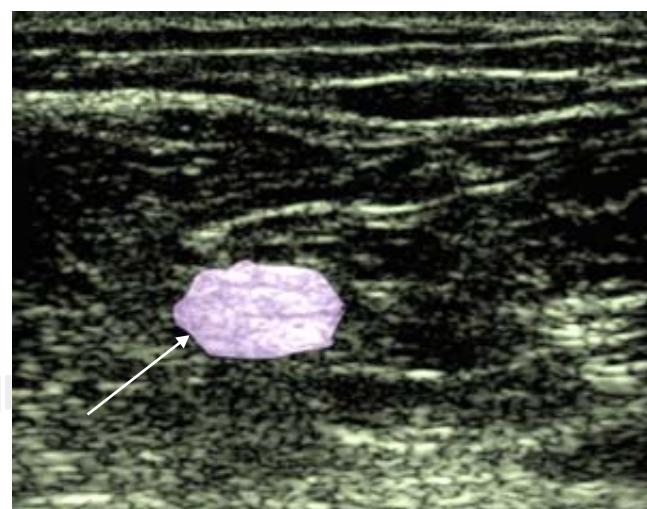
las referencias anatómicas y a la percepción de que es un bloqueo doloroso.

#### Localización axilar

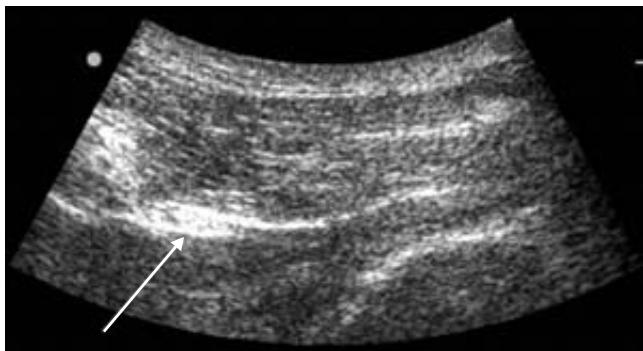
Cuando se escanea con transductor lineal la región axilar, con la mano fuera de la camilla, las ramas del plexo braquial son fácilmente identificadas en estrecha relación con la arteria axilar y venas (en algunas ocasiones podemos encontrar una o dos). Las venas se diferencian de las arterias por ser fácilmente comprimidas por el transductor y por el flujo del color Doppler. La vena axilar típicamente se encuentra posterior y medial a la arteria. La imagen de ultrasonido muestra tres distintas ramas terminales del plexo braquial (nervio cubital, mediano y radial); en ocasiones sólo se pueden ver dos ramas. El promedio de la distancia entre el nervio y la piel es de  $0.6 \pm 0.3$  cm. La localización de estos nervios en la mayoría de las veces es lateral o medial a la arteria radial, en menos ocasiones directamente anteroposterior a la arteria. Otras estructuras identificadas son los músculos bíceps, coracobraquial y el tríceps.

#### Localización medio-humeral

El transductor se coloca en la unión del tercio medio y superior de la extremidad fuera de la camilla. A este nivel las imágenes que se identifican son los nervios cubital y medial siguiendo a la arteria. El promedio de distancia de la piel a estos nervios es de  $0.7 \text{ cm} \pm 0.3$ . Los nervios musculocutáneo y radial no se observan. Otras estructuras identificadas son el músculo tríceps, bíceps y el húmero.



**Figura 10.** Sonoanatomía del nervio femoral.



**Figura 11.** Sonoanatomía del nervio ciático.



**Figura 12.** Sonoanatomía del nervio ciático a nivel del hueso poplítico.

#### Bloqueo de nervio cubital

Para la analgesia de la mano el bloqueo del nervio cubital es una opción muy útil, específicamente en fracturas de boxeador del 1er metacarpiano. Sin embargo, muchos autores no han defendido el bloqueo en este sitio por el riesgo de lesión nerviosa, particularmente cuando se usa parestesia. Varios bloqueos de la extremidad superior pueden ofrecer analgesia en el territorio del nervio cubital, pero además este tipo de bloqueo distal puede impactar favorablemente sobre el control del dolor postoperatorio y eliminar la necesidad de inmovilización de toda la extremidad<sup>(29)</sup>; en la imagen con el eje corto (corte seccional transverso) se observa la presencia de un fascículo del nervio cubital y la

unión del nervio a la arteria cubital en el antebrazo y su unión en el lado medial. La inyección se realiza cerca de esta unión para optimizar la imagen del nervio y dar una confirmación adicional de su identificación. La elevación de la muñeca y el codo con supinación facilita la entrada medial para una aguja dentro del plano de la imagen y paralelo a la cara activa del transductor (eje largo). Debido a que el nervio cubital es medial a la arteria cubital en el antebrazo, el acceso medial o lateral con la entrada de la aguja sobre el lado medial reduce el riesgo de punción de la arteria cubital o de provocar parestesias para el éxito del procedimiento, aunque la entrada de la aguja en el sitio es distante (cara medial del antebrazo) a la superficie de la imagen (el lado palmar del antebrazo). Se realizan redirecciones en forma de «V» de la aguja para la inyección del anestésico local sobre la porción palmar y dorsal del nervio. La dirección de la aguja es paralela a las fibras del nervio cubital para reducir el riesgo de lesión neurológica<sup>(30,31)</sup>.

### BLOQUEOS DE NERVIOS PERIFÉRICOS DE LA EXTREMIDAD INFERIOR GUIADOS POR ULTRASONIDO

#### Nervio femoral

La ecotextura del nervio está caracterizada por fascículos hipoeicos alrededor de tejido conectivo hiperecoico. La fascia lata separa el tejido subcutáneo de las delgadas capas de músculos y vasos, envuelve al músculo iliopsoas y también cubre el nervio femoral. La fascia iliaca es contigua con la fascia pectínea medialmente y está compuesta por dos capas. Debido a la forma redonda del músculo psoas en un corte transversal, el borde entre éste y el músculo iliaco es de una forma en «C» medialmente. Por sus estructuras de origen el músculo psoas tiene una apariencia ultrasonográfica similar al nervio femoral pero está más profundamente unido a la arteria femoral, por lo que separa a la arteria femoral de la articulación de la cadera. Para realizar el bloqueo del nervio femoral el paciente se coloca en posición supina con la pierna rotada externamente. En el paciente obeso, una almohada en la cadera, la retracción del pañuelo adiposo y la colocación del paciente en posición de trendelenburg pueden mejorar la exposición del nervio femoral; el bloqueo es realizado distal al ligamento inguinal para reducir la posibilidad de hemorragia retroperitoneal en el posible evento de punción arterial. La delgada fascia lata se adhiere al nervio femoral. Esta es una ventaja del abordaje del nervio de forma lateral para evitar el trauma a la arteria o nervio femoral. Frecuentemente se usa el abordaje en eje corto entrando a los tejidos suaves sobre el lado lateral del nervio femoral (el lado medio también está muy cerca de la arteria femoral). La punta de la aguja debe ser colocada den-

tro del espacio entre la fascia lata y el músculo iliopsoas, confirmando y recolocando la aguja como sea necesario usando la prueba de inyección de AL. Un amplio barrido con el transductor permitirá la visualización simultánea de la arteria femoral, el nervio femoral y el borde de medial a lateral del músculo iliopsoas<sup>(32)</sup>. El abordaje en eje largo de lateral a medial se ha descrito brevemente, puede ser ventajoso en cuanto que la punta de la aguja puede ser visualizada. Sin embargo, si utilizamos agujas largas y de grueso calibre para la colocación de catéteres la aguja puede rozar a lo largo la fascia iliaca más que penetrarla. La difusión del AL por abajo del nervio femoral (en lo profundo) es visualizado típicamente en forma de «U» o se notará totalmente rodeado. Ambos patrones de difusión confirman que el bloqueo será exitoso. La distribución del AL por arriba del nervio femoral puede indicar una inyección superficial a la fascia iliaca y bloqueo fallido. El bloqueo femoral ha fallado en algunos casos donde el nervio femoral no se identifica, por lo que la visibilidad es muy importante<sup>(33)</sup>.

### Bloqueo del nervio femorocutáneo

Este es un nervio sensorial formado de 1 a 4 ramas que discurren medial y anterior de la espina iliaca superior con una distancia promedio 20 mm con rango de 3 a 46 mm<sup>(34)</sup>. Se ubica superficial a través del músculo sartorio. El bloqueo puede ser útil para tratar la meralgia parestésica. Aunque se ha reportado la imagen del ultrasonido del nervio, éste generalmente es muy pequeño (3 mm de diámetro) y puede ser difícil la visualización por ultrasonido<sup>(35)</sup>. El abordaje del nervio femorocutáneo se realiza por el eje corto infiltrando el anestésico local a lo largo del borde lateral y medial, en forma de «V»; de forma alterna se puede colocar el anestésico a ambos lados de la fascia lata y la fascia iliaca<sup>(34)</sup>.

### Bloqueo del plexo lumbar

En los bloqueos profundos tales como el del plexo lumbar se usan transductores de baja frecuencia (3 a 5 MHz) para aumentar la penetración, dado que se necesita adecuada emisión de profundidad en la mayoría de los pacientes adultos<sup>(33)</sup>. El bloqueo del plexo lumbar en el compartimiento del psoas puede dar analgesia superior al bloqueo del nervio femoral. Se ha reportado que este bloqueo reduce el dolor y la pérdida sanguínea después de artroplastía total de cadera. Sin embargo, serias complicaciones e índices de éxito limitadas también se han reportado<sup>(36)</sup>. El ultrasonido permite clara delineación del músculo psoas mayor en la mayoría de los sujetos<sup>(38)</sup>. La posición estimada del plexo lumbar es en la unión de los dos tercios anteriores con el tercio posterior del músculo psoas mayor. Los planos de la fascia del plexo lumbar contienen el nervio femoral y femorocutá-

neo, pero pueden no contener el nervio obturador. Hay limitados reportes de imagen del ultrasonido para facilitar el bloqueo de plexo lumbar dentro del compartimiento del psoas. Éste se realiza entre el proceso transverso de L4-L5, donde el músculo psoas mayor tiene un área de máximo corte transversal<sup>(38)</sup>. La posición prona con una almohada bajo el abdomen permite una imagen estable. Los procesos transversos de L4-L5 pueden verse en el eje corto (plano longitudinal cefalo-caudal). La colocación de la aguja en este plano longitudinal fuera del corte caudal del proceso transverso de L4 es adecuada para la colocación de la aguja dentro del músculo psoas<sup>(39)</sup>.

### Bloqueo del nervio ciático

Tiene utilidad en el manejo del dolor agudo postoperatorio, en combinación con bloqueo del nervio femoral en cirugía de rodilla, en el diagnóstico de síndromes por atrapamiento nervioso, neuropatías, tumores nerviosos, síndromes de dolor regional complejo y dolor de miembro fantasma. Se requiere un transductor curvo de 7.5-12 MHz, aunque también está reportado el uso de transductores lineales de 3.5-5 MHz; se recomienda el uso de 10-12 MHz en pacientes de 60 a 80 kg, aunque puede ser de utilidad hasta en pacientes de 100 kg. Los transductores de 7.5 MHz se utilizan para pacientes con peso mayor a 100 kg. Este nervio no se encuentra cerca a una vena o arteria, a diferencia de otros abordajes<sup>(40)</sup>. Se coloca al paciente en posición de Sims y se van a localizar las referencias óseas como son el trocánter mayor y la tuberosidad isquiática, se localiza un punto medio entre ambas estructuras y se coloca el transductor en este sitio (región subglútea), la profundidad media hasta el nervio es de 5 a 8 cm, se introduce la aguja en el eje corto. Dependiendo el nivel al que se localice el nervio su imagen sonográfica cambia, ya que a nivel de la espina isquiática se observa como una estructura hiperecoica elíptica, mientras que a nivel de la tuberosidad isquiática presenta una apariencia oval. Los sitios donde mejor se localiza es a nivel subglúteo y en la zona proximal del muslo<sup>(41)</sup>. Se utiliza la neuroestimulación para diferenciar los componentes tibial o peroneal de acuerdo a la respuesta motora encontrada. La difusión del anestésico local generalmente se presenta como un aro alrededor del nervio<sup>(42)</sup>.

### Bloqueo del nervio ciático a nivel de la fosa poplítea

Se coloca al paciente en posición prona y se trazan las marcas para delimitar el triángulo poplíteo, se utiliza un transductor lineal de 5-7 MHz, éste se coloca a 8 cm de la base del triángulo. El nervio ciático se visualiza como una estructura oval rodeada de una estructura hiperecoica y se localiza a 1-2 cm lateral a la arteria poplítea, la cual tiene

una profundidad de 3 a 4 cm. También se observa lateralmente el músculo bíceps femoral y medialmente el semitendinoso y semimembranoso. El abordaje se realiza en el eje corto con una aguja aislada de 5 cm. Se inserta la aguja en la parte baja del nervio para que al depositar el anestésico éste rodee al nervio y produzca el efecto de masa característico<sup>(43)</sup>.

### Bloqueo del nervio safeno

El nervio safeno da inervación sensorial a la cara medial de la pierna y el maléolo interno<sup>(44)</sup>. Por debajo de la rodilla acompaña a la vena safena y es superficial a la fascia lata. Aunque el nervio safeno es pequeño se visualiza directamente cerca de la tuberosidad tibial<sup>(45)</sup>. Para el bloqueo del nervio safeno, cualquier eje puede ser usado: corto o largo, aunque se prefiere el abordaje en eje corto para los pacientes delgados ya que hay un espacio pequeño entre la vena safena y la fascia lata. Debe evitarse la punción de la vena safena porque podría existir absorción vascular del anestésico. Se puede aplicar un torniquete suave si la vena safena es difícil de visualizar. Si múltiples venas se identifican en el aspecto medial de la pierna, se aproxima el transductor hasta que se colapsen. Si la vena safena no se identifica, se realiza una infiltración difusa inmediatamente superficial a la fascia lata a través de la cara medial de la pierna, de ser necesario el paciente se instruye para contraer los músculos de la pierna para enfatizar la fascia lata como la capa de interfase entre el tejido subcutáneo y la sublínea del músculo<sup>(46)</sup>.

### Bloqueo del nervio obturador

Es un nervio motor y sensitivo que se divide en dos ramas: la anterior y la posterior. La anterior emite ramas sensitivas a la articulación de la cadera, la posterior es responsable de la función motora de los músculos abductor mayor, obturador externo y aductor corto, además de dar ramas sensitivas a la articulación de la rodilla. Su bloqueo ha sido determinado por diferentes autores como una técnica difícil; en estudios realizados en cadáveres presenta una variedad de localizaciones y ramas accesorias. La necesidad de realizar el bloqueo de este nervio se debe a que previene el reflejo obturador, disminuye el espasmo muscular en la esclerosis múltiple y la paraplejía, es adecuado como control del dolor en la neuralgia del obturador. Sin olvidar que al emitir ramas articulares es necesario para el manejo del dolor postoperatorio de cirugía de rodilla. Se coloca al paciente en decúbito dorsal con la pierna en rotación externa, se utiliza un transductor de 14 MHz, la imagen sonográfica se coloca en modo musculoesquelético, se coloca el transductor 2 cm lateral y 2 cm caudal a la sínfisis del pubis: en este punto se

visualizan 3 capas musculares, las dos divisiones se encuentran inmersas entre éstas. La división anterior se ubica entre el aductor largo y el aductor corto, la división posterior se ubica entre el aductor corto y el aductor mayor. La distancia de la piel a cada una de las divisiones es de 15.5 mm y 29.3 mm respectivamente. La introducción de la aguja se realiza en el eje corto. Al ser un nervio largo la imagen sonográfica es de fascículos hipoecoicos (panal)<sup>(48)</sup>.

## BLOQUEO DE NERVIOS PERIFÉRICOS EN OTRAS LOCALIZACIONES GUIADOS POR ULTRASONIDO

### Bloqueo de los nervios iliohipogástricos e ilioinguinal

Esta técnica descrita para analgesia intraoperatoria como postoperatoria en cirugía inguinal, testicular y abdominal baja, ha demostrado ser superior en cuanto a costo-efectividad cuando se compara con bloqueo subaracnoidal o anestesia general. Además, la utilización de este tipo de bloqueo en el paciente con dolor crónico tiene su indicación al ser de ayuda en el diagnóstico diferencial entre dolor inguinal y neuralgia ilioinguinal (al diferenciar el componente somático del neuropático después de hernioplastías) o dolor abdominal. El dolor después de hernioplastía es una causa frecuente de dolor crónico con una incidencia de hasta 54% de pacientes postoperados. El bloqueo del nervio ilioinguinal es una técnica sencilla aunque lamentablemente presenta una tasa alta de fallas, aproximadamente del 10 al 25%; las complicaciones de la aplicación ciega de esta técnica son lesión intestinal, punción vesical y lesión del nervio femoral, por lo que la visualización a través de la guía sonográfica presenta un bloqueo de calidad adecuada y reduce el riesgo de complicaciones. El nervio ilioinguinal deriva del primer nervio lumbar y emerge en el borde lateral del músculo psoas justo debajo del nervio hilariohipogástrico; ambos pasan oblicuamente por el cuadrado lumbar y el iliaco, penetran en el músculo transverso sobre la cresta iliaca desde donde desciende medial y caudalmente acompañando el cordón espermático a través del anillo inguinal. El nervio ilioinguinal penetra en el músculo transverso en el 90% de casos; el nervio hilariohipogástrico en el 95%; ambos nervios se encuentran entre el músculo transverso y el oblicuo interno en el 90% de las veces. Se delinean las marcas anatómicas: Espina ilíaca anterosuperior, ligamento inguinal y ombligo, se traza una línea que une la espina ilíaca con el ombligo. Se utiliza un transductor ancho de 38 mm (13-6 MHz), se realiza un examen sonográfico de la región inguinal, se inicia la búsqueda de 1 a 3 cm de la espina ilíaca, se trata de localizar al nervio ilioinguinal entre los músculos oblicuo interno y transverso u oblicuo externo; el nervio hilariohipogástrico yace inmediatamente por de-

bajo y ligeramente medial a éste. La aguja se inserta lateralmente al transductor, esto es, en sentido transversal (long-axis); se puede utilizar una aguja hipodérmica de 38 mm calibre 25 en personas delgadas o una aguja espinal Quincke calibre 22. La inyección del agente anestésico produce efecto de masa en el nervio o lo rodea, lo que produce un cambio en la apariencia hiperecoica que lo distingue de la grasa circundante que es hiperecoica. Cuando el nervio no puede ser visualizado adecuadamente podemos utilizar el Doppler color, lo cual nos va a facilitar la colocación de la aguja, ya que una rama de la arteria ilíaca circunfleja profunda se ubica entre los músculos oblicuo interno y transverso en un punto casi paralelo al nervio ilioinguinal. Esta arteria se localiza fácilmente por lo que la inyección de 2 a 3 cc de anestésico adyacentes a ella produce bloqueo de ambos nervios. En el caso de que no puedan ser localizados los nervios adyacentes a la arteria se localiza el interespacio entre los músculos oblicuo interno y externo y entre el músculo transverso y oblicuo interno. En estos interespacios se depositan 5 cc de anestésico local para lograr el bloqueo de cada nervio<sup>(48-50)</sup>.

### Bloqueo de nervios intercostales

El bloqueo de nervios intercostales es una herramienta útil en el control del dolor tras cirugía torácica abdominal alta, como la colecistectomía, así como en las fracturas costales o de esternón, neuralgias y en bloqueos líticos debido a invasión tumoral de la pared costal. La principal complicación es el neumotórax que se presenta hasta en el 0.5% de los casos, por lo que la utilización de ultrasonido para su localización debe mejorar esta expectativa, aunque se requieren estudios clínicos controlados. Se coloca al paciente en posición de decúbito lateral con el lado a bloquear hacia arriba, se realiza asepsia de la región y se dejan al descubierto de la costilla 5 a la 12. Se utiliza un transductor de 13 a 16 MHz, y se localizan los bordes superior e inferior de las costillas. El sitio ideal de punción para evitar lesión nerviosa es en el borde superior de la costilla del nervio inferior que vamos a bloquear. El abordaje se realiza 1 a 2 cm posterior a la línea media axilar. Se introduce la aguja en eje largo y se va observando hasta penetrar el músculo intercostal interno donde generalmente se percibe una pérdida de resistencia. Bajo la visión sonográfica se observa claramente la pleura y debemos monitorear que la distancia entre ella y la aguja sea segura durante cada respiración. Además, para completar el procedimiento, con el mismo equipo de ultrasonido se puede realizar un escaneo en busca de datos de neumotórax, así como visualizar el espacio pleural intacto, con lo que se evita la toma de estudios radiológicos complementarios como Rx de tórax<sup>(51)</sup>.

### Bloqueo de ramos mediales lumbares (facetarios)

El síndrome facetario es una causa de lumbalgia que reside en las articulaciones facetarias y la única forma de confirmar el diagnóstico es a través de la infiltración articular. La inervación de las mismas es multiesegmentaria, ya que procede del nivel propio, de un nivel superior y de un nivel inferior. Deriva del ramo primario posterior de nervio espinal de ese nivel, que da una rama medial para inervar la articulación facetaria de ese nivel, luego una rama ascendente para la articulación craneal y otra rama descendente para la articulación caudal. Se coloca al paciente en decúbito ventral con una almohada bajo la cadera para compensar la lordosis lumbar. Existen 2 técnicas para realizar el abordaje: en la primera se utiliza un transductor curvo de 3.5 MHz, inicialmente se realiza un escaneo de la región lumbar para identificar los procesos transversos y el proceso articular superior; el abordaje se realiza en eje corto. Se introduce una aguja espinal calibre 22 a 6 cm de la línea media en tiempo real hasta llegar al margen cefálico del proceso transverso adyacente al proceso articular superior; la aguja se avanza hasta introducirla con el foramen intervertebral; con este método se logra colocar la aguja en lugar correcto en el 95% de los casos corroborados por fluoroscopía. Para esta técnica no se requieren imágenes sonográficas de alta calidad. Para la segunda se requiere un transductor lineal de 15 MHz, se localiza el proceso transverso de la tercera vértebra lumbar y se coloca en el centro de la imagen, en este momento se rota el transductor 90 grados, se inserta en el eje corto una aguja calibre 21 a 6 centímetros lateral a la línea media con un ángulo de 45 grados de lateral a medial hasta hacer contacto con el cuerpo vertebral; una vez aquí se realiza un movimiento lateral de la aguja para colocarla en el borde craneal del proceso transverso; una vez colocada se vuelve a rotar el transductor para verificar su adecuada posición. A diferencia del resto de bloqueos periféricos en que los nervios se encuentran superficiales, el de estos nervios es un abordaje profundo, generalmente mayor de 5 cm. Además de que en pacientes obesos con un índice de masa corporal mayor de 36 kg/m<sup>2</sup> se vuelve difícil de realizar ya que se pierde nitidez en la imagen<sup>(52,53)</sup>.

### Bloqueo del tercer nervio occipital

Este bloqueo es útil en el diagnóstico de las cefaleas producidas por causas cervicales. Se realiza colocando al paciente en decúbito lateral, se utiliza un ultrasonido de alta definición (14 MHz) con un transductor lineal. Se inicia el examen desde el proceso mastoideo, se va deslizando el transductor caudalmente y se va observando el proceso transverso de C1, se va siguiendo la arteria hasta que desaparece en el foramen transverso de C2; la articulación de C2-C3 aparece en seguida. Una vez en esta ubicación, se va a ob-

servar la articulación como una convexidad y los músculos del cuello como láminas. El ápex de la convexidad es el sitio donde debe colocarse la aguja. Una vez localizadas las estructuras, se rota el transductor 90 grados para obtener una vista longitudinal. El nervio corre aproximadamente a 1 mm del hueso, presenta una típica imagen oval hipoeocoica con un área circundante hiperecoica. Se utiliza una aguja espinal 22 g y su colocación se realiza en eje corto. Una complicación que potencialmente se presenta es la formación de un hematoma subcutáneo que lamentablemente dificulta la visibilidad<sup>(54)</sup>.

### Bloqueo de la vaina de los rectos

Esta es una técnica que se inició en 1899 para proveer de relajación a la pared abdominal, además de una adecuada analgesia en plastías umbilicales, pilorotomías, cirugía laparoscópica y otras en la línea media abdominal, su aplicación es principalmente en pacientes pediátricos. Se utiliza para esta técnica un transductor lineal en «palo de hockey» de 5-10 MHz, el sitio de punción es a ambos lados del ombligo; se utiliza una aguja corta y el abordaje se realiza en el eje corto del ultrasonido. Se va a identificar en primer lugar la vaina anterior del recto, a continuación el músculo recto abdominal y por debajo de él se visualiza la vaina posterior. La profundidad a la primera vaina es de 3.8 (1.6-5.5) mm, el espesor del músculo es de 4.35 (2.4-7.8) mm y la distancia a la vaina posterior es de 8 (0.5-13.8) mm. Por lo que avanzar la aguja más de un centímetro puede producir complicaciones como son punción intestinal. El anestésico local se aplica entre el recto abdominal y la vaina posterior<sup>(55)</sup>.

### Bloqueo del nervio pudendo

Este bloqueo es útil para el manejo del dolor perineal de origen urogenital, para diagnóstico diferencial de la neuralgia por compresión del mismo. Se ha descrito este abordaje a través del uso de la electromiografía, fluoroscopía o tomografía axial computarizada<sup>(56)</sup>. Se coloca al paciente en posición prona y se realiza el escaneo de la región glútea en dirección dorsal, usando un plano longitudinal y otro perpendicular, tratando de localizar la arteria pudenda interna a nivel de la espina isquiática y el ligamento sacroespínoso. Para lo cual se utiliza Doppler color para localizarla. Se utiliza un transductor curvo de 3.5 MHz. La profundidad promedio hasta el nervio es de 5.5 cm y se presenta en la vista sonográfica como una pequeña estructura oval hipoeocoica de 3.5 mm. La distancia desde la arteria pudenda a la punta de la espina isquiática es de 7.1 mm lateral y 8.9 mm medial, la distancia del nervio pudendo a la punta de la espina isquiática es de 0.1 a 15.3 mm<sup>(57)</sup>.

## NEUROESTIMULACIÓN Y ULTRASONOGRAFÍA

La técnica de neuroestimulación se realiza sin visualización directa del binomio aguja-nervio, pero no es útil en detectar la proximidad cuando una respuesta está ausente. Además existe evidencia que sugiere que se puede presentar una baja sensibilidad y especificidad de este método<sup>(58)</sup>, incluyendo una pobre correlación entre parestesia y neuroestimulación, lo que puede evidenciar cierta inexactitud e inconsistencia<sup>(29)</sup>. Hallazgos interesantes son descritos por el grupo de Perlas<sup>(58)</sup> donde el estudio de la corriente eléctrica redundante en la inconsistencia de la contracción muscular del nervio estimulado; es decir, cuando la aguja visualmente en el monitor está en contacto con un nervio en algunas ocasiones no hay respuesta de neuroestimulación. Esta evidencia ultrasonográfica de contacto nervioso en una vista transversa no provoca contracción muscular a corriente de 1.5 mA. Se recomienda no avanzar más allá la aguja, dado que podría atravesar el nervio. Se puede provocar una respuesta motora si se hacen ajustes finos moviendo la punta de la aguja longitudinalmente a lo largo del curso del trayecto nervioso. Tales hechos apoyan los estudios de otros autores<sup>(59)</sup> donde muestran la disparidad de la respuesta entre parestesia y contracción muscular por estimulación nerviosa<sup>(60)</sup>.

## COMPLICACIONES

Dada la visualización de la punta de la aguja en «tiempo real», su avance y la confirmación visual de la posición, la tasa de complicaciones debe ser abatida. El controversial estudio de Bigeleisen<sup>(61)</sup> sugiere que la inyección intraneuronal vista por un halo de edema en el ultrasonido no se traduce en daño neurológico invariablemente. Por otro lado, cuando la punta de la aguja no atraviesa la primera costilla o la pleura sobre el ultrasonido, el riesgo de neumotórax virtualmente se elimina; sin embargo, cuando no se reconocen las estructuras la penetración de la aguja puede puncionar la arteria subclavia<sup>(26)</sup>. Las complicaciones reportadas por ultrasonido guiado en el abordaje interescalénico y supraclavicular son: síndrome de Horner y bloqueo unilateral del nervio frénico respectivamente, efectos colaterales reportados en otras técnicas. La confirmación de que la punta de la aguja no está dentro de un vaso mayor o en una estructura central neuroaxial es evidente. Pero aún es muy reciente el desarrollo de esta nueva técnica para tener algún dato que apoye la hipótesis de que el ultrasonido guiado mejora las tasas de éxito y disminuye los índices de complicaciones relacionadas a cada área de bloqueo. Evidentemente se requieren más estudios clínicos controlados a largo plazo para dilucidar estas cuestiones y dar el justo lugar que tendrá esta técnica de localización<sup>(62)</sup>.

## CONCLUSIÓN

El éxito de la analgesia regional depende no sólo de la técnica usada sino también de la experiencia sobre el procedimiento, tiempo de observación del bloqueo, el tipo y cantidad del AL, variación anatómica, motivación del paciente y de la definición de éxito de un bloqueo. La tecnología del ultrasonido da imágenes de alta calidad para realizar la adecuada localización de nervios y plexos guiando la penetración de la aguja «movimiento a movimiento» hasta encontrar el nervio buscado. La práctica del ultrasonido aún está en

evolución, muchos anestesiólogos están en la etapa media en la curva de aprendizaje al combinar la neuroestimulación y el ultrasonido, otros están involucrados en debates considerando cuáles son las imágenes base o principales. Se requieren futuros estudios para determinar la utilidad clínica del uso del ultrasonido en la terapéutica del dolor. El uso de las nuevas técnicas de imagen se ha descrito como «críticamente importante para el futuro» de la analgesia regional<sup>(48)</sup>. El futuro de los bloqueos por ultrasonido guiado dependerá de los beneficios clínicos asociados con la tecnología de imagen que justifique los costos de adquisición del equipo.

## REFERENCIAS

- Hirschel G. Local and Regional Anesthesia. William Wood and Company. New York, 1914.
- Wright B. A new use for block-aid monitor. *Anesthesiology* 1969;30:336-337.
- 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.
- Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associated with interscalenic block and shoulder surgery: A prospective study. *Anesthesiology* 2001;95:875-880.
- 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.
- Abramowitz HB, Cohen CH. Use of Doppler ultrasound guided axillary block. *Anesthesiology* 1981;5:603.
- Wong G, Brown DL, Miller GM, Cahill DR. Defining the cross-sectional anatomy important to interscalene brachial plexus block with magnetic resonance imaging. *Reg Anesth Pain Med* 1998;23:77-80.
- Kapral S, Krafft P, Klemens E. Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg* 1994;78:507-513.
- Moorty SS. Fluoroscopic imaging during supraclavicular lateral paravascular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2000;25:327-328.
- Ting PL, Sivagnanratnam V. Ultrasonographic study of the spread of local anesthetic during axillary brachial plexus block. *Br J Anaesth* 1989;63:326-329.
- Chan VW. Nerve localization-seek but not so easy to find? *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:245-24.
- Williams SR, Chouinard P, Arcand G. Ultrasound guidance speeds execution and improves quality of supraclavicular block. *Anesth Analg* 2003;97:1518-1523.
- 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.
- Fornage BD, Sneige N, Edeiken BS. Interventional breast sonography. *Eur J Radiol* 2002;42:17-31.
- Hopkins RE, Bradley M. *In vitro* visualization of biopsy needles with ultrasound: A comparative study of standard and echogenic needles using and ultrasound. *Clin Radiol* 2001;56:499-502.
- McGahan JP. Laboratory assessment of ultrasonic needle and catheter visualization. *J Ultrasound Med* 1986;5:373-377.
- 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.
- 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.
- Borgeat A. Regional Anesthesia, Intranerve injection, and nerve injury. *Anesthesiology* 2006;105:647-648.
- 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.
- Yang WT, Chui PT, Metreweli C. Anatomy of the normal brachial plexus revealed by sonography guidance in anesthesia of the brachial plexus. *Am J Roentgenol* 1998;171:1631-1636.
- Kapral S, Krafft P, Eibenberger K. Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg* 1994;78:507-513.
- Sandhu NS, Capan LM. Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *Br J Anaesth* 2002;89:254-259.
- Perlas A, Chang VW, Simona M. Brachial plexus examination and localization using ultrasound and electrical stimulation. *Anesthesiology* 2003;99:429-435.
- Perlas A, Chan VW. Ultrasound-guided interscalene brachial plexus block: 2004;8:143-148.
- Chan VW, Perlas A, Rawson R, Odukoya O. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block. *Anest Analg* 2003;97:1514-1517.
- Kapral S, Krafft P, Eibenberger K. Ultrasound guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg* 1994;78:507-513.
- Arcand G, Williams St, Chouinard Ph, Boudreault D, Harris P, Ruel M, Girar F. Ultrasound-guided infraclavicular versus supraclavicular block. *Anesth Analg* 2005;101:886-890.
- Williams A, McMahon SB. Peripheral nerve injury caused by injection needles used in regional anaesthesia: Influence of bevel configuration, studied in a rat model. *Br J Anaesth* 1992;69:433-438.
- Fanelli G, Casati A, Garancini P, Torri G. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: Failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. *Study on Regional Anesthesia*. *Anesth Analg* 1999;88:847-52.31.
- Gray AT, Schafhalter-Zoppoth I. Ultrasound guidance for cubital nerve block in the forearm. *Reg Anesth Pain Med* 2003; 28:335-339.
- Nielsen KC, Klein SM, Steele SM. Femoral nerve blocks. *Techn Reg Anesth Pain Manag* 2003;7:8-17.

33. 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.
34. Hospodar PP, Ashman ES, Traub JA. Anatomic study of the lateral femoral cutaneus nerve with respect to the ilioinguinal surgical dissection. *J Orthop Trauma* 1999;13:17-19.
35. Peer S, Bodner G (eds). High-resolution sonography of the peripheral nervous system, Berlin, Springer Verlag, 2003.
36. Breslin DS, Macleod DB. Central nervous system toxicity following the administration of levobupivacaine for lumbar plexus block: a report of two cases. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:144-147.
37. Kirchmair L, Entner T, Wissel J. A study of the paravertebral anatomy of ultrasound-guided posterior lumbar plexus block. *Anesth Analg* 2001;93:477-481.
38. Reid JG, Livingston LA, Pearsall DJ. The geometry of the psoas muscle as determined by magnetic resonance imaging. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75:703-708.
39. Capdevila X, Macaire P, Dadure C. Continuous psoas compartment block for postoperative analgesia after total arthroplasty: new landmarks, technical guidelines, and clinical evaluation. *Anesth Analg* 2002;94:1606-1613.
40. Raj PP, Parks RI, Watson TD, Jenkins MT. New single position supine approach to sciatic-femoral nerve block. *Anesth Analg* 1975;54:489-493.
41. Chang V, Nova H, Abbas S, McCartney C, Perlas A, Xu D. Ultrasound examination and localization of the sciatic nerve. *2006;104:309-314.*
42. Shackleford M, Broadman L. An introduction to ultrasonic-guided sciatic neuroblockade. *Techniques in regional anesthesia and pain management* 2004;8:167-170.
43. Sinha A, Chan V. Ultrasound imaging for popliteal sciatic nerve block. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:130-134.
44. Stone BA. Transcutaneous stimulation of the saphenous nerve to locate injection site. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:153-154.
45. Gray AT, Collins AB. Ultrasound-guided saphenous nerve block. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:148-153.
46. Ilfeld BM, Morey TE, Wang RD, Enneking FK. Continuous popliteal fossa block for postoperative pain control at home. *Anesthesiology* 2002;97:959-965.
47. Soong J, Schafhalter I, Gray A. Sonographic imaging of the obturator nerve for regional block. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:146-151.
48. Gofeld M, Christakis M. Sonographically guided ilioinguinal nerve block. *J Ultrasound Med* 2006;25:1571-1575.
49. Eichenberger U, Greher M, Kirchmair L, Curatolo M, Moriggi B. Ultrasound-guided blocis of the ilioinguinal and iliohypogastric nerve: accuracy of a selective new technique confirmed by anatomical dissection British Journal of Anaesthesia 2006;97:238-243.
50. Willshke H, Marhofer P, Bosenberg A, Johnston S, Wanzel O, Cox G, Sitzwohl C, Kapral S. Ultrasonography for ilioinguinal/iliohypogastric nerve blocks in children. *British Journal of Anaesthesia* 2005;95:226-230.
51. Byas-Smith M, Gulati A. Ultrasound-guided intercostal nerve cryoablation. *Anesthesia and Analgesia* 2006;103:1033-35.
52. Kwang J, Cheon J, Yoon K, Kim W, Yoon D. Ultrasound-guided lumbar medial-branch block: A clinical study with fluoroscopy control. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:451-454.
53. Greher M, Scharbert G, Kamolz L, Beck H, Gustorff B, Kirchmair L, Kapral S. Ultrasound-guided lumbar facet nerve block a sonoanatomic study of a new methodologic approach. *Anesthesiology* 2004;100:1242-1248.
54. Eichenberger U, Greher M, Kapral S, Marhofer P, Wiest R, Remonda L, Bogduk N, Curatolo M. Sonographic visualization and ultrasound-guided block of the third occipital nerve. *Anesthesiology* 2006;104:3003-3008.
55. Willschke H, Bosenberg A, Marhofer P, Johnston S, Kettener S, Wazel O, Kapral S. Ultrasonography-guided rectus sheath block in pediatric anaesthesia a new approach to an old technique British Journal of Anaesthesia 2006;97:244-249.
56. Calvillo O, Skaribas I, Rockett C. Computed tomography-guided pudendal nerve block a new diagnostic approach to long-term anoperineal pain A report of two cases. *Reg Anesth Pain Med* 2000;25:420-423.
57. Kovacs P, Gruber H, Piegger J, Bodner G. New simple ultrasound-guided infiltration of the pudendal nerve. *Dis Colon Rectum* 2001;44:1381-1385.
58. Perlas A, Chan VWS, McCartney C. Ultrasound assessment of paresesthesia and electrical stimulation of nerve localization: A sensitivity study. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:178, A33.
59. Urmey WF, Stanton J. Inability to consistently elicit a motor response following sensory paresthesia during interscalene block administration. *Anesthesiology* 2002;96:552-554.
60. Williams S, Chouinard P, Arcad G, Harris P, Ruel M, Boudreault D, Girard F. Ultrasound guidance speeds execution and improves the quality of supraclavicular block. *Anesth Analg* 2003;97:1518-1523.
61. Bigeleisen P. Nerve puncture and apparent intraneuronal injection during ultrasound-guided auxiliary block does not invariably result in neurologic injury. *Anesthesiology* 2006;N105:V4:779-783.
62. Wedel DJ. Regional anesthesia and pain management: reviewing the past decade and predicting the future. *Anesth Analg* 2000;90:1244-1245.