

Como lo hago: ultrasonido del neuroeje

Publicado: Nov 1,2021

Escrito Por: Sree Kolli, MD, EDRA; Samer Narouze, MD, PhD; Hari Kalagara, MD, FCARCSI

Traducido Por: Federico Jimenez Ruiz, MD

Traducción revisada Por: Alberto Ardon, MD, MPH.

Los Bloqueos Centrales Neuroaxiales (BCN) son técnicas utilizadas para lograr anestesia quirúrgica y analgesia post operatoria. Estos bloqueos incluyen la analgesia y la anestesia epidural y raquídea. Tradicionalmente, la aplicación de la analgesia y anestesia epidural se basan en la identificación de estructuras anatómicas de referencia por palpación y en la pérdida de resistencia a la solución salina o al aire. (1) De manera similar, la analgesia y la anestesia raquídea se aplican identificando por palpación puntos de referencia anatómicos seguidos de la respuesta táctil de la aguja al atravesar las capas que rodean el neuroeje y del flujo de líquido cefalorraquídeo como fin y objetivo confirmatorio de alcanzar el espacio adecuado. Sin embargo, algunos factores como la obesidad, deformidades de la columna (congénitas o adquiridas), o cirugías de columna previas pueden alterar la anatomía y representar retos en la técnica de aplicación de los BCN. En tales casos, el ultrasonido puede ayudar a sobrepasar imprecisiones en la identificación por palpación del espacio intervertebral. (2)

Las imágenes ultrasonográficas se utilizan antes y durante la aplicación de BCN. (3) Escanear con ultrasonido antes de la inserción de la aguja ayuda a identificar la línea media del neuroeje, el espacio intervertebral apropiado, alteraciones anatómicas, la profundidad del espacio epidural y planear la trayectoria de la aguja. (4,5) Incluso, se pueden realizar BCN eco-guiados en tiempo real. (6) Este artículo describe la anatomía de la columna, las imágenes ultrasonográficas relevantes y las técnicas utilizadas para aplicar bloqueos neuroaxiales utilizando imágenes ultrasonográficas.

Anatomía y sonoanatomía de la columna lumbar

Se requieren conocimientos generales de la anatomía y sono-anatomía de las vértebras y del canal medular o vertebral para entender la imagenología neuroaxial. Cada vértebra lumbar está compuesta de un cuerpo y un arco. El arco está compuesto de pedículos, proceso espinoso, proceso transversal, lámina, y proceso articular superior e inferior. (Figura 1) El canal medular está delimitado por: procesos espinosos y láminas (pared posterior), pedículos (paredes laterales) y cuerpos vertebrales (pared anterior). El saco tecal o raquídeo y sus contenidos (por ej. médula espinal, cauda equina y líquido cefalorraquídeo) se encuentran dentro del canal medular. El espacio epidural se encuentra por fuera del saco raquídeo, pero dentro del canal medular. La identificación de estas estructuras relevantes en las vistas/ventanas parasagital y transversal facilita la aplicación de intervenciones del neuro-eje guiadas por ultrasonido.

El ultrasonido no penetra las superficies óseas de la columna lumbar; por ende, aparecen como líneas hiperecoicas blancas que reflejan sombras acústicas densas. Estas sombras son representadas con patrones ultrasonográficos característicos que corresponden al contorno óseo. El espacio interlaminar se encuentra entre dos láminas vertebrales adyacentes. Este espacio representa una ventana a través de la cual el ultrasonido puede reproducir imágenes del saco

raquídeo. (Figura 2). Los forámenes o espacios intervertebrales se ubican lateralmente entre dos vértebras adyacentes en el sitio donde emergen las raíces nerviosas espinales. (Figure 3)

El ligamento amarillo (ligamentum flavum), el espacio epidural y la dura posterior aparecen frecuentemente como una estructura hiperecoica simple (en ocasiones doble); a esto se le denomina complejo posterior (CP). La dura anterior, el ligamento longitudinal posterior y el aspecto posterior de los cuerpos vertebrales se visualizan como una línea blanca hiperecoica simple y se le denomina complejo anterior (CA).

Vistas ultrasonográficas de la columna lumbar

Utilizamos una sonda de ultrasonido curva de baja frecuencia (2-5 MHz) para la obtención de imágenes neuroaxiales con el paciente sentado o en posición decúbito lateral. La sonda de baja frecuencia logra mayor penetración y un campo de vista más amplio lo cual mejora la calidad de imagen y el reconocimiento anatómico. En nuestra práctica, escaneamos de manera rutinaria a todos los pacientes antes de aplicar BCN. Esto le permite a los profesionales familiarizarse con la imagenología vertebral y desarrollar habilidades en el reconocimiento de la anatomía normal. Esta habilidad puede resultar de gran ayuda en situaciones de bloqueos centrales técnicamente difíciles. Estimar adecuadamente los niveles intervertebrales, la ubicación de la línea media, profundidad al espacio epidural e identificar otras estructuras anatómicas relevantes requiere de escanear sistemáticamente en los planos sagital- oblicuo (Figura 4) y transversal (Figura 5). La evaluación completa ultrasonográfica de la columna lumbar incluye siete vistas/ventanas/imágenes. (Figura 6). La ventana sagital en línea media del proceso espinoso se puede utilizar para identificar correctamente la línea media, mientras que la ventana transversal-oblicua foraminal es utilizada para procedimientos de dolor crónico. Convencionalmente, para realizar BCN se deben realizar tres vistas/ventanas parasagittales y dos transversales, como las describiremos a continuación.

Vista parasagital del proceso transversal

Coloque la sonda de ultrasonido en el plano parasagital, lateral de la línea media (pocos centímetros) y en posición cefálica con respecto al sacro. (Figura 4, posición de la sonda A; Figura 7A). El proceso transversal de las vértebras se aprecian como estructuras curvilíneas hiperecoicas que en su reflejo proyectan sombras hipoeoicas que se proyectan como si fueran dedos; a esta imagen se le conoce como el “signo del tridente” (Figura 7B). El músculo psoas mayor se observa profundo entre las sombras hipoeoicas, mientras que el grupo de músculos erectores de la columna son superficiales. Esta ventana puede ser utilizada para calcular de manera acertada el nivel vertebral antes de realizar el procedimiento neuraxial.

El nivel vertebral exacto se puede identificar utilizando la técnica de escaneo parasagital. Para esto, coloque la sonda de ultrasonido sobre el sacro para identificar el hueso sacro (estructura plana), el proceso transversal de L5 y el espacio intervertebral L5-S1 (Figura 8). Deslice la sonda de ultrasonido hacia craneal/cefálico e identifique los interespacios L5-4, L4-3, y L3-2 y marque el espacio(s) deseado.

Vista Parasagital del proceso articular

Desde la vista parasagital del proceso transversal, deslice la sonda del ultrasonido hacia la región medial hasta observar unas líneas blancas hiperecoicas que parecen jorobas (Figura 9). Estas jorobas corresponden a la sombra acústica de los procesos articulares de las articulaciones

facetarias. A esta imagen se le describe como el signo de “joroba de camello”(Figura 4, posición de sonda B). Las estructuras neuroaxiales son difíciles de apreciar en esta vista ya que las estructuras óseas son continuas y no permiten el paso del ultrasonido más allá de los procesos articulares.

Vista interlaminar Parasagital oblicua

Partiendo de la vista parasagital del proceso articular, incline la sonda hacia medial en dirección del plano sagital medio y busque hasta obtener en su imagen la lámina vertebral (Figura 4, posición de la sonda C). Las láminas hiperecoicas de las vértebras adyacentes con los espacios entre estas forman un patrón/apariencia de “dientes de sierra” o “cabezas de caballo” (Figura 10). Los espacios representan los espacios interlaminares a través de los cuales se pueden visualizar el CP y el CA. Esta es la vista más importante en el escaneo sagital para identificar y marcar en la piel los espacios intervertebrales adecuados. Esta vista también ayuda a identificar los espacios más despejados para procedimientos neuraxiales por abordaje paramediano.

Vista transversal del proceso espinoso

Una vez los espacios intervertebrales son adecuadamente identificados y marcados utilizando la vista interlaminar parasagital oblicua, rote la sonda 90 grados y ubíquela en la línea media para lograr la vista transversal del proceso espinoso (Figura 11). El espacio apropiado para una inyección subaracnoidea debe ser por debajo de L2 para evitar lesiones en el cono medular. (*texto incomprensible*) La punta posterior del proceso espinoso se identifica como una línea blanca hiperecoica muy superficial que refleja una sombra acústica justo debajo de sí acompañada lateralmente de las láminas vertebrales (Figura 12). Esta vista es clave para identificar la línea media (Figura 5, Sonda en posición A) y los espacios interespinosos entre procesos espinosos consecutivos en pacientes obesos.

Vista transversal interespinosa

Después de identificar los procesos espinosos y la línea media, desde el centro mueva la sonda hacia el espacio interespinoso en dirección cefálica o caudal (Figura 5, posición de la sonda B). Esta vista, también conocida como vista transversal interlaminar permite la visualización del CP y el CA además de los procesos articulares y lateralmente los procesos transversales (Figura 13). La profundidad de los CP desde la piel se puede apreciar/calcular desde esta vista y es de gran utilidad para guiar la colocación de epidurales. Puede ser necesario inclinar la sonda hacia cefálico para visualizar ambos complejos (CA y CP); esta angulación le sirve de guía para reconocer el sitio de inserción de la aguja y así aplicar una técnica exitosa. Una vez se identifican ambos complejos, se delinea la piel de manera horizontal y vertical. La unión de estas delineaciones marca el sitio de inserción de la aguja para procedimientos neuroaxiales (Figura 14 y Figura 15). El espacio intratecal o raquídeo se observa como el espacio hipoeicoico ubicado entre el CP y el CA.

Vista foraminal transversal oblicua

Desde la vista transversal interespinosa, deslice la sonda hacia lateral desde la línea media con la sonda en posición de plano transversal al espacio paraespinal. Incline la sonda hacia medial y aplique ligeramente presión sobre la sonda hacia el cuerpo vertebral. El grupo de músculos erectores de la columna se identifica superficialmente, seguido por el músculo cuadrado lumbar y psoas (profundo). El cuerpo vertebral se puede identificar con la raíz nerviosa superficial (Figura

16). Esta vista es útil para intervenciones de dolor crónico, bloqueos del cuadrado lumbar y del compartimiento del psoas.

Columna Torácica

La columna torácica en su segmento superior (T1-T4) e inferior (T9-T12) tiene una geometría similar a la de la columna cervical y lumbar; por ende también es posible escanear con ultrasonido la columna vertebral torácica (Figura 17). En su segmento medio (T5-T8), las vértebras torácicas tienen una angulación inferior exagerada de los procesos espinosos representando un reto técnico a la hora de obtener imágenes ecográficas.

Las ventanas parasagittales se pueden obtener de la siguiente manera: empiece ubicando la sonda en posición lateral a la línea media. Primero identifique las costillas y la pleura, luego, deslice la sonda hacia la línea media e identifique los procesos transversos, procesos articulares y la lámina vertebral. La vista parasagittal interlaminar (Figura 18) se utiliza para identificar los espacios interlaminares y demarcar el punto de inserción para procedimientos neuroaxiales. Las vistas transversales (Figura 19) son técnicamente difíciles de obtener en el segmento medio de la columna torácica por que los espacios interespinosos son bastante estrechos a este nivel. La presencia de la costilla marca la unión de la vértebra T12 con la vértebra L1. La costilla número 12 se puede utilizar como punto de referencia para identificar la vértebra T12 y a partir de dicho nivel se pueden contar espacios intervertebrales hacia cefálico o hacia caudal para identificar el espacio intervertebral deseado para el BCN. Otra opción es contar espacios hacia caudal a partir de la primera vértebra torácica (T1) la cual se identifica al reconocer la primera costilla.

Técnica de escaneo

Existen múltiples abordajes descritos en la literatura para realizar el escaneo ultrasonográfico de la columna vertebral, sin embargo, los principios básicos son los mismos independientemente del abordaje preferido. (3,5) Los autores de este manuscrito utilizan el siguiente abordaje paso a paso:

- Ubique al paciente en posición sentado. La posición decúbito lateral es una alternativa aceptable.
- Seleccione una sonda curvilínea de baja frecuencia (2-5 MHz). Debe tener disponible gel y un protector estéril para la sonda de ultrasonido.
- Configure la profundidad en el ultrasonido entre 9-11 cms y ajuste como sea necesario después de la evaluación inicial.
- Empiece por escanear desde la vista parasagittal transversal del proceso transversal. Esta vista se logra al colocar la sonda de ultrasonido cefálico al sacro y a unos pocos centímetros hacia lateral de la línea media. Los procesos transversos se identifican como el signo del tridente (Figura 7B).
- Deslice la sonda hacia medial para obtener la vista parasagittal del proceso articular que se identifican con el signo de joroba de camello (Figura 9).
- Incline la sonda hacia medial para obtener la vista interlaminar parasagittal oblicua. Identifique las láminas por su apariencia de dientes de sierra o cabezas de caballo y luego identifique el CP, CA y el saco raquídeo (Figura 10).
- Cuente los espacios interlaminares (ventanas acústicas) desde el sacro (Figura 8) en la vista interlaminar parasagittal e identifique el espacio intervertebral deseado.
- Rote la sonda 90 grados para obtener la vista del proceso espinoso en el nivel vertebral deseado (Figura 12) y trace una línea vertical señalando la línea media (Figura 14).

- Obtenga la vista transversal interespinosa deslizando la sonda levemente hacia cefálico o hacia caudal. Esto le permitirá la identificación del CP, CA y el saco raquídeo (Figura 13). Marque los espacios lateralmente (línea horizontal).
- La intersección de las marcas trazadas (línea vertical y horizontal) en la piel representa el sitio de inserción de la aguja para procedimientos neuroaxiales asistidos por ultrasonido (Figura 15).

Procedimientos neuroaxiales guiados por ultrasonido en tiempo real

Uno de los mayores inconvenientes del escaneo pre-punción es que durante el procedimiento como tal, el anestesiólogo realiza la técnica a ciegas. Adicionalmente, el escaneo pre-punción ofrece información obtenida en un tiempo específico y con el paciente en una posición específica. Esta información puede cambiar con el movimiento del paciente, con la inserción de la aguja y la distorsión del tejido, y con cambios en la angulación de la aguja (8). La localización de la aguja en tiempo real con ultrasonido le permite a operadores experimentados visualizar la aguja durante su travesía por las distintas capas de tejidos. De esta manera, el operador puede ajustar la trayectoria de la aguja y ubicar la punta de la aguja en el destino deseado.

Algunos estudios con resultados prometedores han demostrado la factibilidad y el éxito de bloqueos neuroaxiales guiados por ultrasonido en tiempo real. A pesar de avances tecnológicos en las sondas ecográficas que permiten imágenes de mayor calidad, la guía ultrasonografía en tiempo real bloqueos neuraxiales realizados en la línea media es limitada por las sombras acústicas de las vértebras. Entre otros factores a considerar se incluye el abordaje paramediano longitudinal. Este abordaje provee imágenes superiores comparadas a las imágenes obtenidas con los planos de ultrasonido clásicos utilizados para la planeación pre-punción. Con el abordaje paramediano se utiliza solución salina como medio acoplador de la sonda dado el posible riesgo de neurotoxicidad del gel. Actualmente, el ultrasonido como guía en tiempo real para BCN es dispendiosa y técnicamente difícil por lo que su utilidad en la práctica clínica es limitada.

Conclusión

Las imágenes neuroaxiales por ultrasonido deben ser parte de las habilidades de todo anestesiólogo que practica rutinariamente la anestesia regional. Las imágenes pre-punción o pre-procedimiento disminuyen la dificultad técnica a la hora de aplicar anestesia o analgesia raquídea y/o epidural al reducir el menor número de punciones y de ajustes en la trayectoria de la aguja (10). Las imágenes obtenidas ayudan a identificar de manera precisa la línea media, los niveles vertebrales, los espacios interlaminares y permiten estimar la profundidad al espacio epidural y raquídeo. Esto le permite al anestesiólogo planear y diseñar la trayectoria ideal de la aguja para un bloqueo exitoso (11).

Los beneficios del escaneo neuroaxial pre-procedimiento (Tabla 1) son más notorios cuando es realizado por operadores experimentados y cuando dicha evaluación se realiza en pacientes donde se anticipa anatomía vertebral difícil (12). Existe evidencia que sugiere que el escaneo del neuroeje con ultrasonido pre-procedimiento previene complicaciones como punciones vasculares, cefalea y dolor en la espalda (13). Recomendamos el uso rutinario del ultrasonido neuraxial antes de realizar BCN. Así se logran desarrollar y mantener las habilidades requeridas a la hora de enfrentar un procedimiento neuraxial difícil, y la hora de realizar otras técnicas de anestesia regional como los bloqueos paravertebrales guiados por ultrasonido y otros bloqueos paraespinales.

Tabla 1: Evaluación neuraxial por ultrasonido pre-procedimiento

Aplicación	Utilidad
Identificación de los procesos espinosos (Figura 12)	Determinar la línea media especialmente cuando los procesos espinosos no son palpables
Identificación del nivel vertebral (Figura 8)	Determinar con acierto el nivel vertebral para minimizar el riesgo de lesión medular o para identificar el nivel ideal para una epidural
Identificación de espacios intervertebrales amplios, despejados	Reducir el número de punciones y ajustes en la trayectoria de la aguja
Profundidad al CP	Seleccionar adecuadamente el tamaño de la aguja y minimizar el riesgo de punción de la dura
Ángulo de la sonda para visualizar el CA	Identificar el ángulo aproximado de inserción de la aguja para realizar el bloqueo neuroaxial
Identificación de anatomía anormal o de instrumentaciones previas de la columna	Estimar el punto de inserción de la aguja y el ángulo requerido para alcanzar el neuroeje
Identificar el abordaje cuando no se logra visualizar el CA en distintos niveles en alguna de las vistas pero si se logra visualizar con la vista parasagital oblicua	Considere realizar inserción de la aguja con abordaje paramediano También puede considerar abordaje paramediano del espacio L5-S1 (Abordaje de Taylor)

CA: Complejo Anterior, CP: Complejo Posterior

Referencias

1. Chin KJ. Recent developments in ultrasound imaging for neuraxial blockade. *Curr Opin Anaesthesiol* 2018;31(5):608–13. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000634>
2. Parate LH, Manjunath B, Tejesh CA, et al. Inaccurate level of intervertebral space estimated by palpation: The ultrasonic revelation. *Saudi J Anaesth* 2016;10(3):270–5. <https://doi.org/10.4103/1658-354X.170104>
3. Ghosh SM, Madjdpour C, Chin K. Ultrasound-guided lumbar central neuraxial block. *BJA Education* 2015;16(7):213–20. <https://doi.org/10.1093/bjaed/mkv048>
4. Whitty R, Moore M, Macarthur A. Identification of the lumbar interspinous spaces: palpation versus ultrasound. *Anesth Analg* 2008;106(2):538–40. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e31816069d9>
5. Chin KJ, Karmakar MK, Peng P. Ultrasonography of the adult thoracic and lumbar spine for central neuraxial blockade. *Anesthesiology* 2011;114(6):1459–85. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318210f9f8>
6. Karmakar MK, Li X, Ho AM, et al. Real-time ultrasound-guided paramedian epidural access: evaluation of a novel in-plane technique. *Br J Anaesth* 2009;102(6):845–54. <https://doi.org/10.1093/bja/aep079>
7. Provenzano DA, Narouze S. Sonographically guided lumbar spine procedures. *J Ultrasound Med* 2013;32(7):1109–16. <https://doi.org/10.7863/ultra.32.7.1109>
8. Grau T, Leipold RW, Conradi R, et al. Ultrasound control for presumed difficult epidural puncture. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001;45(6):766–71. <https://doi.org/10.1034/j.1399-6576.2001.045006766.x>
9. Pintaric TS, Hadzic A, Strbenc M, et al. Inflammatory response after injection of aqueous gel into subarachnoid space in piglets. *Reg Anesth Pain Med* 2013;38(2):100–5. <https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e318284176a>
10. Sidiropoulou T, Christodoulaki K, Siristatidis C. Pre-procedural lumbar neuraxial ultrasound—a systematic review of randomized controlled trials and meta-analysis. *Healthcare (Basel)* 2021;9(4):479. <https://doi.org/10.3390/healthcare9040479>
11. Yoo S, Kim Y, Park SK, et al. Ultrasonography for lumbar neuraxial block. *Anesth Pain Med (Seoul)* 2020;15(4):397–408. <https://doi.org/10.17085/apm.20065>
12. Elgueta MF, Duong S, Finlayson RJ, et al. Ultrasonography for neuraxial blocks: a review of the evidence. *Minerva Anesthesiol* 2017;83(5):512–23. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.16.11650-5>
13. Schnabel A, Schuster F, Ermert T, et al. Ultrasound guidance for neuraxial analgesia and anesthesia in obstetrics: a quantitative systematic review. *Ultraschall Med* 2012;33(7):E132–7. <https://doi.org/10.1055/s-0029-124572>