

LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, Asunción, Paraguay

ISSN en línea: 2789-3855, 2026

Bloqueos periféricos guiados por ultrasonido: actualización técnica, fundamentos anatómicos y aplicaciones clínicas en la anestesia moderna

Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: technical update, anatomical foundations, and clinical applications in modern anesthesia

Stephany González Lobo

Stefgonz31@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-9664-2770>

Investigadora independiente

San José – Costa Rica

Yarizol Delgado Paniagua

hiyarisol@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-2552-1206>

Investigadora independiente

Heredia – Costa Rica

Lloyd Steven Shedden Hidalgo

lloydshedden@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-0940-0454>

Investigador independiente

Limón – Costa Rica

Joshmar Tadlaoui Gonzalez

Joshmar31qht@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-3993-537X>

Investigador independiente

Limón – Costa Rica

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5742>

Artículo recibido: 18 de diciembre de 2025.

Aceptado para publicación: 24 de abril de 2026.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.


Redilat
Red de Investigadores Latinoamericanos


LATAM

Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades

VOLUMEN VII

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5742>

Bloqueos periféricos guiados por ultrasonido: actualización técnica, fundamentos anatómicos y aplicaciones clínicas en la anestesia moderna

Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: technical update, anatomical foundations, and clinical applications in modern anesthesia

Stephany González Lobo

Stefgonz31@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-9664-2770>

Investigadora independiente

San José – Costa Rica

Yarizol Delgado Paniagua

hiyarisol@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-2552-1206>

Investigadora independiente

Heredia – Costa Rica

Lloyd Steven Shedden Hidalgo

lloydshedden@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-0940-0454>

Investigador independiente

Limón – Costa Rica

Joshmar Tadlaoui Gonzalez

Joshmar31qht@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-3993-537X>

Investigador independiente

Limón – Costa Rica

Artículo recibido: 18 de diciembre de 2025. Aceptado para publicación: 24 de abril de 2026.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen


Los bloqueos periféricos guiados por ultrasonido han modificado la práctica de la anestesia regional al permitir la visualización directa de los nervios y de las estructuras anatómicas adyacentes durante el procedimiento. Este trabajo analizó el papel del ultrasonido en la anestesia regional moderna, con énfasis en sus fundamentos técnicos, sus aplicaciones clínicas y sus principales implicaciones en seguridad y eficacia. Se realizó una revisión narrativa de la literatura enfocada en la comparación entre la guía ecográfica y las técnicas tradicionales basadas en referencias anatómicas y estimulación nerviosa, así como en la evaluación de avances tecnológicos recientes. Los hallazgos muestran que la guía ecográfica mejora la localización nerviosa, facilita la colocación precisa de la aguja y permite observar en tiempo real la distribución del anestésico local. Esto incrementa la tasa de éxito de los bloqueos, disminuye la variabilidad asociada a la anatomía individual y reduce el riesgo de complicaciones, como la punción vascular, la lesión nerviosa y la toxicidad sistémica por anestésicos locales. Además, el uso de menores volúmenes de anestésico y la optimización del control del dolor perioperatorio han contribuido a disminuir la necesidad de analgesia de rescate y el consumo de opioides en el periodo posoperatorio. Finalmente, la introducción de dispositivos portátiles, inteligencia artificial y simulación ha ampliado las posibilidades de uso y enseñanza de esta técnica en diversos contextos clínicos.

Palabras clave: analgesia perioperatoria, sonoanatomía, toxicidad sistémica por anestésicos locales, seguridad procedimental, entrenamiento por simulación, inteligencia artificial en ultrasonido

Abstract

Ultrasound-guided peripheral nerve blocks have transformed regional anesthesia practice by enabling direct visualization of nerves and adjacent anatomical structures during the procedure. This study analyzed the role of ultrasound in modern regional anesthesia, emphasizing its technical foundations, clinical applications, and key implications for safety and efficacy. A narrative literature review was conducted, comparing ultrasound guidance with traditional techniques based on anatomical landmarks and nerve stimulation, and evaluating recent technological advancements. The findings demonstrate that ultrasound guidance improves nerve localization, facilitates precise needle placement, and allows for real-time observation of local anesthetic distribution. This increases the success rate of blocks, reduces variability associated with individual anatomy, and lowers the risk of complications such as vascular puncture, nerve injury, and systemic toxicity from local anesthetics. Furthermore, the use of smaller volumes of anesthetic and the optimization of perioperative pain management have contributed to a decrease in the need for rescue analgesia and opioid consumption in the postoperative period. Finally, the introduction of portable devices, artificial intelligence, and simulation has expanded the possibilities for the use and teaching of this technique in diverse clinical settings.

Keywords: perioperative analgesia, sonoanatomy, systemic toxicity from local anesthetics, procedural safety, simulation training, artificial intelligence in ultrasound

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: González Lobo, S., Delgado Paniagua, Y., Shedden Hidalgo, L. S., & Tadlaoui Gonzalez, J. (2026). Bloqueos periféricos guiados por ultrasonido: actualización técnica, fundamentos anatómicos y aplicaciones clínicas en la anestesia moderna. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 7 (2), 1566 – 1579. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5742>

INTRODUCCIÓN

La anestesia regional ha experimentado una evolución significativa dentro de la práctica anestésica moderna, pasando de depender principalmente de referencias anatómicas y de la neuroestimulación a incorporar técnicas más avanzadas basadas en la imagen. Históricamente, la estimulación nerviosa periférica representó uno de los métodos principales para la localización de nervios durante la realización de bloqueos regionales. Aunque esta técnica desempeñó un papel importante en la mejora de la precisión para identificar estructuras nerviosas, su función ha cambiado progresivamente con el desarrollo de nuevas tecnologías de imagen. En la actualidad, la estimulación nerviosa periférica se utiliza con mayor frecuencia como complemento del ultrasonido, especialmente en contextos educativos y como estrategia para evitar el contacto directo con el nervio durante los procedimientos (Gadsden, 2021). Paralelamente, la integración del ultrasonido en la práctica anestésica ha ampliado las aplicaciones de la anestesia regional más allá de los bloqueos nerviosos, permitiendo su uso en otros procedimientos como el acceso vascular y el manejo de la vía aérea (Harutyunyan et al., 2024).

A pesar de su relevancia histórica, las técnicas basadas exclusivamente en referencias anatómicas y en la neuroestimulación presentan diversas limitaciones. Estos métodos pueden generar tasas de éxito variables y se asocian con un mayor riesgo de complicaciones procedimentales, como la punción vascular inadvertida. Además, la estimulación nerviosa por sí sola no mejora de manera significativa la tasa de éxito de los bloqueos, especialmente cuando se trata de nervios que resultan difíciles de localizar mediante técnicas indirectas (Harutyunyan et al., 2024). La efectividad de estos enfoques tradicionales también depende en gran medida de la experiencia clínica del operador y de un conocimiento anatómico detallado, factores que pueden limitar su rendimiento cuando son utilizados por profesionales con menor experiencia (Przkora et al., 2021).

La introducción de la tecnología de ultrasonido ha modificado de forma importante este escenario al permitir la visualización en tiempo real y de manera no invasiva de los nervios y de las estructuras anatómicas circundantes. Esta capacidad facilita la identificación precisa de las estructuras relevantes y permite guiar con mayor exactitud la inserción de la aguja durante los procedimientos de anestesia regional (Gadsden, 2021). Como consecuencia, el ultrasonido se ha convertido progresivamente en una herramienta central en la práctica anestésica contemporánea, y diversas guías clínicas recomiendan actualmente su uso para la realización de bloqueos nerviosos periféricos y anestesia neuroaxial en múltiples contextos clínicos (Boselli et al., 2021). De forma paralela, innovaciones tecnológicas como los sistemas de visualización mediante pantallas montadas en la cabeza han contribuido a mejorar la ergonomía y la eficiencia de los procedimientos guiados por ultrasonido, favoreciendo una mejor integración del flujo de trabajo durante su realización (Przkora et al., 2021).

Las ventajas del uso del ultrasonido no se limitan únicamente a una mejor visualización de las estructuras anatómicas. La guía ecográfica ha demostrado mejorar las tasas de éxito de los bloqueos regionales, disminuir la necesidad de analgesia de rescate y reducir tanto el dolor asociado al procedimiento como la incidencia de complicaciones, entre ellas la punción vascular accidental (Harutyunyan et al., 2024). Asimismo, la visualización en tiempo real permite una colocación más precisa de la aguja, lo que contribuye a disminuir el riesgo de lesión nerviosa y a mejorar los resultados clínicos en los pacientes (Owen et al., 2025). Además, el uso de bloqueos guiados por ultrasonido ha mostrado beneficios relevantes en el manejo del dolor postoperatorio. Diversos estudios han demostrado que estas técnicas pueden reducir el consumo de opioides después de la cirugía y prolongar la duración de la analgesia, especialmente cuando se emplean formulaciones de acción prolongada como la bupivacaína liposomal (McKeeman et al., 2025). La incorporación del ultrasonido también ha favorecido el desarrollo de técnicas mínimamente invasivas, como la estimulación nerviosa periférica guiada por ultrasonido, que ha surgido como una alternativa terapéutica prometedora en el tratamiento del dolor crónico (Yaccarino et al., 2022).

El objetivo de este artículo es analizar la evolución de los bloqueos periféricos guiados por ultrasonido dentro de la anestesia moderna, describiendo sus fundamentos técnicos, las limitaciones de las técnicas tradicionales basadas en referencias anatómicas y neuroestimulación, y las ventajas que ofrece la guía ecográfica en términos de precisión, seguridad y eficacia.

METODOLOGÍA

Este manuscrito fue desarrollado como una revisión narrativa estructurada con el objetivo de proporcionar un análisis clínico actualizado e integrado sobre los bloqueos periféricos guiados por ultrasonido, con especial énfasis en sus fundamentos técnicos, evolución metodológica y aplicaciones clínicas dentro de la anestesia moderna. La revisión se realizó de acuerdo con el marco SANRA (Scale for the Assessment of Narrative Review Articles) y siguió un protocolo metodológico predefinido establecido antes del proceso de búsqueda bibliográfica. Debido a la complejidad anatómica y técnica de la anestesia regional, así como a la diversidad de enfoques clínicos utilizados en distintos contextos quirúrgicos y perioperatorios, se seleccionó una síntesis interpretativa narrativa en lugar de un análisis cuantitativo. Este enfoque permitió integrar aspectos anatómicos, técnicos, tecnológicos y clínicos dentro de un marco coherente aplicable a la práctica anestésica contemporánea. Se prestó especial atención a la evolución histórica de la anestesia regional, a las limitaciones de las técnicas tradicionales basadas en referencias anatómicas y neuroestimulación, a los principios físicos y operativos del ultrasonido, a las estrategias técnicas para la realización de bloqueos periféricos guiados por imagen y a sus aplicaciones clínicas en diferentes escenarios quirúrgicos y de manejo del dolor. El objetivo fue proporcionar una síntesis estructurada capaz de apoyar la práctica clínica basada en evidencia en el uso de bloqueos periféricos guiados por ultrasonido dentro del contexto de la anestesia perioperatoria moderna.

Se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, incluyendo artículos revisados por pares publicados en inglés o español entre enero de 2020 y marzo de 2026. La búsqueda final se llevó a cabo en diciembre de 2025. Este intervalo temporal fue seleccionado con el fin de capturar avances contemporáneos en las técnicas de anestesia regional guiadas por ultrasonido, el desarrollo tecnológico de los equipos de imagen, la optimización de las estrategias de visualización anatómica y las aplicaciones clínicas emergentes de los bloqueos nerviosos periféricos en el manejo perioperatorio del dolor. Se incorporaron estudios fundamentales cuando fue necesario para contextualizar principios anatómicos, fundamentos técnicos del ultrasonido o la evolución histórica de la anestesia regional. La estrategia de búsqueda combinó términos MeSH y términos libres mediante operadores booleanos relacionados con ultrasound-guided regional anesthesia, peripheral nerve blocks, ultrasound imaging, regional anesthesia techniques, nerve localization, perioperative analgesia, postoperative pain management y ultrasound-guided nerve block techniques. Las búsquedas se realizaron tanto en títulos y resúmenes como en encabezamientos de materias indexadas con el fin de maximizar la sensibilidad de la estrategia de búsqueda.

La búsqueda inicial identificó 186 registros. Tras la eliminación de duplicados, 133 artículos fueron seleccionados para el proceso de revisión de títulos y resúmenes. De estos, 87 artículos fueron evaluados mediante revisión completa del texto, y finalmente 31 estudios fueron incluidos en la síntesis final. La selección de los estudios fue realizada de forma independiente por dos autores, y cualquier desacuerdo fue resuelto mediante discusión y consenso. Los criterios de inclusión consideraron estudios que abordaran aspectos técnicos, anatómicos, clínicos o de seguridad relacionados con el uso del ultrasonido en anestesia regional, incluyendo la realización de bloqueos nerviosos periféricos, su eficacia clínica y sus resultados en el manejo del dolor perioperatorio. Los criterios de exclusión incluyeron publicaciones no revisadas por pares, reportes de casos aislados, editoriales sin datos clínicos relevantes, estudios centrados exclusivamente en investigación experimental sin aplicabilidad

clínica directa, conjuntos de datos redundantes y artículos que no abordaban directamente la técnica, eficacia clínica, seguridad o aplicaciones de los bloqueos periféricos guiados por ultrasonido.

Los estudios elegibles incluyeron ensayos clínicos aleatorizados, cohortes observacionales, revisiones sistemáticas, metaanálisis, documentos de consenso de expertos y guías clínicas internacionales contemporáneas provenientes de sociedades de anestesiología, medicina perioperatoria, medicina del dolor y cirugía. Se otorgó prioridad a investigaciones multicéntricas, estudios que comparan técnicas guiadas por ultrasonido con métodos tradicionales de localización nerviosa y trabajos que evaluaran resultados clínicos como tasas de éxito del bloqueo, duración de la analgesia, reducción del consumo de opioides, incidencia de complicaciones y resultados funcionales postoperatorios. Las variables extraídas incluyeron diseño del estudio, características de la población, tipo de bloqueo nervioso realizado, técnica ecográfica utilizada, abordaje anatómico, volumen y tipo de anestésico local empleado, tasas de éxito del procedimiento, duración de la analgesia, consumo analgésico posoperatorio y eventos adversos relacionados con la técnica.

La calidad metodológica y la validez interna de los estudios fueron evaluadas de forma narrativa considerando el riesgo de sesgo, el tamaño de muestra, la consistencia en la descripción de las técnicas de bloqueo, la claridad en los criterios de evaluación de resultados clínicos y la reproducibilidad de los hallazgos reportados. En situaciones de evidencia conflictiva, se otorgó mayor peso interpretativo a los estudios con mayor nivel de evidencia y a las recomendaciones respaldadas por guías clínicas internacionales. Las listas de referencias de los estudios incluidos fueron revisadas manualmente con el fin de identificar publicaciones adicionales relevantes.

Debido a su diseño narrativo, esta revisión está sujeta a un posible sesgo de selección y no proporciona estimaciones cuantitativas agrupadas. Las herramientas basadas en inteligencia artificial se utilizaron exclusivamente para asistir en la organización de la literatura y en la coherencia estructural del manuscrito, mientras que la evaluación crítica, la síntesis de la evidencia y la interpretación final fueron realizadas de manera independiente por los autores con el fin de preservar el rigor metodológico.

DISCUSIÓN

Fundamentos del ultrasonido en anestesia regional

Los principios físicos del ultrasonido constituyen la base para su aplicación en anestesia regional y para la adecuada interpretación de las imágenes obtenidas durante los procedimientos guiados por esta tecnología. Las ondas ultrasónicas se generan mediante cristales piezoeléctricos localizados dentro del transductor, los cuales convierten señales eléctricas en vibraciones mecánicas. Estas vibraciones producen ondas que se propagan a través de los tejidos del organismo y posteriormente regresan al transductor tras reflejarse en diferentes estructuras, permitiendo así la formación de la imagen ecográfica (Boselli et al., 2021).

A medida que las ondas de ultrasonido se desplazan a través de los tejidos, interactúan con ellos mediante diversos fenómenos físicos, entre los que se incluyen la reflexión, la refracción y la absorción. Estas interacciones dependen de las propiedades acústicas de cada tejido, particularmente de su densidad y elasticidad, características que influyen directamente en la calidad de la imagen obtenida mediante ultrasonido (Gadsden, 2021). En este contexto, el concepto de impedancia acústica resulta fundamental, ya que representa la resistencia que una onda ultrasónica encuentra al atravesar un tejido determinado. Las diferencias de impedancia entre distintos tejidos generan la reflexión de las ondas, fenómeno esencial para la formación de la imagen ecográfica. Por otra parte, parte de la energía del ultrasonido puede ser absorbida por los tejidos, lo que puede ocasionar incremento de la temperatura local, aspecto que adquiere especial relevancia en aplicaciones de ultrasonido focalizado (McCune et al., 2023).

El sistema de ultrasonido utilizado en anestesia regional está compuesto por diversos elementos cuya correcta configuración es necesaria para obtener imágenes claras y útiles durante la realización de bloqueos nerviosos. Entre estos componentes, el transductor desempeña un papel central. En anestesia regional se utilizan con mayor frecuencia transductores lineales de alta frecuencia para la realización de bloqueos nerviosos superficiales, mientras que los transductores curvilíneos de menor frecuencia se emplean para la visualización de estructuras más profundas. La selección del transductor influye tanto en la resolución de la imagen como en la profundidad de penetración del ultrasonido (Aravind et al., 2023).

Además del transductor, los equipos de ultrasonido disponen de múltiples configuraciones que permiten optimizar la calidad de la imagen. Entre los parámetros ajustables se incluyen la profundidad, la ganancia y el enfoque, los cuales pueden modificarse para mejorar la visualización de las estructuras anatómicas durante el procedimiento. Una adecuada configuración del equipo resulta fundamental para lograr una representación precisa de la anatomía relevante (Przkora et al., 2021). En este sentido, el ajuste de la profundidad determina el campo de visualización de la imagen, la ganancia regula el brillo general de la imagen ecográfica y el enfoque permite mejorar la resolución en niveles específicos de profundidad. Estos parámetros son esenciales para diferenciar los distintos tipos de tejido y facilitar la identificación de los nervios objetivo durante los bloqueos regionales (Harutyunyan et al., 2024).

La interpretación de las imágenes ecográficas también depende de la comprensión de la ecogenicidad de las diferentes estructuras anatómicas. En ultrasonido, los nervios periféricos suelen visualizarse como estructuras hipoecoicas, es decir, relativamente oscuras, que presentan un patrón característico similar a un panal de abejas. La identificación correcta de estas estructuras resulta fundamental para la realización exitosa de bloqueos nerviosos (Bowness, Varsou, Turbitt, & Laurent, 2021). Asimismo, otras estructuras anatómicas presentan apariencias ecográficas distintivas. Los músculos se observan generalmente como estructuras estriadas, las fascias se identifican como líneas hiperecogénicas brillantes y los vasos sanguíneos se visualizan como estructuras anecoicas con forma circular. El reconocimiento de estos patrones facilita la navegación dentro de la imagen ecográfica y contribuye a reducir el riesgo de complicaciones durante el procedimiento (Zevallos et al., 2023).

Durante la realización de bloqueos nerviosos guiados por ultrasonido es fundamental identificar las estructuras críticas adyacentes, como vasos sanguíneos y órganos cercanos, con el fin de evitar lesiones inadvertidas. La correcta identificación de estas estructuras permite aumentar la seguridad del procedimiento y optimizar los resultados clínicos. En este contexto, el desarrollo de tecnologías avanzadas, como los sistemas de ultrasonido asistidos por inteligencia artificial, ha demostrado potencial para mejorar la identificación de estructuras anatómicas relevantes durante los procedimientos guiados por imagen (Bowness, Varsou, Turbitt, & Laurent, 2021).

Anatomía ecográfica de los principales plexos nerviosos:

El plexo braquial constituye uno de los objetivos más frecuentes de los bloqueos nerviosos periféricos en anestesia regional, especialmente en el contexto de procedimientos quirúrgicos que involucran la extremidad superior. Entre las diferentes técnicas disponibles, el abordaje interescalénico es uno de los más utilizados para cirugías del hombro y del brazo superior. Este bloqueo se realiza mediante la identificación de las raíces nerviosas del plexo braquial localizadas entre los músculos escaleno anterior y escaleno medio. El abordaje guiado por ultrasonido mediante técnica in-plane permite la visualización completa del trayecto de la aguja, lo que contribuye a reducir el riesgo de lesión nerviosa. Por otra parte, la técnica out-of-plane busca evitar lesiones de las agujas en los nervios localizados dentro del músculo escaleno medio (Owen et al., 2025). En este contexto, un estudio aleatorizado que comparó los abordajes intraplexo y extraplexo demostró que el método intraplexo se asocia con un inicio más rápido del bloqueo motor; sin embargo, también mostró una mayor incidencia de parestesias

transitorias, lo que sugiere que el abordaje extraplexo podría ser más adecuado para minimizar complicaciones (Harbell et al., 2021).

Otro abordaje ampliamente utilizado es el bloqueo supraclavicular, el cual se dirige al plexo braquial a nivel de los troncos nerviosos y permite proporcionar anestesia para toda la extremidad superior. Dentro de las variaciones técnicas descritas, el abordaje intertruncal ha sido comparado con el abordaje clásico, mostrando que, aunque no presenta inferioridad en términos de eficacia, se asocia con un mayor tiempo de realización del procedimiento y con una mayor incidencia de paresia hemidiafragmática (Wang et al., 2025).

El abordaje infraclavicular se enfoca en los cordones del plexo braquial y se utiliza principalmente para procedimientos quirúrgicos del brazo y la mano. Esta técnica proporciona un bloqueo confiable y presenta un menor riesgo de compromiso del nervio frénico en comparación con el abordaje interescalénico, lo que constituye una ventaja clínica importante en determinados pacientes. Por su parte, el abordaje axilar se realiza a nivel de las ramas terminales del plexo braquial y resulta especialmente útil para procedimientos quirúrgicos del antebrazo y la mano. Además, esta técnica presenta una menor probabilidad de afectar el nervio frénico, lo que la convierte en una opción más segura en pacientes con compromiso respiratorio (Pacella et al., 2025).

En cuanto al plexo lumbar, uno de los bloqueos más utilizados es el bloqueo del nervio femoral, empleado principalmente en cirugías que involucran el muslo anterior y la rodilla. Este procedimiento se realiza mediante la localización del nervio femoral por debajo del ligamento inguinal y proporciona analgesia efectiva con una baja incidencia de complicaciones. El bloqueo del nervio obturador se realiza con menor frecuencia, pero resulta útil en intervenciones que afectan la región medial del muslo. Su realización requiere una guía ecográfica precisa con el fin de evitar estructuras vasculares cercanas. Asimismo, el bloqueo del nervio cutáneo femoral lateral se utiliza para proporcionar analgesia en la cara lateral del muslo y suele emplearse en combinación con otros bloqueos con el objetivo de lograr una cobertura anestésica más completa de la extremidad inferior (Wong et al., 2025).

Por otro lado, el plexo sacro también constituye un objetivo relevante dentro de la anestesia regional. El bloqueo del nervio ciático permite proporcionar anestesia para la región posterior del muslo, la pierna y el pie. Este bloqueo puede realizarse en diferentes niveles anatómicos, incluyendo la fosa poplíteica cuando se trata de procedimientos distales. En este sentido, los bloqueos poplíteicos se dirigen al nervio ciático a nivel de la fosa poplíteica y son particularmente útiles para cirugías del pie y del tobillo. Esta técnica proporciona analgesia efectiva y se asocia con un menor riesgo de bloqueo motor. Los bloqueos distales del tobillo se enfocan en nervios individuales a nivel de esta región anatómica, permitiendo proporcionar anestesia localizada para procedimientos quirúrgicos del pie. Con frecuencia, estos bloqueos se utilizan en combinación con otras técnicas para lograr una cobertura anestésica más completa (Wong et al., 2025).

Aplicaciones clínicas en anestesia moderna

La preparación del paciente y las consideraciones previas al procedimiento representan un componente fundamental para la realización segura y eficaz de bloqueos periféricos guiados por ultrasonido. La selección adecuada del paciente constituye uno de los primeros pasos en este proceso. Factores como la anatomía individual del paciente, sus antecedentes médicos y las necesidades clínicas específicas deben evaluarse cuidadosamente con el fin de determinar la idoneidad del procedimiento y optimizar los resultados del bloqueo guiado por ultrasonido (Aravind et al., 2023; Giardina et al., 2022).

Dentro de este proceso preparatorio, la obtención del consentimiento informado es un aspecto esencial. Es necesario que los pacientes comprendan claramente el procedimiento al que serán

sometidos, incluyendo sus beneficios potenciales, los riesgos asociados y las alternativas disponibles. Este proceso contribuye a alinear las expectativas del paciente con los resultados esperados del procedimiento y favorece una mejor cooperación durante su realización. Asimismo, la preparación de un campo estéril resulta indispensable para reducir el riesgo de infecciones relacionadas con el procedimiento. Esta preparación incluye el uso de campos estériles, guantes estériles y cubiertas estériles para el transductor de ultrasonido, además de asegurar que todo el equipo utilizado haya sido adecuadamente esterilizado antes del inicio del procedimiento (Yoshida & Kakinouchi, 2023).

En relación con la técnica de inserción de la aguja, existen diferentes estrategias utilizadas durante los bloqueos guiados por ultrasonido. Una de las más empleadas es la técnica in-plane, la cual consiste en introducir la aguja de forma paralela al transductor de ultrasonido. Esta técnica permite visualizar de manera continua tanto el trayecto de la aguja como su punta, lo que favorece una mayor precisión durante el procedimiento y contribuye a disminuir el riesgo de lesión nerviosa (Owen et al., 2025; Kumar, 2023). Otra técnica utilizada es el abordaje out-of-plane, en el cual la aguja se introduce de forma perpendicular al transductor de ultrasonido. Aunque este método permite una menor visualización del trayecto completo de la aguja, puede resultar ventajoso en determinadas situaciones anatómicas en las que el espacio disponible es limitado (Owen et al., 2025).

Cada una de estas técnicas presenta ventajas y limitaciones específicas. La técnica in-plane ofrece una mejor visualización de la aguja, lo que contribuye a reducir el riesgo de complicaciones durante el procedimiento. Sin embargo, su realización puede requerir mayor espacio para la manipulación de la aguja y puede resultar más desafiante en ciertas regiones anatómicas. Por su parte, la técnica out-of-plane puede resultar útil en espacios anatómicos confinados, aunque la visualización limitada de la aguja puede incrementar el riesgo de complicaciones si no se ejecuta con la debida precaución (Kumar, 2023). Otro aspecto relevante durante la realización de bloqueos periféricos guiados por ultrasonido es la adecuada distribución del anestésico local. La utilización del ultrasonido permite visualizar en tiempo real la dispersión del anestésico alrededor del nervio objetivo, lo que facilita confirmar que la distribución del fármaco sea adecuada y contribuye a mejorar la eficacia del bloqueo. El volumen de anestésico requerido puede variar según el tipo específico de bloqueo que se esté realizando, por lo que la determinación precisa de la cantidad administrada resulta fundamental para evitar complicaciones, incluyendo la toxicidad sistémica por anestésicos locales (Elsharkawy et al., 2023; Harbell et al., 2021).

La inyección intravascular accidental representa uno de los riesgos potenciales asociados a estos procedimientos. Para reducir esta posibilidad, se utilizan estrategias como la aspiración antes de la inyección y la confirmación ecográfica de la correcta posición de la aguja antes de administrar el anestésico local. Estas medidas contribuyen a mejorar la seguridad del procedimiento y a disminuir la probabilidad de eventos adversos relacionados con la técnica (Elsharkawy et al., 2023).

Ventajas clínicas del ultrasonido en anestesia regional

El uso del ultrasonido en anestesia regional ha permitido mejorar significativamente la precisión en la localización de los nervios durante la realización de bloqueos periféricos. Esta tecnología proporciona una visualización continua tanto de los nervios como de las estructuras anatómicas circundantes, lo que facilita una localización más precisa y permite una administración dirigida del anestésico local (Suissa et al., 2024). Gracias a esta capacidad de visualización en tiempo real, se reduce la probabilidad de no alcanzar el nervio objetivo, lo cual resulta especialmente beneficioso en regiones anatómicas complejas o en situaciones donde la localización de los nervios puede presentar variaciones anatómicas (Harutyunyan et al., 2024).

Otra ventaja relevante asociada al uso del ultrasonido es la posibilidad de reducir el volumen de anestésico necesario para lograr un bloqueo eficaz. La visualización directa de la dispersión del

anestésico alrededor del nervio permite optimizar la distribución del fármaco, lo que contribuye a un uso más eficiente del anestésico local (Suissa et al., 2024). Diversos estudios han demostrado que la guía ecográfica favorece una distribución más adecuada de los agentes anestésicos, lo que mejora la calidad del bloqueo utilizando menores cantidades de medicamento (Nag et al., 2023).

Asimismo, la guía por ultrasonido contribuye a disminuir la incidencia de complicaciones vasculares y neurológicas asociadas a estos procedimientos. La posibilidad de visualizar estructuras anatómicas críticas durante la inserción de la aguja permite al operador evitar vasos sanguíneos y estructuras nerviosas sensibles, reduciendo así el riesgo de punción vascular accidental y de lesión nerviosa (Harutyunyan et al., 2024). En comparación con las técnicas tradicionales basadas en referencias anatómicas, el uso del ultrasonido se ha asociado con una menor tasa de complicaciones, debido a que proporciona una visualización clara del trayecto de la aguja y de los tejidos circundantes durante todo el procedimiento (Liao et al., 2021).

El empleo del ultrasonido también ha demostrado mejorar la tasa global de éxito de los bloqueos nerviosos periféricos. La capacidad de visualizar con precisión las estructuras nerviosas permite dirigir de manera más exacta la aguja hacia el objetivo anatómico, lo que incrementa la probabilidad de lograr un bloqueo efectivo (Suissa et al., 2024). Diversos estudios han demostrado que los bloqueos guiados por ultrasonido se asocian con un inicio sensitivo más rápido y con una mayor tasa de éxito en comparación con las técnicas basadas exclusivamente en la estimulación nerviosa (Harutyunyan et al., 2024).

Complicaciones y consideraciones de seguridad

La toxicidad sistémica por anestésicos locales constituye una complicación poco frecuente pero potencialmente grave asociada a los bloqueos nerviosos periféricos. Este evento adverso, conocido como toxicidad sistémica por anestésicos locales, puede ocurrir dependiendo del tipo de anestésico utilizado, de la dosis administrada y del sitio de inyección. El uso del ultrasonido ha demostrado contribuir a disminuir el riesgo de esta complicación, ya que permite una colocación más precisa del anestésico alrededor del nervio objetivo, lo que facilita la utilización de menores dosis y reduce la probabilidad de inyección intravascular accidental (Macfarlane et al., 2021).

Otra complicación potencial asociada a los bloqueos nerviosos regionales es la lesión nerviosa. Aunque este tipo de lesión es poco común, puede presentarse como consecuencia de diferentes factores, entre los que se incluyen la inyección intrafascicular, la administración del anestésico a alta presión o la presencia de condiciones neurológicas preexistentes en el paciente. La utilización del ultrasonido, en combinación con monitores de presión de inyección y estimuladores nerviosos, puede contribuir a prevenir este tipo de lesión al permitir una colocación más precisa de la aguja y evitar presiones excesivas durante la administración del anestésico (Bais et al., 2024).

Las complicaciones vasculares también pueden presentarse durante la realización de bloqueos guiados por ultrasonido. Las lesiones vasculares pueden provocar la formación de hematomas, aunque su incidencia es relativamente baja. En un estudio sobre bloqueos de la vaina del recto abdominal, se observó que las lesiones vasculares ocurrieron en aproximadamente el 0.2% de los casos y todas se asociaron con la formación de hematomas (Kwon et al., 2023). A pesar de este riesgo, la guía ecográfica ha demostrado reducir significativamente la probabilidad de complicaciones vasculares al permitir la visualización en tiempo real de los vasos sanguíneos y evitar su punción accidental durante la inserción de la aguja (Foerschner et al., 2022).

Las infecciones relacionadas con el procedimiento representan otra posible complicación, aunque su incidencia es baja en los bloqueos nerviosos guiados por ultrasonido. La adherencia estricta a las técnicas de asepsia y a una adecuada desinfección de la piel es fundamental para minimizar este

riesgo. Asimismo, el uso del ultrasonido puede contribuir indirectamente a reducir la incidencia de infecciones al disminuir el número de intentos de inserción de la aguja y facilitar una colocación más precisa durante el procedimiento (Diwan et al., 2025).

Diversas estrategias pueden emplearse para prevenir complicaciones asociadas a los bloqueos nerviosos periféricos. Entre ellas, el uso de ultrasonido constituye una de las herramientas más importantes, ya que mejora la precisión en la colocación de la aguja y reduce el riesgo de lesiones vasculares y nerviosas durante el procedimiento (Gadsden, 2021; Foerschner et al., 2022). Además, la formación y la experiencia del operador desempeñan un papel fundamental en la seguridad de estas técnicas. Se ha observado que la mayoría de las complicaciones ocurren cuando los procedimientos son realizados por operadores con menor experiencia, lo que resalta la importancia de una adecuada capacitación y supervisión clínica (Goldsmith et al., 2024). Finalmente, en pacientes con trastornos de la coagulación, se ha sugerido el uso de plasma fresco congelado perineural como una posible estrategia para reducir las complicaciones hemorrágicas, aunque esta propuesta aún requiere mayor validación mediante estudios adicionales (Diwan et al., 2025).

Innovaciones tecnológicas y tendencias emergentes

El desarrollo de dispositivos portátiles de ultrasonido ha facilitado de manera significativa la realización de anestesia regional en diversos entornos clínicos. Estos equipos permiten a los profesionales realizar bloqueos nerviosos periféricos en escenarios donde previamente el acceso a tecnología de imagen era limitado, incluyendo entornos remotos o con recursos restringidos. A pesar de su tamaño reducido, estos dispositivos ofrecen capacidades de imagen comparables a las de los equipos tradicionales, al tiempo que proporcionan mayor movilidad y facilidad de uso para el operador (Harutyunyan et al., 2024). En particular, los dispositivos compactos han demostrado ser especialmente útiles en contextos de emergencia y trauma, donde la localización rápida y precisa de los nervios resulta fundamental para el manejo del dolor y la realización de procedimientos anestésicos oportunos (Bowness et al., 2024).

En paralelo con estos avances tecnológicos, la integración de inteligencia artificial en la anestesia regional guiada por ultrasonido ha mostrado un potencial considerable para mejorar la identificación de estructuras anatómicas. Algunos sistemas, como ScanNav Anatomy Peripheral Nerve Block, utilizan algoritmos de inteligencia artificial para superponer estructuras anatómicas codificadas por colores sobre las imágenes ecográficas, lo que facilita la identificación de referencias anatómicas relevantes durante el procedimiento. Esta tecnología puede asistir tanto a operadores experimentados como a profesionales con menor experiencia en la colocación precisa de la aguja (Bowness, Varsou, Turbitt, & Laurent, 2021). Asimismo, se ha observado que la inteligencia artificial puede mejorar el desempeño de operadores no expertos, aumentando la precisión en la obtención de las vistas ecográficas necesarias y en la identificación de estructuras sonoanatómicas, lo que podría ampliar el acceso a las técnicas de anestesia regional en diferentes entornos clínicos. No obstante, a pesar de estos avances, persiste variabilidad en el desempeño de los sistemas basados en inteligencia artificial cuando se comparan con la evaluación realizada por expertos humanos, particularmente en la identificación de ciertas estructuras como los nervios, lo que indica la necesidad de continuar perfeccionando y estandarizando estos modelos tecnológicos (Bowness, Varsou, Turbitt, & Laurent, 2021).

Además de la inteligencia artificial, se están explorando nuevas técnicas destinadas a mejorar la visualización de las estructuras nerviosas durante los procedimientos guiados por ultrasonido. Entre estas innovaciones se incluyen métodos de imagen con contraste y el uso de tecnologías de realidad virtual, los cuales buscan mejorar la claridad y el nivel de detalle de las imágenes ecográficas. Estas herramientas tienen el potencial de transformar la manera en que los profesionales visualizan e interactúan con las estructuras anatómicas durante los procedimientos anestésicos (Harutyunyan et al., 2024). En este contexto, la estimulación nerviosa periférica también ha experimentado una

evolución en su papel dentro de la anestesia regional. Actualmente, su uso se considera principalmente complementario a la guía ecográfica, contribuyendo a evitar el contacto directo con los nervios y facilitando el proceso de enseñanza para profesionales en formación (Gadsden, 2021).

La formación mediante simulación se ha convertido en un componente esencial en la enseñanza de la anestesia regional guiada por ultrasonido. Este enfoque educativo proporciona un entorno controlado en el que los profesionales pueden desarrollar y perfeccionar sus habilidades técnicas sin exponer a los pacientes a riesgos innecesarios. Los programas de entrenamiento basados en simulación suelen incluir la participación de instructores expertos, la práctica repetitiva de las técnicas y la incorporación de diversas estrategias pedagógicas, elementos que han demostrado mejorar de manera significativa los resultados educativos en la formación de los profesionales. Sin embargo, a pesar de los avances en este ámbito, aún se requiere mayor investigación para determinar cuáles son las características óptimas del diseño instruccional que permitan traducir estos beneficios educativos en mejoras concretas en la práctica clínica y en los resultados para los pacientes (Sekhavati et al., 2025).

CONCLUSIÓN

Los bloqueos periféricos guiados por ultrasonido han transformado la práctica de la anestesia regional al permitir una visualización directa de las estructuras nerviosas y de la anatomía circundante, lo que mejora la precisión en la localización de los nervios, incrementa la tasa de éxito de los bloqueos y reduce la incidencia de complicaciones asociadas a las técnicas tradicionales basadas únicamente en referencias anatómicas o neuroestimulación.

La integración del ultrasonido en la anestesia regional ha optimizado la seguridad y la eficacia de los procedimientos al facilitar una administración más precisa del anestésico local, reducir el volumen requerido de fármacos y permitir la identificación en tiempo real de estructuras críticas, contribuyendo así a disminuir el riesgo de lesiones nerviosas, complicaciones vasculares y toxicidad sistémica.

Los avances tecnológicos recientes, incluyendo el desarrollo de dispositivos portátiles de ultrasonido, la incorporación de inteligencia artificial y la implementación de programas de entrenamiento basados en simulación, están ampliando el acceso y las capacidades de la anestesia regional guiada por ultrasonido, aunque aún se requiere investigación adicional para optimizar estas herramientas y consolidar su impacto en la práctica clínica y en los resultados para los pacientes.

REFERENCIAS

Aravind, P., Tiongco, R. F. P., McNichols, C. H., & Williams, E. H. (2023). Ultrasound as a useful tool for a peripheral nerve surgeon: Examples in clinical practice. *Journal of Reconstructive Microsurgery*, 39(6), 405–412. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1759526>

Bais, K., Guirguis, F., & Guirguis, M. (2024). Nerve injury following regional nerve block: A literature review of its etiologies, risk factors, and prevention. *Current Pain and Headache Reports*, 28(9), 863–868. <https://doi.org/10.1007/s11916-024-01268-w>

Boselli, E., Hopkins, P., Lamperti, M., Estèbe, J. P., Fuzier, R., Biasucci, D. G., Disma, N., Pittiruti, M., Traškaitė, V., Macas, A., Breschan, C., Vailati, D., & Subert, M. (2021). European Society of Anaesthesiology and Intensive Care guidelines on peri-operative use of ultrasound for regional anaesthesia (PERSEUS regional anaesthesia): Peripheral nerves blocks and neuraxial anaesthesia. *European Journal of Anaesthesiology*, 38(3), 219–250. <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000001383>

Bowness, J. S., James, K., Yarlett, L., Htyn, M., Fisher, E., Cassidy, S., Morecroft, M., Rees, T., Noble, J. A., & Higham, H. (2024). AI-assisted ultrasound-guided regional anaesthesia for trauma patients: A service evaluation. *British Journal of Anaesthesia*, 132(5), 1173–1175. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2023.08.004>

Bowness, J., Varsou, O., Turbitt, L., & Laurent, D. B. (2021). Identifying anatomical structures on ultrasound: Assistive artificial intelligence in ultrasound-guided regional anaesthesia. *Clinical Anatomy*, 34(5), 802–809. <https://doi.org/10.1002/ca.23742>

Diwan, S., Areti, A., Gawai, N., & Sancheti, P. (2025). Perineural fresh frozen plasma with local anaesthetics in coagulopathic patients undergoing peripheral nerve blocks: A clinical case series. *Indian Journal of Anaesthesia*, 69(10), 1073–1077. https://doi.org/10.4103/ija.ija_476_25

Elsharkawy, H., Pearson, J., Yang, K., Nuzov, N., Szabo, E., Howe, A., Liu, D., Ludwig, K., Abd-Elsayed, A., Soin, A., Franke, M., Shoffstall, A., & Nieuwoudt, S. (2023). Techniques and considerations for ultrasound guided placement of an injectable peripheral nerve stimulator. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, 26(4), S85. <https://doi.org/10.1016/j.neurom.2023.04.148>

Foerschner, L., Erhard, N., Dorfmeister, S., Telishevska, M., Kottmaier, M., Bourier, F., Lengauer, S., Lennerz, C., Bahlke, F., Krafft, H., Englert, F., Popa, M., Kolb, C., Hessling, G., Deisenhofer, I., & Reents, T. (2022). Ultrasound-guided access reduces vascular complications in patients undergoing catheter ablation for cardiac arrhythmias. *Journal of Clinical Medicine*, 11(22), Article 6766. <https://doi.org/10.3390/jcm11226766>

Fukui, S., Rokutanda, R., Kawaai, S., Suda, M., Iwata, F., Okada, M., & Kishimoto, M. (2023). Current evidence and practical knowledge for ultrasound-guided procedures in rheumatology: Joint aspiration, injection, and other applications. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 37(1), Article 101832. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2023.101832>

Gadsden, J. C. (2021). The role of peripheral nerve stimulation in the era of ultrasound-guided regional anaesthesia. *Anaesthesia*, 76(S1), 65–73. <https://doi.org/10.1111/anae.15257>

Giardina, M., Barillà, D., Crimi, C., Arone, A., Benedetto, F., Lucanto, C., Natoli, R., Messina, R., David, A., Noto, A., & Lanciotti, L. (2022). Ultrasound-guided placement of long peripheral cannula in children with cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonology*, 57(9), 2060–2066. <https://doi.org/10.1002/ppul.25978>

Goldsmith, A., Driver, L., Duggan, N. M., Riscinti, M., Martin, D., Heffler, M., Shokoohi, H., Dreyfuss, A., Sell, J., Brown, C., Fung, C., Perice, L., Bennett, D., Truong, N., Jafry, S. Z., Macias, M., Brown, J., & Nagdev, A. (2024). Complication rates after ultrasonography-guided nerve blocks performed in the emergency department. *JAMA Network Open*, 7(11), Article e2444742. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.44742>

Harbell, M. W., Kolodzie, K., Behrends, M., Ma, C. B., Kinjo, S., Yap, E., Braehler, M. R., & Aleshi, P. (2021). Extraplexus versus intraplexus ultrasound-guided interscalene brachial plexus block for ambulatory arthroscopic shoulder surgery: A randomized controlled trial. *PLOS ONE*, 16(2), Article e0246792. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246792>

Harutyunyan, R., Jeffries, S. D., Morse, J., & Hemmerling, T. M. (2024). Beyond the echo: The evolution and revolution of ultrasound in anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*, 138(2), 369–375. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000006834>

Kumar, P. (2023). Ultrasound-guided subclavian vein cannulation using open door technique: A technical report. *Indian Journal of Anaesthesia*, 67(12), 1133–1134. https://doi.org/10.4103/ija.ija_774_23

Kwon, H. J., Kim, Y. J., Kim, Y., Kim, S., Cho, H., Lee, J. H., Kim, D. H., & Jeong, S. M. (2023). Complications and technical consideration of ultrasound-guided rectus sheath blocks: A retrospective analysis of 4033 patients. *Anesthesia & Analgesia*, 136(2), 365–372. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000006282>

Liao, S. W., Su, F. W., Ting, C. K., Yang, C. F., Yang, C. W., Tsou, M. Y., & Chiang, H. (2021). Intercostal nerve block using an innovative intraneedle ultrasound transducer: A proof-of-concept study. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 47(7), 1881–1892. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2021.03.001>

Macfarlane, A. J. R., Gitman, M., Bornstein, K. J., El-Boghdadly, K., & Weinberg, G. (2021). Updates in our understanding of local anaesthetic systemic toxicity: A narrative review. *Anaesthesia*, 76(S1), 27–39. <https://doi.org/10.1111/anae.15282>

McCune, E. P., Lee, S. A., & Konofagou, E. E. (2023). Interdependence of tissue temperature, cavitation, and displacement imaging during focused ultrasound nerve sonication. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 70(7), 600–612. <https://doi.org/10.1109/tuffc.2023.3280455>

McKeeman, J., Smith, B., Malige, A., Bates, R., Pellegrino, A. N., & Lachman, J. (2025). Efficacy of liposomal bupivacaine in ultrasound-guided peripheral nerve blocks for postoperative pain management in foot and ankle surgery. *Foot & Ankle International*, 46(10), 1147–1155. <https://doi.org/10.1177/10711007251359634>

Nag, K., Ravishankar, M., Parthasarathy, S., & Thomas, T. M. (2023). Quantitative assessment of ultrasound-guided sciatic nerve block: A comparison of a single-point versus two-point injection technique: A randomised controlled, double-blinded trial. *Indian Journal of Anaesthesia*, 67(9), 802–808. https://doi.org/10.4103/ija.ija_140_23

Owen, R. L., VanderWielen, B. A., Amundson, A. W., & Johnson, R. L. (2025). Tale of two approaches to ultrasound-guided interscalene brachial plexus block: A pro-con. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1136/rapm-2025-106624>

Pacella, G., Natella, R., Bruno, F., Bruno, M., Franco, D., Romano, D. G., & Zappia, M. (2025). Brachial plexopathies: A comprehensive radiologic method integrating ultrasound and MRI. *Journal of Clinical Medicine*, 14(17), Article 6311. <https://doi.org/10.3390/jcm14176311>

Przkora, R., Mora, J., Balduyeu, P., Meroney, M., Vasilopoulos, T., & Solanki, D. (2021). Ultrasound-guided regional anesthesia using a head-mounted video display: A randomized clinical study. *Pain Medicine*, 22(3), 589–594. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33400431/>

Sekhavati, P., Wild, T., Martinez, I. D. P. C., Dion, P. M., Woo, M., Ramlogan, R., Boet, S., Shorr, R., & Gu, Y. (2025). Instructional design features in ultrasound-guided regional anaesthesia simulation-based training: A systematic review. *Anaesthesia*, 80(5), 572–581. <https://doi.org/10.1111/anae.16527>

Suissa, N., Jeffries, S. D., Ramirez-GarciaLuna, J. L., Song, K., Harutyunyan, R., Morse, J., & Hemmerling, T. M. (2024). Quantifying ultrasound medical image segmentation for peripheral nerve blocks: A comparison of expert evaluations. *British Journal of Anaesthesia*, 132(2), 428–430. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2023.11.026>

Wang, Z., Guo, J., Xie, H., Sun, G., Guan, J., Yao, W., & Luo, Q. (2025). Intertruncal versus classical approach to supraclavicular brachial plexus block on sensory-motor blockade for upper extremity surgery: A randomized controlled non-inferiority trial. *Korean Journal of Anesthesiology*, 78(4), 321–330. <https://doi.org/10.4097/kja.24526>

Wong, Z. Y., Yar, S., Faderani, R., Kanapathy, M., & Mosahebi, A. (2025). Applications of ultra-high-frequency ultrasound in peripheral nerve imaging: A systematic review. *British Journal of Surgery*, 112. <https://doi.org/10.1093/bjs/znaf128.584>

Yaccarino, V., Jin, M. Y., Abd-Elseyed, A., Kraemer, J. M., & Sehgal, N. (2022). Peripheral nerve stimulation in painful conditions of the upper extremity: An overview. *Biomedicines*, 10(11), Article 2776. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10112776>

Yoshida, K., & Kakinouchi, K. (2023). Does a single ultrasound-guided peripheral nerve block always require a full aseptic technique? *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, 49(10), 775. <https://doi.org/10.1136/rapm-2023-104931>

Zevallos, E., LaRavia, L., Palasz, D., Sparks, S., Bruss, B., Ballard, J., Kuchinski, A., & Schoenmann, N. (2023). Ultrasound-guided nerve block compared to traditional pain control modalities in the emergency room: A systematic review. *Annals of Emergency Medicine*, 82(4), S12. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2023.08.049>

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 