

# **Ecografía portátil en la anestesia regional**

# Ecografía portátil en la anestesia regional

Asepeyo, Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social nº 151

Autor:

Dr. Alejandro Ortega Romero, Hospital Asepeyo Coslada

[www.asepeyo.es](http://www.asepeyo.es)

# Índice

1. Resumen .....	4
2. Introducción .....	5
3. Conclusiones .....	25
4. Bibliografía .....	26
5. Test de autoevaluación .....	31

## 1. Resumen

En los últimos años, la ecografía se ha convertido en una técnica de creciente interés en la anestesia regional, ya que ha permitido la visualización directa de los nervios, la aguja, las estructuras adyacentes y, principalmente, el control de la distribución del anestésico local. Sin embargo, la tecnología de los ultrasonidos es poco familiar para la mayoría de los anestesiólogos, si exceptuamos a aquellos que realizan ecocardiografía transesofágica.

La anestesia regional guiada por ultrasonidos es totalmente dependiente de quién realiza la técnica y de cómo interpreta las imágenes. Los nuevos equipos portátiles de ecografía están ergonómicamente diseñados para ser usados de una manera fácil y rápida, incluso por el personal menos experimentado. Sus sondas de alta frecuencia identifican el plexo braquial y consiguen imágenes de alta calidad y gran valor educativo, con pequeñas diferencias de las que proporcionan equipos más grandes y costosos. Se describen los principales abordajes para el bloqueo del plexo braquial guiados por ultrasonidos y se explican los principios básicos de las imágenes ecográficas.

**Palabras clave:** Anestesia regional. Plexo braquial. Ecografía.

## 2. Introducción

La práctica de la anestesia regional se fundamenta en un amplio conocimiento de las referencias anatómicas. Esto permite asegurar el lugar de punción y la óptima distribución del anestésico local alrededor del nervio que deseamos bloquear. La guía del conocimiento anatómico, unida a la elección de parestesias o a la neuroestimulación, ha sido el patrón de oro utilizado en la anestesia regional en los últimos años.

La ecografía presenta un gran número de ventajas potenciales para realizar bloqueos nerviosos:

- Visualización directa de nervios, trayectos y relación con las estructuras anatómicas próximas.
- Visualización directa o indirecta de la distribución del anestésico local durante la inyección, junto a la posibilidad de reposicionar la aguja en caso de distribución inadecuada.
- Evitar efectos secundarios graves (inyección intraneural o intravascular).
- Reducción de la dosis de anestésico local (muy útil en bloqueos bilaterales).
- Más rapidez en la instauración en el bloqueo y mejor calidad del mismo.

El avance tecnológico de los equipos y sondas ecográficos ha permitido que estas ventajas sean actualmente una realidad. Esta situación se ha reflejado en el aumento de artículos y editoriales<sup>1-6</sup> en la literatura científica.

Los primeros artículos sobre la ultrasonografía aplicada a los bloqueos nerviosos no identificaban la imagen de los nervios, sino las estructuras vasculares adyacentes, gracias a la ecografía Doppler. En 1978, La Grange y col.<sup>7</sup> publicó el primer trabajo que empleaba el efecto Doppler para localizar la arteria subclavia y facilitaba la realización de un bloqueo del plexo braquial en la región supraclavicular. La limitación del material para lograr imágenes ecográficas de alta resolución retrasa el primer artículo que establece una visión ecográfica directa del plexo braquial, como guía para la realización del bloqueo junto a la visión de la distribución del anestésico local<sup>8</sup> hasta 1994. Las técnicas de bloqueos nerviosos guiadas por ultrasonidos requieren un entrenamiento en el manejo del aparato de ultrasonidos, una correcta interpretación y localización de los nervios en la imagen ecográfica, la adquisición de una destreza para alinear la aguja con el transductor, de forma que permita la correcta visualización de la punta de la aguja<sup>9-10</sup>.

El coste de los equipos y su curva de aprendizaje son los factores que frenan su uso generalizado.

## **2.1. Principios físicos simplificados de las imágenes ecográficas**

La ecografía es el resultado del desarrollo tecnológico basado en la aplicación de los ultrasonidos en el diagnóstico por la imagen<sup>11-12</sup>. El ultrasonido se define como aquel sonido que tiene una frecuencia mayor de 20.000 hertzios (Hz) y, por tanto, no es audible por el ser humano. En medicina, se emplean rangos de frecuencia de 2 megahertzios (MHz) a 20 MHz. El eco es un fenómeno acústico que se produce cuando un sonido choca contra una superficie que lo refleja. Este sonido reflejado se denomina “eco”.

En 1880, Pierre y Jacques Curie descubrieron las propiedades que tienen ciertos cristales (cristales piezoeléctricos) para generar una energía mecánica, en forma de ultrasonidos, cuando se les aplicaba una energía eléctrica y viceversa. El mismo cristal se capacita como emisor y receptor del haz de ultrasonidos.

Un ecógrafo está formado por un transductor o sonda ecográfica, compuesto por una fila de cristales piezoeléctricos unidos a conductores eléctricos que liberan pulsos eléctricos al cristal y conducen el potencial generado por el cristal cuando éste detecta el haz de sonido reflejado. La unidad de procesamiento recoge la información que le suministra la sonda, la transforma y la expresa en una imagen. El monitor proyecta la imagen que nos ofrece la unidad de procesamiento.

Las imágenes, tal y como las vemos en el monitor del ecógrafo, están formadas por una matriz de elementos fotográficos llamados píxeles. Los píxeles se corresponden con los ecos reflejados de los ultrasonidos emitidos por el transductor. Según la amplitud del eco, se podrá variar el brillo en el monitor. La calidad de la imagen dependerá de la capacidad de distinguir la morfología normal o alterada en los tejidos (resolución de contraste) y de la capacidad de diferenciar objetos próximos (resolución axial y lateral). La resolución axial permitirá distinguir dos objetos que están situados

uno encima del otro y dependerá de la frecuencia del transductor. A mayor frecuencia, más resolución axial, menor penetración del haz de ultrasonidos y viceversa.

Para localizar imágenes superficiales son recomendadas sondas de alta resolución, de 12 a 15 MHz, mientras que para estructuras más profundas (nervio ciático) son recomendables sondas de más baja resolución, de 7,5 a 10 MHz. La resolución horizontal permite distinguir dos objetos como separados cuando están localizados uno al lado del otro. Este tipo de resolución depende del diseño del transductor.

Las mejoras en la tecnología de los transductores, transductores de multifrecuencia, han facilitado una mayor caracterización de la frecuencia resonante específica de cada tejido denominado armónico tisular, que ha realzado el contraste tisular y ha facilitado el diagnóstico ecográfico. La sonda que nosotros hemos usado en este trabajo ha sido un transductor de multifrecuencia de 12MHz (Fig. 1) que ve aumentada su resolución espacial gracias a las funciones especiales de armónicos y la captura de múltiples imágenes desde diferentes ángulos (*CrossXBeam*).

La capacidad de reenviar un haz de ultrasonidos a su origen, ecogenicidad, depende de las diferentes estructuras y está influenciada por la impedancia acústica de los materiales y por el ángulo de incidencia del haz de ultrasonidos. La impedancia o resistencia que ofrece un medio al paso de la onda de ultrasonidos dependerá de la densidad y de la compresibilidad del material, que hará que el sonido se transmita a diferentes velocidades. La zona de contacto entre dos medios de diferente impedancia forma una interfase. La reflexión en esta interfase será mayor cuanto mayor sea la diferencia de impedancia acústica entre dos materiales, como por ejemplo la grasa y el aire. Por este motivo, es necesario añadir gel, ya que tiene una impedancia similar a la grasa. La falta de gel entre el transductor y la piel hará que el haz de ultrasonidos sea reflejado y se pierda la energía necesaria para la formación de la imagen (Fig. 1).

Según la ecogenicidad podemos diferenciar:

- **Imágenes anecoicas:** Se producen cuando el haz de ultrasonidos atraviesa un medio sin interfases reflectantes en su interior y se visualiza en la pantalla como una imagen negra. Ejemplo: Líquidos.
- **Imágenes hipoecoicas:** Se producen cuando en el interior de la estructura analizada existen interfases de menor ecogenicidad, o en menor número que en las estructuras que lo circunda.
- **Imágenes hiperecoicas:** Cuando existen interfases muy ecogénicas o en mayor número que el parénquima normal que lo circunda. Se visualiza como una imagen más blanca en la pantalla. Ejemplo: material cálcico, huesos.

La reflexión del haz de sonido varía mucho según el ángulo de incidencia. Si disminuye el ángulo, el haz se reflejará fuera del transductor y no contribuirá a la formación de la imagen. Puesto que

no podemos controlar la impedancia de los distintos tejidos, debemos asegurar un óptimo patrón de barrido que mantenga el haz perpendicular a la superficie del objeto a visualizar. Si este ángulo varía, la verdadera localización de un objeto diferirá significativamente de su posición en la imagen. Este aspecto es importante cuando deseamos asegurar el lugar exacto de la punta de una aguja con relación al nervio.

La potencia del haz de ultrasonidos también puede reducirse y atenuarse a medida que se aleja el transductor. Esta atenuación se corrige mediante la amplificación de los ecos más distantes que vuelven al transductor (*time gain compensation*). Este método de procesamiento de la imagen asume que todos los materiales atenúan el sonido de igual forma, una suposición falsa. De esta forma, cuando una estructura líquida no atenúa el sonido, como lo hacen los tejidos de alrededor, los ecos que regresan son de una amplitud mayor, especialmente en su parte más profunda. El resultado es una impresión falsa de aumento de ecogenidad posterior (refuerzo posterior) (Fig. 5A). En cambio, cuando el sonido atraviesa interfases con grandes diferencias de impedancia acústica, como el hueso o el aire, casi toda la energía del haz de ultrasonidos se reflejará dando imagen de sombra acústica posterior. (Fig. 5A). Ambos artefactos específicos son útiles en el diagnóstico de patrón líquido o cálcico, al igual que el artefacto de cola de cometa o bandas de ecogenidad aumentada por detrás de un objeto de metal (agujas) o vidrio. Estas bandas cruzan las fronteras tisulares y van disminuyendo de intensidad con la distancia al objeto (Fig.3.D).

Existen estructuras que muestran propiedades diferentes, según el ángulo de incidencia del haz sónico, sustancias anisotrópicas. Éstas pueden ser más hiperecogénicas, si el ángulo es perpendicular, o hipoeecogénicas si es oblicuo. Este artefacto atañe, especialmente, a los tendones; y en menor medida a los nervios, músculos y ligamentos. El movimiento del paciente o de la aguja atravesando los tejidos, también puede degradar las imágenes ecográficas. De igual forma, la inyección de aire en tejidos blandos, que producirá una **sombra sucia** con ecos falsos por detrás de la interfase tejido blando-gas, que es muy reflexiva. Por ejemplo, esto se observa si no purgamos correctamente con líquido el trayecto desde la jeringa a la punta de la aguja.

Una característica de aplicabilidad clínica de los ecos es el efecto Doppler, que se produce cuando el haz de ultrasonidos encuentra una estructura en movimiento. Este contacto modifica la frecuencia del eco reflejado y el análisis de esta diferencia de frecuencia nos permite conocer la velocidad de desplazamiento. Las imágenes en Doppler color expresan los datos de cambio de frecuencia convirtiéndolos a un espectro de color que ayuda a identificar las estructuras vasculares.

## 2.2. Ecografía de los nervios periféricos

Los nervios periféricos normales están formados por un conjunto de fibras nerviosas envueltas por una malla de tejido conjuntivo-vascular. Estos elementos de envoltura están organizados en tres estructuras (Fig.2B):

- Fibra nerviosa o axón rodeado por el endoneuro (axón, células de Schwann y fibras de colágeno del endoneuro).
- El haz o fascículo, conjunto de fibras rodeadas, por el perineuro (láminas celulares y fibrilares distribuidas en capas concéntricas de número variable).
- El nervio, conjunto de fascículos inmersos en el epineuro (que es una estructura de tejido conectivo laxo compuesta por fibras colágenas, grasa y vasos sanguíneos).
- La primera correlación entre la histología del nervio y su imagen ecográfica (eco textura) fue realizada por Fornage y col.<sup>13</sup> Los fascículos se corresponden con imágenes redondeadas hipoecogénicas y el tejido conectivo que los envuelve, así como el perineuro que rodea al grupo de fascículos, se visualiza más hiperecogénico<sup>14</sup>. En los cortes transversales se puede observar una imagen de patrón fascicular o “panal de abeja” (imágenes hipoecogénicas redondeadas o fascículos envueltas por tejido conectivo y epineuro más hiperecogénico), especialmente típica en nervios periféricos grandes (mediano, ciático, radial o cubital) (Fig. 5 B). En las raíces nerviosas, troncos o nervios más pequeños, la apariencia es monofascicular o imagen redondeada hipoecogénica. En la Fig. 2 D del corte anatómico se observan los fascículos de color blanco rodeados de epineuro rojo que se corresponden con las imágenes hipoecogénicas en panal de abeja de la Fig. 3 C. En los cortes longitudinales (Fig. 3 A) se observa una sucesión de interfases lineales hipoecogénicas (fascículos) - hiperecogénica (epineuro). No obstante, la ecografía no permite visualizar el número total de fascículos debido a su pobre resolución lateral, que no diferencia los fascículos más pequeños. Según la frecuencia de la sonda, estas diferencias pueden ser mayores.<sup>14</sup>
- El tejido conectivo de los nervios se comporta de manera anisotrópica variando su ecogenicidad según el ángulo de incidencia del haz de ultrasonidos. Es necesario orientar la sonda lo más perpendicular al nervio posible para observar su verdadera ecotextura. Además del tamaño del nervio, la frecuencia del transductor y el ángulo de incidencia de la sonda, hay que tener en cuenta que la visibilidad de este patrón fascicular puede estar influido por la localización anatómica del nervio, las partes blandas que los rodean y la profundidad de su trayecto<sup>15-16</sup>. En algunas localizaciones periféricas (muñeca y tobillo), es más difícil diferenciar los músculos y los tendones porque ambos presentan un patrón ecogénico similar. Los tendones poseen una apariencia más fibrilar con más bandas hiperecogénicas longitudinales. Los movimientos de flexión y extensión ayudan a distinguir los nervios de los tendones, siendo los primeros estructuras más inmóviles.<sup>14</sup>

No existen suficientes estudios clínicos que evalúen los signos ecográficos de punciones intraneurales. El aumento del diámetro del nervio, con aspecto ovalado y una distensión del epineuro distal al lugar de punción podrían ser signos sugestivos de punción neural<sup>17</sup>.

### 2.3. Visualización de las agujas

Los estudios realizados sobre curvas de aprendizaje en punciones guiadas por ultrasonidos reconocen que la habilidad para mantener en todo momento la visibilidad de la aguja es el aspecto más difícil de la técnica<sup>18-19</sup>. Podemos realizar la punción mediante un abordaje lateral a la sonda, es decir en el eje longitudinal, pudiendo de este modo visualizar todo el trayecto de la aguja<sup>9</sup> (Fig. 3 C y D) o el abordaje en el eje corto o transversal, donde sólo se podrá ver un punto reflejado como punta de la aguja<sup>10</sup> (Fig. 3 A y B).

En el eje longitudinal, la visión óptima de la aguja se logra cuando está paralela al transductor. A medida que angulamos y profundizamos, la visibilidad de la aguja disminuye. Las visualizaciones óptimas de las agujas se logran en los ángulos de 0° a 30° con respecto a la sonda ecográfica<sup>20</sup>. A mayor calibre de la aguja, también conseguimos una mejor visualización. El desarrollo de agujas, con una punta diferenciada más ecogénica, facilitará la localización topográfica exacta de la punta durante la realización del bloqueo<sup>21-23</sup>. Mientras tanto, la inyección de pequeños volúmenes de anestésico local o el desplazamiento visible de los tejidos ayudan a situar la punta, (especialmente recomendado en los abordajes transversales)<sup>24</sup>. La aparición de sondas más compactas y pequeñas permite una mejor adaptación en áreas reducidas de trabajo, como por ejemplo en el bloqueo interescalénico. Esto permite hacer un barrido más cómodo y una correcta alineación de la aguja con la sonda.<sup>25</sup>

Se deben mantener las mismas normas de esterilidad que en los bloqueos convencionales. La sonda y la piel deben estar estériles. La sonda debe estar cubierta por un apósito transparente, un guante o una funda de plástico estériles y el gel debe ser estéril (Fig. 1).

### 2.4. Bloqueo del miembro superior

La primera revisión realizada por De Andrés y Sala-Blanch<sup>26</sup> sobre el bloqueo del plexo braquial guiado por ultrasonidos resalta la necesidad de un preciso conocimiento de la anatomía topográfica y especialmente la anatomía seccional.

El plexo braquial tiene su origen cervical en las raíces anteriores de C5-T1 (a veces también C4-T2). A través del espacio interescalénico, los tres troncos superior, medio, e inferior, se dirigen hacia la zona supraclavicular donde se dividen para confluir en la región infraclavicular en tres cordones (lateral, medio, posterior), y en cuatro nervios terminales principales en la región axilar, mediano, radial, cubital y musculocutáneo.

### 2.5. Bloqueo interescalénico

En esta región, el plexo braquial, al igual que en la región supraclavicular, las estructuras nerviosas están muy superficiales por lo que son recomendables sondas de alta resolución (12-15MHZ) para

una óptima visualización del plexo. Si colocamos la sonda en la laringe, podremos visualizar la glándula tiroides, la arteria carótida (AC) y la vena yugular interna (VYI). Entre los dos vasos, podemos observar el nervio vago. Moviendo la sonda más lateral encontraremos el músculo esternocleidomastoideo (EM), a modo de triángulo, con la punta lateral orientada al norte. Debajo de este, encontraremos dos masas musculares que corresponden a la imagen del escaleno anterior (EA) y medio (EM); entre ambos se pueden visualizar varios nódulos hipocogénicos de 2-5mm que se corresponden con troncos o raíces del plexo braquial (flechas en Fig.4). Si desplazamos la sonda cranealmente, podemos identificar las apófisis transversas y por encima los nódulos hipocogénicos o raíces nerviosas. En un corte sagital oblicuo, podemos identificar las sombras acústicas de las distintas apófisis transversas de las vértebras cervicales y la salida de los ramos anteriores de los distintos nervios raquídeos.

Para la realización de las técnicas anestésicas debemos introducir la aguja de punción en el espacio interescalénico, bajo visión directa de toda la aguja, si realizamos el abordaje longitudinal-lateral<sup>27</sup>; o sólo la punta, si entramos de forma perpendicular, hasta la parte más profunda del espacio interescalénico. La difusión del anestésico local administrado, rellenará el espacio interescalénico. Un bloqueo óptimo para cirugías de hombro y brazo se puede conseguir con la administración de 15-20 ml de anestésico local. Si queremos bloquear completamente el plexo braquial debemos recolocar la aguja para bloquear la raíz de T1 que va a formar el nervio cubital<sup>10</sup>.

La visión ecográfica del espacio interescalénico puede revelarnos variaciones anatómicas como la existencia de una vena entre los troncos nerviosos<sup>28</sup> o la existencia de un músculo adicional que divide el espacio interescalénico en dos compartimentos, con los troncos nerviosos a cada lado.<sup>29</sup>

## 2.6. Bloqueo supraclavicular

Partiendo desde la posición interescalénica, podemos desplazar la sonda ecográfica hacia un plano coronal oblicuo que nos mostrará (Fig. 5) una imagen hiperecogénica con sombra acústica posterior que corresponde a la primera costilla y una imagen vascular que corresponde con la arteria subclavia (AS) por encima. Lateral, posterior y cefálico a la arteria subclavia se puede diferenciar una imagen en racimo (flechas de la Fig.5) que corresponden a las divisiones de los troncos nerviosos y medial a la arteria se observa el músculo escaleno anterior (EA) y la vena subclavia. Si seguimos con el barrido, en continuidad con la primera costilla, se encuentra una imagen hiperecogénica lineal correspondiente a la pleura.

Al realizar el bloqueo supraclavicular con ecografía, la depresión clavicular y la clavícula complican la manipulación de la sonda y la punción. Se debe intentar que el anestésico local se distribuya envolviendo a todo el racimo de nervios identificados. De esta forma, se disminuye la dosis de anestésico local administrada. Saiz y col. realizaron este bloqueo con sólo diez mililitros de mepivacaina 2%<sup>30</sup>. En el trabajo de William y col.<sup>31</sup> comparando la técnica de bloqueo

supraclavicular con neuroestimulación o ecografía concluyen que la técnica con ultrasonidos es más rápida y un bloqueo nervioso más completo, aunque el estudio es realizado con sonda de 7,5 MHz y no presenta ninguna imagen que muestre como visualizan el plexo y como se distribuye el anestésico local. En el trabajo de Chan y col.<sup>32</sup> se ilustra mejor la técnica de bloqueo supraclavicular guiada por ultrasonidos, emplea sonda de alta resolución 5-12MHz, describe dos patrones de distribución del anestésico local circunferencial y periférico y consigue un porcentaje de éxitos del 95% combinando ecografía y neuroestimulación.

## 2.7. Bloqueo infraclavicular

El bloqueo del plexo braquial en la región infraclavicular es menos utilizado, debido a que las referencias anatómicas son más complejas. La necesidad de emplear agujas más largas puede incrementar las molestias del paciente. Además, existe mayor riesgo de neumotórax, sobre todo en los abordajes infraclaviculares proximales. Estas razones han llevado a buscar el punto ideal de punción según las imágenes ecográficas<sup>33-35</sup>. Los cordones del plexo braquial se encuentran por debajo de la clavícula y se alojan en la región infraclavicular, primero craneal y externos (Fig.6 A) a la arteria y vena subclavia (AS, VS) y después en cordones lateral, medial y posterior en relación con la arteria subclavia (Fig. 6 C) a nivel paracoracoideo.

Los abordajes verticales y laterales paracoracoideos son los más frecuentemente utilizados frente a los abordajes más proximales. La correcta identificación ecográfica de los cordones y nervios del plexo braquial en la región infraclavicular distal es más difícil, debido a la absorción y atenuación de los ecos por la masa muscular de los pectorales; Chan y col.<sup>9</sup> sólo logran identificar la estructura nerviosa en un 27% de los casos con sonda 5-12 MHz. La imagen que observamos con la sonda de alta resolución, en un plano parasagital medial a la apófisis coracoides, muestra (fig. 6 C) a los músculos pectoral mayor y menor (MPM y MPM); debajo de ellos, la arteria subclavia (AS); alrededor de la arteria subclavia es posible identificar como imágenes hiperecogénicas a los cordones lateral y medial; siendo más difícil observar al cordón posterior localizado detrás de la arteria.

También es útil medir la distancia desde el plexo hasta la pleura. La perfecta identificación hace posible evitar la profundización hasta ella. En el trabajo de Shandu y Capan<sup>35</sup> se consigue un 90% de éxitos del bloqueo infraclavicular y una óptima anestesia quirúrgica empleando una sonda de 2,5 MHz. Chan y col.<sup>9</sup> recomiendan sondas de menor resolución (4-7MHz) para optimizar la visualización de los cordones que a este nivel son más hiperecogénicos<sup>15-16</sup>. Arcand y col.<sup>38</sup> consideran que la eficacia y rapidez en la realización del bloqueo infraclavicular guiado por ecografía se iguala al bloqueo supraclavicular. Las técnicas de bloqueo infraclavicular proximal guiado por ecografía tienen menos incidencia de punción vascular y mejor tolerancia al manguito de isquemia, no obstante, se recomienda la abducción del brazo 110° para aproximar el plexo a la piel y minimizar el riesgo de neumotórax.<sup>37</sup>

## 2.8. Bloqueo axilar

Esta técnica continúa siendo la más popular para el abordaje del plexo braquial. Varios trabajos<sup>38-39</sup> describen las relaciones topográficas de los distintos nervios con la arteria axilar, estableciendo unos cuadrantes donde poder localizarlos. No obstante, estas posiciones pueden variar cuando se aplica una moderada presión en la zona, al palpar el pulso de la arteria axilar o al presionar la piel con el transductor. Para lograr un porcentaje de éxito del bloqueo superior al 85% es necesario realizar una punción múltiple.

En la imagen ecográfica en la región axilar, (Fig. 7A) la vena axilar se encuentra, de forma característica, medial y algo posterior a la arteria axilar y por delante de los nervios. La moderada presión sobre la piel colapsa la vena y no la arteria. Además, si usamos el doppler, las distinguimos fácilmente. Es posible descubrir más de una vena axilar a ese nivel<sup>28</sup>. Lateral a la arteria axilar, se observan dos masas musculares perfectamente definidas: los músculos coracobraquial (MCB), y bíceps (MB), entre los cuales se puede observar una imagen más hiperecogénica que se corresponde con el nervio musculocutáneo (Fig. 7A). La visión ecográfica del nervio musculocutáneo, ha sido motivo de estudio en un trabajo de Schafhalter-Zoppoth<sup>40</sup>, donde se observa como la forma del nervio y su distancia a la arteria axilar varía a lo largo de su recorrido. Es posible realizar el bloqueo del nervio musculocutáneo de forma individual guiado por ecografía según la técnica propuesta por Spence y col.<sup>41</sup>

Los mismos criterios empleados para realizar la punción múltiple con neuroestimulador en la región axilar<sup>42-44</sup> se deben aplicar para realizar la punción guiada por eco. Nosotros recomendamos que si se emplea un abordaje longitudinal a la sonda, se realice primero el bloqueo del nervio musculocutáneo y posteriormente el bloqueo del nervio mediano usando un abordaje lateral externo de la axila. En una segunda punción, bloqueamos el nervio radial y el cubital con un abordaje medial. En caso de encontrar al nervio radial en situación posterior a la arteria axilar, es posible bloquearlo después del nervio musculocutáneo y antes que al nervio mediano con una sola punción por abordaje lateral.

Los estudios que comparan el bloqueo axilar guiado con ultrasonidos con la neuroestimulación<sup>45</sup> y las referencias anatómicas clásicas<sup>46</sup> revelan una mayor rapidez y porcentaje de éxitos a favor de la técnica ecográfica, con una menor incidencia de parestesias durante el bloqueo. Al igual que en otros abordajes, la técnica ecográfica permite reducir las dosis de anestésico local y facilitar la realización de bloqueos bilaterales<sup>47-48</sup>.

## 2.9. Nervios periféricos de la extremidad superior

La ecografía permite seguir e identificar el recorrido del nervio periférico a lo largo de todo su trayecto por el brazo, desde la región axilar hasta la muñeca<sup>49-50</sup>. La proximidad a estructuras

tendinosas puede complicar su identificación, debido a la similitud de los patrones ecográficos. El conocimiento de la anatomía topográfica del brazo permite identificar ecográficamente a los nervios periféricos y seguirlos en su recorrido.

El nervio radial puede seguirse desde su posición posterior o posterointerna respecto a la arteria radial a nivel axilar en la cara anterior del brazo, hasta que se sitúa en el canal de torsión humeral, pasando a la cara posterior del húmero. Generalmente, le acompaña la arteria humeral profunda. Se hace nuevamente anterior a la salida del canal de torsión en el tercio inferior y externo del húmero. A esta altura, el nervio radial es fácil de identificar ecográficamente, permitiendo bloquearlo antes de que se divida en sus ramas sensitiva y motora a nivel del canal bicipital externo del codo. Una vez dividido, su rama motora se hace posterior atravesando el supinador corto, y su rama sensitiva sigue su curso anterior debajo del supinador largo, acompañada por la arteria radial, que queda en posición interna respecto al nervio.

El nervio mediano se sitúa lateral a la arteria humeral en la parte proximal e interna del brazo. Cruza sobre la arteria en la parte más distal del brazo, para situarse en posición medial a la arteria y entrar en el canal bicipital interno del codo. En todo este trayecto es posible identificarlo y bloquearlo, pero es a la altura del codo donde se suele ver más fácilmente. De lateral a medial observamos el tendón del bíceps, la arteria humeral, el nervio mediano y los músculos epitrocleares más mediales; por encima se sitúa la aponeurosis bicipital y la vena basilíca del codo. Si se sigue su trayecto por el antebrazo en línea media, su visualización se hace más difícil, ya que se sitúa en planos más profundos entre la musculatura flexora. En la zona más distal del antebrazo se sitúa, más superficialmente, entre los tendones del palmar mayor y el flexor radial del carpo antes de atravesar el túnel carpiano.

El nervio cubital desciende por la cara interna del brazo, separándose de la arteria humeral, a la que inicialmente acompaña. Podemos visualizar la vena basilíca en un plano subaponeurótico y superficial al nervio en el tercio proximal del brazo. En el tercio distal, el nervio se hace posterior colocándose en el canal epitrocleo olecraniano. Es posible la visualización y bloqueo antes de su entrada en esta corredera ósea y a su salida antes de tomar una posición anterior, atravesando el músculo cubital anterior. A partir del tercio medio del antebrazo, la arteria cubital se sitúa en posición lateral acompañando al nervio hasta la muñeca, facilitando la identificación ecográfica.

El nervio musculocutáneo desde la altura de la axila se puede identificar separado del paquete vasculonervioso<sup>40</sup>. Se introduce en el músculo coracobraquial, al que atraviesa, y se coloca entre los músculos bíceps y braquial anterior en todo su trayecto por la cara anterior y externa del brazo (Fig. 7 A). En el codo se sitúa subcutáneo, en la zona del canal bicipital externo, entre el tendón del bíceps y el supinador largo, siendo a esta altura sólo sensitivo y más difícil de visualizar.

## Imágenes ilustrativas

**Fig. 1**

Sonda de 12 MHz cubierta con apósito transparente y estéril, sobre el que se ha depositado gel. Equipo portátil LOGIQ e de GE.

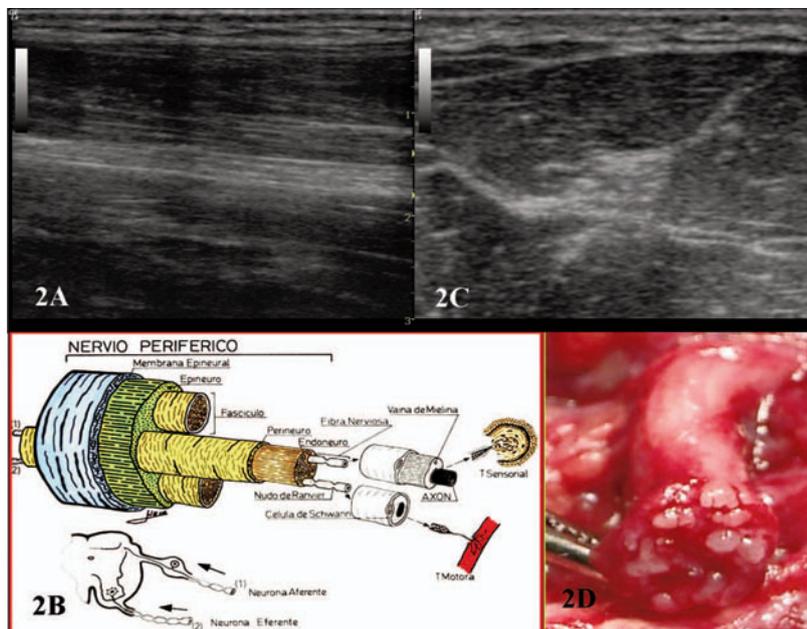


**Fig. 2.A.**

Imagen longitudinal ecográfica de nervio periférico donde se observa una sucesión de interfases lineales hipo hiper-ecogénica correspondientes a los fascículos y el epineuro.

**2B.** Esquema de la estructura interna del nervio periférico: membrana epineural, epineuro, fascículos, perineuro, endoneuro, fibras nerviosas.

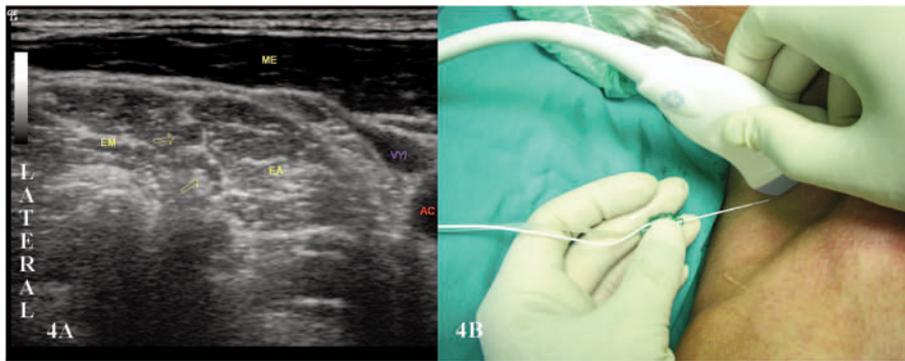
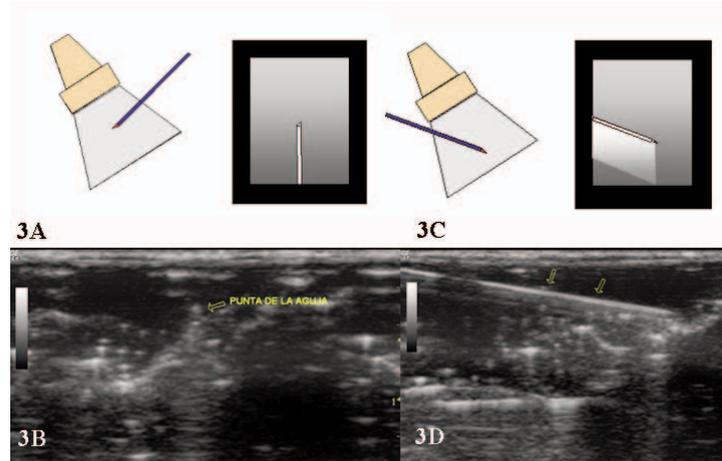
**2C.** Imagen transversal ecográfica de nervio periférico con patrón fascicular o “panal de abeja” (imágenes hipoecogénicas redondeadas correspondientes a los fascículos envueltas por tejido conectivo del epineuro más hiperecogénico).



**2D.** Disección y corte anatómico de nervio mediano que muestra varios fascículos redondeados de color blanco.

**Fig. 3 A y 3B.**

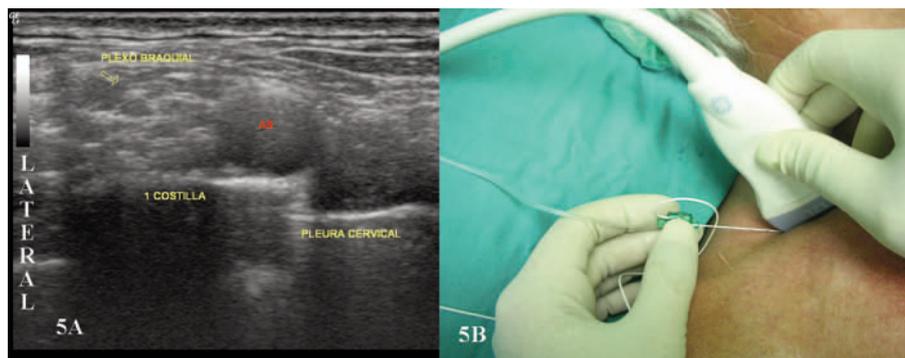
Esquema e imagen de la aguja en el abordaje transversal como un punto con refuerzo posterior. 3C y 3D Esquema e imagen de la aguja en el abordaje longitudinal donde se puede ver todo el trayecto de la aguja y el artefacto de *cola de cometa*.



**Fig. 4 A**

Imagen ecográfica a nivel interescalénico donde se observa más superficial el músculo esternocleidomastoideo (ME), los músculos escaleno anterior (EA), escaleno medio (EM) y entre medias los nervios del plexo braquial como nódulos hipocogénicos (flechas). Medialmente aparece la arteria carótida (AC) y la vena yugular interna (VYI)

4B. Abordaje longitudinal lateral para realizar el bloqueo interescalénico.



**Fig. 5 A**

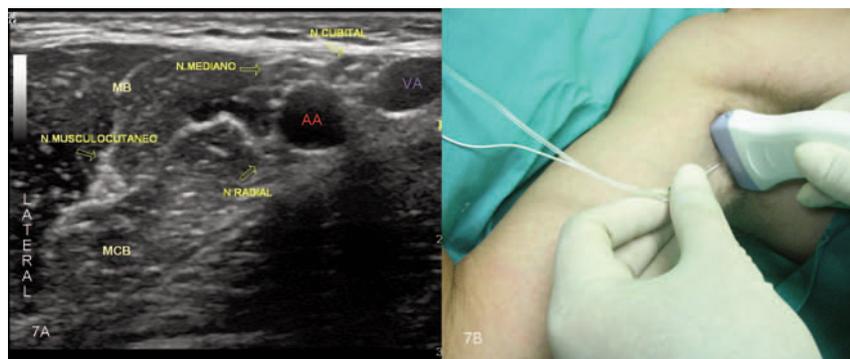
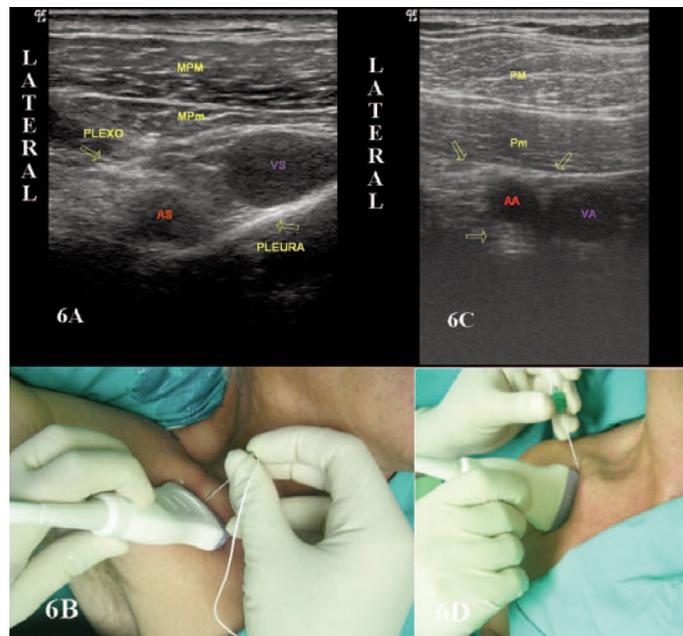
Imagen ecográfica a nivel supraclavicular en plano coronal oblicuo con la arteria subclavia (AS) y su artefacto de *refuerzo posterior* como una estela blanca en la parte inferior, encima de la imagen hiperecogénica de la primera costilla con el artefacto de *sombra posterior* que no deja pasar ningún eco. Lateral, posterior y cefálico a la AS diferenciamos un racimo de nódulos hipocogénicos que corresponden a las divisiones de los troncos

del plexo braquial, también se puede observar la pleura cervical. 5 B Abordaje longitudinal lateral para realizar el bloqueo supraclavicular.

**Fig. 6A**

Imagen ecográfica a nivel infraclavicular medial o proximal con el plexo braquial craneal y exterior a la arteria y vena subclavia (AS y VS) al lado de la pleura y debajo de las masas musculares del pectorales mayor (MPM) y menor (MPm). 6 B Abordaje transversal en el eje corto para realizar el bloqueo infraclavicular.

6C Imagen ecográfica a nivel infraclavicular lateral o paracoracoideo donde los cordones hiperecogénicos del plexo braquial (flechas) se distribuyen alrededor de la arteria subclavia (AS). 6D Bloqueo infraclavicular paracoideo en el eje largo longitudinal.



**Fig. 7ª**

Imagen ecográfica del plexo braquial a nivel axilar con los nervios mediano, cubital y radial alrededor de la arteria axilar (AA) cerca de la vena axilar (VA). Entre los músculos coracobraquial (MCB) y bíceps (MB) se distingue el nervio musculocutáneo. 7B Abordaje transversal en el eje corto para realizar el bloqueo axilar.

### 3. Conclusiones

La historia cronológica de la práctica de la anestesia regional comenzó con la visión quirúrgica directa de los nervios, bañándolos con cocaína. Durante el siglo XX, la elección de parestesias y la neuroestimulación han sido los métodos indirectos empleados para la identificación de las estructuras nerviosas. Desde hace más de 10 años, asistimos al comienzo de la curva de aprendizaje en el uso de la ultrasonografía aplicada a los bloqueos regionales. La imagen ecográfica actual en dos dimensiones es un gran paso hacia la visualización directa y aporta un gran número de potenciales ventajas, ya comentadas, pero aún no es una imagen tridimensional perfecta que defina los avances de las agujas y la distribución del anestésico local.

Prueba de esta limitación en la visualización óptima, es la dificultad en identificar el lugar exacto de la punta de las agujas, lo que puede llevar a una inadvertida inyección intraneural, a pesar de la guía ecográfica<sup>51-52</sup>. Los recientes trabajos comparando la técnica ecográfica con la neuroestimulación y las parestesias en los bloqueos periféricos abren nuevos interrogantes que futuros estudios deberán aclarar.<sup>53-54</sup> Los avances técnicos para el desarrollo de agujas más ecogénicas con punta diferenciada, el progreso de los equipos y las sondas aumentarán la resolución y mejoraran la imagen directa final. Las imágenes de los nervios en tres dimensiones y en un color diferente a la escala de grises pueden marcar los próximos progresos visuales.<sup>55-56</sup>

Esta última tecnología llegará al anestesiólogo a través de los equipos portátiles de ecografía. La gran versatilidad de estas máquinas de ultrasonidos permite ampliar el número de técnicas anestésicas guiadas por ecografía (accesos vasculares, monitorización hemodinámica, bloqueos para el tratamiento del dolor). La visión de los nervios, su relación con las estructuras próximas, la identificación del trayecto de la aguja y la distribución del anestésico local contribuyen a mejorar el entrenamiento y el aprendizaje de los bloqueos<sup>57</sup>.

## 4. Bibliografía

1. Marhofer P, Willschke H, Greher M, Kapral S. "New perspectives in regional anesthesia: the use of ultrasound- past, present, and future". *Can J Anesth* 2005;52(6): R1-R5.
2. Chan V. "Nerve localitation – seek but no easy to find?" *Reg Anesth Pain Med* 2002; 27(3):261-7.
3. Awad I.T, Chan V. "Ultrasound imaging of the peripheral nerves: a need for a new trend". *Reg Anesth Pain Med* 2005;30(4):321-3.
4. Denny N H, Harrops-Griffiths. "Location, location, location! Ultrasound imaging in regional anesthesia". *Br J Anaesth* 2005;94(1):1-3.
5. Peterson M K, Millar F A, Sheppard DG. "Ultrasound-guided nerve blocks". *Br J Anaesth* 2002;88(5):621-4.
6. Hatfield A, Bodenham A. "Ultrasound: an emerging role in anesthesia and intensive care". *Br J Anesth* 1999;83(5):789-800.
7. La Grange P, Foster PA, Pretorius LK. "Application of the Doppler ultrasound blood flow detector in supraclavicular brachial plexus block". *Br J Anaesth* 1978;50(9):965-7.
8. Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, Fitzgerald R; Gosch M, Weintabl C. "Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus". *Anesth Analg* 1994;78(3):507-13.
9. Perlas A, Chan VW, Simons M. "Brachial Plexus examination and localization using and electrical stimulation". *Anesthesiology* 2003;99(2):429-35.
10. Marhofer P, Greher M, Kapral S. "Ultrasound guidance in regional anaesthesia". *Br J Anaesth* 2005;94(1):7-17.
11. En: van Holsbeeck MT, Introcaso JH. "Principios físicos de la imagen ecográfica". En: van Holsbeeck MT, Introcaso JH, editores. *Ecografía musculoesquelética*. 2ª edición. Madrid: Marbán libros; 2002, p.1-28.
12. Peer S, Bodner G. "High-Resolution Sonography of the peripheral nervous system". *Medical Radiology- Diagnostic Imaging*. Berlin: Springer Verlag;2003, p. 1-9.
13. Fornage BD. "Musculoskeletal evaluation". En: Mittelstead CA, editor. *General Ultrasound*. New York: Churchill Living-stone; 1992.p.1-58.
14. Silvestri E, Martinoli C, Derchi Lorenzo, Bertolotto M, Chiaramondia M, Rosenberg I. "Echo-texture of peripheral nerves: Correlation between US and histology findings and criteria of differentiate tendons". *Radiology* 1995;197(1): 291-7.
15. Sandhu N.S. "Ultrasound Imaging of Brachial Plexus". *Anesthesiology* 2004;100(5): 1325-6.
16. Perlas A, Chan VW. Ultrasound Imaging of Brachial Plexus: In Reply. *Anesthesiology* 2004;100(5):1326-7.
17. Sala-Blanch X, Domingo V, Bargalló X, Carrera A. "Punción intraneural del nervio ciático en la región poplítea. Demostración mediante uso de la ecografía". *Rev Esp Anestesiol Reanim* 2006;53:269-70.
18. Nicholson RA, Crofton M. "Training phantom for ultrasound guided biopsy". *Br J Radiol*

- 1997;70( ):192-4.
19. Sites BD, Gallagher JD, Cravero J, Lundberg j, Blike G. "The learning curve associated with a simulated ultrasound-guided interventional task by inexperienced anesthesia residents". Reg Anesth Pain Med 2004;29(6):544-8.
  20. Schaffhalter-Zoppoth I, McCulloch CE, Gray AT. "Ultrasound visibility of needles used for regional nerve block: an in vitro study". Reg Anesth Pain Med 2004;29(5):480-8.
  21. Cohnen M, Saleh A, Lüthen R, Bode J, Mödder U. "Improvement of sonographic needle visibility in cirrhotic livers during transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt procedures with use of real time compound imaging". J Vasc Interv Radiol 2003 ;14(1):103-6.
  22. Nichols K, Lonnie W, Spencer T, Culp W. "Changes in ultrasonographic echogenicity and visibility of needles with changes in angles of insonation". J Vasc Interv Radiol 2003;14(12): 1553-7
  23. Chapman G.A., Johnson D, Bodenham R. "Visualisation of needle position using ultrasonography". Anaesthesia, 2006;(2):148-158.
  24. Gray A. "Ultrasound-guided regional anesthesia". Anesthesiology 2006;104(2):368-73.
  25. Ortega A, Rouco R, de Diego P, Argüeso MJ. "Ultrasound- guided needle insertion for interescalene brachial plexus block using a 3cm linear transducer (7-15 MHz)". Reg Anesth Pain Med 2005;30(supl 1):63.
  26. De Andrés J, Sala-Blanch X. "Ultrasound localization in the practice of brachial plexus anesthesia". Reg Anesth Pain Med 2002;27(1):77-89.
  27. Chan V. "Applying ultrasound imaging to interescalene brachial plexus block". Reg Anesth Pain Med 2003;28(4):340-3.
  28. Royce CE, Sha S, Soeding PF, Royse AG. "Anatomical study of the brachial plexus using surface ultrasound". Anaesth Intensive Care 2006 Apr;34(2):203-10.
  29. Russon K, Blanco R. "Unusual interescalene brachial plexus anatomy captured using ultrasound". Reg Anesth Pain Med 2005;31(supl 2):78.
  30. Sainz J, Prat A, Seguí M, Samá A, Calleja A, Sabater J, et al. "Bloqueo supraclavicular del plexo braquial con bajos volúmenes de anestésico local y dirigido por ecografía. Descripción de la técnica y análisis de resultados". Rev Esp Anestesiología Reanimación 2006; 53(7):400-7.
  31. Williams S, 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(5):1518-23.
  32. Chan VWS, Perlas A, Rawson R, Odukoya O. "Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block". Anesth Analg 2003;97(5):1514-17.
  33. Ootaki C, Hayashi H, Amano M. "Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block: an alternative to anatomical landmark-guided approaches". Reg Anesth Pain Med 2000;25(6):600-4.
  34. Greher M, Retzl G, Niel P, Kamolz L, Marhofer P, Kapral S. "Ultrasonographic assessment of topographic anatomy in volunteers suggests a modification of the infraclavicular vertical brachial plexus block". Br J Anaesth 2002;88(5):632-6.

35. Sandhu NS, Capan LM. "Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block". Br J Anaesth 2002;89(2):254-9.
36. Arcand G, Williams S, Chouinard P, Boudreault D, Harris P, Ruel M, et al. "Ultrasound-guided infraclavicular versus supraclavicular block". Anesth Analg 2005;101(6):886-90.
37. Bigeleisen P, Wilson M. "A comparison of the two techniques for ultrasound guided infraclavicular block". Br J Anaesth 2006;96(4):502-7.
38. Klaastad O, Smedby O, et al. "Distribution of local anesthetic in axillary brachial plexus block". Anesthesiology 2002;96(6):315-24.
39. Retzl G, Kapral S, Greher M, Mauritz W. "Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus". Anesth Analg 2001;92(5):1271-5.
40. Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT. "The musculocutaneous nerve: Ultrasound appearance for the peripheral nerve block". Reg Anesth Pain Med 2005;30(4):385-90.
41. Spence BC, Sites BD, Beach ML. "Ultrasound-guided musculocutaneous nerve block: A description of a novel technique". Reg Anesth Pain Med 2005;30(2):198-201.
42. 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 Group on Regional Anesthesia. Anesth Analg 1999;88(4):847-52.
43. Grant C, Coventry D. "A more logical sequence of nerve location when performing multiple-injection axillary block". Reg Anesth Pain Med 2006;31(3):483-4.
44. Koscielniack-Nielsen ZJ. "Multiple injections in axillary block: where and how many?" Reg Anesth Pain Med 2006;31(3):192-5.
45. Schwemmer U, Schleppers A, Markus C, Kredel M, Kirschner S, Roewer N. "Operative management in axillar brachial plexus blocks: Comparison of ultrasound and nerve stimulation". Anesthesist 2006;55(4):451-6.
46. Soeding PF, Sha S, Royse CF, Marks P, Hoy G, Royse AG. "A randomized Trial of ultrasound-guided brachial plexus anaesthesia in upper limb surgery". Anaesth Intensive Care 2005;33(6):719-25.
47. Sandhu N.S, Maharlouei B, Patel B, Erkulwater E, Medabalmi P. "Simultaneous bilateral infraclavicular brachial plexus blocks with low-dose lidocaine using ultrasound guidance". Anesthesiology 2006;104(1):199-201.
48. Errando C. L, Pallardó M. A, Herranz A, Peiró C. M, De Andrés J.A. "Bloqueo axilar bilateral del plexo braquial guiado por neuroestimulación múltiple y ultrasonidos en una paciente con politraumatismo". Rev Esp Anestesiología Reanimación 2006;53(5): 383-6.
49. Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT. "Ultrasound-guided ulnar nerve block in the presence of the superficial ulnar artery". Reg Anesth Pain Med 2004;29(3):297.
50. Foxall G.L, Skinner D, Hardman J. G, Bedfordth N.M. "Ultrasound anatomy of the radial nerve in the distal upper arm to define an optimal approach for the neural blockade". Reg Anesth Pain Med 2006; 31(supl 2):5.
51. Schafhalter-Zoppoth I, Zeitz I, Gray AT. "Inadvertent femoral nerve impalement and intraneural injection visualized by ultrasound". Anesth Analg 2004;99(2): 627-8.

52. Chan VW. "Ultrasound evidence of intraneural injection". *Anesth Analg* 2005;101(2): 610-1.
53. Perlas A, Niazi A, McCartney C, Chan V, Xu D, Abbas S. "The sensitivity of motor response to nerve stimulation and paresthesia for the nerve localization as evaluated by ultrasound". *Reg Anesth Pain Med* 2006;31(5):445-50.
54. Bigeleisen P. "Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound –guided axillary block does not invariably result in neurologic injury". *Anesthesiology* 2006;105(4):779-83.
55. Sofka CM, Lin D, Adler RS: "Advantages of color B-mode imaging with contrast optimization in sonography of low contrast musculoskeletal lesions and structures in the foot and ankle". *J Ultrasound Med* 2005;24(2):215-8.
56. Cash CJ, Sardesai AM, Berman LH, Herrick MJ, Treece GM, Prager RW, et al. "Spatial mapping of the brachial plexus using three-dimensional ultrasound". *Br J Radiol* 2005; 78(936):1086-94.
57. Bodenham A.R. "Ultrasound imaging by anaesthetists: training and accreditation issues". *Br J Anaesth* 2006; 96(4): 414-7.

## 4. Test de autoevaluación

### 1. Comparando el bloqueo infraclavicular guiado por ecografía con otros bloqueos del plexo braquial:

- A. Es el más utilizado
- B. Son necesarias siempre sondas de alta frecuencia
- C. Los abordajes paracoracoideos son más frecuentemente utilizados
- D. El cordón que mejor se visualiza es el posterior detrás de la arteria
- E. La pleura no se logra distinguir en la mayoría de los pacientes

### 2. La sonda ecográfica o transductor está formada esencialmente por:

- A. Imanes eléctricos con capacidad para producir ultrasonidos
- B. Una fila de cristales piezoeléctricos capaces de emitir y recibir ultrasonidos
- C. Una membrana emisora que detecta cambios de ecogenicidad de los tejidos
- D. Por diferentes sensores eléctricos que emiten y reciben ondas acústicas de menos de 20.000 Hertzios
- E. Un único cristal piezoeléctrico que ocupa toda el espesor de la sonda

### 3. La capacidad de distinguir ecográficamente dos estructuras situadas una encima de la otra a diferente profundidad se define como:

- A. La resolución axial de la sonda
- B. La resolución horizontal de la sonda
- C. La resolución axial de la sonda y depende de la frecuencia del transductor
- D. Refuerzo posterior
- E. Anisotropía axial

### 4. En la correlación entre la histología del nervio y su imagen ecográfica:

- A. Los nervios presentan un patrón ecogénico tipo fascicular
- B. En un corte ecográfico longitudinal de un nervio las imágenes hiperecogénicas se corresponden con el endoneuro
- C. La ecografía permite visualizar el número total de fascículos del nervio
- D. La anisotropía es una propiedad específica de los nervios
- E. Los signos ecográficos de punción intraneural no están claramente descritos

### 5. En la sonoanatomía de la extremidad superior:

- A. Las raíces o trocos del plexo braquial aparecen como nódulos hiperecogénicos rodeados de grasa más hipoecogénica
- B. El nervio musculocutáneo presenta una morfología ecográfica constante a lo largo del trayecto entre los músculos bíceps y coracobraquial
- C. En el bloqueo guiado con ecografía a nivel supraclavicular se distinguen las divisiones de los cordones del plexo braquial
- D. A nivel axilar podemos distinguir ecográficamente más de una vena axilar
- E. En la flexura del brazo sólo podemos distinguir ecográficamente el nervio mediano

**Respuestas al cuestionario:**

1. C
2. B
3. A y C
4. A y E
5. D



# ASEPEYO

MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO  
Y ENFERMEDADES PROFESIONALES  
DE LA SEGURIDAD SOCIAL N° 151

Urgencias 24 h

**900 151 000**

Servicio de Atención  
al Usuario

**902 151 002**

[www.asepeyo.es](http://www.asepeyo.es)