

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ



PROGRAMA DE DOCTORADO EN BIOINGENIERÍA

TESIS DOCTORAL

**SONOANATOMÍA DE LOS NERVIOS
MEDIANO Y CUBITAL EN EL ANTEBRAZO.
LOCALIZACIÓN ECOGRÁFICA
DEL MEJOR PUNTO DE PUNCIÓN.**

JORGE HERNANDO SÁEZ

Director de la tesis: EDUARDO FERNÁNDEZ JOVER

Octubre de 2020

La tesis doctoral titulada “**Sonoanatomía de los nervios mediano y cubital en el antebrazo. Localización ecográfica del mejor punto de punción**”, realizada por mí, D. Jorge Hernando Sáez, bajo la dirección del Dr. Eduardo Fernández Jover, se presenta con los siguientes indicios de calidad según el campo 4 de Ciencias Biomédicas:

- Hernando Sáez J, Tejada Ortega S, Carrió Font M, Embid Román C, Fernández Jover E. *Artroplastia trapecio-metacarpiana. ¿Qué bloqueo de plexo braquial debemos realizar?* En: J. De Andrés (editor). Puesta al día en Anestesia Regional y Tratamiento del Dolor, Vol XX. ISSN 1578-5580. Barcelona. MRA Editorial; 2017. p. 208- 211.
- Such L, Hernando Sáez J, Manresa F, Fernández Jover E. *Recuerdo anatómico y anestesia regional en cirugía de miembro superior.* En: J. De Andrés (editor). Puesta al día en Anestesia Regional y Tratamiento del Dolor Vol XXIII. ISSN 1578-5580. Barcelona. Editorial MRA; 2020. p. 925- 934.



El abajo firmante Eduardo Fernández Jover, Catedrático de Biología Celular y Director del Grupo de Neuroingeniería Biomédica de la Universidad Miguel Hernández de Elche,

INFORMA:

Que la memoria presentada para optar al grado de Doctor por la Universidad Miguel Hernández de Elche por D. Jorge Hernando Sáez, con DNI 48345432F, titulada **“Sonoanatomía de los nervios mediano y cubital en el antebrazo. Localización ecográfica del mejor punto de punción”**, ha sido realizada bajo su dirección.

Que ha revisado los contenidos científicos y los aspectos formales del trabajo y da su conformidad para su presentación a la Comisión de Doctorado de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Y para que así conste, y a los efectos oportunos, firma el presente documento en Elche a 22 de octubre de 2020.

Fdo. Eduardo Fernández Jover



Piedad N. De Aza Moya, Coordinadora del Programa de Doctorado en Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández de Elche por Resolución Rectoral 3210/10, de 09 de diciembre de 2019,

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada “**Sonoanatomía de los nervios mediano y cubital en el antebrazo. Localización ecográfica del mejor punto de punción**”, ha sido realizada por D. Jorge Hernando Sáez, con DNI 48345432F, bajo la dirección del Profesor Eduardo Fernández Jover, y da su conformidad para que sea presentada a la Comisión de Doctorado de la Universidad Miguel Hernández.

Para que así conste, y a los efectos oportunos, firma el presente Certificado en Elche a 22 de octubre de 2020.

Prof. Dr. Piedad N. De Aza Moya
Coordinador del Programa de Doctorado en Bioingeniería

ÍNDICE

RESUMEN	13
SUMMARY	15
PREÁMBULO Y ORGANIZACIÓN GENERAL DE LA TESIS	17
1 INTRODUCCIÓN	23
1.1 El plexo braquial	25
1.1.1 Anatomía del plexo braquial en la práctica clínica	26
1.1.1.1 Región supraclavicular	26
1.1.1.2 Región infraclavicular	27
1.1.1.3 Región axilar y antebrazo	28
1.1.2 Anatomía topográfica	31
1.1.2.1 Región anterior del antebrazo	33
1.1.2.2 Paquetes vaculonerviosos	35
1.1.3 Inervación de la mano y dedos	38
1.2 Descripción de las técnicas de localización de los nervios periféricos ...	40
1.2.1 Referencias anatómicas	40
1.2.2 Neuroestimulación y ultrasonidos	42
1.2.2.1 Neuroestimulación	42
1.2.2.2 Ultrasonidos	47
2 OBJETIVOS	55

3 MATERIAL Y MÉTODOS	59
3.1 Población	61
3.2 Material y métodos	61
3.3 Descripción del procedimiento	66
3.4 Análisis estadístico	69
4 RESULTADOS	71
5 DISCUSIÓN	93
5.1 Consideraciones generales	95
5.2 Aportación de la técnica descrita	98
5.3 Indicaciones de la técnica	99
5.4 Consideraciones anatómicas de relevancia	102
5.4.1 Descripción anatómica del nervio cubital	102
5.4.2 Anastomosis nerviosas	105
5.4.3 Comparación de nuestros resultados con los de otros autores	107
5.5 Consideraciones clínicas de relevancia	110
5.5.1 Duración de la cirugía y colocación del manguito de isquemia	110
5.5.2 Bloqueos proximales vs. bloqueos distales del plexo braquial	113
5.5.3 Tiempo de realización de la técnica	116
5.5.4 Importancia del bloqueo motor	118
5.5.5 Eficacia de los bloqueos distales del plexo braquial	122
5.6 Futuras líneas de investigación	125
6 CONCLUSIONES	127
7 BIBLIOGRAFÍA	131
ANEXO 1	147
ANEXO 2	155
AGRADECIMIENTOS	165

RESUMEN

La anestesia locorregional guiada por ecografía ha experimentado en las últimas décadas un importante auge para múltiples procedimientos anestésicos, principalmente en los orientados a cirugía sin ingreso. No obstante, las técnicas guiadas por ultrasonidos precisan una importante curva de aprendizaje, que dificulta su aplicación.

El principal objetivo de esta Tesis es desarrollar un nuevo protocolo para la localización de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo, basado tanto en el empleo de la ecografía como en referencias anatómicas sencillas. Hemos estudiado ecográficamente 162 antebrazos de pacientes y voluntarios sanos de diferentes edades, sexo, peso y altura. En base a estos análisis hemos desarrollado una nueva técnica que permite localizar ecográficamente los nervios mediano y cubital en un mismo plano, lo que posibilita rodearlos de anestésico local con una sola punción percutánea.

De toda la muestra analizada, el nuevo protocolo de localización de los nervios mediano y cubital fue empleado en 30 pacientes intervenidos de cirugía de la mano y dedos, obteniendo una eficacia anestésica del 100%. Nuestros resultados concluyen que la técnica propuesta resulta efectiva en todas las personas mayores de 18 años, independientemente de su edad, talla, peso y sexo.

SUMMARY

Regional anesthesia has significantly evolved over the last decades and it is now employed in many procedures, mainly same-day/outpatient surgery. A steep learning curve is, however, required for ultrasound-guided techniques, which hampers widespread application.

The main objective of this thesis is to develop a new protocol to localize the median and ulnar nerves at the forearm, based both on the use of simple anatomical landmarks as well as ultrasound. Based on our experience imaging with ultrasound 162 forearms of patients and healthy volunteers of different ages, sex, weight and height, we have developed a new technique that allows ultrasound to locate the median and ulnar nerves in the same plane, which makes it possible to surround both targets with local anesthetic with a single percutaneous puncture.

The proposed new protocol was used in 30 patients who underwent surgery of the hand and fingers; and we obtained an anesthetic efficacy of 100%. Our results suggest that the proposed technique is effective in adults, regardless of their age, height, weight and sex.

**PREÁMBULO Y
ORGANIZACIÓN
GENERAL DE LA TESIS**

PREÁMBULO Y ORGANIZACIÓN GENERAL DE LA TESIS

En las últimas décadas se ha producido un importante auge de la anestesia locorregional, especialidad de la anestesia que consiste en anestesiar exclusivamente una determinada zona del cuerpo, en gran parte por los importantes avances tecnológicos.

La anestesia regional presenta importantes ventajas, evidenciadas en múltiples estudios, entre las que destacan fundamentalmente una disminución tanto en el porcentaje de anestесias generales como en la morbilidad de los pacientes, y un descenso de la recurrencia de cáncer. Con el empleo de la anestesia locorregional se obtiene una reducción del consumo de opiáceos, evitando así los efectos secundarios derivados de estos fármacos, y consiguiendo una adecuada analgesia postoperatoria. Todas estas ventajas son de vital importancia en pacientes ancianos y pluripatológicos, y hacen que la anestesia regional sea una técnica idónea para cirugías sin ingreso, ya que el paciente presentará una recuperación más temprana con un óptimo manejo del dolor, favoreciendo así el alta hospitalaria^[1-13].

La notable evolución de la anestesia locorregional se ha basado fundamentalmente en el empleo de los ultrasonidos. El uso de la ecografía en la anestesia

regional favorece la eficacia y seguridad de la técnica ya que permite valorar en tiempo real la distribución del anestésico local alrededor del nervio minimizando el porcentaje de complicaciones (foto 1). Si el manejo de los ultrasonidos se une al conocimiento de la anatomía y al correcto uso de la neuroestimulación nos encontraremos ante el gold estándar de la anestesia regional.

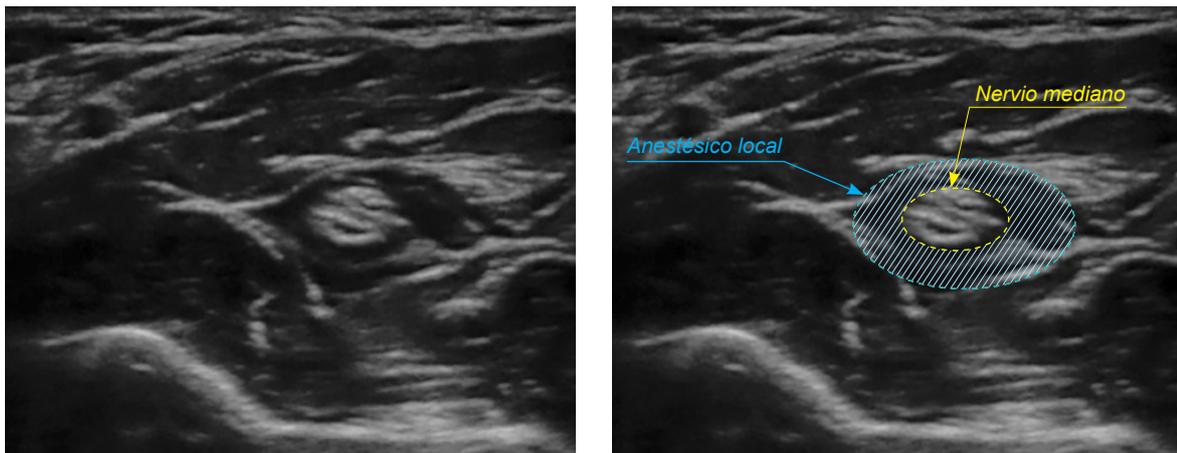


Foto 1 | Nervio mediano rodeado de anestésico local formando el denominado "Signo del Donut".

En los últimos años, se ha observado un crecimiento considerable del número y complejidad de las cirugías ambulatorias, por ello ha resultado fundamental encontrar las técnicas de anestesia locorregional más adecuadas que faciliten el alta precoz de los pacientes y que disminuyan los efectos secundarios junto con los reingresos hospitalarios. La cirugía de la mano y de los dedos es una de las más frecuentes hoy en día en el régimen de cirugía traumatológica sin ingreso hospitalario, y la técnica anestésica más indicada para que el paciente pueda ser intervenido y dado de alta a su domicilio tras la cirugía es la anestesia locorregional, concretamente el bloqueo de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo.

El problema que se plantea actualmente en la práctica clínica diaria es que la mayoría de los anestesiólogos no dominan las técnicas de anestesia locorregional a nivel del antebrazo, en primer lugar, porque no conocen de forma exhaustiva la anatomía y, en segundo lugar, porque no realizan de forma rutinaria técnicas de

anestesia regional guiadas por ultrasonidos y por consiguiente no dominan la ecografía, cuya curva de aprendizaje no resulta sencilla. Además, no existen estudios en el campo de la anestesia regional guiada por ultrasonidos que resuelvan dicho problema para el abordaje de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo. Los artículos más recientes sobre estas técnicas no describen anatómicamente la región del antebrazo, no determinan cómo localizar el punto de punción a nivel de la muñeca o antebrazo y no explican con exactitud cómo realizar la técnica guiada por ecografía [72,73,78]. Asimismo, tras revisar las principales páginas web docentes de anestesia locorregional, tanto internacionales, NYSORA (New York School of Regional Anesthesia, www.nysora.com), como nacionales, ARYDOL (Anestesia Regional y Dolor, www.arydol.com) observamos que ninguna de ellas aporta un punto exacto donde iniciar el estudio ultrasonográfico a nivel del antebrazo o muñeca, ni donde realizar la punción, ni especifican si es recomendable realizar el bloqueo de los nervios mediano y cubital mediante una sola punción o mediante dos punciones.

En la presente Memoria para optar al grado de Doctor, nos proponemos abordar y resolver este problema desarrollando un protocolo de localización y posterior bloqueo de los nervios mediano y cubital, a partir de una referencia anatómica sencilla a nivel del antebrazo. Mediante dicho protocolo, en el cual se conjugará anatomía y ecografía, se generará una técnica sencilla, rápida, efectiva y segura que pueda ser realizada por todos los anestesiólogos para cirugía de la mano y de los dedos, aunque no sean expertos en anestesia regional guiada por ultrasonidos. Además, uno de nuestros principales objetivos es que el bloqueo se lleve a cabo mediante una única punción realizada en plano, que permita rodear con anestésico local ambos nervios, de modo que la técnica resulte más confortable para el paciente.

De acuerdo con la normativa interna de la Universidad Miguel Hernández para la presentación de tesis doctorales y con el fin de poder describir mejor los estudios

que han sido llevados a cabo durante el desarrollo de esta Tesis Doctoral, hemos dividido la Memoria en cinco partes. En la introducción hemos descrito los aspectos más importantes de la anatomía del plexo braquial en relación con la anestesia lo-corregional y los principales abordajes y técnicas empleadas en la localización de nervios periféricos. A continuación, describimos los principales objetivos de nuestro trabajo atendiendo a su carácter específico y temporalidad. En la siguiente parte (Material y Métodos), presentamos la metodología que hemos desarrollado para la localización y posterior bloqueo de los nervios mediano y cubital. Posteriormente describimos los principales resultados obtenidos a lo largo de la investigación (Resultados) y la discusión de los mismos (Discusión). Por último, al final de la memoria se recogen las principales conclusiones extraídas de este trabajo de investigación.

1 INTRODUCCIÓN

1 | INTRODUCCIÓN

Este primer capítulo introductorio pretende situar el tema de esta tesis en el marco de las técnicas de anestesia locorregional. Para ello, describiremos el plexo braquial junto con los diferentes abordajes empleados en anestesia regional, y las principales técnicas utilizadas para la localización de los nervios periféricos, la neuroestimulación y los ultrasonidos.

1.1 | EL PLEXO BRAQUIAL

El plexo braquial proporciona la inervación sensitiva y motora a todo el miembro superior, excepto una determinada zona cutánea del hombro que depende del plexo cervical superficial, y la zona axilar dependiente de los ramos intercostales torácicos. El plexo braquial está formado por la unión de las ramas primarias anteriores de los cuatro últimos nervios espinales cervicales (C5-C8) y el primer nervio torácico (T1). Existen frecuentemente variaciones anatómicas, ya que puede recibir aportaciones del cuarto nervio cervical (C4) y del segundo nervio torácico (T2).

La constitución del plexo braquial presenta una gran variabilidad entre los pacientes e incluso puede ser asimétrica en un mismo individuo^[14,15]. Esta variabilidad anatómica del plexo braquial podemos objetivarla a lo largo de todo su recorrido, desde su origen en las raíces cervicales hasta los nervios periféricos del antebrazo. La variabilidad anatómica entre los distintos pacientes presenta gran importancia en el contexto de la anestesia locorregional, ya que puede desembocar en un fracaso de la técnica, con la aparición de dolor tanto en el intra como en el postoperatorio quirúrgico, lo cual es una de las principales preocupaciones de los anestesiólogos.

En el 70 % de los casos el plexo braquial se origina en C5 y se fusiona con C6 cerca del borde medial del músculo escaleno medio para formar el tronco primario superior. La raíz C7 se mantiene independiente, constituyendo en sí misma el tronco primario medio y la unión de C8 con T1 formará el tronco primario inferior. Posteriormente los troncos darán lugar a los fascículos a nivel infraclavicular, los cuales a nivel de la axila se dividirán en los nervios distales del plexo braquial que continuarán su trayecto hasta la zona del antebrazo y muñeca que posteriormente será descrita (foto 1.1).

1.1.1 | Anatomía del plexo braquial en la práctica clínica

Relacionando la anatomía con la práctica anestésica, podemos dividir anatómicamente el plexo braquial en tres regiones dependiendo del abordaje/técnica de anestesia locorregional que se realice: interescalénico/supraclavicular (se abordan raíces y troncos), infraclavicular (se abordan fascículos) y axilar/antebrazo (se abordan nervios periféricos).

1.1.1.1 | Región supraclavicular: comprende el recorrido del plexo braquial desde la salida de las raíces cervicales por los agujeros de conjun-

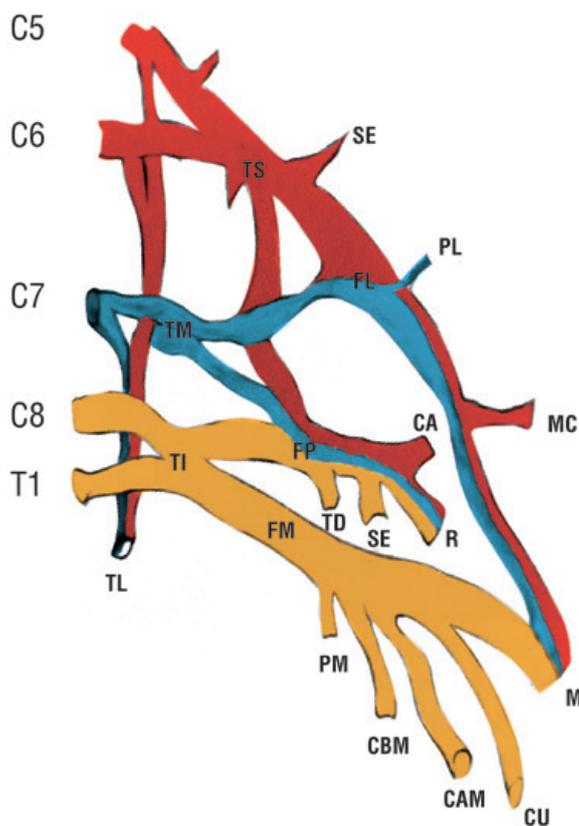


Foto 1.1 | Plexo braquial. Raíces, troncos, fascículos y nervios. *TS, tronco superior; TM, tronco medio; TI, tronco inferior; FL, fascículo lateral; FP, fascículo posterior; FM, fascículo medial; CA, axilar; CAM, cutáneo antebraquial medial; CBM, cutáneo braquial medial; M, mediano; MC, musculocutáneo; PL, pectoral lateral; PM, pectoral medial; R, radial; SE, supraescapular; TD, toracodorsal; TL, torácico largo; CU, cubital.*

ción, discurriendo entre los músculos escaleno anterior y escaleno medio hasta la región clavicular. A nivel cervical, espacio interesca-lénico^[16-19], depositaremos el anestésico local alrededor de las raíces C5, C6 y C7, técnica indicada para la cirugía de hombro; en el caso de la región supraclavicular^[20-24], depositaremos el anestésico local alrededor de los troncos superior, medio e inferior, técnica indicada para la cirugía de hombro y de todo el miembro superior (brazo, codo, antebrazo y mano) (foto 1.2).

1.1.1.2 | Región infraclavicular: esta región con forma piramidal se sitúa entre la clavícula y el borde lateral del pectoral mayor. En este abordaje del plexo braquial rodearemos de anestésico local los fascículos: me-dial, lateral y posterior^[25-31], fundamentalmente para cirugía de todo el miembro superior (brazo, codo, antebrazo y mano).

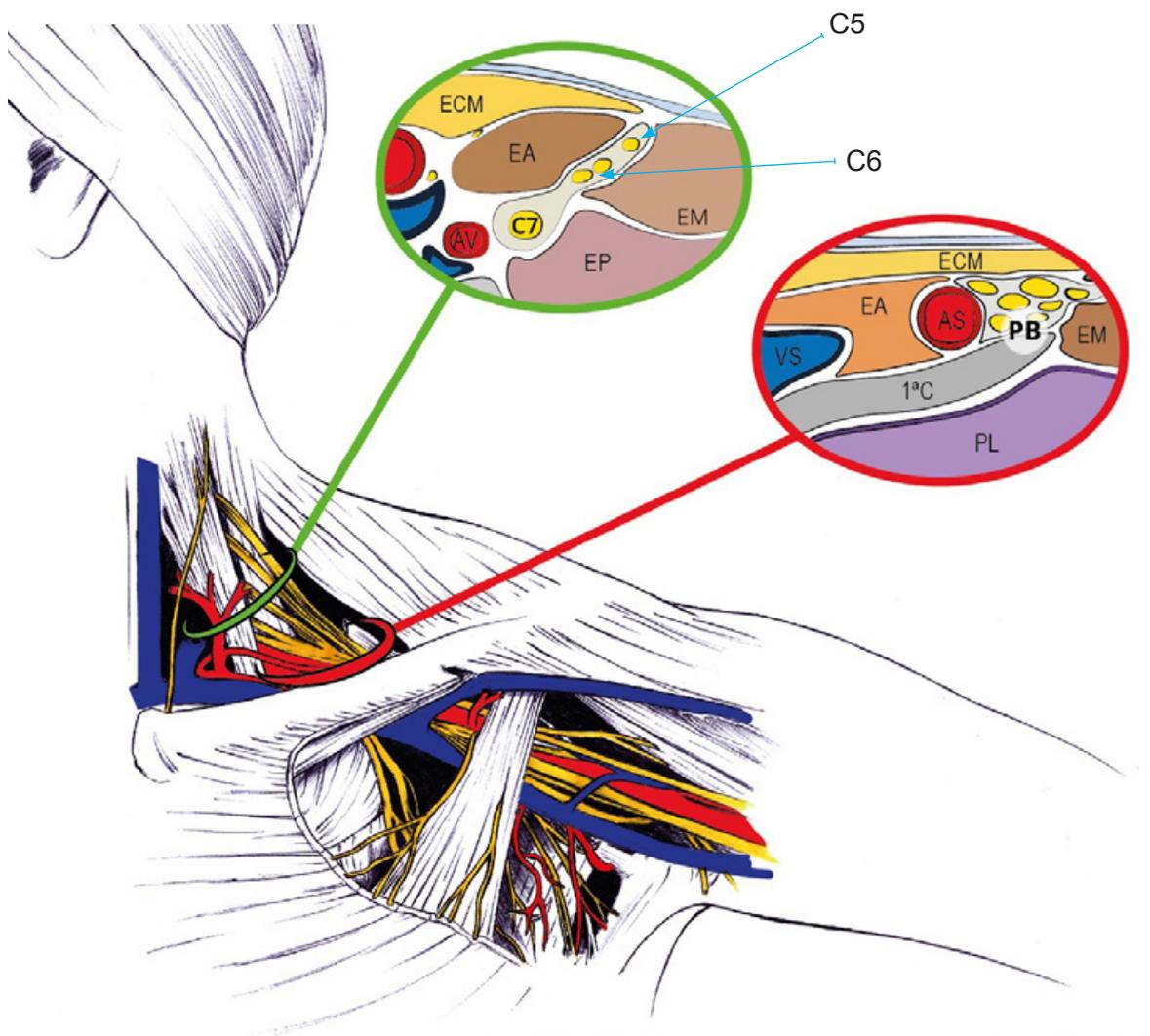


Foto 1.2 | Trayecto a nivel supraclavicular del plexo braquial. **ECM**, músculo esternocleidomastoideo; **EA**, escaleno anterior; **EM**, escaleno medio; **EP**, escaleno posterior; **C5**, raíz de C5; **C6**, raíz de C6; **C7**, raíz de C7; **AV**, arteria vertebral; **AS**, arteria subclavia; **VS**, vena subclavia; **1ª C**, primera costilla; **PL**, pleura; **PB**, plexo braquial.

1.1.1.3 | Región axilar y antebrazo: a este nivel el plexo braquial ya está dividido en nervios periféricos. La zona de la axila corresponde a la región braquial anterior proximal delimitada por los músculos pectoral mayor, bíceps y coracobraquial, tríceps, dorsal ancho y redondo mayor. Rodearemos de anestésico local los nervios terminales del plexo braquial a nivel de la axila^[32-35]: nervio radial, mediano, cubital y musculocutáneo para cirugías de antebrazo y mano. Estos nervios periféricos distales también pueden ser localizados y rodeados

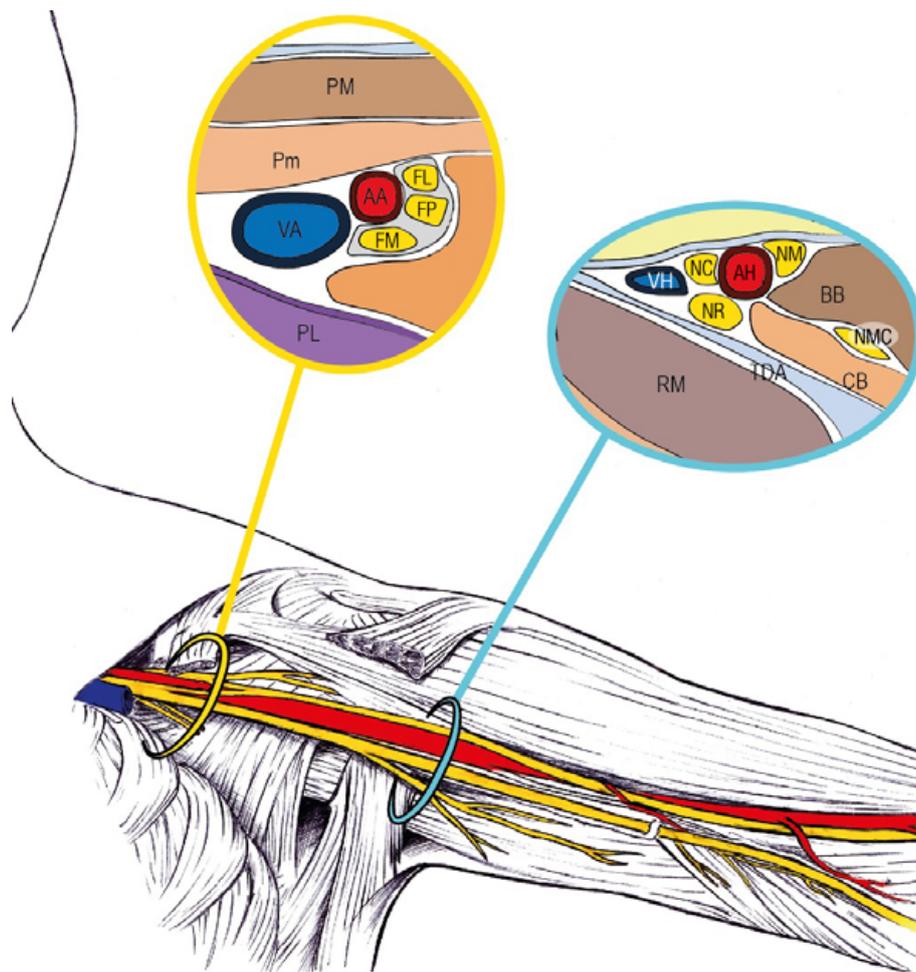


Foto 1.3 | Trayecto a nivel infraclavicular y axilar del plexo braquial. **AA**, arteria axilar; **AH**, arteria humeral; **BB**, músculo bíceps braquial; **CB**, músculo coracobraquial; **FL**, fascículo lateral; **FM**, fascículo medial; **FP**, fascículo posterior; **NC**, nervio cubital; **NM**, nervio mediano; **NR**, nervio radial; **PL**, pleura; **Pm**, músculo pectoral menor; **PM**, músculo pectoral mayor; **RM**, músculo redondo mayor; **TDA**, tendón del músculo dorsal ancho; **VA**, vena axilar; **VH**, vena humeral.

de anestésico local a nivel del codo y del antebrazo^[36]. Esta técnica anestésica se realiza principalmente para la cirugía de la mano y de los dedos (foto 1.3).

Es importante destacar la idea anatómica de que el plexo braquial se asemeja a un reloj de arena. En su origen (raíces) presenta el mayor diámetro de todo su recorrido craneocaudal, al aproximarse a la clavícula todos sus componentes se aproximan (troncos) y a atravesar la clavícula y llegar a la axila, el plexo braquial se vuelve a abrir dando origen a los ramos terminales (foto 1.4).

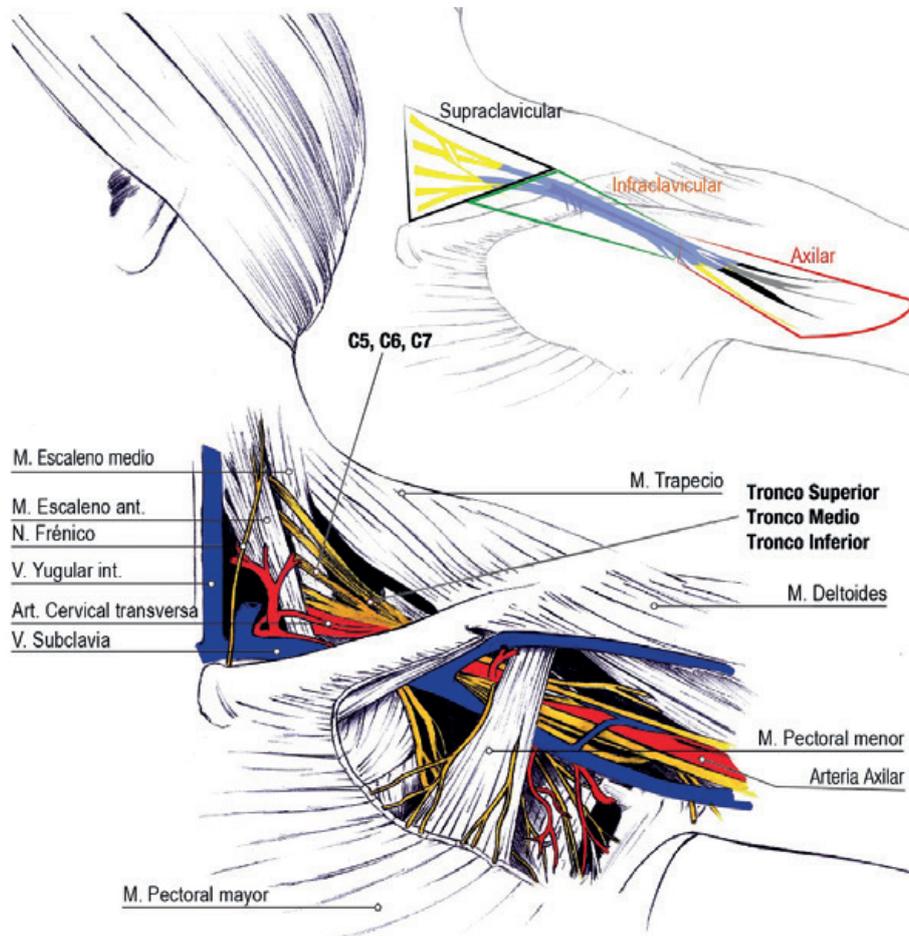


Foto 1.4 | Esquema anatómico del plexo braquial, imagen en reloj de arena. Trayecto supraclavicular, infraclavicular y axilar.

Resulta de gran importancia saber que cuanto más proximal realicemos el bloqueo, mayor probabilidad de producir neuropatías de gravedad^[37-45]. Junto con el fracaso de la técnica anestésica, la aparición de complicaciones como las neuropatías es la otra gran preocupación de los anestesiólogos a la hora de realizar una técnica de anestesia locorregional. La mayor parte de las neuropatías secundarias a los bloqueos nerviosos periféricos, son producidas por inyección intraneural de anestésico local, lo cual generará una neuropatía secundaria a isquemia por compresión y aumento de presión intraneural. Obviamente la repercusión no será la misma si el daño se genera al lesionar el plexo braquial a nivel del tronco inferior

supraclavicular donde se pueden lesionar varios nervios (nervio mediano, nervio cubital, nervio cutáneo braquial medial, etc.) o a nivel del nervio cubital en el antebrazo, donde únicamente se lesionaría este nervio. Por lo tanto, todo anestesiólogo debería dominar las técnicas de bloqueos anestésicos de los nervios distales del plexo braquial a nivel del antebrazo pues consisten en técnicas muy seguras y a la vez efectivas para la cirugía de las manos y los dedos. Estas técnicas de anestesia locorregional de los nervios distales del plexo braquial (mediano y cubital) a nivel del antebrazo serán descritas más adelante.

Para la correcta realización de las diferentes técnicas de anestesia locorregional, es decir, para conseguir una técnica efectiva y exenta de complicaciones, los anestesiólogos deben contar con dos herramientas fundamentales, por una parte, resulta imprescindible tener un exhaustivo conocimiento de la anatomía de la región en la que vamos a trabajar, no solo de los nervios que vamos a rodear con anestésico local sino de las estructuras anatómicas que los acompañan. La segunda herramienta, será dominar las dos técnicas de las que disponen los anestesiólogos en la actualidad para la localización de las raíces, troncos, fascículos y nervios periféricos del plexo braquial: la neuroestimulación y la ecografía. Estas dos técnicas de localización serán descritas a lo largo de la tesis.

1.1.2 | Anatomía topográfica

Es de capital importancia el conocimiento de la anatomía topográfica del antebrazo para el bloqueo de los nervios distales del plexo braquial (mediano y cubital)^[46,47]. Como se explicará en profundidad a continuación, la ecografía es la técnica gold estándar en el momento actual para los anestesiólogos a la hora de localizar los nervios periféricos y estudiar su relación con las diferentes estructuras anatómicas, asimismo el conocimiento de la anatomía topográfica

resultará fundamental para la comprensión de la imagen obtenida por medio de los ultrasonidos.

Mediante ecografía a nivel del antebrazo se genera una imagen secundaria a un corte axial donde no sólo se observan los nervios mediano y cubital, sino donde también podemos estudiar su relación con las distintas estructuras adyacentes del antebrazo, estructuras vasculares, óseas, musculares y tendinosas, al igual que en la anatomía topográfica.

Se puede delimitar el antebrazo de forma sencilla por dos líneas circulares: una superior o proximal, dos traveses de dedo por debajo del pliegue del codo (según los libros de anatomía clásicos) o a efectos prácticos en la flexura del codo y otra inferior que pasa por la cabeza del cúbito o bien por la línea de flexura de la muñeca, referencia anatómica de importancia en nuestra exposición (foto 1.5).

A su vez, el antebrazo podemos dividirlo en una región anterior y otra posterior. Describiremos la región anterior del antebrazo, sobre la que se trabajará en esta tesis doctoral. Los límites de la región posterior del antebrazo serán los



Foto 1.5 | Límites del antebrazo. A nivel proximal, la línea de flexura del codo y a nivel distal, la línea de flexura de la muñeca.

límites superior e inferior descritos anteriormente, y el borde posterior del radio y del cúbito, a nivel lateral y medial respectivamente

1.1.2.1 | Región anterior del antebrazo

Se encuentra constituida por tres planos: un plano superficial, la aponeurosis y los planos subaponeuróticos por debajo de ella. Cada uno de estos planos contienen los siguientes elementos:

El *plano superficial del antebrazo*, donde se encuentra el tejido celular subcutáneo, contiene en su espesor las venas cefálica y basílica del antebrazo, y las ramas terminales del nervio antebraquial cutáneo medial y del nervio antebraquial cutáneo lateral (rama cutánea del nervio musculocutáneo).

El *plano aponeurótico*, se encuentra a continuación y en profundidad respecto al plano anterior. A nivel del antebrazo la aponeurosis muscular emite dos expansiones que se dirigen al cúbito y al radio, y separan la región antebraquial en anterior y posterior.

Los *planos subaponeuróticos*, zona más importante donde se desarrollará esta tesis, están formados por numerosas capas de músculos entre los que caminan vasos y nervios (foto 1.6).

1. En un primer plano, se encuentran los siguientes músculos: braquiorradial, pronador redondo, flexor radial del carpo, palmar largo y flexor cubital del carpo. En el espacio que separa el músculo braquiorradial del flexor radial del carpo se halla la arteria radial.
2. En un segundo plano, se localizan el músculo extensor radial largo del carpo a nivel lateral y el flexor superficial de los dedos a nivel medial. La

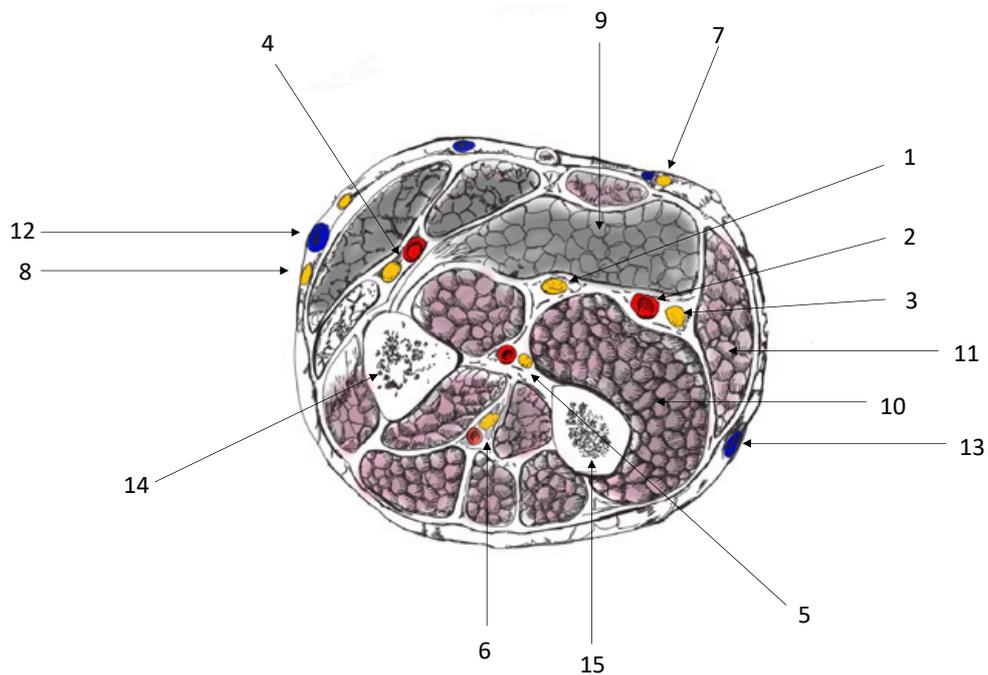


Foto 1.6 | Sección transversal a nivel del tercio medio del antebrazo. 1, Nervio mediano; 2, Nervio cubital; 3, Arteria cubital; 4, Arteria radial y ramo superficial del nervio radial; 5, Arteria y nervio interóseos anteriores; 6, Arteria y nervio interóseos posteriores; 7, Nervio antebraquial cutáneo medial; 8, Nervio antebraquial cutáneo lateral; 9, Músculo flexor superficial de los dedos; 10, Músculo flexor profundo de los dedos; 11, Músculo flexor cubital del carpo; 12, Vena cefálica del antebrazo; 13, Vena basilica del antebrazo; 14, Radio; 15, Cúbito.

vaina aponeurótica del flexor superficial de los dedos forma en la cara profunda del músculo una lámina, más fina en la zona superficial y más gruesa en profundidad, que resultará de gran importancia en esta tesis y en la práctica clínica diaria, ya que esta lámina se deslizará por detrás del nervio mediano, englobándolo. De este modo el nervio mediano quedará incluido en la vaina del músculo flexor superficial de los dedos. En cambio, el paquete vasculonervioso cubital se encontrará detrás de esta lámina. Esta consideración anatómica tendrá grandes implicaciones prácticas a la hora de realizar el bloqueo del nervio mediano guiado por ultrasonidos. Al realizar el bloqueo del nervio mediano se debe atravesar esta lámina aponeurótica del músculo flexor superficial de los dedos con la aguja para que el anestésico local difunda alrededor del nervio.

3. El tercer plano comprende los siguientes músculos: extensor radial corto del carpo, flexor largo del pulgar y flexor profundo de los dedos. El cuarto plano está formado por la parte inferior del supinador y la parte superior del pronador cuadrado.

Es importante destacar que con excepción del supinador y del pronador cuadrado, todos los músculos que se han nombrado están formados por un vientre muscular en su parte proximal y una zona tendinosa en su parte más distal a nivel de la flexura de la muñeca. De este modo, los vasos y nervios se encontrarán en la zona del antebrazo más próxima a la muñeca en los espacios comprendidos entre los tendones. Este hecho anatómico presenta una gran repercusión ecográfica, ya que, si se intentan localizar los nervios mediano y cubital mediante ecografía a nivel de la unión del tercio distal del antebrazo con la muñeca o bien cerca de la línea de la flexura de la muñeca, se podrán confundir estas estructuras nerviosas con los tendones de los músculos antes descritos ya que presentarán una imagen ecográfica muy similar (fotos 1.7 y 1.8).

A lo largo de esta tesis se defenderá la localización y bloqueo anestésico de los nervios mediano y cubital en la zona de unión del tercio proximal y medio del antebrazo.

1.1.2.2 | Paquetes vasculonerviosos

Por último, se describirán los distintos vasos y nervios de esta región, en concreto distinguiremos cuatro paquetes vasculonerviosos: el cubital constituido por nervio y arteria cubital; el mediano constituido por el nervio mediano y su arteria satélite; el radial constituido por la arteria radial y la rama anterior

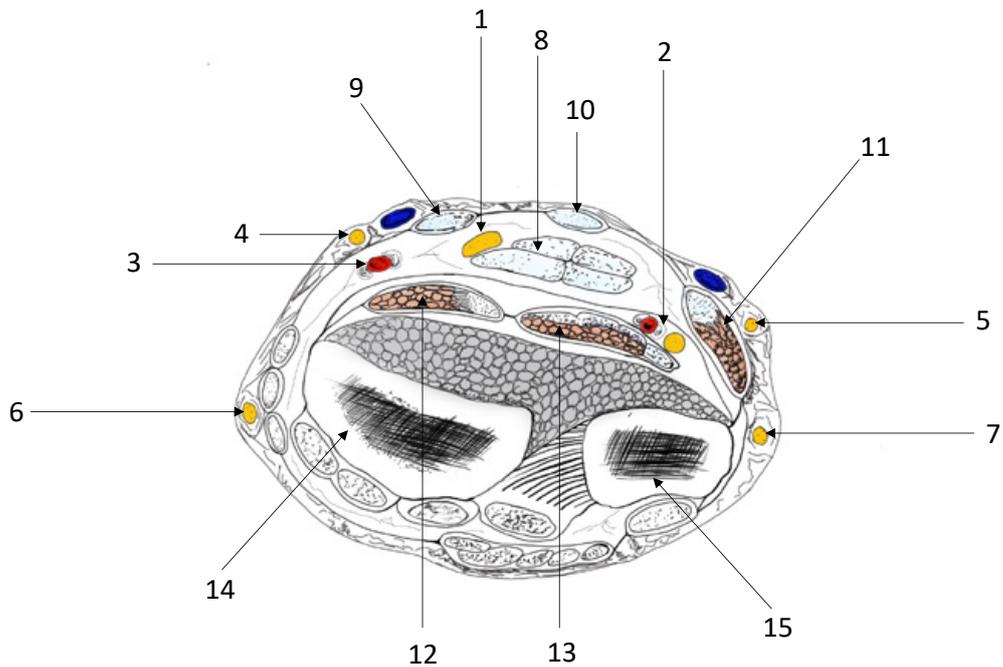


Foto 1.7 | Transversal a nivel del tercio distal del antebrazo. 1, Nervio mediano; 2, Arteria y nervio cubital; 3, Arteria radial; 4, Nervio antebraquial cutáneo lateral; 5, Nervio antebraquial cutáneo medial; 6, Ramo superficial del nervio radial; 7, Ramo dorsal del nervio cubital. 8, Tendones del músculo flexor superficial de los dedos; 9, Tendón del músculo flexor radial del carpo; 10, Tendón del músculo palmar largo; 11, Músculo flexor cubital del carpo y su tendón; 12, Músculo flexor largo del pulgar y su tendón; 13, Músculo flexor profundo de los dedos y sus tendones; 14, Radio; 15, Cúbito.

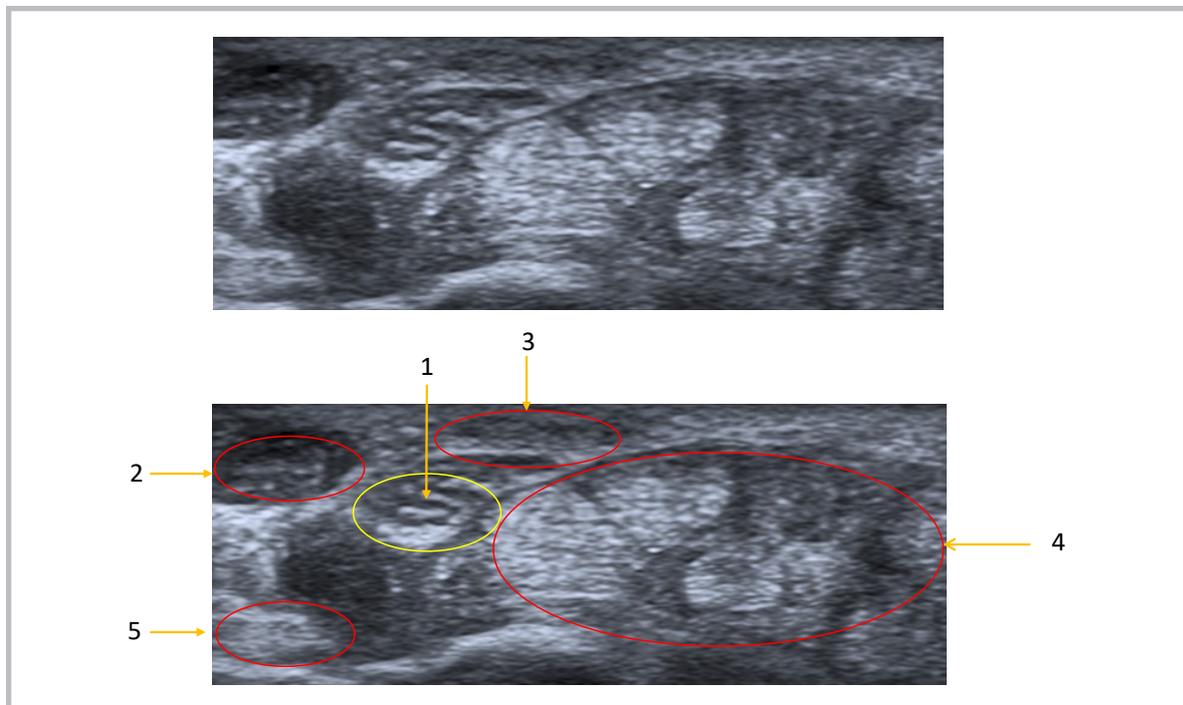


Foto 1.8 | Ecografía del nervio mediano a nivel del tercio distal del antebrazo, donde podemos confundir el nervio con los tendones de los diferentes músculos. 1, Nervio mediano; 2, Tendón del músculo flexor radial del carpo; 3, Tendón del músculo palmar largo. 4, Tendones del músculo flexor superficial de los dedos. 5, Tendón del músculo flexor largo del primer dedo.

sensitiva del nervio radial y el interóseo, formado por el nervio y la arteria interóseos anteriores (foto 1.9).

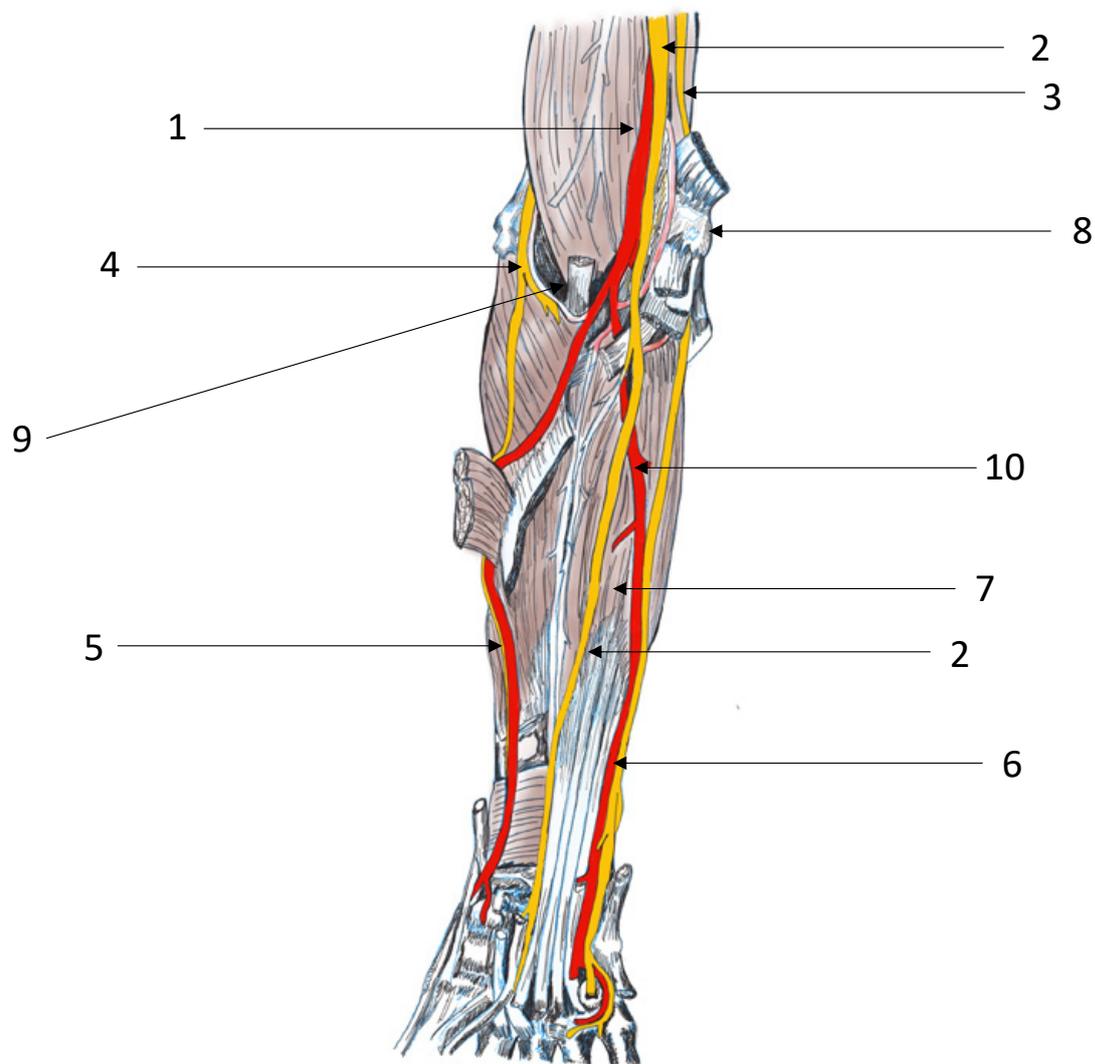


Foto 1.9 | Nervios y arterias del antebrazo. 1, Arteria braquial; 2, Nervio mediano; 3, Nervio cubital; 4, Nervio radial; 5, Arteria radial y ramo superficial del nervio radial; 6, Arteria y nervio cubital; 7, Músculo flexor profundo de los dedos; 8, Epicóndilo medial del húmero; 9, Tendón del músculo bíceps braquial; 10, Arteria cubital.

Los paquetes vasculonerviosos cubital y mediano son los que presentan mayor importancia en esta tesis, por lo que serán descritos a continuación.

- *Paquete vasculonervioso cubital*: la arteria cubital describe en el tercio proximal del antebrazo un trayecto oblicuo hacia distal, en este trayecto

cruza por detrás del nervio mediano. Posteriormente, la arteria discurre entre los músculos flexor superficial y flexor profundo de los dedos, y desciende verticalmente localizándose el nervio cubital siempre medial a ella. Desde el tercio medial del antebrazo hasta la línea de flexura de la muñeca, el paquete vasculonervioso cubital se encontrará cubierto por el músculo flexor cubital del carpo.

- *Paquete vasculonervioso mediano*: el nervio mediano sigue un trayecto vertical por detrás del músculo flexor superficial de los dedos, quedando rodeado el nervio por la hoja profunda de su vaina. En todo este trayecto el nervio mediano se localiza en el intersticio en relación con los músculos flexor profundo de los dedos y flexor largo del pulgar. Posteriormente al llegar a la muñeca el nervio mediano se colocará entre diferentes tendones de los músculos como los flexor radial del carpo y palmar largo.

1.1.3 | Inervación de la mano y dedos

Del mismo modo que resulta fundamental para los anestesiólogos tanto el conocimiento de la anatomía del plexo braquial, como de la región del antebrazo donde se realizarán los bloqueos de los nervios distales del plexo braquial tan útiles para la cirugía de la mano y dedos, es necesario dominar también la inervación de la mano y de los dedos, y sus distintos territorios sensitivos o dermatomas para poder determinar qué nervios deberán ser anestesiados en función de la zona donde se realice la cirugía (foto 1.10).

Desde el punto de vista docente se divide la mano en dos regiones: palma y dorso. En la palma de la mano, el nervio mediano inerva la palma de la mano

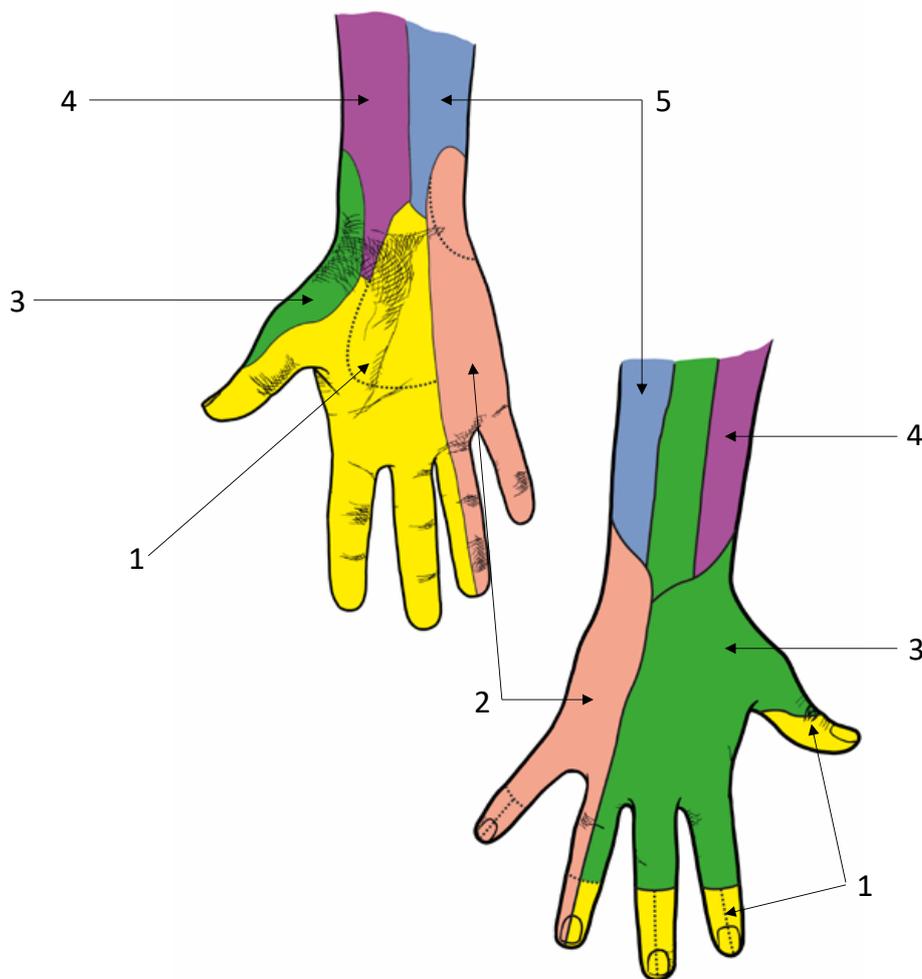


Foto 1.10 | Nervios cutáneos del carpo y mano (dorso y palma). 1, Nervio mediano; 2, Nervio cubital; 3, Nervio radial; 4, Nervio cutáneo antebrachial lateral; 5, Nervio cutáneo antebrachial medial.

desde el 1º dedo hasta la mitad radial del 4º. Desde la mitad restante del 4º dedo hasta el 5º dedo la inervación proviene del nervio cubital. Respecto al dorso de la mano, el nervio radial inerva el dorso de la mano desde el 1º dedo hasta la mitad del 4º, menos la última falange del 1º dedo y las dos últimas falanges de los dedos 2º, 3º y 4º, que las inerva el nervio mediano. Desde la mitad cubital del 4º dedo hasta el 5º inclusive la inervación del dorso de la mano depende del nervio cubital. Es importante destacar que a nivel de la muñeca y de la mano existen numerosas anastomosis entre las fibras de los distintos nervios, por lo que se debe conocer su existencia para realizar el bloqueo de los dos nervios implicados en la anastomosis y así conseguir el éxito de la técnica.

1.2 | DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE LOCALIZACIÓN DE LOS NERVIOS PERIFÉRICOS

El bloqueo de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo es realizado en la actualidad mediante la ayuda de las técnicas de neuroestimulación y ecografía, pero nunca se deben olvidar las bases anatómicas. Una vez conocida la anatomía seccional y topográfica del antebrazo se describirán las diferentes técnicas de localización nerviosa utilizadas en la actualidad dentro de la anestesia regional.

1.2.1 | Referencias anatómicas

Si se realiza una revisión histórica de la evolución de las técnicas de anestesia locorregional, inicialmente la técnica empleada para el bloqueo de los nervios distales del antebrazo se basaba únicamente en las referencias anatómicas^[48,49], técnica todavía empleada por distintos especialistas como traumatólogos, reumatólogos y dermatólogos entre otros, con el fin de depositar el anestésico local a nivel perineural. La anatomía es la base de la anestesia locorregional y aunque no es la técnica más segura, es interesante que los anestesiólogos conozcan cómo realizar un bloqueo de los nervios mediano y cubital mediante referencias anatómicas.

1. Infiltración perineural del nervio cubital mediante referencias anatómicas: tras localizar el músculo flexor cubital del carpo, se pedirá al paciente que realice flexión palmar de los dedos contra resistencia. A continuación, se realizará la infiltración de un elevado volumen de anestésico local debajo del músculo flexor cubital del carpo para bloquear el nervio cubital mediante la difusión de anestésico local, intentando no puncionar el paquete vásculo-nervioso ya que es una técnica a ciegas (foto 1.11).



Foto 1.11 | Bloqueo del nervio cubital mediante referencias anatómicas, realizado por traumatólogo.



Foto 1.12 | Bloqueo del nervio mediano mediante referencias anatómicas, realizado por traumatólogo.

2. Infiltración perineural del nervio mediano mediante referencias anatómicas:

Se solicitará al paciente, de igual modo, la flexión palmar de los dedos contra resistencia, localizando en este caso los tendones de los músculos flexor radial del carpo y palmar largo, a continuación, se realizará la infiltración de un elevado volumen de anestésico local entre ambos tendones intentando de este modo bañar con anestésico local el nervio mediano. En este caso es bastante habitual provocar parestesias en el paciente por punción directa del nervio mediano, el cual en esta localización anatómica se encuentra muy superficial (foto 1.12).

Estas técnicas a ciegas suelen provocar punción vascular accidental, parestesias por punción neural con el consiguiente riesgo de neuropatía, discomfort en el paciente que precisa sedación para su realización, así como menor efectividad en el resultado de la técnica, por lo que en la actualidad no deben ser practicadas por los anestesiólogos.

1.2.2 | Neuroestimulación y ultrasonidos

Las técnicas de bloqueo de los nervios distales del plexo braquial guiadas por neuroestimulación y por ultrasonidos dotarán a la anestesia locorregional de la seguridad y efectividad necesarias. Deberán ser dominadas por todos los anesthesiólogos ^[50-52].

A continuación, se procede a su descripción:

1.2.2.1 | Neuroestimulación.

La neuroestimulación como técnica de localización nerviosa^[53-60], consiste en la generación de una corriente eléctrica externa al nervio (mediante un neuroestimulador) que produce una despolarización de la membrana de la fibra nerviosa junto con un potencial de acción con la consiguiente contracción muscular como respuesta motora. De este modo cuando la aguja unida al neuroestimulador se acerca suficientemente al nervio mediano, la corriente eléctrica que recorre la aguja genera un potencial de acción en las fibras motoras provocando la siguiente contracción muscular: pronación del antebrazo, flexión del carpo con desviación radial, flexión de los dedos segundo y tercero y oposición del pulgar. De este modo se podrá confirmar que la estructura nerviosa a la que se acerca la aguja y alrededor de la cual se inyectará el anestésico local es el nervio mediano (foto 1.13).

Los distintos abordajes de los nervios mediano y cubital mediante la técnica de neuroestimulación se podrán realizar a nivel del codo o bien a nivel de la muñeca ^[61-65].

Abordajes mediante neuroestimulación a nivel del codo: las referencias anatómicas de superficie que deben tenerse en cuenta son la línea de fle-

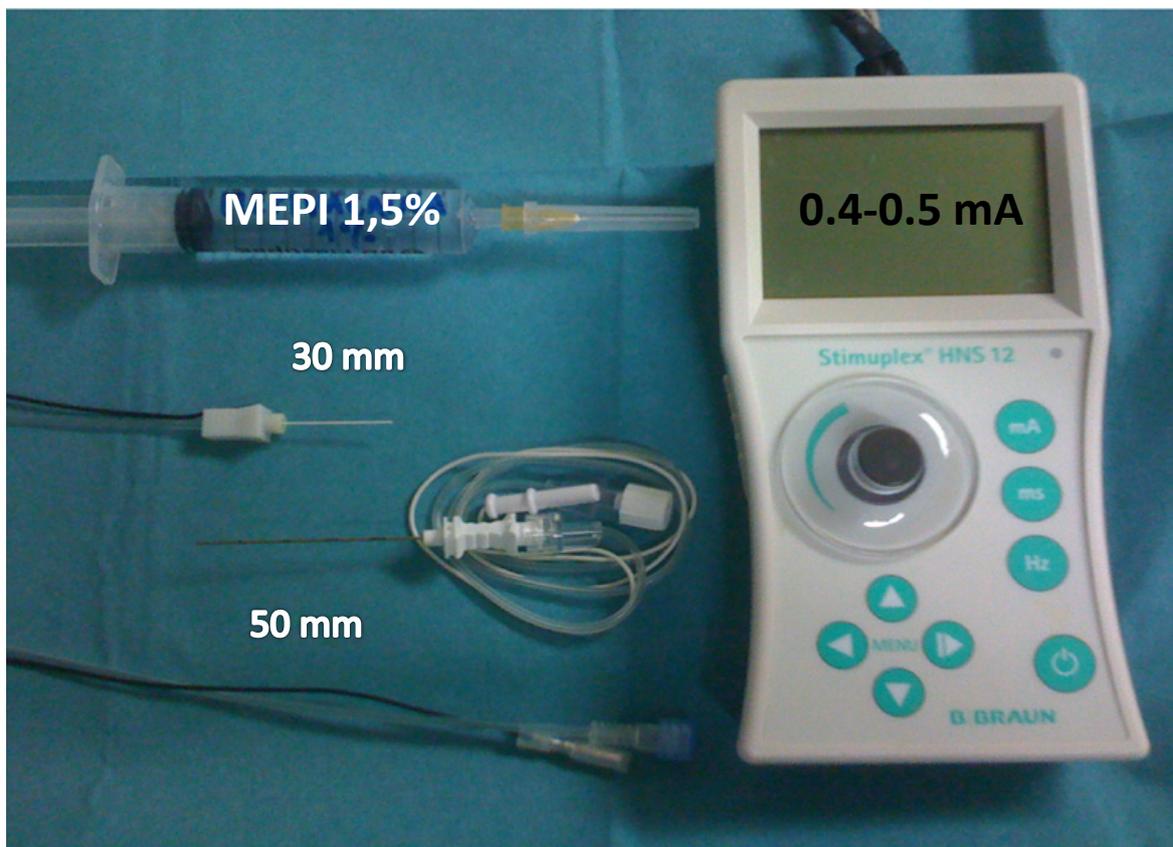


Foto 1.13 | Material empleado para realizar las técnicas de anestesia locorregional mediante neuroestimulación. Neuroestimulador y agujas estimulables para bloqueos nerviosos periféricos.

xión del codo, el tendón del bíceps y la arteria braquial. A este nivel se podrán bloquear los siguientes nervios:

- **Nervio mediano:** tomando como referencia la línea de flexión del codo, 1-2 cm distal a dicha línea se palparán el tendón del bíceps y la arteria braquial. Se colocará al paciente en decúbito supino con el brazo en abducción y en ligera rotación externa y se realizará la punción 1-2 centímetros medial a la arteria braquial, hasta obtener la respuesta motora correspondiente al nervio mediano (pronación del antebrazo, flexión del carpo con desviación radial, flexión de los dedos segundo y tercero y oposición del pulgar) (foto 1.14). Al utilizar únicamente la neuroestimulación junto con referencias anatómicas, pero sin ecografía, se corre el

encontrarán las siguientes respuestas motoras: (flexión del carpo con desviación cubital de la muñeca, flexión de los dedos 4º y 5º y adducción del pulgar (foto 1.15).

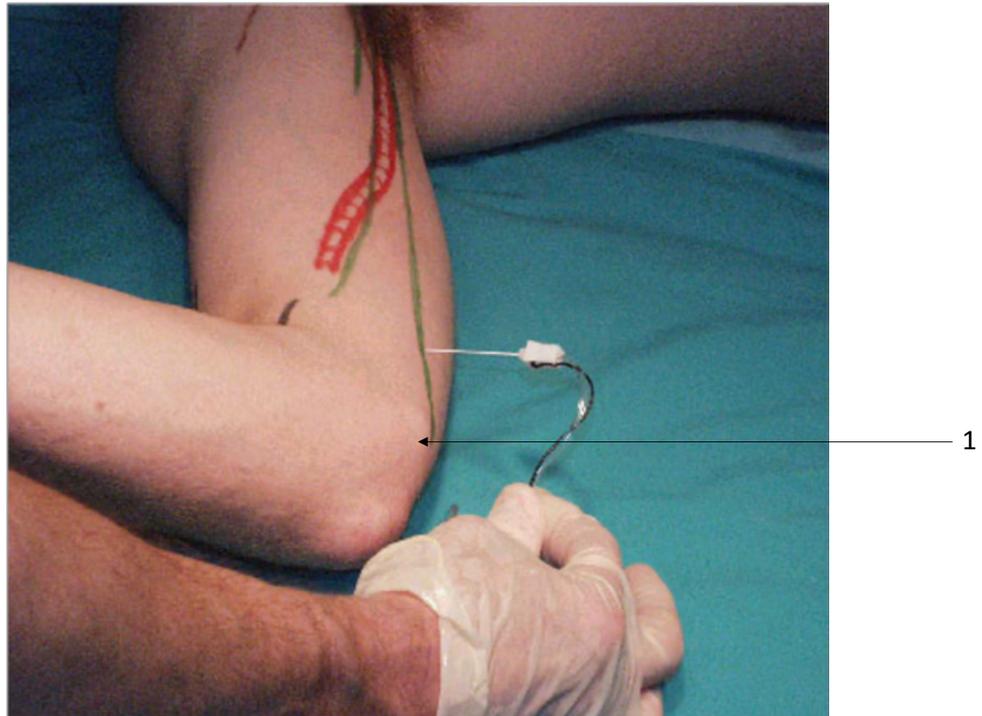


Foto 1.15 | Bloqueo del nervio cubital mediante neuroestimulación, a nivel del codo, tomando como referencia anatómica el epicóndilo medial del húmero (1).

Abordajes mediante neuroestimulación a nivel de la muñeca: Se utilizarán las siguientes referencias anatómicas para localizar los nervios mediano y cubital: línea de flexión de la muñeca, tendones de los músculos flexor radial del carpo, palmar largo y músculo flexor cubital del carpo. Para el bloqueo de ambos nervios se colocará al paciente en decúbito supino con el brazo en abducción con ligera rotación externa y la muñeca en flexión dorsal.

- **Nervio mediano:** en la muñeca este nervio se localizará mediante neuroestimulación entre los tendones del músculo flexor radial del carpo (la-

teral al nervio) y del músculo palmar largo (medial al nervio). Estos tendones son evidentes cuando se realiza una flexión palmar de la muñeca contra resistencia, a continuación, 1-2 centímetros por encima del pliegue de la muñeca se realizará una punción entre ambos tendones con ayuda de neuroestimulación para localizar el nervio mediano (foto 1.16).

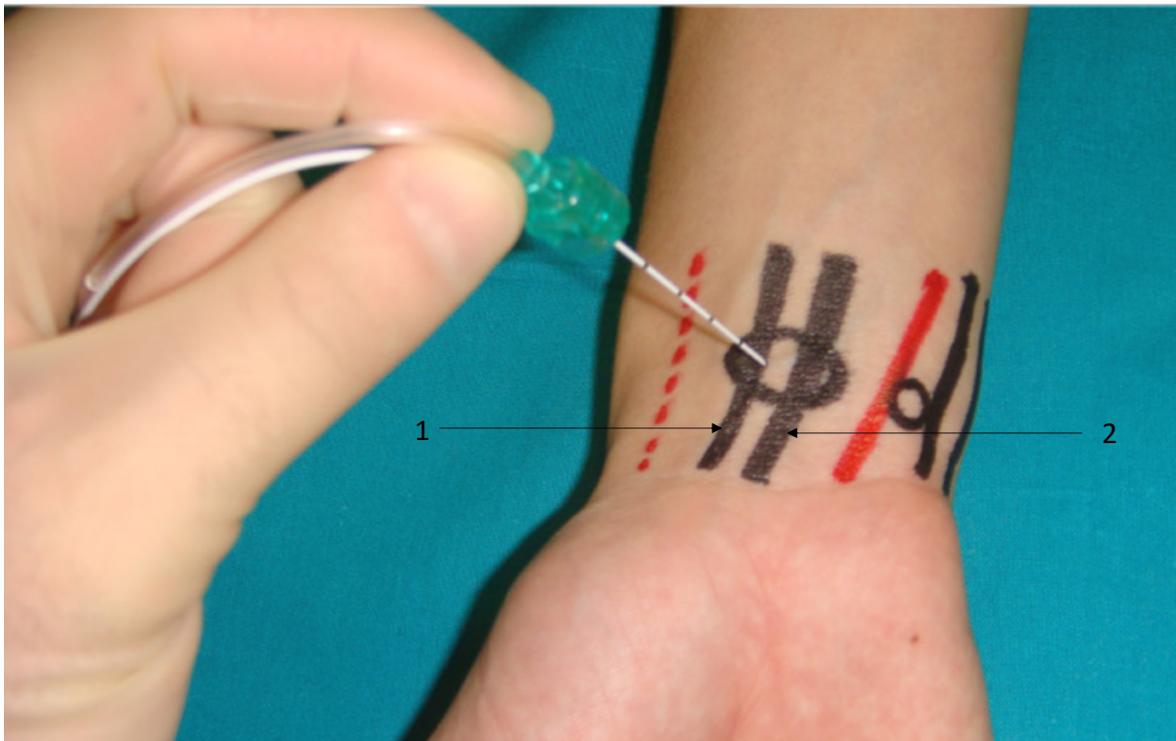


Foto 1.16 | Bloqueo del nervio mediano a nivel de la muñeca mediante neuroestimulación, entre los tendones del músculo flexor radial del carpo (1) y del músculo palmar largo (2).

- **Nervio cubital:** realizando de igual modo la flexión palmar de la muñeca contra resistencia se localiza el tendón del músculo flexor cubital del carpo. Se lleva a cabo la punción 1-2 centímetros por encima del pliegue de la muñeca, por debajo de dicho tendón, localizando mediante neuroestimulación el nervio cubital medial a la arteria cubital (foto 1.17).

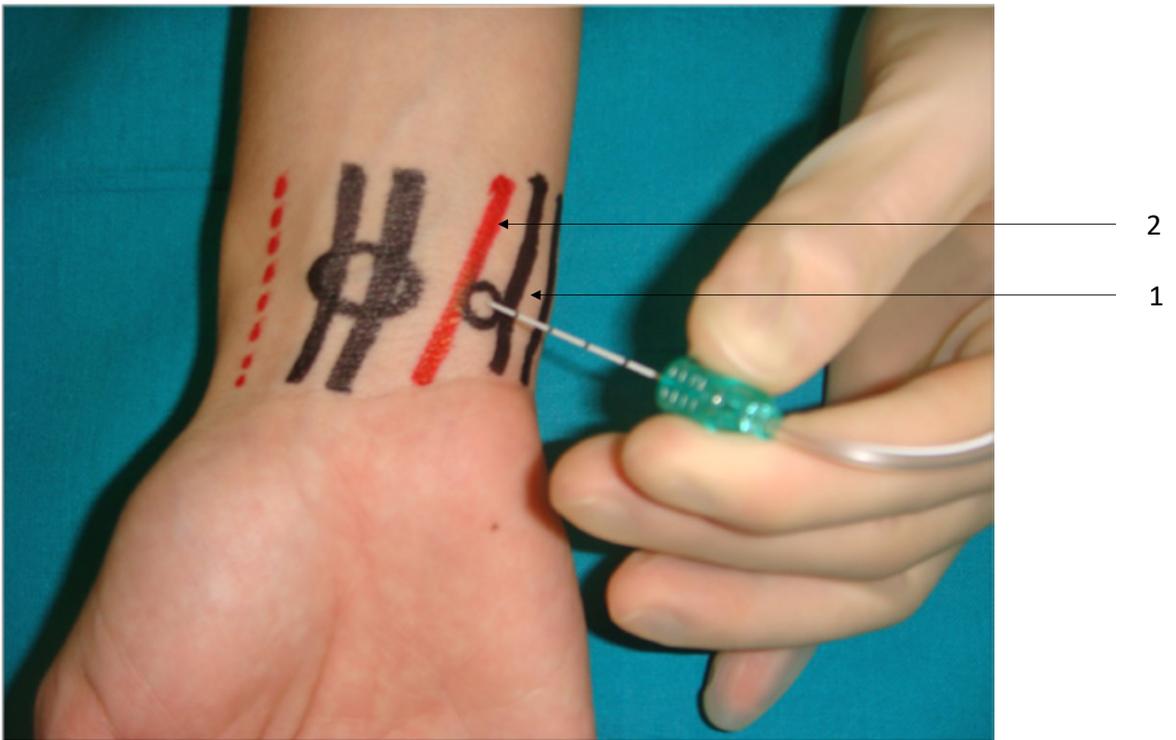


Foto 1.17 | Bloqueo del nervio cubital mediante neuroestimulación a nivel de la muñeca, empleando como referencias anatómicas el músculo flexor cubital del carpo (1) y la arteria cubital (2).

1.2.2.2 | Ultrasonidos

La generación de ultrasonidos en la ecografía se basa en el principio de la piezoelectricidad, que es la capacidad que tienen determinados materiales (como cuarzo y cerámica) de convertir la energía eléctrica (corriente alterna) en energía mecánica (ondas de ultrasonidos) y viceversa. Las ondas de ultrasonidos generadas por el ecógrafo se propagan en el interior de los tejidos y cuando el haz de ultrasonidos se encuentra una estructura en su recorrido, como por ejemplo un nervio, es reflejado hacia el transductor o sonda. Cuando estas ondas regresan, sacuden los cristales piezoeléctricos del transductor y las vibraciones resultantes generan una corriente eléctrica, que el ecógrafo amplifica y procesa para producir una imagen en la pantalla [66-69].

Para localizar los nervios mediano y cubital en el antebrazo, se emplea una sonda lineal de alta frecuencia (7-15 MHz), indicada para localizar estructuras en planos superficiales (2-3 cm). Tras localizar la imagen del nervio (estructura hiperecogénica) que se va a anestésiar, se introduce la aguja en plano respecto a la sonda y posteriormente se inyecta el anestésico local alrededor del nervio obteniendo el conocido “signo del donut” (foto 1.18).



Foto 1.18 | Realización de la técnica de bloqueos distales del plexo braquial a nivel del antebrazo, guiada mediante ultrasonidos, empleando ecógrafo y sonda lineal de alta frecuencia.

Del mismo modo que con la neuroestimulación, los distintos abordajes de los nervios mediano y cubital mediante la técnica de ultrasonidos podremos realizarlos a nivel del codo o a nivel de la muñeca [70-78].

Abordajes mediante ultrasonidos a nivel del codo, para localizar el nervio mediano se coloca al paciente en decúbito supino con el brazo en abducción y el antebrazo en supinación con ligera rotación externa. Respecto a la técnica de localización del nervio y punción, se depositará la sonda

ecográfica sobre la línea de flexura del codo, en la parte interna del canal bicipital, donde se identificará la arteria braquial, y medial a ella, el nervio mediano (foto 1.19).

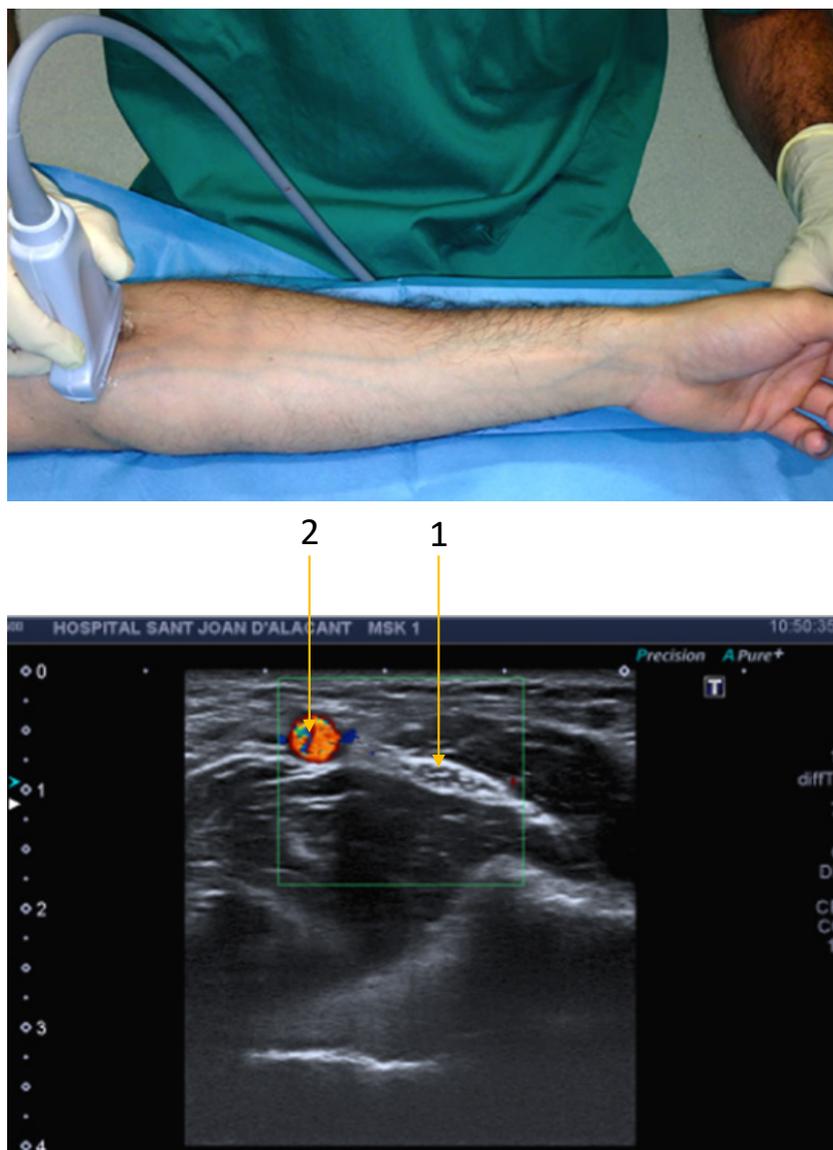


Foto 1.19 | Localización del nervio mediano (1) a nivel de la flexura del codo mediante ecografía, tomando como referencia la arteria braquial (2).

- La localización del nervio cubital a nivel del codo, posterior al epicóndilo medial, resulta dificultosa e incómoda para el anestésista y para el paciente, que se sitúa con el brazo en abducción y el antebrazo en flexión de 90 grados. Es por ello por lo que se recomienda abordar el nervio

cubital a nivel del antebrazo por ser una técnica más sencilla (más fácil la localización y la punción) y más cómoda para el paciente.

Abordajes mediante ultrasonidos a nivel del antebrazo y muñeca.

- Para localizar el nervio mediano, se coloca al paciente en decúbito supino con el brazo en abducción y el antebrazo en supinación con ligera rotación externa. La sonda ecográfica se sitúa sobre la mitad ventral del antebrazo y se observa el nervio entre las masas musculares de los flexores superficial y profundo de los dedos. El principal problema de la localización del nervio mediano a nivel de la muñeca es la similitud de la imagen ecográfica del nervio con los múltiples tendones de los músculos del antebrazo que encontramos a este nivel (foto 1.20).

La forma de diferenciarlos es seguir mediante la ecografía la trayectoria del nervio desde la muñeca hasta el antebrazo y codo, observando como el nervio es la única estructura que continúa durante todo el trayecto desde la muñeca hasta el codo, no así los tendones. De este modo es recomendable abordar el nervio mediano a nivel del antebrazo, ya que a nivel del codo se encuentra íntimamente relacionado con la arteria braquial y así se evita lesionarla durante la punción, y a nivel de la muñeca resulta difícil de diferenciar de las estructuras tendinosas.

- Para localizar el nervio cubital, se situará al paciente en decúbito supino con el brazo en abducción y el antebrazo en supinación con ligera rotación externa. La sonda ecográfica se coloca 2-3 cm por encima de la línea de flexura de la muñeca en el borde cubital. Se identificarán de este modo, el paquete vasculonervioso cubital por debajo del músculo flexor cubital del carpo, con el nervio cubital medial y la arteria lateral (foto 1.21).

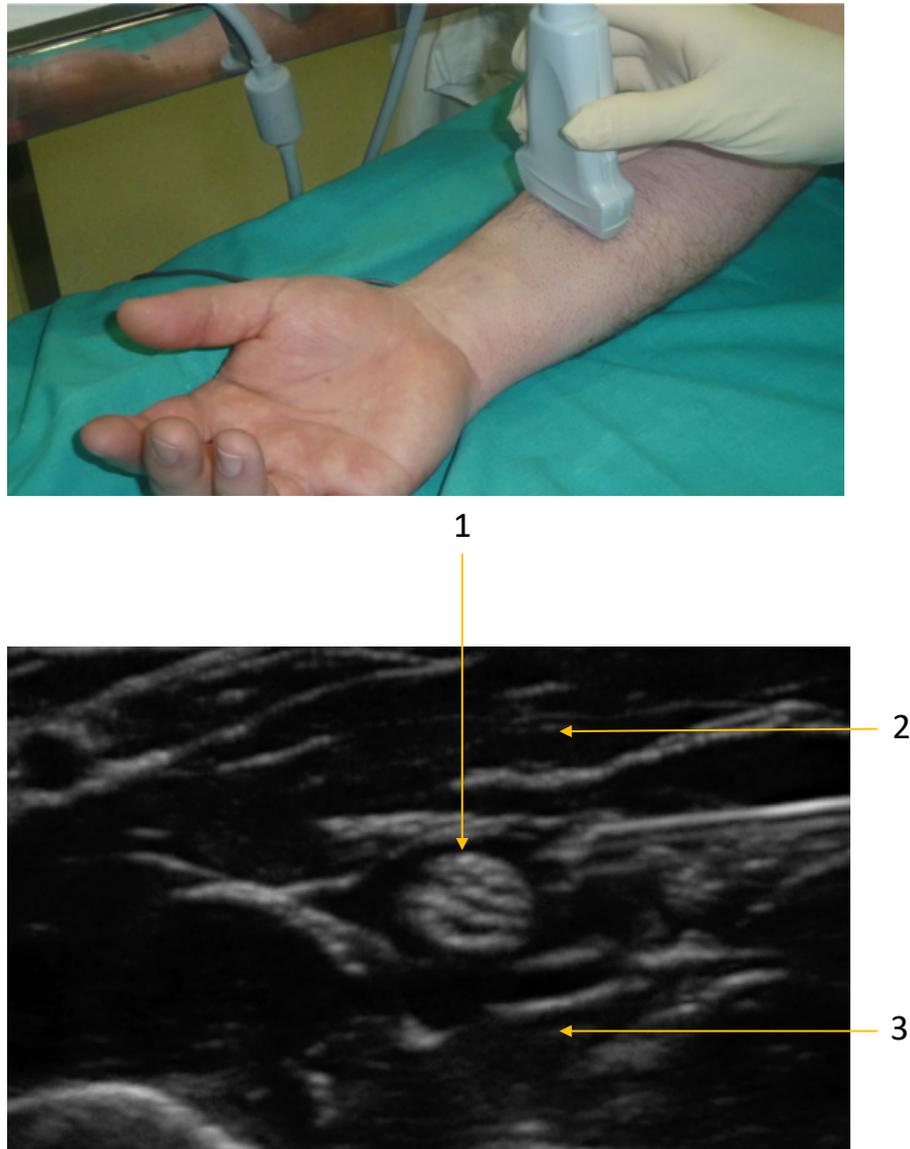


Foto 1.20 | Localización del nervio mediano (1) a nivel del tercio medio del antebrazo mediante ecografía, situado entre el músculo flexor superficial de los dedos (2) y el músculo flexor profundo de los dedos (3).

Un método recomendable para localizar ecográficamente a nivel del antebrazo los nervios mediano y cubital, sería localizar inicialmente una referencia vascular como la arteria cubital y adyacente y medial a ella el nervio cubital en la zona de unión del tercio medio con el tercio distal del antebrazo. Posteriormente, nos desplazaremos con la sonda ecográfica hacia el codo, sin perder de vista el paquete vasculonervioso cubital, hasta visualizar el nervio

mediano, aproximadamente en la unión del tercio proximal con el tercio medio del antebrazo. Esta dinámica de localización requiere entrenamiento pues debemos localizar estructuras vasculares y nerviosas, seguir su trayecto a lo largo del antebrazo y finalmente visualizar en un mismo plano los dos nervios, cubital y mediano (foto 1.22).

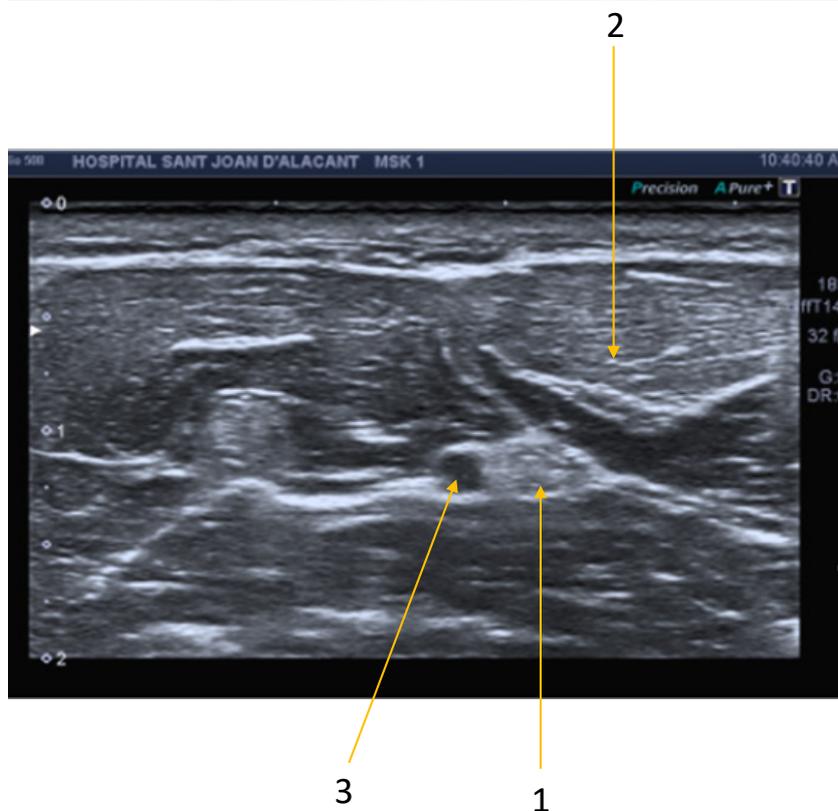


Foto 1.21 | Localización del nervio cubital (1) a nivel de la muñeca mediante ecografía, tomando como referencia el músculo flexor cubital del carpo (2) y la arteria cubital (3).

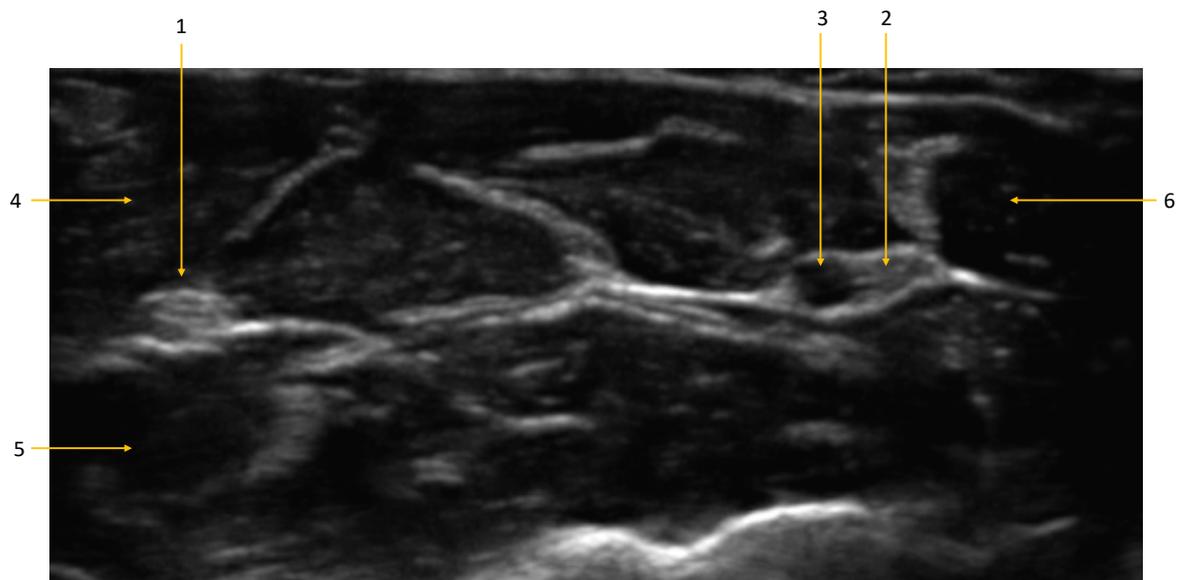


Foto 1.22 | Localización ecográfica de los nervios mediano (1) y cubital (2), en un mismo plano a nivel del antebrazo, empleando las siguientes referencias anatómicas: arteria cubital (3), músculo flexor superficial de los dedos (4), músculo flexor profundo de los dedos (5) y músculo flexor cubital del carpo (6).

2 | OBJETIVOS

2 | OBJETIVOS

El principal objetivo de la presente tesis es desarrollar una técnica sencilla para la anestesia locorregional de los nervios mediano y cubital. Esta técnica debe ser rápida en su ejecución y confortable para el paciente. Para ello planteamos desarrollar una nueva metodología, utilizando referencias anatómicas y ecografía para determinar un punto idóneo de punción a nivel del antebrazo para el bloqueo anestésico de estos nervios.

Los objetivos específicos son:

- **Determinar un punto idóneo de punción a nivel del antebrazo para el bloqueo anestésico de los nervios mediano y cubital**, utilizando tanto las referencias anatómicas como la ecografía, donde con una única punción de la aguja se pueda anestésicar o analgesiar ambos nervios.
- **Desarrollar un nuevo protocolo de localización y realización del bloqueo de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo**. Se pretende de este modo, diseñar una técnica fácil de realizar por todos los anestesiólogos y rápida en su ejecución.

Para poder alcanzar estos objetivos, nos hemos planteado de forma paralela los siguientes objetivos secundarios:

- **Estudiar la sonoanatomía de los nervios mediano y cubital, y su relación con las diferentes estructuras anatómicas en el antebrazo**, para determinar si presentan variaciones anatómicas que puedan generar dificultad en la realización y consiguiente fracaso de la técnica.
- **Diseñar un protocolo sencillo, basado fundamentalmente en mediciones sobre una referencia anatómica**, para la práctica de la anestesia locorregional sobre los nervios mediano y cubital.
- **Evaluar la eficacia del bloqueo de los nervios mediano y cubital** guiados por ecografía y neuroestimulación, en **cirugía de la mano y dedos**, empleando el nuevo protocolo.

**3 MATERIAL
Y MÉTODOS**

3 | MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 | POBLACIÓN

El estudio de esta tesis que consiste en determinar el punto idóneo para la realización del bloqueo de los nervios mediano y cubital guiados por ultrasonidos a nivel del antebrazo **va dirigido a todos los anestesiólogos**, tanto a los que dominan la anestesia locorregional guiada por ecografía como a los que no emplean esta técnica en su práctica habitual, ya que el protocolo que se diseñará será sencillo, reproducible y podrá ser aplicable a todo paciente adulto mayor de 18 años que vaya a ser intervenido de cirugía de la mano y dedos. Para ello obtuvimos una muestra de 162 mediciones en antebrazos de distintos pacientes y voluntarios sanos mayores de 18 años.

3.2 | MATERIAL Y MÉTODOS

Con el fin de conseguir el mejor punto de bloqueo, **se combinaron referencias anatómicas junto con la ecografía** para poder obtener de forma rápida y precisa

un punto de punción a nivel del antebrazo y una correcta imagen ecográfica, donde se pueda realizar con una única punción el bloqueo de los nervios mediano y cubital. Posteriormente, se realizó una evaluación por parte de otros anestesiólogos de la imagen ecográfica obtenida de los nervios mediano y cubital en el punto de punción propuesto y una valoración de la eficacia anestésica de esta técnica.

Previo a la realización del proyecto, se decidió profundizar en el conocimiento de la anatomía de los nervios mediano y cubital mediante la observación de su disposición en 4 antebrazos de dos cadáveres preservados mediante la solución de Thiel en la sala de disección de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Miguel Hernández de Alicante y en otros 4 antebrazos de dos cadáveres preservados mediante formol en la sala de disección de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valencia. (Foto 3.1)



Foto 3.1 | *Disección anatómica del antebrazo en un cadáver conservado con formol, donde podemos observar el nervio mediano (1) y el paquete vasculonervioso cubital (2).*

Se realizó un estudio observacional, prospectivo, en 131 pacientes y voluntarios sanos, de edades comprendidas entre 18 y 89 años, del Hospital Clínico Universitario de San Juan de Alicante. De esta muestra, 104 fueron pacientes intervenidos en el quirófano de traumatología (76 de ellos precisaron cirugía de la mano y dedos), 19 fueron pacientes intervenidos por otras especialidades quirúrgicas (cirugía general y digestivo, ginecología, cirugía maxilofacial y oftalmología) a los que se les solicitó poder realizar un estudio ecográfico del antebrazo para valorar la localización de los nervios mediano y cubital, y 7 fueron voluntarios sanos (compañeros de quirófano: anestesiólogos y enfermeros) que se prestaron para obtener más mediciones. De este modo, se obtuvieron 162 mediciones respecto a la localización del nervio mediano y cubital a nivel del antebrazo, en un periodo comprendido entre enero de 2017 y enero de 2019.

El único criterio de inclusión fue ser mayor de 18 años, mientras que los criterios de exclusión fueron: rechazo del paciente a la realización de la técnica de anestesia locorregional, contraindicación para el bloqueo de los nervios mediano y cubital en el antebrazo y negativa a participar en el estudio. Los pacientes fueron incluidos de forma aleatoria.

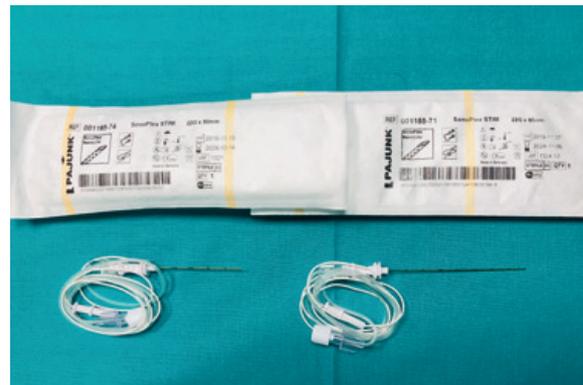
Todos los pacientes fueron evaluados en la consulta preanestésica previa a la cirugía, para el conocimiento de alergias, antecedentes médico-quirúrgicos y tratamiento domiciliario. En todos los pacientes que iban a ser sometidos a una intervención quirúrgica se canalizó una vía periférica 18-20 G (en el miembro superior contralateral a la cirugía, en caso de ser intervenidos de la mano o dedos) y fueron monitorizados mediante pulsioximetría, electrocardiografía (tres derivaciones) y presión arterial no invasiva. Posteriormente, se les administró premedicación intravenosa con midazolam 0,015-0,03 mg/kg, siempre a criterio del anestesiólogo. Los voluntarios sanos no precisaron visita preanestésica, ni canalización de vía periférica, ni monitorización.

Para el desarrollo de esta tesis y obtención de los datos, se contó con cinco facultativos especialistas en Anestesiología del Hospital Clínico Universitario de San Juan de Alicante, que trabajan habitualmente en el quirófano de Cirugía Ortopédica y Traumatológica, dentro del circuito de cirugía ambulatoria y sin ingreso. Para la realización de las técnicas de anestesia locorregional y obtención de imágenes, se utilizaron dos ecógrafos de General Electric “Logic P9” con la sonda lineal de alta frecuencia de 4 a 12 Mhz (fotos 3.2 y 3.3).



Fotos 3.2 y 3.3 | *Ecógrafo Logic P9 de General Electric y sonda lineal de alta frecuencia de 4 a 12 Mhz, empleados para realizar los bloqueos nerviosos periféricos.*

En el caso de que se realizara el bloqueo de los nervios mediano y cubital, en los pacientes para cirugía de la mano y dedos, se emplearon agujas ecogénicas y estimulables de 50 y 80 mm SonoPlex STIM de la marca Pajunk, con doble bisel de 20 y 30 grados que ofrecen mayor control y seguridad durante la punción, junto con los neuroestimuladores Plexygon Nerve Stimulator de Vygon y MultiStim Sen-



Fotos 3.4 y 3.5 |

Agujas ecogénicas y estimulables de 50 y 80 mm SonoPlex STIM de Pajunk, y neuroestimulador Plexygon Nerve Stimulator de Vygon.



Foto 3.6 | Funda estéril "Microtek" de Ecolab, destinada a cubrir la sonda y dotar a la técnica anestésica de máxima esterilidad.

sor Pajunk, con el objetivo de obtener respuestas motoras correspondientes a los nervios mediano y cubital, y sobre todo para realizar la técnica con mayor seguridad y eficacia (fotos 3.4 y 3.5). Antes de realizar la punción ecoguiada se procedió a esterilizar la zona punción mediante una solución antiséptica y se cubrió la sonda ecográfica con una funda estéril "Microtek" de Ecolab (foto 3.6).

3.3 | DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

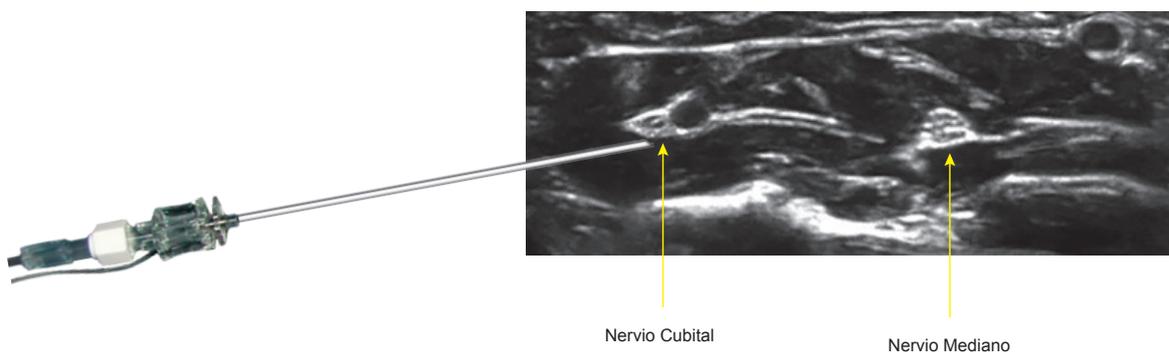
Con todos estos materiales se comenzó el estudio con el objetivo de determinar el mejor punto de localización mediante ecografía de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo. La posición del paciente/voluntario sano para la obtención de la imagen ecográfica y realización de la técnica anestésica fue la siguiente: con el paciente en decúbito supino y el antebrazo a estudiar apoyado en una “mesa de mano”, colocamos el brazo en abducción de 90 grados con el antebrazo en supinación. Resulta útil situar la muñeca y el antebrazo sobre una superficie elevada y con ligera rotación externa, ya que facilitará la punción y el seguimiento de la trayectoria de la aguja, fundamentalmente a nivel del nervio cubital. El anestesiólogo se colocó en el lado del antebrazo a estudiar con el ecógrafo enfrente, adoptando de este modo una posición ergonómica (foto 3.7).



Foto 3.7 | Posición del anestesiólogo para la realización del bloqueo ecoguiado de los nervios mediano y cubital. El brazo del paciente se colocará en abducción de 90 grados con el antebrazo en supinación y rotación externa. Resulta útil situar el antebrazo sobre una superficie elevada.

En el caso de tener que realizar el bloqueo nervioso periférico se introdujo la aguja de medial a lateral, de cubital a radial, colocando la aguja en plano respecto a la sonda ecográfica. Se comenzó la punción de medial a lateral con el objetivo de encontrar en primer lugar el nervio cubital protegiendo a la arteria cubital de una punción accidental. Tras rodear de anestésico local el nervio cubital, se redirigió la aguja bajo control ecográfico, para situarla junto al nervio mediano e inyectar el anestésico local perineural. Realizando la punción en plano se consigue visualizar todo el trayecto de la aguja incluso la punta de la misma, evitando así complicaciones asociadas, como la inyección intraneural de anestésico local y la punción vascular (foto 3.8). Asimismo, se asoció durante la punción el uso del neuroestimula-

A | APROXIMACIÓN AL NERVIO CUBITAL



B | TRAS RODEAR DE ANESTÉSICO LOCAL EL NERVIO CUBITAL, REDIRIGIMOS LA AGUJA PARA APROXIMARNOS AL NERVIO MEDIANO

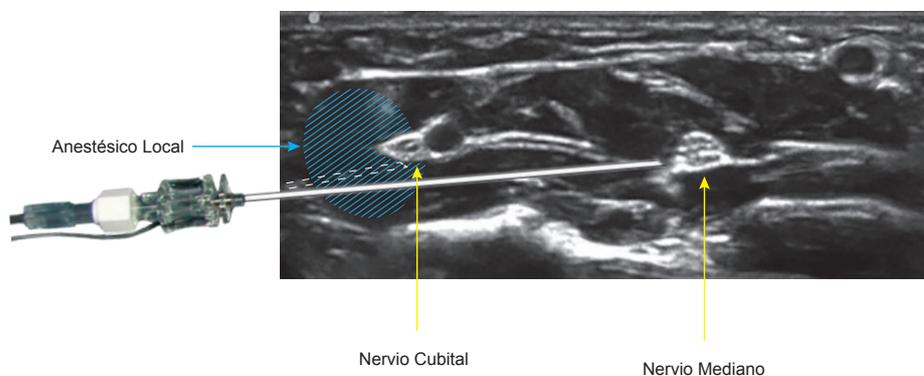


Foto 3.8 | Técnica de bloqueo ecoguiado de los nervios mediano y cubital. Tras obtener la imagen ecográfica de los nervios mediano y cubital en el mismo plano, se realiza el bloqueo mediante una única punción. Primero se infiltra anestésico local alrededor del nervio cubital y posteriormente se redirige la aguja hacia el nervio mediano.

lador, el ánodo o polo positivo se colocó a 5-10 cm del punto de punción, ubicado sobre la piel del paciente con la ayuda de un electrodo adhesivo, y se generó un impulso eléctrico breve de 0,1 ms, con una intensidad de corriente de 0,5 a 1,5 mA y frecuencia de 2 Hz. Se obtuvo respuesta motora correspondiente al nervio que se pretendía bloquear, y tras desaparecer la clonía a 0,5 mA, se inyectó el anestésico local obteniendo ecográficamente y en tiempo real la imagen de “donut” al rodear con anestésico local el nervio mediano o cubital (foto 3.9). Se consideraron como válidas las respuestas motoras de flexión de los dedos 4º y 5º y la aducción del pulgar en el caso del nervio cubital; y la flexión de los dedos 2º y 3º y oposición del pulgar en el caso del nervio mediano.

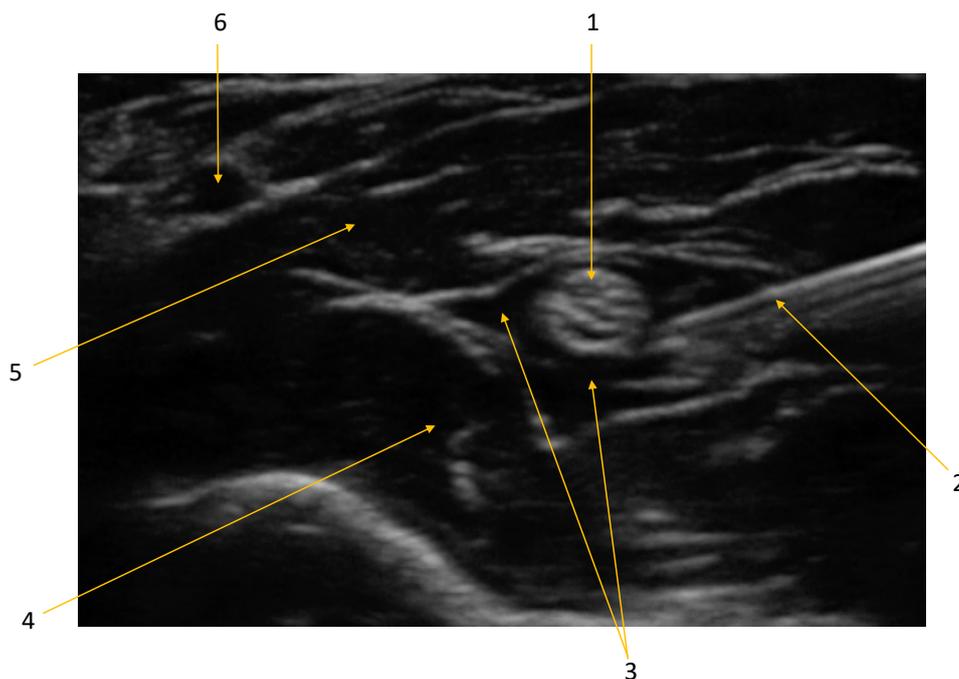


Foto 3.9 | Inyección perineural de anestésico local alrededor del nervio mediano. Observamos las siguientes estructuras: 1, Nervio mediano; 2, aguja; 3, anestésico local; 4, Músculo flexor profundo de los dedos; 5, Músculo flexor superficial de los dedos; 6, Arteria radial.

En el caso de que el paciente fuera intervenido de cirugía de la mano y dedos, el anestésico local utilizado fue mepivacaína a una concentración de 1,5 % con un volumen total de 10-20 ml para bloquear ambos nervios. Este anestésico local

presenta un inicio de acción rápido 5-10 minutos y una duración media de acción de 1-2 horas, características que lo convierten en un fármaco indicado en cirugía ambulatoria^[79].

Tras la realización de la técnica de anestesia regional, se evaluó la eficacia anestésica del bloqueo en ese nivel. La eficacia de la técnica anestésica fue valorada por la ausencia de dolor (EVA=0) durante la cirugía, medida mediante la Escala Verbal Analógica (0-10), donde 0 es ausencia de dolor y 10 equivale a máximo dolor/dolor severo (foto 3.10).

Escala numérica

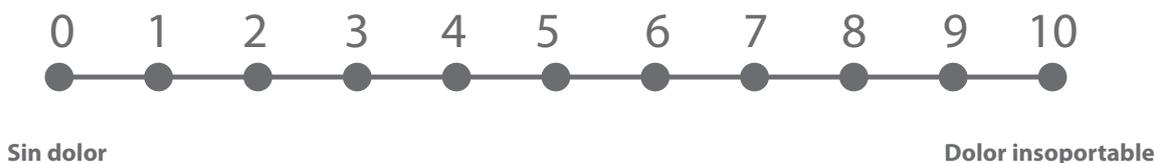


Foto 3.10 | Escala verbal de graduación numérica del dolor. El paciente debe decir un número del 0 al 10 que refleje la intensidad de su dolor.

3.4 | ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se ha realizado una descripción de la muestra mediante media, desviación estándar (ds), mínimo, mediana y máximo para las variables continuas edad (en años), talla (en centímetros) y peso (en kilogramos) de los pacientes y voluntarios sanos estratificada por sexo.

Para contrastar si la media de las medidas obtenidas mediante el protocolo de localización de los nervios mediano y cubital desarrollado en esta tesis es igual a

la media de las medidas obtenidas mediante la realización del bloqueo de dichos nervios por otros anesthesiólogos del Hospital Clínico Universitario de San Juan de Alicante, se ha usado la prueba t de Student de muestras independientes.

El nivel de significación se ha fijado en 0,05.

Para el análisis de los datos se ha usado los programas Microsoft Excel 2010 y el paquete estadístico SPSS.20 de IBM.

4 | RESULTADOS

4 | RESULTADOS

Durante un periodo de 2 años se estudiaron 131 pacientes y voluntarios sanos, 81 mujeres y 50 hombres, obteniendo una muestra compuesta por 162 medidas del estudio ecográfico de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo. Estas 131 personas de las que se obtuvo la muestra se componen de:

- 104 pacientes sometidos a cirugía ortopédica y traumatológica, obteniendo 121 medidas.
- 11 pacientes sometidos a cirugía general de los que se obtuvieron 13 medidas.
- 7 voluntarios sanos de los que se obtuvieron 14 medidas de antebrazos.
- 3 pacientes sometidos a cirugía ginecológica, obteniendo 5 medidas.
- 4 pacientes sometidos a cirugía oftalmológica, obteniendo 6 medidas.
- 1 paciente al que se le realizó una endoscopia digestiva, obteniendo 2 medidas.
- 1 paciente sometido a cirugía maxilofacial, obteniendo 1 medida.

La cirugía traumatológica fue la que más pacientes aportó, con 104 pacientes. La cirugía del síndrome del túnel del carpo fue la más frecuente con 57 pacientes, un 43,5% del total, seguida por las siguientes cirugías: artroscopia de rodilla 12 pacientes, dedo en resorte 9 pacientes, exéresis de ganglión 4 pacientes, fractura de cadera 4 pacientes, artroscopia de hombro 4 pacientes, apertura polea 3 pacientes, hallux valgus 3 pacientes, rizartrosis 1 paciente, fractura de dedo 1 paciente, liberación del nervio cubital 1 paciente, De Quervain 1 paciente, exéresis de lipomas 1 paciente, fractura de radio 1 paciente, artroscopia de cadera 1 paciente y extracción de material de osteosíntesis 1 paciente (tabla 1). En la Tabla 1 se refleja la distribución de pacientes y voluntarios sanos incluidos en el estudio, en función del tipo de cirugía, el sexo y el antebrazo estudiado.

Un total de 78 pacientes de la muestra, lo que suponen un 59,5 % de los casos, fueron intervenidos de la mano y los dedos bajo bloqueo de los nervios mediano y cubital guiados por neuroestimulación y ecografía. La eficacia de esta técnica de anestesia locorregional fue del 100 %, es decir ningún paciente precisó un bloqueo nervioso periférico complementario, ni asociar anestesia general para la realización de la cirugía. Todos los pacientes intervenidos con esta técnica de anestesia locorregional presentaron un EVA de cero (EVA = Escala Verbal Análogica del dolor, de 0 a 10, donde 0 es ausencia de dolor y 10 equivale a máximo dolor/dolor severo).

La muestra de las distintas medidas fue obtenida en 102 antebrazos de mujeres de una edad media de 55,1 (ds=14,9) años y valores comprendidos entre 18 y 87 años, una talla media de 160,7 (ds=5,2) centímetros y valores comprendidos entre 149 y 175 centímetros y un peso medio de 68,0 (ds=14,4) kilogramos, con valores comprendidos entre 42 y 107 kilogramos; y en 60 antebrazos de hombres de una edad media de 54,1 (ds=15,6) años con un rango de valores, al igual que en mujeres, de entre 18 y 87 años, una talla media de 175,1 (ds=7,6) centímetros

Tabla 1 | Distribución del número de pacientes y voluntarios sanos incluidos en la muestra según especialidades quirúrgicas, sexo y número de medidas de antebrazo obtenidas en dichos pacientes.

MEDIDAS EN EL ANTEBRAZO						
ESPECIALIDADES QUIRÚRGICAS	PACIENTES	HOMBRES	MUJERES	IZQUIERDO	DERECHO	TOTAL
Traumatología	104	37	67	49	72	121
Túnel del carpo	57					
Artroscopia de rodilla	12					
Dedo en resorte	9					
Exéresis de ganglión	4					
Fractura de cadera	4					
Artroscopia de hombro	4					
Apertura polea	3					
Hallux valgus	3					
De Quervain	1					
Rizartrosis	1					
Fractura de dedo	1					
Liberación nervio cubital	1					
Fractura de radio	1					
Artroscopia de cadera	1					
Exéresis de lipomas	1					
Extracción material de osteogénesis	1					
Cirugía General	11	5	6	4	9	13
Hernia inguinal	9					
Apendicectomía	2					
Ginecología	3		3	3	2	5
Legrado	2					
Cesárea	1					
Oftalmología (catarata)	4	1	3	4	2	6
Endoscopia digestiva	1	1		1	1	2
Cirugía maxilofacial	1	1		1		1
Voluntarios sanos	7	5	2	7	7	14
TOTAL	131	50	81	69	93	162

con valores comprendidos entre 160 y 189 centímetros y un peso medio de 83,0 (ds=15,6) kilogramos con un rango de valores entre 52 y 121 kilogramos (tabla2). Esto nos indica que la muestra obtenida presenta una gran variabilidad de edad, peso y altura entre los distintos individuos.

Tabla 2 | Descripción de la edad (en años), talla (en centímetros) y peso (en kilogramos) de los pacientes y voluntarios sanos, divididos por sexo.

	TOTAL			MUJER			HOMBRE		
	Edad	Talla	Peso	Edad	Talla	Peso	Edad	Talla	Peso
Media	54,7	165,9	73,3	55,1	160,7	68	54,1	175,1	83,0
ds^a	15,1	9,3	16,4	14,9	5,2	14,4	15,6	7,6	15,6
Mínimo	18	149	42	18	149	42	18	160	52
Mediana	54	164,5	71	55	160	65	53	176	80
Máximo	87	189	121	87	175	107	87	189	121

^a Desviación estándar

Para poder comprender la evolución del estudio y sus resultados, resulta imprescindible explicar las tres mediciones que se realizaron de una forma secuencial, para poder obtener el máximo número de conclusiones:

- La primera medida de la tesis consistió en medir en el antebrazo la distancia desde la flexura de la muñeca donde el anestesiólogo que realizaba la técnica de anestesia locorregional obtenía la mejor imagen ecográfica de los nervios mediano y cubital, y realizaba la punción. Esta medida fue denominada, **Distancia del observador**. Para la localización de los nervios se empleó la siguiente técnica: inicialmente se situó la sonda ecográfica en la zona medial del antebrazo con el objetivo de localizar el paquete vasculonervioso cubital por debajo del músculo flexor cubital del carpo, tras su localización se continuó el trayecto de la arteria y nervio cubital hacia el codo, y en el momento en que arteria y nervio comenzaban a separarse, se desplazó la sonda hacia la

línea media para localizar el nervio mediano, situado entre los músculos flexor superficial y flexor profundo de los dedos. Para la correcta localización nerviosa nos apoyamos también en la técnica de neuroestimulación. Se inició la punción al localizar ambos nervios en el mismo plano. El punto de punción fue señalado y a continuación se midió la distancia en centímetros desde este punto hasta la flexura de la muñeca (**distancia del observador**).

En el caso de que el paciente fuera intervenido de cirugía de la mano y dedos se evaluó posteriormente la eficacia anestésica del bloqueo en ese nivel. La eficacia de la técnica anestésica fue evaluada por la ausencia de dolor (EVA=0) durante la cirugía, también fue considerada una técnica eficaz en el caso de no ser necesario complementar con anestesia general o con otra técnica de anestesia regional para una correcta realización de la cirugía.

La distancia del observador fue obtenida tras la realización del bloqueo de los nervios mediano y cubital por cuatro anestesiólogos del Hospital Clínico Universitario de San Juan de Alicante, en 47 antebrazos de los 162 estudiados. De las medidas obtenidas a nivel del antebrazo desde la flexura de la muñeca, tras la realización del bloqueo mediante la distancia del observador, la media es de 13,803 (ds=1,74) centímetros.

De los 78 pacientes intervenidos de cirugía de la mano y dedos, 47 pacientes, un 60,25 %, fueron anestesiados realizando la técnica mediante la distancia del observador. La eficacia del bloqueo de los nervios mediano y cubital empleando la técnica descrita anteriormente por los anestesiólogos del Hospital Clínico Universitario de San Juan, fue del 100 % de los casos para cirugía de la mano y dedos, no precisando ni anestesia general ni otra técnica de anestesia general complementaria.

De este modo, tras determinar que el bloqueo de los nervios mediano y cubital guiados por ecografía y neuroestimulación a nivel del antebrazo resultaba eficaz para la cirugía de la mano y dedos, y tras obtener una media de 13,803 centímetros entre todas las medidas de los puntos de punción de los cuatro anestesiólogos que colaboraron en el estudio, nos propusimos determinar en una segunda fase una referencia anatómica que nos facilitase la localización ecográfica de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo. Para obtener esta referencia anatómica se decidió usar un rotulador Edding 3000 “permanent marker”, ya que este rotulador es una herramienta que se utiliza en quirófano en el día a día, y todo anestesiólogo cuenta con ella (foto 4.1).



Foto 4.1 | Rotulador Edding 3000. Permanent marker.



Foto 4.2 | Pie de rey analógico y digital, empleado para medir la longitud de los diferentes rotuladores.

Lo primero que se consideró precisar fue cuál era la medida exacta del rotulador para saber si su longitud se aproximaba a la media de las medidas calculada previamente mediante el estudio de los bloqueos realizados por otros anestesiólogos, y de este modo era una herramienta cuyo uso era factible. Para ello se realizaron distintas mediciones de este tipo concreto de rotulador mediante un pie de rey con posibilidad de medir tanto analógica como digitalmente. (Foto 4.2).

- 1º. Se realizó la medición de 10 rotuladores nuevos de nuestra marca, Edding 3000, por medio de 3 observadores distintos del Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández de Elche, sin ver los datos que cada uno obtenía. (Foto 4.3).



Foto 4.3 | Medida de la longitud del rotulador Edding 3000 nuevo, mediante pie de rey.

- 2º. Se realizó la medición de 5 rotuladores Edding 3000 usados, también por medio de 3 observadores distintos del Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández de Elche, para ver la influencia del uso y desgaste del rotulador en la longitud de los mismos. Todos los rotuladores, tanto los nuevos como los ya usados fueron numerados para poder comparar las mediciones de los distintos colaboradores. (Foto 4.4).



Foto 4.4 | Diferentes rotuladores Edding 3000, nuevos y usados, empleados para obtener las medidas.

3°. Se realizó la medición de 7 rotuladores de otras marcas existentes en el mercado, con el objetivo de valorar si existía una gran diferencia de longitud en función del tipo de rotulador, ya que en cada hospital podría usarse una marca distinta. Esta última medición solo fue realizada por un observador. (Foto 4.5) (Tabla 3).

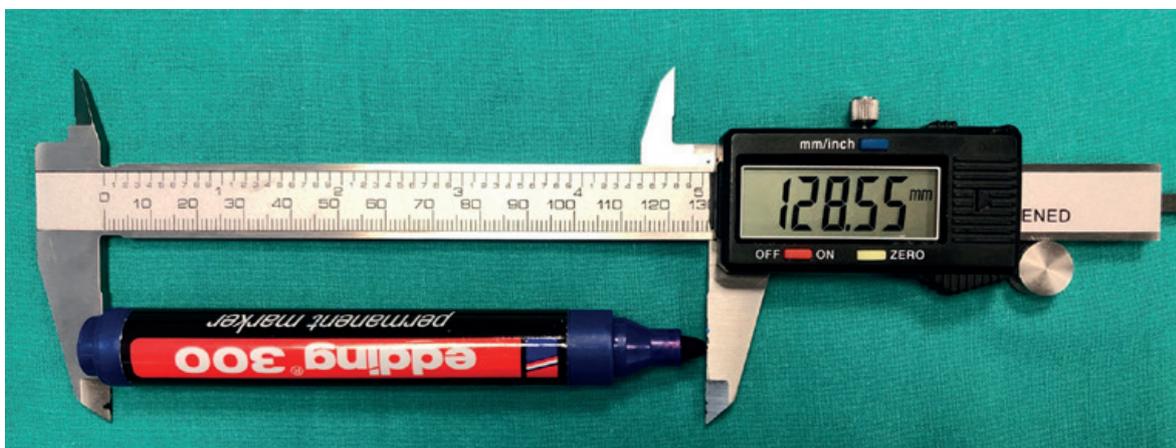


Foto 4.5 | Medida de la longitud del rotulador Edding 300 mediante pie de rey, diferente a la longitud del rotulador Edding 3000.

Tabla 3 | Resultado de las medidas de las longitudes de los rotuladores empleados en quirófano.

ROTULADOR	MEDIDAS			MEDIA
	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	
EDDING 3000 NUEVO				
Nº 1	13,326	13,328	13,326	13,327
Nº 2	13,361	13,347	13,338	13,349
Nº 3	13,347	13,337	13,334	13,339
Nº 4	13,332	13,329	13,337	13,333
Nº 5	13,328	13,335	13,306	13,323
Nº 6	13,341	13,354	13,334	13,343
Nº 7	13,335	13,336	13,326	13,332
Nº 8	13,344	13,344	13,342	13,343
Nº 9	13,334	13,341	13,335	13,337
Nº 10	13,334	13,336	13,321	13,330
Total				13,336
EDDING 3000 USADO				
Nº 1	13,324	13,318	13,321	13,321
Nº 2	13,316	13,315	13,317	13,316
Nº 3	13,319	13,316	13,318	13,318
Nº 4	13,312	13,314	13,314	13,313
Nº 5	13,321	13,322	13,320	13,321
Total				13,318
OTROS ROTULADORES				
EDDING 300 negro	12,865			12,865
EDDING 300 negro	12,891			12,891
EDDING 300 azul	12,855			12,855
PILOT SILVER	13,430			13,430
LYREX azul	12,954			12,954
Rotulador dermatográfico	13,242			13,242
Otro	13,243			13,243
Total				13,069

Tabla 3 | Test no paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar las medidas de los tres tipos de rotuladores: $p=0,003$. Test no paramétrico de la U de Mann-Witney para comparar las medidas de los rotuladores Edding 3000 nuevos y usados: $p=0,001$

Tras la obtención de la longitud de los distintos rotuladores, se empleó el Test no Paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar las medidas de los tres tipos de rotuladores, obteniendo una diferencia estadísticamente significativa entre ellas con un p-valor de 0,003. Además, se empleó el Test no paramétrico de la U de Mann-Witney para comparar la longitud de los dos grupos de rotuladores Edding 3000, los nuevos y los usados, obteniendo también una diferencia estadísticamente significativa entre ellas con un p-valor de 0,001.

La media de la medida de los rotuladores Edding 3000 nuevos fue de 13,336 centímetros, la media de la medida de los rotuladores Edding 3000 usados fue de 13,318 centímetros y la media de las medidas de los otros rotuladores de quirófano distintos a los Edding 3000 fue de 13,069 centímetros. Se aprecia que la media de las medidas de los Edding 3000 nuevos es mayor que la de los usados ($p=0,003$) y a su vez estas medias de las medidas de estos dos tipos de rotuladores Edding 3000 son mayores que las medidas de los rotuladores de otras marcas ($p=0,001$).

Finalmente obtuvimos la media de la longitud de todos los rotuladores estudiados (Edding 3000 y diferentes marcas) con el objetivo de evitar el sesgo de que en cada hospital se empleasen distintos tipos de rotuladores. **La media resultó ser de 13,246 centímetros.** Esta media de 13,246 centímetros se asemeja mucho a la media obtenida tras analizar la Distancia del Observador medida en 46 antebrazos tras realizar el bloqueo mediano y cubital por distintos anestesiólogos del Hospital de San Juan, la cual era de 13,803 centímetros y se asemeja también a la media de los diferentes rotuladores Edding 3000 estudiados, tanto los nuevos, como los usados. que fue de 13,336 y 13,318 centímetros respectivamente. **La diferencia entre las distintas medias fue menor de 0,1 centímetros por lo que se decidió emplear el rotulador Edding 3000 (nuevo o usado) como herramienta para desarrollar un protocolo de localización de los nervios mediano y cubital guiado por ecografía y neuroestimulación, y ayudados de una referencia anatómica.**

De esta manera, comenzamos a utilizar la que en nuestro trabajo se denominó **Distancia del Rotulador.** Una vez conocida, y evaluada en la fase anterior, la eficacia de la técnica del bloqueo de los nervios mediano y cubital guiada mediante neuroestimulación y ecografía para la cirugía de la mano y dedos, se comenzó a aplicar la longitud del rotulador como medida propuesta en esta tesis para obtener una referencia anatómica sencilla y así ayudar a localizar con ultrasonidos los nervios mediano y cubital. En esta segunda fase el estudio ecográfico de los nervios

mediano y cubital fue realizado en 120 antebrazos. Desde la flexura de la muñeca se proyectó la longitud del rotulador **Edding 3000** y se marcó un punto (**Distancia del Rotulador**). En dicho punto se colocó la sonda ecográfica lineal y se evaluó si la imagen obtenida de los nervios mediano y cubital con la distancia medida con el rotulador, a una media de 13,246 centímetros desde la flexura de la muñeca, era una imagen óptima de dichos nervios donde realizar el bloqueo. Se consideró como imagen óptima aquella en la que se encontraban los nervios mediano y cubital en el mismo plano de punción, para poder realizar el bloqueo mediante un solo punto de introducción de la aguja (foto 4.6).

Así, empleando una referencia anatómica conseguida mediante el rotulador y la ecografía, logramos localizar ambas estructuras nerviosas de forma más rápida y sencilla. En el caso de que la cirugía fuera de la mano y dedos, se realizó el bloqueo en dicho punto y se evaluó también la eficacia de la técnica. Este protocolo de localización y bloqueo de los nervios mediano y cubital fue empleado en 30 casos de los 78 pacientes intervenidos de la mano y dedos, lo que supone el 38,46%, obteniendo una eficacia en el 100% de los casos. La eficacia fue de nuevo definida por la ausencia de dolor evaluada mediante la Escala Verbal Analógica, y la ausencia de necesidad tanto de anestesia general como de complementar con otra técnica de anestesia locorregional para la correcta realización de cirugía, siendo posible el alta a domicilio del paciente en el caso de que la cirugía fuera ambulatoria.

Uno de los resultados más interesantes de la tesis y que es importante resaltar, es que aunque existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las medidas de los diferentes rotuladores, calculada mediante los test de Kruskal-Wallis y U de Mann-Witney, la eficacia del bloqueo de los nervios mediano y cubital empleando la distancia del rotulador fue del 100 %, independientemente de que se utilizase un rotulador de una marca u otra.

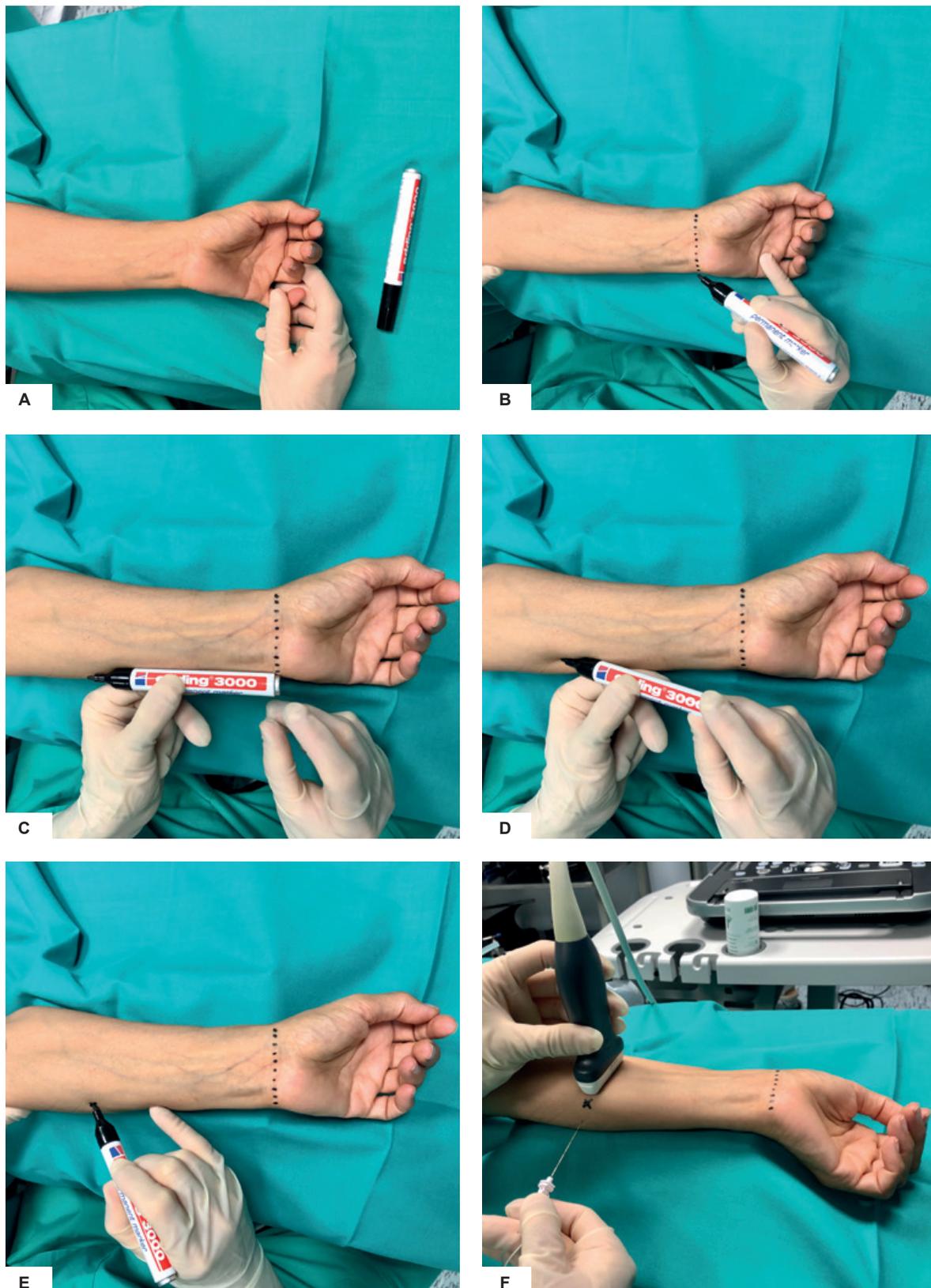


Foto 4.6 | Secuencia para la obtención del punto de localización ecográfica de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo, utilizando la distancia del rotulador, 13,246 centímetros desde la flexura de la muñeca.

Hemos de destacar que, en 85 de los 162 antebrazos estudiados, se valoraron en un mismo acto la imagen ecográfica obtenida de los nervios mediano y cubital mediante la distancia del observador, y mediante la distancia obtenida con el rotulador desde la flexura de la muñeca.

A pesar de que no es uno de los objetivos de la tesis, la media de las medidas obtenidas al estudiar los puntos de punción de los bloqueos a nivel del antebrazo realizados por los anestesiólogos del Hospital Clínico Universitario de San Juan (Distancia del Observador) fue de 13,803 centímetros y se comparó con la media de las medidas (longitud) de los diferentes rotuladores de quirófano que fue de 13,246 centímetros (Distancia Rotulador), detectándose mediante la prueba t de Student, que estas medias son diferentes, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,02$) (Tabla 4). A pesar de esta diferencia, la eficacia de la técnica de anestesia locorregional empleando tanto la Distancia del Observador como la Distancia Rotulador fue del 100 %, es decir no hubo diferencias en lo que a éxito de la anestesia se refiere.

Tabla 4 | Comparación de las medidas obtenidas mediante la distancia del rotulador con las medidas obtenidas mediante la distancia del observador.

	Media	IC95% ^b	ds ^a	Mínimo	Mediana	Máximo	p*
Medida del rotulador	13,246	(13,168 – 13,324)	0,176	12,855	13,322	13,430	
Distancia Observador	13,803	(13,448 – 14,158)	1,74	9,000	13,900	19,000	0,002

^a Desviación estándar. ^b Intervalo de confianza del 95%. * Prueba t de Student para contrastar la hipótesis nula: la media de la medida según indica la Distancia del Observador es igual a 13,246 centímetros que es la media de las medidas de los rotuladores.

Se describió la variable **“distancia desde la flexura de la muñeca donde los anestesiólogos realizaban el bloqueo de los nervio mediano y cubital guiado por ecografía a nivel del antebrazo, “distancia del observador”**, mediante

media con su intervalo de confianza del 95% (IC95%), desviación estándar (ds), mínimo, mediana y máximo. Esta variable se ha graficado mediante diagrama de cajas (Figura 1). Además, se ha representado la media de esta medida con el intervalo de confianza del 95% poniéndola en comparación con la “distancia del rotulador”, obtenida empleando el rotulador Edding 3000 desde la flexura de la muñeca para la realización del bloqueo ecoguiado de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo. Observamos que la media de las medidas obtenidas mediante la distancia del observador resulta mayor que la media de las medidas obtenidas mediante la distancia o longitud del rotulador. (Figura 2).

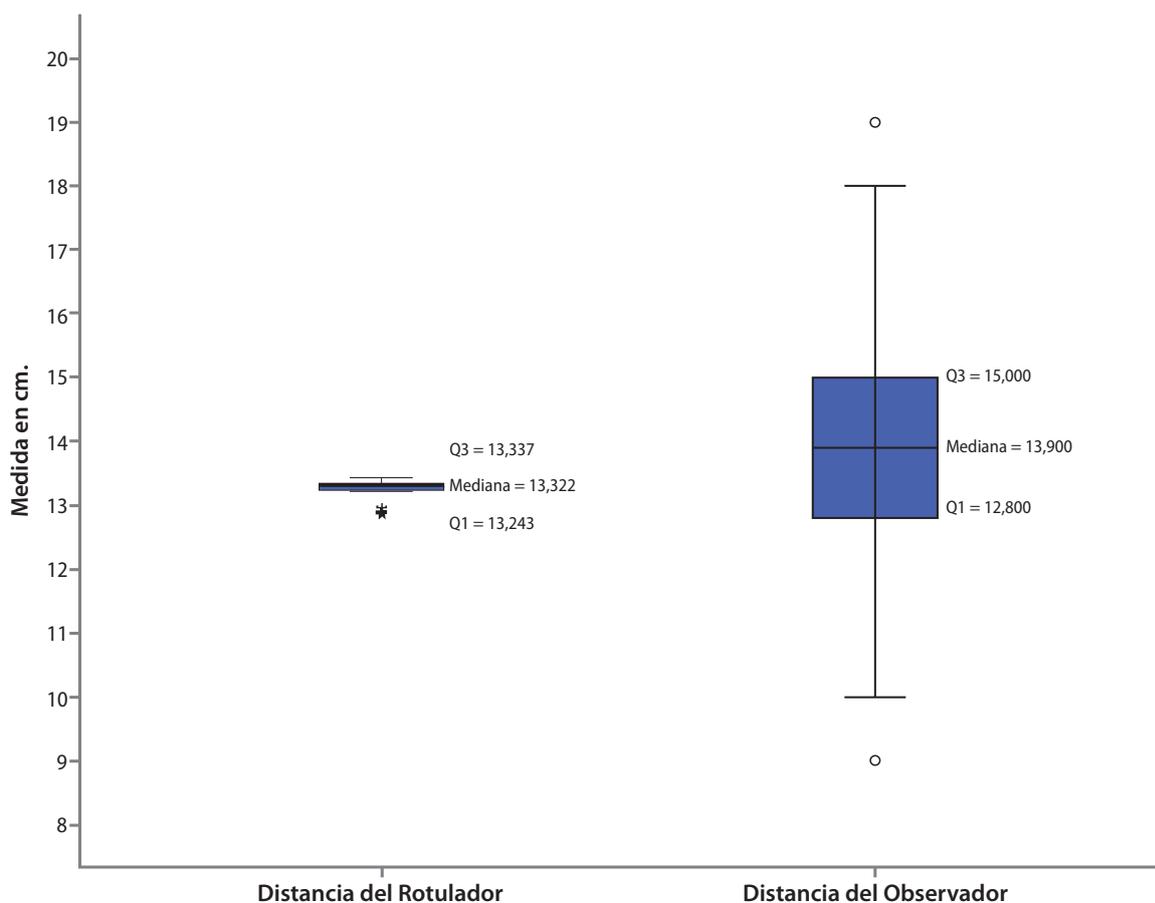


Figura 1 | Descripción de la medición del punto donde realizar el bloqueo de los nervios mediano y cubital guiado por ecografía según la medida de los rotuladores Edding 3000 (Distancia del Rotulador) y mediante la Distancia del Observador. Q1: primer cuartil, Q3: tercer cuartil.

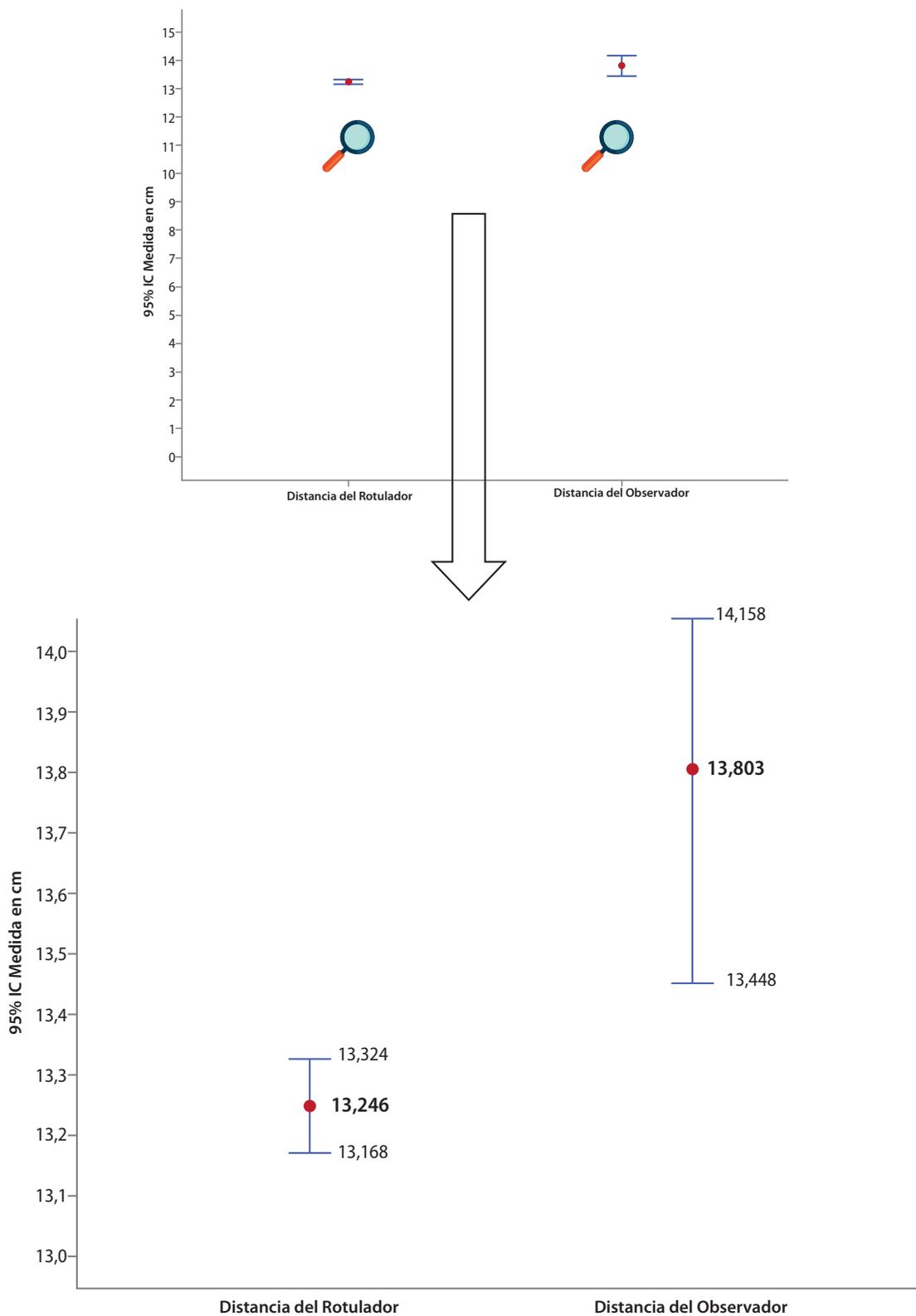


Figura 2 | Comparación de la media de la medición del punto donde realizar el bloqueo de los nervios mediano y cubital guiado por ecografía según la medida de los rotuladores Edding 3000 (Distancia del Rotulador) y mediante la Distancia del Observador.

Por último, en una tercera fase de la tesis se realizó un **análisis del acuerdo/concordancia con otros observadores**. Al localizar mediante ecografía los nervios mediano y cubital empleando la “distancia del rotulador Edding 3000” a una distancia media de 13,246 centímetros desde la flexura de la muñeca (distancia del rotulador), se consultó a otro anestesiólogo sobre la imagen obtenida mediante ultrasonidos en este punto. Las preguntas fueron las siguientes: ¿considera que esta imagen ecográfica ofrece una visión adecuada de los nervios mediano y cubital? ¿realizaría en este punto la punción y el bloqueo de los nervios mediano y cubital guiado por ecografía y neuroestimulación? Se pretendió, en esta fase, conseguir una mayor potencia estadística de nuestro estudio. **El estudio de la concordancia** adquiere importancia cuando se desea conocer si con un método o instrumento nuevo (en este caso el empleo de la distancia del rotulador), diferente al habitual, se obtienen resultados equivalentes al método empleado hasta ahora, de tal manera que uno y otro puedan ser intercambiados porque uno de ellos es más sencillo, menos costoso y por lo tanto más costo-efectivo. Con el análisis de Concordancia no se evalúa la validez de un procedimiento, sino cuán acordes están entre sí observaciones sobre el mismo fenómeno.

Para ello, tras la obtención del punto idóneo empleando la Distancia del Rotulador Edding 3000 y la correspondiente imagen ecográfica donde realizar el bloqueo de los nervios mediano y cubital, se comprobó en 74 antebrazos si otro anestesista diferente al que había realizado el estudio ecográfico, llevaría a cabo la punción en este punto.

Para realizar un análisis de Concordancia se utilizan dos índices estadísticos dependiendo del tipo de variables. En el caso de variables cualitativas el índice usado es el índice Kappa. Si las variables con cuantitativas o continuas, el índice usado será el Índice de Correlación Intraclase que consiste en una corrección, por

parte de Fisher, del índice de correlación de Pearson y que se basa en el análisis de la varianza (ANOVA).

En el caso de querer analizar la concordancia entre la opinión de realizar el bloqueo en el punto indicado por la Distancia del Rotulador por el esto de anestesiistas, cuya respuesta será SI/NO, el estadístico a usar sería el índice Kappa pero debido a que únicamente en 1 caso hubo discrepancia, se descartó el cálculo de este índice. Por otro lado, si se toman las medidas de la Distancias del Observador como variable continua, el hecho de comparar únicamente con un valor constante (varianza = 0), es decir, la media de las medidas de la Distancia del Rotulador o 13,246 centímetros, hizo que también se descartara el cálculo del índice de Correlación Intraclase.

Así se optó por por representar la concordancia mediante una **gráfica de Bland-Altman** (figura 3).

En 73 de los 74 antebrazos, es decir, en un 98,648 % de los casos en los que se analizó la concordancia de la imagen obtenida, se obtuvo acuerdo con los anestesiólogos encuestados. Solo en 1 caso el anestesiólogo al que se consultó no estuvo de acuerdo con la imagen ecográfica obtenida, ya que la paciente presentaba poca ecogenicidad en sus tejidos y además presentaba la única variabilidad anatómica que nos encontramos en el estudio. No es el objetivo de esta tesis determinar la distancia media desde la flexura de la muñeca a la que la arteria y nervio cubital se encuentran separados, pero en esta paciente a 6 centímetros de la flexura de la muñeca (muy distal a nivel del antebrazo) el nervio y la arteria cubital se encontraban separados 1,75 centímetros, aproximándose la arteria cubital al nervio mediano. Es por ello que en este caso resultaba muy difícil reconocer las estructuras anatómicas si el observador no había realizado el estudio ecográfico, ya que

la arteria cubital no podía utilizarse como estructura de referencia para localizar el nervio cubital. (Foto 4.7)



Foto 4.7 | Separación de 1,75 centímetros de la arteria cubital (1) y nervio cubital (2), a tan solo 6 centímetros de la flexura de la muñeca. Músculo flexor cubital del carpo (3) y cúbito (4) .

Se optó entonces por visualizar la concordancia mediante el gráfico de Bland – Altman (figura 3). El método de Bland-Altman^[100] permite comparar gráficamente dos técnicas de medición sobre una misma variable. Se aplica para comparar un nuevo método de medida (Distancia del Rotulador) con otro ya establecido o validado (Distancia del Observador), y así poder validar este nuevo método y ver si resulta fiable y reproducible para el uso previsto, en este caso el bloqueo de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo para cirugía de la mano y dedos. Para ello, el método de Bland-Altman cuantifica la diferencia media entre ambos métodos de medida, en este caso 0,53 centímetros, y un rango de confianza, entre los cuales se espera que se incluyan el 95% de las diferencias entre las medidas de ambas técnicas de medida. En esta representación, en el eje de ordenadas se

representan las diferencias entre los valores de ambos métodos de medida, en esta tesis se representa la diferencia entre cada una de las medidas obtenidas mediante la distancia del observador y la media de las medidas de los rotuladores (13,246 centímetros). El eje de abscisa representa el valor de la media de ambas mediciones, cada una de las medidas obtenidas mediante la distancia del observador y la media de la distancia del rotuladores (13,246 centímetros), considerando de este modo esta media como el mejor estimador del valor real de la medida.

La línea horizontal azul representa la diferencia media entre las dos medidas, distancia del observador y distancia del rotulador, en este caso 0,53 centímetros, es el llamado error sistemático. Las otras dos líneas rojas representan un intervalo de concordancia. Se calculan estadísticamente como la diferencia media $\pm 1,96$ x desviación estándar.

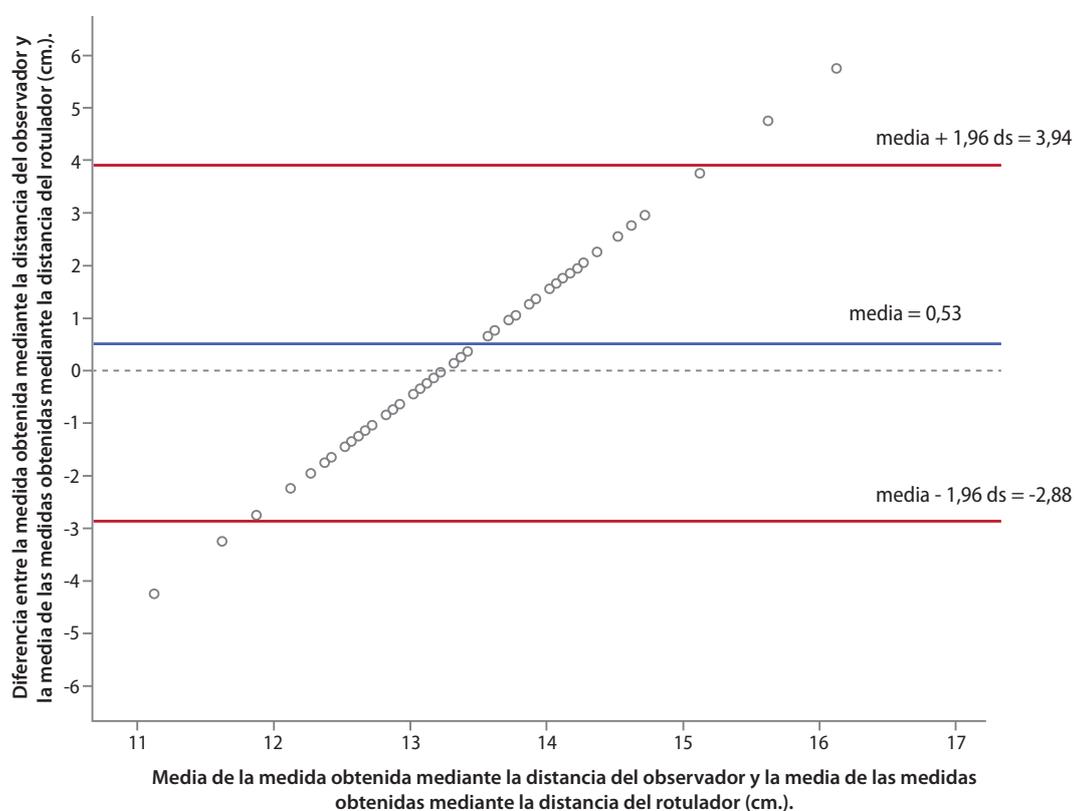


Figura 3 | Gráfico de Bland-Altman para la medición del punto de bloqueo de los nervios mediano y cubital ecoguiado, obtenido mediante la distancia del rotulador de quirófano y mediante la distancia del observador.
^a Las líneas rojas representan los límites de concordancia al 95%, mientras que la línea azul representa la media de las diferencias entre mediciones obtenidas mediante la distancia del observador y las mediciones obtenidas mediante la distancia del rotulador.

La representación de los límites de concordancia permite juzgar visualmente la concordancia entre ambos métodos ya que establecen el rango en el que se encontrarán aproximadamente un 95% de las veces, las diferencias entre las medidas de una técnica y de la otra. Cuanto menor sea el rango entre los límites, mejor será la concordancia. Un rango alto entre ambos límites de concordancia implicaría una baja precisión de uno o ambos métodos. Si estos límites no exceden la diferencia máxima aceptable entre métodos, se considera que los dos están en concordancia y pueden ser usados indistintamente. En la Figura 3 se aprecia que de todas las mediciones realizadas, solamente 4 (2 por exceso y 2 por defecto) discrepan del valor esperado de concordancia con precisión del 95% (Intervalo de Concordancia). Estas mediciones que se encuentran en la gráfica fuera del intervalo de confianza, corresponden con las Distancias del Observador (adjuntas en el anexo 1) de 18 y 16,2 centímetros (por exceso) y 11 y 9 centímetros (por defecto).

Resulta interesante destacar que una de estas cuatro medidas corresponde al estudio realizado sobre una paciente intervenida de cesárea en la que se midió en el antebrazo izquierdo el punto de punción de los nervios mediano y cubital mediante la distancia del observador y que resultó ser de 16,2 centímetros desde la flexura de la muñeca. Al ser preguntado el anestesiólogo si realizaría el bloqueo en ese punto y con la imagen ecográfica obtenida mediante la distancia del rotulador, la respuesta fue no, no mostró concordancia con la imagen obtenida debido a la variación anatómica de la arteria y nervio cubital descrita anteriormente. Es decir, esta medida de 16,2 centímetros obtenida mediante la distancia del observador se encuentra fuera del Intervalo de Concordancia representado en la gráfica de Bland – Altman, y a su vez en este mismo paciente, al ser preguntado el anestesiólogo por la concordancia sobre el punto de bloqueo obtenido ecográficamente mediante la distancia del rotulador, tampoco mostró concordancia.

5 | DISCUSIÓN

5 | DISCUSIÓN

5.1 | CONSIDERACIONES GENERALES

El conocimiento y el uso conjunto de la anatomía y de la ecografía en la realización de la anestesia locorregional resulta fundamental. Por ello, se decidió emplear una referencia anatómica que facilitara la localización de los nervios mediano y cubital mediante ultrasonidos para realizar su bloqueo. Tras observar los diferentes puntos de punción de un grupo de anesthesiólogos del Hospital Clínico de San Juan de Alicante para bloquear los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo, y medir la distancia de estos puntos hasta la línea de flexión de la muñeca, se obtuvo la media de estas medidas que resultó ser de 13,803 centímetros en nuestra muestra. Fue entonces cuando se decidió establecer una medida fija desde la línea de flexura de la muñeca, **la longitud del rotulador Edding 3000 “permanent marker”**, 13,246 centímetros de media, tan frecuentemente utilizado en el quirófano por los anestesistas, para posteriormente estudiar los resultados ecográficos y la eficacia clínica aplicando esta referencia anatómica y los ultrasonidos.

Tras analizar los resultados expuestos en el apartado anterior, se puede determinar que es posible confiar plenamente en la referencia anatómica que se aporta como **punto ideal para la realización del bloqueo nervioso periférico de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo**. El punto designado como **punto del rotulador** o punto localizado en el antebrazo tras proyectar desde la línea de flexión de la muñeca la longitud del rotulador Edding 3000 “permanent marker”, permite colocar la sonda lineal ecográfica en ese punto exacto del antebrazo y localizar en un mismo plano ambos nervios, de modo que con una sola punción sea posible realizar la técnica anestésica consistente en rodear dichos nervios con anestésico local. Todos los bloqueos realizados que utilizaron dicha referencia anatómica y los ultrasonidos fueron a su vez comprobados mediante neuroestimulación, obteniendo respuestas motoras correspondientes a los nervios mediano y cubital, lo que otorga mayor fiabilidad y seguridad a la técnica ecográfica. Así mismo, todos los bloqueos realizados guiados por esta técnica resultaron exitosos para la cirugía de la mano y dedos, con una eficacia del 100%, es decir ningún paciente tuvo que ser intervenido bajo anestesia general, lo que confirma la hipótesis inicial de que *es posible determinar un punto idóneo mediante el empleo de una referencia anatómica que facilite al anestesiólogo la realización de bloqueos nerviosos periféricos del plexo braquial a nivel del antebrazo guiados por ecografía para la cirugía de la mano y dedos*. La referencia anatómica aplicada la obtendremos mediante la longitud del rotulador Edding 3000 desde la línea de flexión de la muñeca. El uso de este rotulador en concreto podría ser una limitación en nuestra tesis, pues podría surgir la siguiente pregunta: ¿qué sucede si los anestesiólogos cuentan con rotuladores de otras marcas en su hospital? ¿podrían servir también como referencia? ¿podemos utilizar un rotulador Edding 3000 “usado” o debe de ser “nuevo”? ¿existe alguna diferencia en términos de eficacia de la técnica? Tras estudiar los diferentes rotula-

dores “permanent marker” tanto los Edding 3000 “nuevos” como los “usados” y los rotuladores de otras marcas, se puede afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas en su longitud, tal y como describimos en el apartado de resultados. No obstante, a pesar de estas diferencias estadísticamente significativas, objetivamos que en todos los casos sus medidas oscilan entre 13 +/- 0,349 centímetros. Estas mínimas diferencias entre las medidas de los



Foto 5.1 | Longitud de los diferentes rotuladores utilizados en el quirófano.

diferentes rotuladores del mercado no suponen ningún inconveniente a la hora de emplear el rotulador para la localización ecográfica de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo, ya que, realizando un simple cabeceo, inclinación o “tilting” de la sonda ecográfica se corregirá esa pequeña variación subcentimétrica de la referencia anatómica. Lo más valioso de este resultado consiste en que a pesar de la diferencia estadísticamente significativa en el tamaño de los rotuladores “permanent marker” del mercado, la eficacia de la técnica descrita en esta tesis es eficaz en un 100 % de los casos para la cirugía de la mano y dedos, independientemente del rotulador que se emplee en el antebrazo. Esto hace que el protocolo expuesto en esta tesis sea sencillo y reproducible. (foto 5.1).

5.2 | APORTACIÓN DE LA TÉCNICA DESCRITA

La mayor **aportación** de los resultados obtenidos consiste en que **gracias a la técnica descrita basada en la utilización conjunta de una referencia anatómica, distancia del rotulador desde la línea de flexura de la muñeca, y los ultrasonidos, a partir de ahora se podrá utilizar una técnica de anestesia locorregional a nivel del antebrazo guiada por ultrasonidos más rápida, segura y con una eficacia contrastada del 100%**. Esta técnica propuesta podrá ser empleada con seguridad y éxito en pacientes adultos, mayores de 18 de edad, con independencia de su sexo y de otros parámetros antropométricos como el peso y la talla. Además, gracias a la sencillez de la localización de la referencia anatómica, se pretende que esta técnica guiada por ecografía pueda ser reproducible por todos los anestesiólogos independientemente del grado de experiencia en el campo de la anestesia locorregional y los ultrasonidos. En la primera parte del estudio se recogieron los datos de las punciones realizadas por cinco anestesiólogos del Hospital Clínico de San Juan, especializados en anestesia locorregional guiada por ultrasonidos y que desempeñan su actividad habitualmente en el quirófano de traumatología. Se podrían criticar los datos obtenidos, por ser difícilmente extrapolables al resto de anestesistas menos especializados en el campo de la anestesia locorregional y de la ecografía. No obstante, para corregir este posible sesgo, en la tercera parte del trabajo se estudió el nivel de concordancia y de acuerdo con la medida propuesta. Para ello, una vez obtenida la imagen ecográfica de los nervios mediante la referencia anatómica descrita en esta tesis, a diferentes anestesiólogos del Servicio de Anestesiología del Hospital de San Juan, no sólo expertos, sino residentes y adjuntos con más y menos experiencia en anestesia locorregional, se les formularon las siguientes preguntas: “¿puedes valorar la siguiente imagen ecográfica? ¿realizarías la punción y bloqueo de los nervios mediano y cubital en este punto del antebrazo?”. Este análisis de acuerdo/concordancia fue estudiado

en 74 pacientes y solamente en uno de ellos, el anestesiólogo no estuvo conforme con la imagen que se le mostraba, por lo que, basándonos en resultados objetivos, esta técnica fue valorada por todo tipo de anestelistas, como útil y eficaz para la localización de los nervios periféricos en un 98,6% de los pacientes estudiados, eliminando así la posible limitación.

5.3 | INDICACIONES DE LA TÉCNICA

La técnica en la que se basa esta tesis se presenta como una **técnica indicada fundamentalmente en la cirugía de la mano y dedos**, cuya ventaja fundamental radica en la sencillez de la localización del punto de punción. Dadas sus características e indicaciones, resulta imprescindible compararla con la técnica que, durante muchas décadas, por su fácil realización, fue la más empleada entre todas las anestesis regionales realizadas en la extremidad superior, la ***anestesia regional endovenosa***. Esta técnica fue descrita por el cirujano alemán Augusto K.G Bier en 1908^[80] y presenta un alto porcentaje de éxito en intervenciones quirúrgicas de corta duración en miembro superior. La técnica consiste en la inyección intravascular lenta (tiempo mayor a 90 segundos) de una solución anestésica en el mismo miembro a intervenir, habitualmente lidocaína 0,5 ml/Kg en concentraciones de 0,5%. Previamente a la inyección es necesario realizar la exanguinotransfusión de la extremidad y el hinchado de un manguito de presión colocado en el brazo a intervenir, con el objetivo de que la solución anestésica no alcance la circulación sistémica provocando la temida toxicidad (foto 5.2).

El mecanismo de acción del anestésico local inyectado no es del todo claro, la teoría más aceptada consiste en el paso del fármaco de la zona endovascular a la zona extravascular actuando directamente sobre los troncos nerviosos o nervios terminales^[85]. Una vez en la cercanía del nervio, el anestésico local actuaría blo-

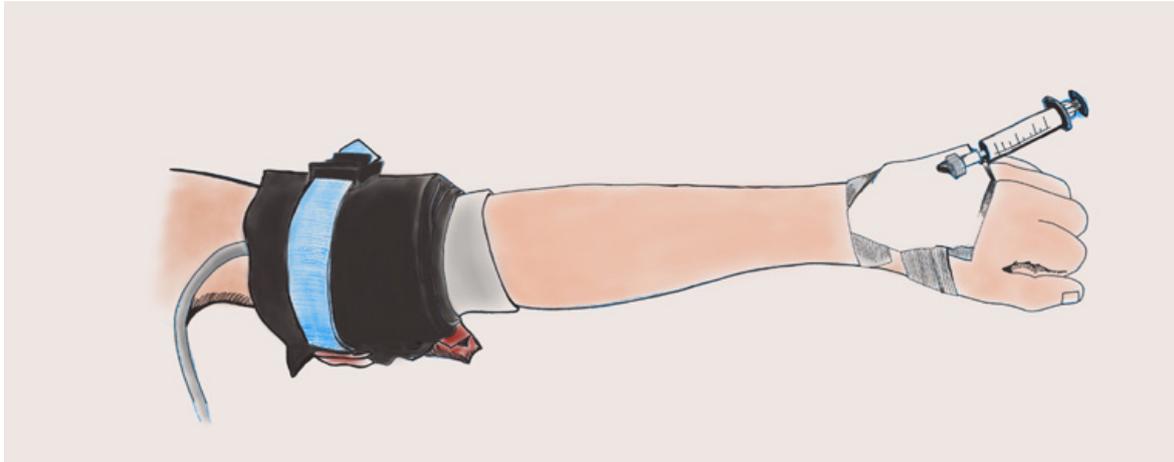


Foto 5.2 | Anestesia regional endovenosa. Canalización de acceso venoso periférico y colocación del manguito de isquemia en el brazo que se va a intervenir.

queando los canales de sodio y bloqueando de este modo la actividad eléctrica de la fibra nerviosa. Es especialmente útil en el miembro superior, en el bloqueo de los nervios mediano y cubital, pues al ser los nervios mejor vascularizados serán alcanzados por el anestésico local y bloqueados rápidamente. De este modo, resulta ser una técnica rápida, sencilla y eficaz (mismas características que la técnica estudiada en la tesis) y económica por lo que durante muchos años ha sido considerada el **“gold estándar”** en cirugía traumatológica menor de la extremidad superior, como así se pudo comprobar en la encuesta sobre la actividad anestésica realizada en Cataluña durante el año 2003^[84], donde se objetivó que la anestesia regional endovenosa supuso el 23% de todas las anestесias regionales de la extremidad superior realizadas en esta Comunidad. No obstante, esta técnica presenta una serie de limitaciones que no aparecerán si realizamos la técnica de anestesia locorregional guiada por ultrasonidos, destacan dos:

1. La liberación accidental del manguito de presión colocado en el brazo puede provocar una absorción masiva de anestésico local con la consiguiente aparición de toxicidad sistémica, con sintomatología tanto neurotóxica (síntomas iniciales excitatorios como inquietud, ansiedad, desorientación

e incluso convulsiones tónico-clónicas, y posteriormente depresión del sistema nervioso central y coma) como cardiotóxica (estado taquicardizante inicial con bradicardia e incluso paro cardíaco posterior).

2. La anestesia regional intravenosa tras la liberación del manguito de presión genera mínima o nula analgesia residual. Este es un factor importante a la hora de realizar las cirugías del miembro superior en régimen ambulatorio, pues uno de los criterios de alta es la ausencia de dolor, evaluada mediante la Escala Verbal Analógica.

Por el contrario, la técnica descrita en este trabajo al realizarse guiada por ultrasonidos evita tanto la neurotoxicidad por inyección directa de anestésico local en el nervio, como la inyección accidental intravascular de anestésico local, ya que como se ha comentado en otros apartados gracias a la ecografía se puede visualizar en tiempo real el nervio, las estructuras vasculares que lo acompañan, la aguja en todo su trayecto y el anestésico local rodeando el nervio sin introducirse en la vena o arteria (foto 5.3).

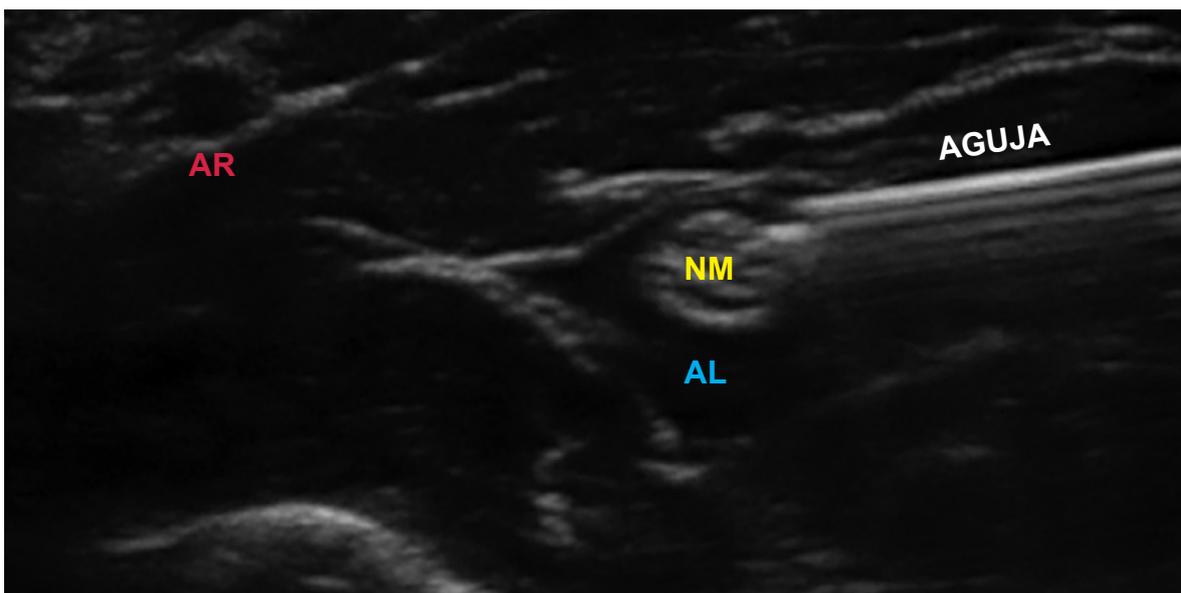


Foto 5.3 | Bloqueo ecoguiado del nervio mediano. Visualización en tiempo real del nervio (NM), de la arteria radial (AR), de la punta de la aguja y de la inyección de anestésico local (AL).

Respecto a la analgesia residual, si la cirugía lo requiere porque es dolorosa, como por ejemplo la cirugía de rizartrosis, o bien la osteosíntesis de una fractura de escafoides, podremos administrar, mediante los bloqueos periféricos guiados por ultrasonidos, anestésicos de larga duración como ropivacaína o levobupivacaína (duración media de hasta 12-16 horas) alrededor de los nervios que decidamos, obteniendo de este modo un bloqueo sensitivo más duradero, con un perfecto control de la analgesia postoperatoria permitiendo así el alta domiciliaria del paciente intervenido. Estas dos limitaciones de la anestesia regional endovenosa convierten a nuestra técnica, en una técnica superior.

5.4 | CONSIDERACIONES ANATÓMICAS DE RELEVANCIA

Como se ha descrito en varios apartados, el conocimiento de la anatomía en el campo de la anestesia locorregional resulta imprescindible.

5.4.1 | Descripción anatómica del nervio cubital

Si se profundiza en el estudio de las ramas colaterales del nervio cubital en el codo, antebrazo y tercio inferior del antebrazo o muñeca, destacan las siguientes ramas^[46] (foto 5.4):

- 1 | Ramos articulares, son dos, nacen en el canal epitrocóleo-olecraniano y se dirigen a la parte posterior de la articulación del codo.
- 2 | Ramos musculares, también se desprenden del nervio cubital cerca del canal epitrocóleo-olecraniano y están destinados a los músculos flexor cubital del carpo y al flexor profundo de los dedos.

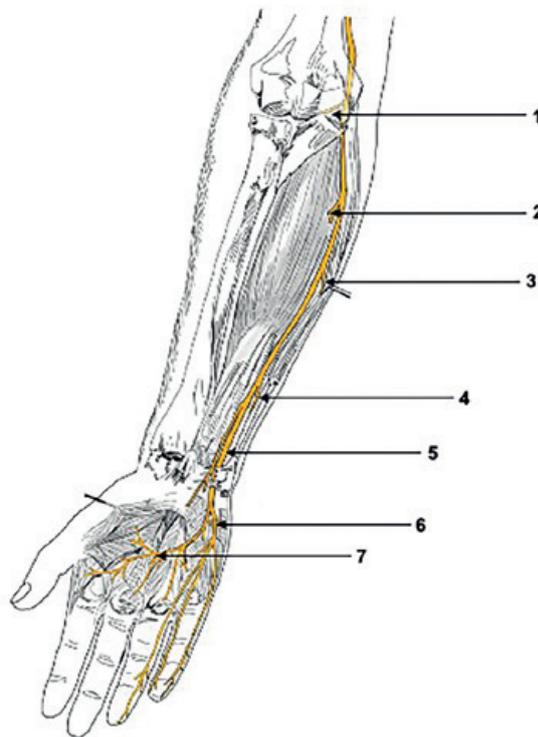


Foto 5.4 | Ramas del nervio cubital. 1, Rama articular; 2, Rama para el músculo flexor profundo de los dedos; 3, Rama para el músculo flexor cubital del carpo; 4, Rama dorsal; 5, Rama palmar; 6, Rama superficial; 7, Rama profunda.

3 | Ramo de la arteria cubital, nace en la parte media del antebrazo, desciende junto a la arteria cubital inervando la piel de la parte inferior a lo largo de su recorrido y anastomosándose con el nervio antebraquial cutáneo interno.

4 | Ramo cutáneo dorsal de la mano, rama sensitiva que se desprende del nervio cubital en el tercio inferior del antebrazo, se dirige hacia medial y distal por debajo del músculo cubital anterior alcanzando la cara dorsal de la muñeca. Poco después se divide en tres ramos, el ramo interno que formará el nervio colateral dorsal interno del meñique, el ramo medio que desciende hasta el cuarto espacio interóseo dorsal y el ramo externo que proporciona sensibilidad al tercer espacio interóseo.

5 | Ramos terminales, el nervio cubital se divide distal al hueso pisiforme en una rama sensitiva y otra rama motora. La rama superficial sensitiva a su vez se divide en una rama interna que se convertirá en el nervio colateral palmar interno del meñique y en una rama externa que será el nervio digital común del cuarto espacio. La rama profunda motora acompaña a la arteria cubito palmar e inerva a una serie de músculos: aductor, flexor corto y oponente del quinto dedo, así como a los músculos aductor del pulgar y flexor corto del pulgar. Recordemos que al utilizar la neuroestimulación para realizar el bloqueo del nervio cubital obtendremos la flexión del 4º y 5º dedos así como la aducción del pulgar. Este dato es importante para diferenciarlo del nervio mediano, cuya neuroestimulación generará la oposición del pulgar.

En relación con la **descripción anatómica del nervio cubital**, estudios como el de Olea et al.^[73], defienden la realización del bloqueo del nervio cubital a nivel distal, en el tercio inferior del antebrazo o en la muñeca, ya que de esta forma no se bloqueará la rama cutánea dorsal del nervio cubital destinada a la inervación de la piel de una zona del dorso de la mano, evitando así un bloqueo tan extenso del nervio cubital y favoreciendo el alta tras la cirugía ambulatoria. Podría considerarse una desventaja de nuestra técnica, la cual al realizarse en el punto obtenido tras proyectar la distancia del rotulador desde la flexura de la muñeca, es decir, en la unión del tercio proximal con los dos tercios distales del antebrazo, generará el bloqueo de todas las ramas del nervio cubital implicadas en la inervación de la mano y dedos^[81]. No obstante, la rama cutáneo dorsal del nervio cubital proporciona inervación sensitiva de una pequeña zona del dorso de la mano por lo que su bloqueo mediante la técnica propuesta en esta tesis no va a afectar en absoluto en el alta precoz de nuestros pacientes, uno de los objetivos de la anestesia locorreional a nivel del antebrazo. Al contrario, la ausencia del

bloqueo de esta rama como consecuencia de localizar el nervio cubital a nivel distal del antebrazo o en la muñeca puede provocar una anestesia incompleta de la mano con el consiguiente fracaso de la técnica de anestesia locorregional. Realizando el bloqueo de los nervios mediano y cubital en el punto en el que se propone en esta tesis, con el anestésico local mepivacaína a concentración de 1,5%, obtenemos excelente anestesia y analgesia con mínimo bloqueo motor, lo cual es idóneo para el régimen ambulatorio del paciente (foto 5.5).

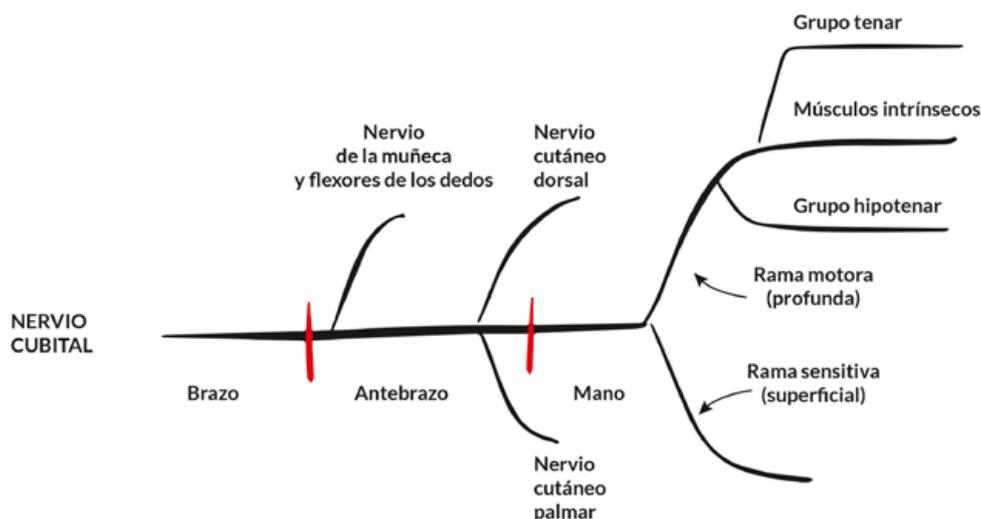


Foto 5.5 | Esquema de las ramas del nervio cubital.

5.4.2. | Anastomosis nerviosas

Continuando con la anatomía, es importante conocer las diferentes **anastomosis nerviosas existentes en el antebrazo, muñeca y mano**. Dichas anastomosis tienen repercusión clínica y debemos conocerlas para que nuestra técnica anestésica no resulte incompleta^[36] (foto 5.6).

Destacamos el estudio de Kazakos et al.^[82], en el que se estudian 163 antebrazos en 100 cadáveres en fresco, observando anastomosis entre los nervios

mediano y cubital en un 8,6 % de las muestras disecadas. Martin^[83], fue el primero en describir la existencia de una rama entre los nervios mediano y cubital cuyo trayecto discurriría por debajo del músculo pronador redondo. Esta anastomosis que se realiza entre axones del tronco principal del nervio mediano cruzando el antebrazo hacia el tronco principal del nervio cubital se denominó Anastomosis de Martin-Gruber^[84] y aparece en el 15-31% de

los pacientes. Estas anastomosis, que se producen más frecuentemente en la mitad proximal que en la mitad distal del antebrazo y con más frecuencia en el lado derecho que en el izquierdo, presentan importantes repercusiones clínicas:

- 1 | Se pueden encontrar inexplicables pérdidas de función motora de determinados músculos tras lesiones nerviosas periféricas, lo que conllevará a fallos en el diagnóstico obtenido mediante electromiografía de dichas lesiones.
- 2 | Pueden aparecer alteraciones o modificaciones en la inervación sensitiva de determinados territorios que deberían ser inervados únicamente por el nervio cubital y que, debido a ciertas anastomosis, comparten inervación con el nervio mediano.

A nivel de la muñeca y de la mano, Martin también describió la conexión entre los nervios mediano y cubital mediante el denominado “*arcus volaris nervorum*”.

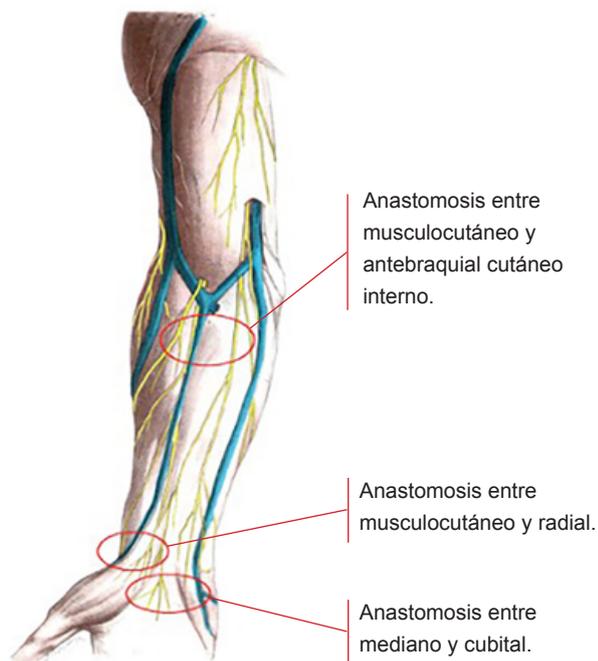


Foto 5.6 | Anastomosis entre los diferentes nervios distales del plexo braquial a nivel del antebrazo, muñeca y mano.

Otra anastomosis con relevancia clínica es la existente a partir de los nervios radial y musculocutáneo. Esta última anastomosis resulta especialmente importante ya que en muchas ocasiones ramas terminales superficiales del nervio radial o del nervio antebraquial cutáneo lateral (rama sensitiva del nervio musculocutáneo a nivel del antebrazo) llegan hasta la palma de la mano, estableciendo anastomosis con los nervios mediano y cubital. Es por ello por lo que, para la cirugía del túnel carpiano, cirugía muy prevalente de la mano, donde está principalmente indicado el bloqueo ecoguiado del nervio mediano y cubital, se debe tener en cuenta realizar una infiltración subcutánea a nivel de la flexura de la muñeca,



Foto 5.7 | Infiltración subcutánea a nivel de la flexura de la muñeca.

desde su punto medio hasta la tabaquera anatómica de aproximadamente 1-2 mililitros de anestésico local de corta duración, como por ejemplo mepivacaína a concentración del 1,5%. En determinadas ocasiones, debido a las anastomosis antes descritas, la incisión de la piel en la palma de la mano para la cirugía del túnel carpiano resulta dolorosa, lo que se puede evitar con esta infiltración tan sencilla, la cual no es necesaria que se realice ecoguiada (foto 5.7).

5.4.3 | Comparación de nuestros resultados con los de otros autores

Un estudio ecográfico reciente de 100 muestras de antebrazos en voluntarios sanos realizado por Kathirgamanathan et al^[85], indica que:

- 1 | El nervio cubital resulta muy constante en su recorrido, pasando por el canal cubital, posterior al epicóndilo humeral, en el 99% de los voluntarios, excepto en uno, en el que discurre anterior al epicóndilo humeral. Este resulta un hallazgo poco frecuente ya que Jacob et al. ^[85] en su estudio en el que emplean la ecografía en 400 brazos, concluyen que el nervio cubital discurre por el canal cubital posterior en los 400 casos.
- 2 | En el estudio de dos antebrazos de dos voluntarios sanos distintos, la arteria cubital permaneció superficial en su trayecto en la línea media del antebrazo desde la división en la arteria braquial y sin acompañar al nervio cubital en su recorrido. En estos casos la arteria no podría utilizarse como referencia anatómica para localizar ecográficamente el nervio cubital.
- 3 | No existe correlación entre la profundidad a la que encontramos ecográficamente el nervio cubital desde la superficie de la piel y el Índice de Masa Corporal de los pacientes.
- 4 | Se desaconsejan localizar y bloquear en la muñeca el nervio cubital, ante la posibilidad de no bloquear la rama cutánea dorsal porque haya nacido del nervio cubital más proximalmente, y por aumentar la probabilidad de punción de la arteria cubital debido a su proximidad al nervio en la muñeca.
- 5 | Los ultrasonidos están indicados en la localización de los nervios a nivel del antebrazo, son útiles para guiar la trayectoria de la aguja y proporcionan nuevos abordajes para realizar los bloqueos, pero sin depender de referencias anatómicas para su realización.

Nuestros resultados, confirman la mayor parte de estos resultados, sin embargo, aunque la ecografía es el “gold standard” de las técnicas de localización de los nervios periféricos, consideramos que su uso junto con una referencia

anatómica sencilla a nivel del antebrazo facilita la localización no solo del nervio cubital sino conjuntamente de los nervios mediano y cubital. Por otro lado, Kathirgamanathan en su estudio propone como referencia anatómica para realizar la punción un punto que se localizará 2 centímetros proximal al punto donde la arteria y nervio cubital se encuentran en íntimo contacto en el antebrazo. En el punto recomendado de punción, el nervio y la arteria se encuentran separados 8,5 milímetros de media tras el estudio de los 100 antebrazos en voluntarios sanos y suele coincidir con la unión de los 2/5 proximales con los 3/5 distales del antebrazo. Este punto podría ser considerado un buen lugar de punción pues ofrece seguridad a la hora de realizar el bloqueo del nervio cubital sin lesionar la arteria, pero no hace referencia al nervio mediano, mientras que uno de los objetivos de esta tesis consiste en describir el punto idóneo del antebrazo para la localización de ambos nervios en el mismo plano. Por último, el punto recomendado por este autor puede verse afectado por la variabilidad interobservador que presenta la ecografía, ya que dos anestesiistas distintos pueden determinar que el punto donde arteria y nervio cubital se encuentran en íntimo contacto no sea el mismo, lo que modificaría el punto de punción.

Otros estudios (McCartney et al.^[86] en 2007), recomiendan realizar el bloqueo del nervio mediano a nivel medio del antebrazo, donde el nervio mediano descansa sobre la fascia del músculo flexor superficial de los dedos y el nervio puede aparecer más superficial. A este nivel aseguramos el bloqueo de la rama palmar del nervio mediano que puede no ser bloqueada si realizamos la técnica a nivel de la muñeca. Respecto al nervio cubital, McCartney recomienda su localización iniciando la exploración de proximal a distal a nivel del antebrazo, así el autor propone localizar el nacimiento de la arteria cubital respecto de la arteria braquial y posteriormente seguir el recorrido de la arteria cubital hacia medial donde se encuentra con el nervio cubital en la zona medial del antebrazo. El bloqueo del

nervio cubital en este punto aumenta la probabilidad de bloqueo de la rama cutánea dorsal que nace del nervio cubital a unos 5 centímetros de la muñeca. Por otro lado, este autor afirma que el uso de los bloqueos distales del plexo braquial a nivel del antebrazo, codo y muñeca como rescate de bloqueos proximales que han resultado incompletos genera un alto porcentaje de éxitos, en torno al 90%. Sin embargo, este hallazgo no concuerda con los obtenidos en esta tesis, ya que nuestra experiencia tras estudiar una muestra mucho más amplia de pacientes es que la eficacia de los bloqueos distales del plexo braquial como bloqueos únicos o como complementarios es de un 100%. A este respecto, Delanuy et al.^[63] en 2001 y Macaire et al.^[61] en 2005, publican en sus estudios una tasa de fallos del 9 al 15 % al realizar el bloqueo del nervio mediano y del 15 al 32 % tras llevar a cabo el bloqueo del nervio cubital, ambos en la muñeca. Tasas de error muy distintas a las obtenidas en nuestra tesis.

5.5 | CONSIDERACIONES CLÍNICAS DE RELEVANCIA

5.5.1 | Duración de la cirugía y colocación del manguito de isquemia

Como podemos observar en el apartado de resultados, la mayoría de las cirugías traumatológicas para las que realizamos el bloqueo de los nervios mediano y cubital en el punto anatómico del antebrazo defendido en la tesis fueron: síndrome túnel del carpo (57 pacientes) y dedo resorte-apertura polea (12). Las características principales de estas cirugías son las siguientes: cirugías de corta duración (menos de 30-45 minutos) y cirugías en las que sólo interviene la inervación de los nervios mediano y cubital. En caso de intervenir otros nervios en el territorio quirúrgico, como el nervio radial (cirugía de rizartrrosis, fracturas de huesos del carpo, etc) será necesario realizar también el bloqueo del resto de los

nervios implicados, es por ello por lo que resulta imprescindible el conocimiento de la inervación y la anatomía de la mano. El **tiempo de duración de la cirugía**, es otro parámetro que debemos tener en cuenta a la hora de elegir la técnica de anestesia locorregional. Salvo en las cirugías percutáneas, el uso del manguito de isquemia es de frecuente uso en cirugía ortopédica y traumatológica. Es un instrumento muy útil, gracias a su uso se obtiene un campo quirúrgico exangüe favoreciendo la exposición anatómica y reduciendo tanto la incidencia de complicaciones como el tiempo quirúrgico. No obstante, debemos conocer dónde se colocará y el tiempo que será empleado, ya que puede ser un factor limitante en la eficacia de la técnica anestésica elegida. Las recomendaciones actuales son utilizar un manguito lo más ancho posible, colocarlo lo más distal posible en el miembro a intervenir y utilizarlo el mínimo tiempo posible sin superar los 120 minutos. El manguito de isquemia empleado actualmente fue inventado por James A. McEwan en los años 80 y consta de un manguito inflable, una fuente de gas comprimido y un regulador de presión controlado. La presión a la que un manguito debe inflarse depende varias variables: edad, tamaño de la extremidad, piel y fundamentalmente presión sanguínea. Muchos cirujanos utilizan una presión de referencia, como por ejemplo 250 mmHg para el miembro superior y 300 mmHg para el miembro inferior, mientras que otros utilizan la presión arterial sistólica más un margen estándar de seguridad que suele ser de 100 mmHg para el miembro superior y 150 mmHg para el miembro inferior^[87-88]. Actualmente determinados grupos de estudio están utilizando la presión de oclusión del miembro para calcular la presión de inflado del manguito^[89-90], ya que la presión arterial del paciente no es constante durante toda la intervención y los métodos explicados previamente no son del todo exactos.

Lo que resulta fundamental es colocar el manguito de isquemia lo más distal posible, ya que, en caso de generar una neuropatía por compresión, tendrá

menor repercusión clínica cuanto más distal sea la lesión nerviosa. Además, la compresión del manguito de presión será menos dolorosa y por lo tanto mejor tolerada por el paciente (foto 5.8).

Por ello, se puede concluir que la técnica de bloqueo de los nervios distales del plexo braquial a nivel del antebrazo en el punto que se ha determinado en esta tesis está fundamentalmente indicada en cirugías de la mano y dedos donde el manguito de isquemia pueda ser colocado lo más distal posible, preferiblemente por debajo del codo y con una duración máxima de unos 30-45 minutos, como por ejemplo, en la cirugía del síndrome del túnel carpiano o dedo en resorte. La colocación del manguito de isquemia por debajo del codo no pretende ser una limitación de la técnica, por lo que se podrá colocar también a nivel del brazo si



Foto 5.8 | Colocación del manguito de isquemia a nivel de la raíz del brazo A y a nivel del antebrazo B.

se ha realizado previamente un bloqueo de los nervios distales del plexo braquial, pero para ello será conveniente sedar al paciente, habitualmente se utilizan fármacos intravenosos como midazolam, propofol en bolos o mediante perfusión continua, y remifentanilo en perfusión continua dado su efecto analgésico y su vida media corta. Algunos autores han presentado estudios en los cuales se coloca el manguito de isquemia lo más próximo a la muñeca que permite la incisión quirúrgica, con excelentes resultados en términos de dolor en cirugías de hasta una hora de duración y sin complicaciones^[91-92], no obstante, si la duración del manguito de isquemia es mayor de 45 minutos o la cirugía compromete otro territorio no inervado por los nervios mediano y cubital, se deberá indicar otro tipo de bloqueo del plexo braquial más proximal, como por ejemplo el abordaje a nivel axilar. Recordemos que la zona cutánea del brazo se encuentra inervada por los nervios musculocutáneo, braquial cutáneo medial, radial y nervio intercostobraquial, los cuales no se encuentran cubiertos si realizamos bloqueos distales del plexo braquial a nivel del antebrazo (foto 5.9).

5.5.2 | Bloqueos proximales vs. bloqueos distales del plexo braquial

Varios autores se han cuestionado **si la realización de bloqueos distales del plexo braquial (mediano, radial y cubital) resulta igual de eficaz que la realización de bloqueos más proximales**. Destacan tres artículos que se describen a continuación:

Desde el punto de vista clínico, resulta interesante el artículo publicado en 2014 por Lam et al. ^[81], es uno de los estudios más rigurosos a la hora de comparar los bloqueos distales del plexo braquial con bloqueos proximales más estándar, como el bloqueo supraclavicular, para cirugía de la mano. Comparan ambos bloqueos empleando la misma dosis y concentración de anestésico local, mepivacaína 1,5%, y analizan el bloqueo motor provocado por ambas técnicas y

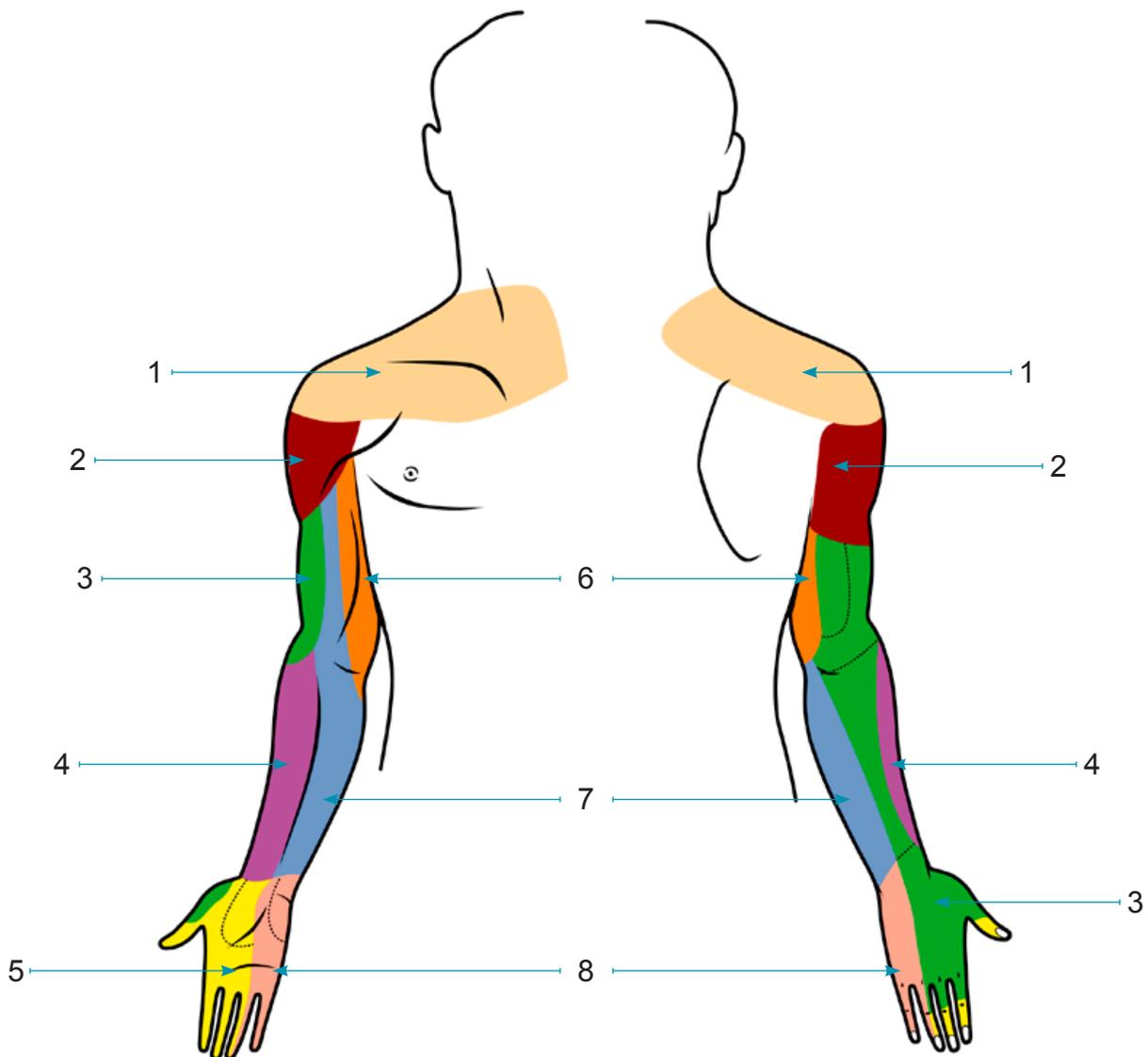


Foto 5.9 | Inervación de los diferentes territorios cutáneos de la extremidad superior. 1, Nervio supraclavicular (plexo cervical); 2, Nervio axilar; 3, Nervio radial; 4, Nervio antebraquial cutáneo lateral; 5, Nervio mediano; 6, Nervios intercostobraquial y braquial cutáneo medial; 7, Nervio antebraquial cutáneo medial, 8, Nervio cubital.

la repercusión que la inmovilidad generada por la anestesia regional tiene en la satisfacción del paciente. Para la localización de los nervios, colocan la sonda en un punto a mitad del antebrazo y localizan el nervio mediano entre los músculos flexor superficial y profundo de los dedos, posteriormente a unos 5 centímetros del pliegue de la muñeca desplazan la sonda hacia medial con el objetivo de localizar el nervio cubital adyacente a la arteria. Este será el punto de inserción de

la aguja para bloquear ambos nervios. Es el único trabajo en el que los autores se plantean la realización de ambos bloqueos con un único punto de punción, al igual que nuestro grupo de trabajo y emplean el mismo anestésico local de corta duración. No obstante, el grupo de Lam no determina en qué punto exacto inician el estudio ecográfico a nivel del antebrazo, tan sólo se refieren a un punto a mitad del antebrazo, mientras que en esta tesis se propone un punto concreto de inicio de la búsqueda de los nervios, a 13,246 centímetros (longitud media de los rotuladores Edding 3000 de la flexura de la muñeca. Los autores proponen realizar el bloqueo a unos 5 centímetros del pliegue de la muñeca, pero en este punto puede que ya se haya desprendido la rama dorsal del nervio cubital, obteniendo de este modo un bloqueo insuficiente de la mano. Realizando el bloqueo mediante la técnica descrita en esta tesis evitaremos dicho problema. Por último, presenta la limitación de incluir en el trabajo únicamente cirugías inferiores a 15 minutos de isquemia, como hemos comentado previamente en el apartado en el que describimos el uso del manguito de compresión, es posible utilizar los bloqueos distales del plexo braquial en cirugías que utilizan la isquemia durante más tiempo (30-45 minutos), para ello se emplearán técnicas de sedación intravenosa y se colocará el manguito de compresión lo más distal posible, por debajo del codo.

Ince et al.^[93], publican en 2016 un artículo en el que estudian 34 pacientes programados para cirugía de la mano. Concluyen que los bloqueos distales del plexo braquial (mediano, radial y cubital) a nivel del antebrazo, resultan igual de eficaces que los bloqueos proximales, como el bloqueo infraclavicular, e incluso pueden emplearse para completar bloqueos proximales que han resultado insuficientes. Sin embargo, al igual que en estudios previos, este trabajo presenta la deficiencia de no indicar en qué punto se realiza el bloqueo de los nervios distales, tan solo recomiendan realizarlo en el punto del antebrazo donde ecográficamente se visualicen mejor los nervios.

Por su parte, Soberón et al. [94], en su estudio clínico publicado en 2015, comparan 60 pacientes intervenidos de cirugía de la mano (30 pacientes bajo bloqueos distales del antebrazo y 30 bajo bloqueos proximales: supraclavicular, infraclavicular y axilar). Concluyen que los bloqueos distales del plexo braquial son eficaces para cirugía de la mano, principalmente en aquellas en las que el torniquete o manguito de isquemia se coloca durante un corto espacio de tiempo. Resultan bloqueos satisfactorios tanto para el cirujano como para el paciente, y al compararlos con los bloqueos proximales presentan las ventajas de no generar compromiso respiratorio, ser más seguros en caso de presentar el paciente alteraciones de la coagulación y provocar mínimo bloqueo motor, por lo que podrán realizarse de forma bilateral. No obstante, al igual que ocurre en el resto de los estudios que hemos incluido en esta discusión, los autores comentan que los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo son fáciles de identificar ecográficamente, el nervio mediano a nivel de la mitad del antebrazo y el nervio cubital medial a la arteria cubital, pero no describen el punto idóneo donde realizar estos bloqueos.

5.5.3 | Tiempo de realización de la técnica

Algunos autores introducen la **variable tiempo** en sus estudios y evalúan el tiempo de realización de los bloqueos distales del plexo braquial. Lieberman et al. [74], en 2006, estudian la realización de bloqueos distales de los nervios mediano, cubital y radial en 11 pacientes con lesiones en la mano que precisan intervención quirúrgica de urgencias. Evalúan la eficacia técnica, ausencia de dolor de los pacientes, necesidad de rescate con otro tipo de anestesia, complicaciones derivadas de la técnica, satisfacción del paciente y tiempo medio de realización de los bloqueos por paciente, que resulta ser de 9 minutos de media. El tiempo de realización de los bloqueos distales en comparación con bloqueos proximales

del plexo braquial es una línea de estudio interesante a seguir en el futuro para poder estudiar *la eficiencia de los diferentes bloqueos*. Por otra parte, Lieberman concluye que todos los anesthesiólogos pueden ser capaces de realizar estos bloqueos con un mínimo entrenamiento, aunque a la hora de describir la técnica de bloqueo del nervio cubital tan solo recomienda localizar la arteria cubital a nivel distal del antebrazo y luego el nervio cubital medial a la arteria. Respecto al nervio mediano, describe la localización en dos pasos, primero coloca la sonda en la cara volar de la muñeca, entre las arterias radial y cubital, en un segundo paso desplaza la sonda hacia proximal, hacia el codo, localizando el nervio mediano en relación con el músculo flexor superficial de los dedos. El autor en ningún momento contempla la posibilidad de localizar ambos nervios en un mismo plano, ni realizar el bloqueo con una única punción. Es cierto que los bloqueos distales del plexo braquial son bloqueos muy útiles para empezar a familiarizarse con la ecografía y la anestesia locorregional debido a que no existen grandes complicaciones derivadas de su realización, como la punción pleural, la punción de la arteria subclavia o el bloqueo del nervio frénico que pueden aparecer en los bloqueos interescalénico o supraclavicular, no obstante, como todas las técnicas precisan de un entrenamiento para su correcta realización y la obtención de una eficacia del 100%. Con la referencia anatómica aportada en esta tesis favorecemos que tanto el aprendizaje como la realización mediante ultrasonidos de esta técnica sea más rápido y sencillo.

Macaire et al.^[70] en 2008, tras estudiar 60 pacientes intervenidos del síndrome del túnel carpiano en régimen ambulatorio, 30 pacientes mediante bloqueo mediano y cubital guiados por neuroestimulación y 30 pacientes mediante bloqueo mediano y cubital guiados por ultrasonidos, concluyen que los ultrasonidos reducen el tiempo de realización del bloqueo en comparación con la neuroestimulación y proporcionan una mejor localización del nervio a bloquear, al igual

que describieron Marhofer^[95] y Casati^[96], en 1997 y 2007 respectivamente. Es interesante comentar tres puntos más del estudio de Macaire:

- 1 | El autor realiza la localización de los nervios mediante ecografía visualizando primero el nervio mediano a nivel del antebrazo y posteriormente localiza el nervio cubital. En esta tesis se prefiere localizar primero el nervio cubital, el cual presenta una referencia vascular sencilla como la arteria cubital, y a partir de este nervio se visualizará el nervio mediano.
- 2 | Emplea un punto de punción a 5-10 centímetros de la flexura de la muñeca, pero no determina el punto exacto, ni si el bloqueo de ambos nervios se realiza con una única punción.
- 3 | Por último, compara la neuroestimulación con los ultrasonidos, mientras que en esta tesis se defiende el uso conjunto de ambas técnicas de localización nerviosa, con el fin de aumentar la seguridad del bloqueo.

5.5.4 | Importancia del bloqueo motor

Resulta primordial destacar también varios artículos publicados en los últimos años, como el trabajo de Mehlmann et al.^[97], que defiende el **bloqueo de los nervios mediano y cubital preservando la movilidad**, es decir, la flexo-extensión de los dedos. En este estudio, publicado en 2019, los autores presentan 10 pacientes en los cuales se realiza un bloqueo ecoguiado de los nervios mediano y cubital para la cirugía de dedo en resorte en régimen ambulatorio. Dentro de los objetivos principales del estudio se encuentra realizar un bloqueo sensitivo efectivo, pero sin bloqueo motor completo, de hecho, dos de sus pacientes fueron reintervenidos por tercera vez bajo esta técnica anestésica y el éxito de la cirugía dependió de que los pacientes pudieran movilizar los dedos y de este modo

ayudar al cirujano durante la intervención. Consiguen su objetivo en los 10 pacientes (eficacia de la técnica sin bloqueo motor completo), no obstante, al describir la técnica resultan poco precisos, realizan el bloqueo a 5 a 7 centímetros de la muñeca, pero no especifican exactamente dónde realizan la punción, ni cuál es el límite de la muñeca (flexura, apófisis estiloides del cúbito, etc.). No es uno de los objetivos de esta tesis conseguir que con el protocolo descrito el paciente conserve la flexo-extensión de los dedos durante la cirugía, por dos motivos:

- 1 | Los traumatólogos del hospital donde obtuvimos la muestra de pacientes para las mediciones, no nos solicitaron que los pacientes conservaran la movilidad de los dedos de la mano. En el supuesto de que los cirujanos lo solicitaran puntualmente, tan sólo deberíamos utilizar mepivacaína, pero en menor concentración, al 1%, de este modo obtendríamos un bloqueo sensitivo eficaz sin bloqueo motor completo. En el estudio de Mehlmann se utiliza bupivacaína 0,375%, un anestésico local de larga duración que generará más tiempo de analgesia que con el uso de la mepivacaína, pero con un periodo de latencia mayor, que los autores no especifican.
- 2 | El segundo motivo, reside en la defensa en nuestro estudio de una técnica de bloqueo de los nervios mediano y cubital en el *punto localizado en el antebrazo tras proyectar desde la línea de flexión de la muñeca la longitud del rotulador Edding 3000 "permanent marker"*, que resulta útil para todas las cirugías de la mano y dedos. En la mayoría de estas cirugías no es necesaria la movilidad de los dedos (síndrome del túnel carpiano, Dupuytren, inyección de botox por hiperhidrosis, exéresis de ganglión, fracturas de dedos de la mano, etc) e incluso, al contrario, los cirujanos prefieren que el paciente no realice ningún movimiento durante la cirugía (fotos 5.10, 5.11, 5.12, 5.13).



Foto 5.10 | Síndrome del túnel del carpo.



Foto 5.11 | Fractura de huesos del carpo.

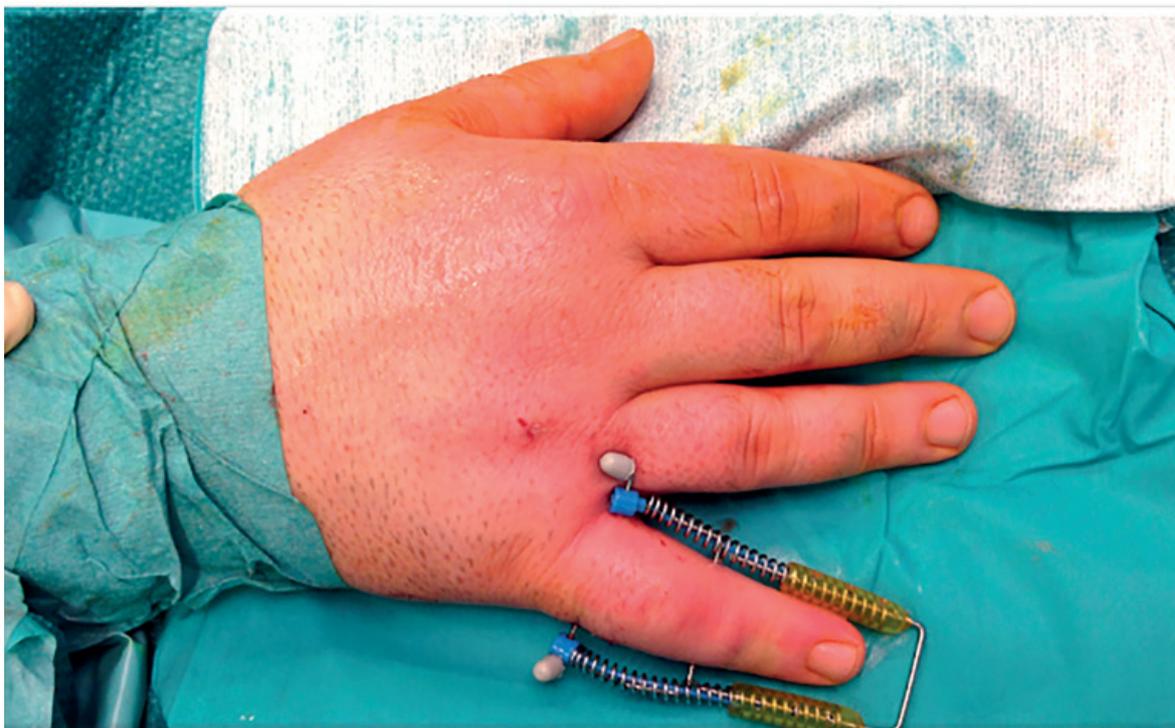


Foto 5.12 | *Fractura del quinto dedo.*



Foto 5.13 | *Infiltración de toxina botulínica como tratamiento de la hiperhidrosis palmar.*

5.5.5 | Eficacia de los bloqueos distales del plexo braquial

Olea et al.^[73], estudian la eficacia de los bloqueos distales del plexo braquial y la técnica de bloqueo de los nervios mediano y cubital a nivel de la muñeca guiados por ecografía para la inyección de toxina botulínica en la hiperhidrosis palmar en 40 pacientes. Sus resultados sugieren que ésta es una técnica eficaz para este procedimiento, que puede ser realizada de forma bilateral ya que al utilizar anestésicos locales de corta duración el bloqueo motor es mínimo y que la realización bajo control ecográfico es más segura que la técnica a ciegas. No obstante, no realizan una adecuada descripción de la técnica propuesta, tan sólo indican que el punto de punción se sitúa entre 1-2 centímetros por encima del pliegue de la muñeca y no especifican si realizan una o dos punciones, una para el nervio mediano y otra para el nervio cubital. Además, su técnica no se acompaña de neuroestimulación y la punción se realiza fuera de plano, lo que conlleva menos seguridad.

En otro estudio publicado por Diéguez García et al.^[72], se valora la eficacia y la aparición de complicaciones en 32 pacientes, tras realizar la técnica de bloqueo de los nervios mediano y cubital a nivel antecubital guiados por ecografía para cirugía del síndrome del túnel del carpo. Estos autores concluyen que es una técnica eficaz para esta cirugía, segura y con un alto grado de satisfacción por parte del paciente. No obstante, no se describen el punto exacto a nivel de la muñeca o antebrazo donde se realiza la punción guiada por ultrasonidos, no utilizan neuroestimulación y la punción se realiza fuera de plano respecto a la sonda de ecografía.

Estos dos artículos presentan importantes diferencias respecto a la técnica descrita en esta tesis, la cual aporta un punto exacto en el antebrazo donde es posible localizar ecográficamente los nervios mediano y cubital, y mediante una

sola punción realizar el bloqueo de forma eficaz y segura. Se defiende utilizar conjuntamente la neuroestimulación y la ecografía como técnicas de localización nerviosa, para aportar seguridad en la realización de la técnica, así como colocar la aguja en plano respecto a la sonda ecográfica con el objetivo de visualizar todo el trayecto de la aguja.

Otro estudio considerado durante muchos años de referencia ha sido el de Gray et al.^[75], en este estudio se analiza cómo realizar y si realmente resulta práctico el bloqueo cubital guiado por ultrasonidos, aplicándolo a dos pacientes que serán sometidos a cirugía del 5º dedo. Sus resultados sugieren que el bloqueo del nervio cubital es efectivo para la cirugía del 5º dedo, sin embargo, tan solo estudian 2 pacientes, por lo que interpretamos que la muestra es insuficiente. Además, no explican cómo localizan los nervios mediante ecografía, y utilizan para el bloqueo una aguja intrarraquídea Quincke en lugar de una aguja de plexo ecogénica y estimulable, que es mucho más segura.

Un estudio mas reciente reciente publicado en 2015 (Sehmbi et al.^[81]), realiza una amplia revisión de la técnica de realización de los bloqueos distales del plexo braquial guiados por ultrasonidos. Sus conclusiones avalan los resultados de esta Tesis y defienden que los bloqueos distales del plexo braquial presentan determinadas ventajas ya que pueden usarse como técnica única, o en combinación con anestesia general o bloqueos proximales del plexo braquial que han resultado incompletos, preservan la movilidad de los músculos proximales del brazo e incluso pueden conservar la movilidad de los dedos durante la cirugía que en determinados casos puede ser útil para el resultado quirúrgico. Además, presentan menos complicaciones, ya que estos bloqueos permiten alejarse de determinadas estructuras como la pleura, la arteria subclavia o el nervio frénico que pueden ser lesionados con bloqueos más proximales del plexo braquial. Sin

embargo, tampoco describen como localizar la zona de interés, puesto que tan solo indican que la sonda ecográfica debe ser colocada a nivel medio del antebrazo para localizar el nervio mediano, y sobre la zona medial de la muñeca para localizar la arteria y el nervio cubital. Es decir, sus referencias anatómicas son poco precisas y no valoran la realización del bloqueo de los dos nervios mediante una única punción.

Por último, además de la localización es importante considerar la dosis efectiva de fármacos a utilizar. En este contexto, Eichemberger et al.^[98], realizaron un estudio sobre el bloqueo cubital a nivel del antebrazo en 17 voluntarios sanos y determinaron que la mínima dosis efectiva (ED95) de mepivacaína a concentración de 1%, al realizar un bloqueo cubital ecoguiado es de 0,11 ml/mm² de área seccional del nervio, lo que corresponde a una dosis media de 0,7 ml por bloqueo. Este estudio es el primero que estima la dosis mínima de anestésico local para obtener un bloqueo sensitivo completo del nervio en relación con el área de este. Se considera un volumen excesivamente bajo de anestésico local, pero genera un modelo a seguir mediante el uso de la ecografía, para intentar emplear volúmenes menores a los empleados previamente al emplear únicamente la neuroestimulación como técnica de localización. No obstante, todavía son necesarias más investigaciones, ya que este estudio incluye únicamente voluntarios sanos y en unas condiciones óptimas lo que facilita enormemente la visualización ecográfica del nervio cubital. En este contexto, a la hora de calcular el área seccional del nervio y la dosis mínima de anestésico local efectiva influyen múltiples factores que no se tuvieron en cuenta: la edad del paciente, las estructuras adyacentes al nervio como el tejido conectivo, la estructura nerviosa, etc. Por otra parte, tampoco especifican en qué punto del antebrazo se mide el área seccional del nervio cubital ni a qué nivel se realiza el bloqueo. *En nuestro trabajo, no solo se ha tenido en cuenta las diferentes características de los pacientes como la edad,*

el peso y la talla, sino que también se presenta un punto exacto donde localizar los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo.

5.6 | FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Para concluir con la discusión, es necesario comentar que, durante el periodo de estudio de dos años, surgieron nuevos temas de interés que podrán ser objetivo de futuros estudios. Por un lado, se debería realizar un estudio en población infantil, donde se analice cuál es el mejor punto a nivel del antebrazo para realizar el bloqueo de los nervios mediano y cubital con punción única. La población infantil no fue estudiada en esta tesis, ya que en el Hospital Clínico Universitario de San Juan no se realiza ni cirugía ni traumatología infantil. Estos pacientes presentan unos datos antropométricos distintos a los adultos incluidos en nuestro estudio, por lo que los resultados obtenidos en esta tesis no se pueden extrapolar a los niños. Otro tema fundamental para tener en cuenta es la repercusión que tiene desde el punto de vista de coste-efectividad la aportación de nuestra técnica anestésica a la actividad quirúrgica hospitalaria. La referencia anatómica descrita a nivel del antebrazo facilita que cualquier anestesiólogo, aunque no tenga gran experiencia con la anestesia locorregional, pueda realizar el bloqueo de los nervios mediano y cubital guiado por ecografía mediante una única punción de forma más rápida y eficaz que antes. Esto repercute positivamente, ya que el tiempo empleado en la técnica anestésica para la cirugía de la mano y dedos será menor, lo que beneficiará a la gestión del hospital en términos de ocupación y rentabilidad del quirófano.

6 | CONCLUSIONES

6 | CONCLUSIONES

- 1 | El empleo de la distancia del **rotulador “permanent marker”**, utilizado en el quirófano por la práctica totalidad de los anesthesiólogos, permite desarrollar una **técnica** de localización ecográfica de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo, **sencilla**, rápida, eficaz y **al alcance de todos los anesthesiólogos**.
- 2 | La proyección de la distancia del rotulador desde la flexura de la muñeca en el antebrazo genera una referencia anatómica sencilla y un **punto idóneo** donde localizar mediante ultrasonidos los nervios mediano y cubital en el mismo plano, para poder realizar el **bloqueo anestésico de ambos nervios con una sola punción percutánea**.
- 3 | El **protocolo de localización de los nervios mediano y cubital** mediante ecografía y referencias anatómicas (flexura de la muñeca y distancia del rotulador) **resulta eficaz en el 100 % de los casos** estudiados, para el bloqueo anestésico de dichos nervios en la cirugía de la mano y dedos.

- 4 | El protocolo desarrollado mediante el empleo de la distancia del rotulador a nivel del antebrazo y la ecografía para la localización de los nervios mediano y cubital **resulta efectivo en todos los humanos mayores de 18 años**, independientemente de su edad, talla, peso y sexo.
- 5 | Las **variaciones anatómicas** tanto de la situación de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo, como de sus relaciones con las diferentes estructuras vasculares, musculares y óseas son **infrecuentes**. Tras el estudio de la sonoanatomía de los nervios mediano y cubital en 162 muestras de antebrazo, tan sólo se observaron variaciones anatómicas en una paciente.

7 | BIBLIOGRAFÍA

7 | BIBLIOGRAFÍA

- [1] **Cowlshaw PJ, Scott DM, Barrington MJ.** *The role of regional anaesthesia techniques in the management of acute pain.* *Anaesth Intensive Care.* 2012 Jan;40(1):33-45.
- [2] **Joshi G, Gandhi K, Shah N, Gadsden J, Corman S.** *Peripheral nerve blocks in the management of postoperative pain: challenges and opportunities.* *Journal of Clinical Anesthesia* (2016) 35, 524–529.
- [3] **Sultana A, Torres D, Schumann R.** *Special indications for Opioid Free Anaesthesia and Analgesia, patient and procedure related: Including obesity, sleep apnea, chronic obstructive pulmonary disease, complex regional pain syndromes, opioid addiction and cancer surgery.* *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2017 Dec;31(4):547-560.
- [4] **Albrecht E, Chin KJ.** *Advances in regional anaesthesia and acute pain management: a narrative review.* *Anaesthesia.* 2020; 1: 101-110.
- [5] **Fitzgerald S, Odor PM, Barron A, Pawa A.** *Breast surgery and regional anaesthesia.* *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2019;33(1):95-110.

- [6] **Lenart MJ, Wong K, Gupta RK, Mercado ND, Schildcrout JS, Michaels D, et al.** *The impact of peripheral nerve techniques on hospital stay following major orthopedic surgery.* Pain Med 2012; 13:828-34.
- [7] **Williams BA, Kentor ML, Vogt MT, Vogt WB, Coley KC, Williams JP, et al.** *Economics of nerve block pain management after anterior cruciate ligament reconstruction: potential hospital cost savings via associated postanesthesia care unit bypass and same-day discharge.* Anesthesiology 2004;100: 697-706.
- [8] **Capdevila X, Dadure C.** *Perioperative management for one day hospital admission: regional anesthesia is better than general anesthesia.* Acta Anaesthesiol Belg. 2004; 55 Suppl: 33-6.
- [9] **Liu Q, Chelly JE, Williams JP, Gold MS.** *Impact of peripheral nerve block with low dose local anesthetics on analgesia and functional outcomes following total knee arthroplasty: a retrospective study.* Pain Med 2014.
- [10] **Ardon AE, Prasad A, McClain RL, Melton MS, Nielsen KC, Greengrass R.** *Regional Anesthesia for Ambulatory Anesthesiologists.* Anesthesiol Clin. 2019 Jun;37(2):265-287.
- [11] **Cousins MJ, Bridenbaugh PO, Strichartz GR.** *Neural physiology and local anesthetic action. Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain.* Philadelphia: Lippincott-Raven;1998.p.35-54.
- [12] **Gutiérrez S, Moreno LA, Ornaque I.** *Aspectos farmacológicos de la anestesia regional.* Aliaga L, Catalá E, García Muret A, Masdeu J, Tornero C. *Anesthesia Regional hoy.* Permanyer. 2006. p. 1-48.

- [13] **Aguilar JL, Domingo V, Peláez R, Mendiola MA.** *Aspectos generales de los bloqueos locorregionales.* Aliaga L, Catalá E, García Muret A, Masdeu J, Tornero C. *Anesthesia Regional hoy.* Permanyer. 2006. p. 49-95.
- [14] **Silva MG, Sala-Blanch X, Marín R, Espinoza X, Arauz A, Morros C.** *Bloqueo axilar ecoguiado: variaciones anatómicas de la disposición de los 4 nervios terminales del plexo braquial en relación con la arteria humeral.* Rev Esp Anesthesiol Reanim. 2014;61(1):15-20
- [15] **Mian A, Chaudhry I, Huang R, Rizk E, Tubbs RS, Loukas M.** *Braquial plexus anesthesia: a review of the relevant anatomy, complications and anatomical variations.* Clin Anat. 2014; 27:210-21.
- [16] **Winnie AP.** *Interscalene brachial plexus block.* Anesth Analg. 1970; 49:455-66.
- [17] **Chan VW.** *Applying ultrasound imaging to interscalene brachial plexus block.* Reg Anesth Pain Med. 2003; 28:340-3.
- [18] **Alemanno F, Capozzoli G, Egarter-Vigl E, Gottin L, Alberto B.** *The middle interscalene block: cadaver study and clinical assessment.* Reg Anesth Pain Med. 2006; 31:563-8.
- [19] **Liu SS, Gordon MA, Shaw PM, Wilfred S, Shetty T, Yadeau JT.** *A prospective clinical registry of ultrasound guided regional anesthesia for ambulatory shoulder surgery.* Anesth Analg. 2010; 111:617-23.
- [20] **Kulenkampf D.** *Anesthesia of the brachial plexus.* Zentralbl Chir. 1911; 38:1337-50.

- [21] **Pham-Dang C, Gunts JP, Gouin F, Poirier P, Touchais S, Meunier JF, et al.** *A novel supraclavicular approach to brachial plexus block.* *Anesth Analg.* 1997; 85: 111-6.
- [22] **Sainz López J, Prat Vallribra A, seguí Pericas M, Samà Pujolar a, Calleja Abad M, Sabater Recolons J, et al.** *Ultrasound guided supraclavicular brachial plexus block with small volumes of local anesthetic: technical description and analysis of results.* *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2006; 53:400-7.
- [23] **Renes SH, Spoormans HH, Gielen MJ, Retting HC, Van Geffen GH:** *Hemidiaphragmatic paresis can be avoided in ultrasound guided supraclavicular brachial plexus block.* *Reg Anesth Pain Med.* 2009; 34:595-9.
- [24] **Brull R, Chan VWS.** *The corner pocket revisited.* *Reg Anesth Pain Med.* 2011; 36:308.
- [25] **Raj PP, Montgomery SJ, Nettles D, Jenkins MT.** *Infraclavicular brachial plexus block: A new approach.* *Anesth Analg.* 1973; 52:897-903.
- [26] **Sims JK.** *A modification of landmarks for infraclavicular brachial approach to brachial plexus block.* *Anesth Analg.* 1977; 56:554-5.
- [27] **Kilka HG, Geiger P, Merkens HH.** *Infraclavicular vertical brachial plexus blockade. A new method for anesthesia of the upper extremity. An anatomical and clinical study.* *Anesthetist.* 1995; 44: 339-44.
- [28] **Salazar CH, Espinosa W, Aliaga L.** *Infraclavicular brachial plexus block: variation in approach and results in 360 cases.* *Reg Anesth Pain Med.* 1999; 24:411-6.

- [29] **Borgeat A, Ekatodramis G, Dumont C.** *An evaluation of the infraclavicular block via a modified approach of the Raj technique.* *Anesth Analg.* 2001; 93:436-41.
- [30] **Bloc S, Garcnier T, Komly B, Asfazadourian H, Leclerc P, Mercadal L, et al.** *Spread of injectate associated with radial or median nerve-type motor response during infraclavicular brachial plexus block: an ultrasound evaluation.* *Reg Anesth Pain Med.* 2007; 32:130-5.
- [31] **Dingermans E, Girard F.** *Neurostimulation in ultrasound guided infraclavicular block: a prospective randomized trial.* *Anesth Analg.* 2007; 104:1275-80.
- [32] **Satapathy AR, Coventry DM.** *Axillary brachial plexus block.* *Anesthesiol Res Pract.* 2011; 2011: 173796.
- [33] **Cuvillon P.** *Axillary nerve block under ultrasonography: review of evidence.* *Ann Fr Anesth Reanim.* 2012; 31: 193-7.
- [34] **Imasogie N, Ganapathy S, Singh S, Armstrong K, Armstrong P.** *A prospective, randomized, double-blind comparison of ultrasound guided axillary brachial plexus blocks using 2 versus 4 injections.* *Anesth Analg.* 2010; 110: 1222-6.
- [35] **González AP, Bernucci F, Pham K, Correa JA, Finlayson RJ, Tran DQ.** *Minimum effective volumen of lidocaine for double-injection ultrasound-guided axillary block.* *Reg Anesth Pain Med.* 2013; 38:16-20.
- [36] **Hernando J, Tornero C.** *Bloqueos distales de la extremidad superior.* **Tornero C, Roqués V, Hernando J, Aliaga L.** *Fundamentos de anestesia regional 2ª edición.* Editorial Panamericana. P73-83.

- [37] **Mackinnon SE, Hudson AR, Gentili F, Kline DG, Hunter D.** *Peripheral nerve injury by chymopapain injection.* J Neurosurg 1984; 61: 1-8.
- [38] **Auroy Y, Narchi P, Messiah A, Litt L, Rouvier B, Samii K.** *Serious complications related to regional anesthesia. Results of a prospective survey in France.* Anesthesiology 1997; 87:479-86.
- [39] **Strasberg JE, Atchabahian A, Strasberg SR, Watanabe O, Hunter DA, Mackinnon SE.** *Peripheral nerve injection injury with antiemetic agents.* J Neurotrauma 1999; 16:99-107.
- [40] **Sawyer RJ, Richmond MN, Hickey JD, Jarratt JA.** *Peripheral nerve injuries associated with anesthesia.* Anesthesia 2000; 55:980-91.
- [41] **Reina MA, López A, Villanueva MC, De Andrés JA, León GI.** *Morfología de los nervios periféricos, de sus cubiertas y de su vascularización.* Rev Esp Anesthesiol Reanim. 2000; 47: 464-75.
- [42] **Sala-Blanch X, Pomes J, Matute P, Valls-Sole J, Carrera A, Tomas X, Al G-D.** *Intraneural injection during anterior approach for sciatic nerve block.* Anesthesiology 2004; 101:1027-1030.
- [43] **Borgeat A.** *Regional anesthesia, intraneural injection and nerve injury: beyond the epineurium.* Anesthesiology 2006; 105:779-83.
- [44] **Sala-Blanch X, Domingo TV, Bargalló X.** *Intraneural sciatic nerve puncture in the popliteal fossa demonstrated by ultrasound.* Rev Esp Anesthesiol Reanim 2006; 53:269-70.

- [45] **Sala-Blanch X, López AM, Carazo J, Hadzic A, Carrera a, Pomes J, Valls-Solé J.** *Intraneural injection during nerve stimulator guided sciatic nerve block at the popliteal fossa.* Br Journal Anesth 2009; 102:855-61.
- [46] **Rouviere H, Delmas A.** *Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 3. Miembros, sistema nervioso central.* 9ª edición. Masson. p.223-256.
- [47] **Roqués V.** *Descripción anatómica del plexo braquial.* En: Tornero C, Roqués V, Aliaga L. *Fundamentos de anestesia regional.* Barcelona: Ergon; 2010.
- [48] **Selander D, Edshage S, Wolff T.** *Paresthesiae or no paresthesiae?* Acta Anaesth Scand 1979; 23:27-33.
- [49] **Scott B.** *Técnicas de anestesia regional.* 2ª edición. Editorial Panamericana. 2001.
- [50] **Denny NM, Harrop-Griffiths W.** *Location, location, location! Ultrasound imaging in regional anesthesia.* Br J Anaesth. 2005;94: 1-3.
- [51] **Hernando J, Tornero C.** *Regional Anesthesia & Pain Management. Vol 16, issue 3, july 2012. Regional anesthesia: neurostimulation and ultrasonography, a critical review.* Development of complications in ultrasound-guided regional anesthesia versus neurostimulation.
- [52] **Barrington MJ, Kluger R.** *Ultrasound guidance reduces the risk of local anesthetic systemic toxicity following peripheral nerve blockade.* Reg Anesth Pain Med. 1985; 10:49-50. 2013;38: 289-99.
- [53] **Pither C, Raj P, Ford D.** *The use of peripheral nerve stimulation for regional anesthesia a review of experimental characteristics, technique and clinical applications.* Reg Anesth Pain Med. 1985; 10:49-50.

- [54] **Bollini C, Carradori GM, Lucchelli AM, Moreno M, Cacheiro F, Lassalle P, Sosa Yunes D, Urmey WF.** *Métodos de localización nerviosa y sus complicaciones. Capítulo 9. P123-148. Wikinski, Reina Perticone, De Andrés, Sala-Blanch.* Complicaciones Neurológicas de la anestesia regional periférica y central Editorial Panamericana.
- [55] **Hadzic A, Vloka JD.** *Peripheral Nerve Stimulator for Unassisted Nerve Blockade.* Anesthesiology, 1996;84(6):1528- 1529.
- [56] **De Andrés JA, Sala-Blanch X.** *Peripheral nerve stimulation in the practice of brachial plexus anesthesia: a review.* Reg Anesth Pain Med. 2001; 26:478-83.
- [57] **Urmey WF, Grossi P.** *Percutaneous electrode guidance: A non-invasive technique for prelocation of peripheral nerves to facilitate peripheral plexus or nerve block.* Reg Anesth Pain Med 2002; 27:261-267.
- [58] **Perlas A, Chan VW, Simons M.** *Brachial plexus examination and localization using an electrical stimulation.* Anesthesiology. 2003; 99: 429-35.
- [59] **De Andres J, Alonso-Iñigo JM, Sala-blanch X, Reina MA.** *Nerve stimulation in regional anesthesia: theory and practice.* Best Pract Res Clin Anaesthesiol. 2005;19:153-74.
- [60] **Bollini C, Cacheiro F.** *Peripheral nerve stimulation techniques.* Reg Anesth Pain Med. 2006; 10:79-88.
- [61] **Macaire P, Choquet O, Jochum D, Travers V, Capdevila X.** *Nerve blocks at the wrist for carpal tunnel release revisited: the use of sensory-nerve and motor-nerve stimulation techniques.* Reg Anesth Pain Med. 2005; 30:536-40.

- [62] **Dilger J, Wells R.** *The use of peripheral nerve blocks at the elbow for carpal tunnel release.* J Clin Anesth. 2005; 17:621-3.
- [63] **Delaunay L, Chelly J.** *Blocks at the wrist provide effective anesthesia for carpal tunnel release.* Can J Anaesth. 2001; 48:656-60.
- [64] **Remérand F, Caillaud J, Laulan J, Palud M, Baud A, Couvret C, et al.** *Tolérance et efficacité des blocs nerveux périphériques pour la chirurgie du canal carpien.* Ann Fr Anesth Reanim. 2012; 31:34-40.
- [65] **Mariano ER, Lehr MK, Loland VJ, Bishop ML.** *Choice of loco-regional anesthetic technique affects operating room efficiency for carpal tunnel release.* J Anesth. 2013 Aug; 27(4):611-4.
- [66] **Del Olmo Rodríguez C, De Diego Isasa P, Ortega Romero A.** *Manual de ecografía básica para anestesia regional.* Editorial Médica Ergon. 2010.
- [67] **Liu SS, Ngeow JE, YaDeau JT.** *Ultrasound-guided regional anesthesia and analgesia. A qualitative systematic review.* Reg Anesth Pain med. 2009; 34:47-50.
- [68] **Sala-Blanch X, De Andrés JA.** *Image-guided techniques for peripheral nerve blocks.* Curr Opin Anaesthesiol 2004; 17:409-15.
- [69] **Salinas FV, Hanson NA.** *Evidence-based medicine for ultrasound-guided regional anesthesia.* Anaesthesio Clin. 2014 Dec; 32(4):771-87.
- [70] **Macaire P, Singelyn F, Narchi P, Paqueron X.** *Ultrasound or nerve stimulation guided wrist block for carpal tunnel release: a randomized prospective comparative study.* Reg Anesth Pain Med. 2008; 33:363-8.

- [71] **Dufour E, Cymerman A, Nourry G, Balland N, Couturier C, Liu N, et al.** *An ultrasonographic assessment of nerve stimulation guided median nerve block at the elbow: a local anesthetic spread, nerve, size, and clinical efficacy study.* *Anesth Analg.* 2010; 111:561-7.
- [72] **Dieguez García P, López Alvarez S, Blanco Dávila R, González JM, Pensado Castiñeiras A.** *Abordaje ecoguiado a nivel antecubital para cirugía del síndrome de túnel del carpo.* *Rev Esp Anestesiología Reanim.* 2013; 60: 129-33.
- [73] **Olea E, Fondarella A, Sánchez C, Iriarte I, Almeida MV, Martínez de Salinas A:** *Bloqueo de los nervios periféricos a nivel de la muñeca guiado por ecografía para el tratamiento de la hiperhidrosis idiopática palmar con toxina botulínica [Ultrasound-guided peripheral nerve block at wrist level for the treatment of idiopathic palmar hyperhidrosis with botulinum toxin].* *Rev Esp Anestesiología Reanim* 2013; 60: 571–575.
- [74] **Liebmann O, Price D, Mills C, Gardner R, Wong, Wilson S, et al.** **Feasibility of forearm ultrasonography guide nerve blocks of the radial, ulnar and median nerves for hand procedures in the emergency department.** *Ann Emerg Med.* 2006; 48:558-62.
- [75] **Gray AT, Schafhalter-Zoppoth I.** *Ultrasound guidance for ulnar nerve block in the forearm.* *Reg Anesth Pain Med.* 2003; 28:335-9.
- [76] **Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT.** *Ultrasound guided ulnar nerve block in the presence of a superficial ulnar artery.* *Reg Anesth Pain Med.* 2004; 29:297-8.
- [77] **Nakanishi Y, Omokawa S, Kobata Y, et al.** *Ultrasound guided selective sensory nerve block for wide-awake forearm tendon reconstruction.* *Plas Reconstr Surg Glob open.* 2015; 5:392.

- [78] **Gomes Mehlmann FM, Cunha Ferraro LH, Castello Branco de Sousa PC, Prianti Cunha G, et al.** *Bloqueios seletivos guiados por ultrassom para cirurgias de dedo em gatilho para manutenção da flexão/extensão dos dedos- Série de casos.* Rev Bras Anesthesiol. 2019; 69(1)104-108.
- [79] **Carrió Font M, Hernando Sáez J, Tejada ortega S.** *Tabla de dosificación de anestésicos locales. Anexo 1. Tornero C, Roqués V, Hernando J, Aliaga L.* Fundamentos de anestesia regional 2ª edición. Editorial Panamericana. P 323.
- [80] **Bier A.** *Über einen neuen Weg Lokalanästhesie an den Gliedmassen zu erzeugen.* Arch Klin Chir 1908; 86:1007-16.
- [81] **Rosenberg PH.** *Intravenous regional anesthesia: nerve block by multiples mechanism.* Reg Anesth 1993; 18:1-5.
- [82] **Sehmbi H, Madjdpour C, Jitendra U, Chin KJ.** *Ultrasound guided distal peripheral nerve block of the upper limb: a technical review.* Journal of Anaesthesiology clinical Pharmacology. July- September 2015; 31: 296-307.
- [83] **Kazakos KJ, Smyrnis A, Xarchas KC, Dimitrakopoulou A, Vereitas DA.** *Anastomosis between the median and ulnar nerve in the forearm. And anatomic study and literature review.* Acta Orthop Belg. 2005;71: 29-35.
- [84] **Martin R.** *Tal om nervus allmanna Egenskaperi Mannisikans Kropp.* Las Salvius 1763.
- [85] **Gruber W.** *Über die verbindung des nervus medianus mit dem nervus ulnaris am unterarme des menschen un der saugethiere.* Arch Anat Physiol Wissen Med 1870; 37:501-522.

- [86] **Kathirgamanathan A, French J, Foxall GL, Hardman JG, Bedfordth NM.** *Delineation of distal ulnar nerve anatomy using ultrasound in volunteers to identify an optimum approach for neural blockade.* European Journal of Anaesthesiology 2009; 26:43-46.
- [87] **McCartney C, Xu D, Constantinescu C, Abbas S, Chan V.** *Ultrasound examination of peripheral nerves in the forearm.* Reg Anesth Pain Med. 2007; 32:434-9.
- [88] **Ruiz Bonilla MC, Delgado Martinez AD.** *El uso del manguito de isquemia en COT.* Rev. S. And. Traum. y Ort. 2015; 33:11-18.
- [89] **Delgado Martinez AD, Marchal JM.** *Technique tip: supramalleolar ankle block anesthesia and ankle tourniquet for foot surgery.* Foot Ankle Int. 2001; 22:836–838.
- [90] **Hong-yun Liu, Jun-yan Guo, Zheng-bo Zhang et al.** *Development of adaptive pneumatic tourniquet systems based on minimal inflation pressure for upper limb surgeries.* Biomed Eng Online. 2013; 12: 92.
- [91] **Junko Sato, Yoshinori Ishii, Hideo Noguchi et al.** *Safety and efficacy of a new tourniquet system.* BMC Surg. 2012; 12: 17.
- [92] **Delgado-Martinez AD; Marchal JM, Blanco F et al.** *Distal forearm tourniquet for hand surgery.* Int Orthop. 2004 Oct; 28(5):267-9.
- [93] **Delgado-Martinez, AD; Marchal, J.** *Distal forearm tourniquet with forearm block: a useful combination of techniques for long-lasting surgeries.* Techniques in Orthop 2012; 27:267-8.

- [94] **Ince I, Aksoy M, Celik M.** *Can we perform distal nerve block instead of brachial plexus nerve block under ultrasound guidance for hand surgery?* Eurasian J Med 2016; 48:167-71.
- [95] **Soberón JR, Bhatt NR, Nossaman B, Duncan S, Patterson M, Sisco-Wise L.** *Distal peripheral nerve blockade for patients undergoing hand surgery: a pilot study.* Hand 2015; 10: 197-204.
- [96] **Marhofer P, Schrogendorfer K, Koinig H, Mayer N, Kapral S, Weinstabl C, Mayer N.** *Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one-blocks.* Anesth Analg 1997; 85:854-57.
- [97] **Casati A, Danelli G, Bacarello M, Corradi M, Leone S, Di Cianni S, Fanelli G.** *A prospective, randomized comparison between ultrasound and nerve stimulation guidance for multiple injection axillary brachial plexus block.* Anesthesiology 2007; 106:992-6.
- [98] **Mehlmann FM, Cunha LH, Castello PC, Prianti G, Querido EC, Takeda A.** *Bloqueios seletivos guiados por ultrassom para cirurgias de dedo em gatilho para manutenção da flexão/extensão dos dedos-Série de casos.* Rev Bras Anestesiol. 2019; 69(1): 104-108.
- [99] **Eichemberger U, Stockli S, Marhofer P, Huber G, Willimann P, Kettner SC, Pleiner J, Curatolo M, Kapral S.** *Minimal local anesthetic volume for peripheral nerve block: a new ultrasound guided, nerve dimension-based method.* Reg Anesth Pain Med. 2009; 34:242-6.
- [100] **Bland JM, Altman DG.** *Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement.* Lancet. 1986 Feb 8;1(8476):307-10.

ANEXO 1

ANEXO 1

DATOS OBTENIDOS EN LA MUESTRA ESTUDIADA DURANTE LA TESIS

A continuación se muestran los datos obtenidos en la muestra estudiada de 162 antebrazos, clasificados según sexo, edad, altura, peso, lateralidad del antebrazo estudiado (derecho/izquierdo) y tipo de cirugía.

En la tabla podemos observar el uso de la “DISTANCIA DEL ROTULADOR Edding 3000” con la media obtenida de 13,246 centímetros y la valoración por parte del observador sobre si la imagen ecográfica obtenida con esta medida era adecuada para el bloqueo de los nervios mediano y cubital “IMAGEN ECOGRAFICA OBTENIDA CON ROTULADOR”.

Se obtuvo también la medida en centímetros de la distancia desde el punto donde los anestesiólogos del Hospital Clínico de San Juan de Alicante realizaban la punción en el antebrazo para el bloqueo de los nervios mediano y cubital sin emplear el rotulador, hasta la flexura de la muñeca, denominada “DISTANCIA DEL OBSERVADOR”.

Se valoró también la eficacia de los bloqueos ecoguiados de los nervios mediano y cubital en el antebrazo, empleando tanto la “DISTANCIA DEL OBSERVADOR” como la “DISTANCIA DEL ROTULADOR”, para la cirugía de la mano y los dedos, así como el grado de acuerdo “CONCORDANCIA”, obtenido tras mostrar a otro anestesiólogo distinto la imagen ecográfica obtenida mediante el uso de la “DISTANCIA DEL ROTULADOR”.

Sonoanatomía de los nervios mediano y cubital en el antebrazo
Localización ecográfica del mejor punto de punción

ID	SEXO	EDAD (años)	TALLA (cm)	PESO (kg)	BRAZO	TIPOS DE CIRUGÍA	DISTANCIA ROTULADOR (cm)	IMAGEN ECOGRÁFICA OBTENIDA CON ROTULADOR	DISTANCIA OBSERVADOR (cm)	EFICACIA BLOQUEO	CONCORDANCIA
1	Mujer	35	160	57	Izquierdo	Hernia Inguinal	13,246	Ok	12		
2	Hombre	53	183	79	Derecho	Hernia Inguinal	13,246	Ok	19		
3	Mujer	81	155	62	Derecho	Stc	13,246	Ok	14	Ok	
4	Hombre	62	160	74	Derecho	Stc	13,246	Ok	13	Ok	
5	Mujer	29	175	67	Derecho	Voluntario	13,246	Ok			
6	Mujer	29	175	67	Izquierdo	Voluntario	13,246	Ok			
7	Hombre	52	178	71	Derecho	Voluntario	13,246	Ok			
8	Hombre	52	178	71	Izquierdo	Voluntario	13,246	Ok	15		
9	Hombre	39	178	73	Derecho	Voluntario	13,246	Ok			
10	Hombre	39	178	73	Izquierdo	Voluntario	13,246	Ok			
11	Hombre	29	169	68	Derecho	Voluntario	13,246	Ok			
12	Hombre	29	169	68	Izquierdo	Voluntario	13,246	Ok			
13	Mujer	53	153	55	Derecho	Stc	13,246	Ok	15	Ok	
14	Hombre	68	165	70	Derecho	Hernia Inguinal	13,246	Ok			
15	Mujer	60	152	72	Izquierdo	Stc	13,246	Ok		Ok	
16	Mujer	60	152	72	Derecho	No	13,246	Ok	14		
17	Mujer	18	165	48	Derecho	No	13,246	Ok			
18	Mujer	18	165	48	Izquierdo	Ganglion	13,246	Ok		Ok	
19	Hombre	53	175	70	Derecho	Car	13,246	Ok			
20	Mujer	54	159	52	Derecho	Stc	13,246	Ok	16	Ok	
21	Mujer	54	159	52	Izquierdo	No	13,246	Ok			
22	Hombre	26	175	80	Izquierdo	Ganglion	13,246	Ok		Ok	
23	Mujer	44	153	55	Izquierdo	Stc	13,246	Ok		Ok	
24	Mujer	44	153	55	Derecho	No	13,246		15		
25	Hombre	62	180	80	Izquierdo	Apertura Polea	13,246	Ok		Ok	
26	Mujer	20	164	56	Derecho	Lib. Cubital	13,246		15	Ok	
27	Mujer	20	164	56	Izquierdo	No	13,246				
28	Mujer	56	156	46	Izquierdo	Dedo Resorte	13,246	Ok		Ok	
29	Mujer	49	165	65	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
30	Mujer	53	161	89	Derecho	Stc	13,246		15	Ok	
31	Mujer	53	161	89	Izquierdo	No	13,246				
32	Mujer	33	169	86	Derecho	Hernia Inguinal	13,246				
33	Hombre	62	178	80	Derecho	Hernia Inguinal	13,246	Ok			
34	Mujer	57	168	83	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
35	Mujer	56	165	65	Izquierdo	Car	13,246				
36	Mujer	72	160	65	Derecho	Fx Cadera	13,246				
37	Mujer	50	164	58	Derecho	Voluntario	13,246				
38	Mujer	50	164	58	Izquierdo	Voluntario	13,246		17		
39	Mujer	71	156	70	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
40	Hombre	52	172	52	Derecho	Car	13,246				
41	Mujer	43	169	63	Izquierdo	Car	13,246				
42	Mujer	50	168	64	Derecho	Stc	13,246		13	Ok	
43	Mujer	50	168	64	Izquierdo	No	13,246		14		
44	Mujer	58	171	80	Derecho	Hernia Inguinal	13,246		16		
45	Mujer	81	155	70	Derecho	Stc	13,246		15	Ok	
46	Mujer	63	159	90	Izquierdo	Hernia Inguinal	13,246				
47	Mujer	53	159	70	Derecho	Hernia Inguinal	13,246		16		
48	Mujer	42	159	89	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
49	Mujer	58	158	100	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	

Tipos de cirugía: **STC**: síndrome del túnel carpiano, **AP. Polea**: apertura polea, **CAR**: cirugía artroscópica de rodilla, **CAH**: cirugía artroscópica de hombro, **CA cadera**: cirugía artroscópica de cadera, **LIB. CUBITAL**: liberación del nervio cubital, **Fx CADERA**: fractura de cadera, **Fx RADIO**: fractura de radio, **Fx DEDO**: fractura de dedo, **EMO**: extracción de material de osteosíntesis, **No**: no se realizó ninguna cirugía sobre ese miembro superior, tan solo se realizó el estudio ecográfico de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo. **ID**: número de identificación en la muestra.

ID	SEXO	EDAD (años)	TALLA (cm)	PESO (kg)	BRAZO	TIPOS DE CIRUGÍA	DISTANCIA ROTULADOR (cm)	IMAGEN ECOGRAFICA OBTENIDA CON ROTULADOR	DISTANCIA OBSERVADOR (cm)	EFICACIA BLOQUEO	CONCORDANCIA
50	Mujer	51	165	90	Izquierdo	Stc	13,246	Ok		Ok	
51	Mujer	19	160	62	Derecho	Apendice	13,246				
52	Hombre	53	170	77	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
53	Hombre	53	170	77	Izquierdo	No	13,246				
54	Hombre	47	172	94	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
55	Hombre	47	172	94	Izquierdo	No	13,246		17		
56	Mujer	25	165	87	Izquierdo	De Quervain	13,246	Ok		Ok	
57	Mujer	72	158	70	Izquierdo	Dedo Resorte	13,246	Ok		Ok	
58	Mujer	65	159	82	Izquierdo	Stc	13,246	Ok		Ok	
59	Mujer	36	156	55	Izquierdo	Stc	13,246	Ok		Ok	
60	Hombre	45	160	59	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
61	Mujer	71	153	81	Izquierdo	Stc	13,246	Ok	12	Ok	
62	Hombre	49	170	120	Izquierdo	Stc	13,246	Ok		Ok	
63	Hombre	72	167	92	Izquierdo	Stc	13,246	Ok		Ok	
64	Mujer	52	167	85	Derecho	Car	13,246	Ok	10		
65	Hombre	52	170	73	Derecho	Car	13,246	Ok	14		
66	Mujer	37	160	72	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
67	Mujer	62	160	77	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
68	Hombre	64	167	87	Derecho	Dedo Resorte	13,246		16	Ok	
69	Hombre	17	182	70	Derecho	Car	13,246		15		
70	Hombre	49	179	73	Izquierdo	Stc	13,246		14	Ok	
71	Hombre	41	189	121	Izquierdo	Car	13,246				
72	Hombre	41	189	121	Derecho	Car	13,246				
73	Mujer	55	165	75	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
74	Hombre	74	161	70	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
75	Mujer	51	160	63	Derecho	Dedo Resorte	13,246	Ok		Ok	
76	Mujer	82	158	56	Derecho	Fx Cadera	13,246	Ok			
77	Mujer	87	149	55	Derecho	Fx Cadera	13,246	Ok			
78	Mujer	55	160	88	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
79	Hombre	58	165	63	Derecho	Car	13,246	Ok			
80	Mujer	37	158	53	Izquierdo	Car	13,246	Ok			
81	Mujer	52	165	65	Derecho	Stc	13,246	Ok	13	Ok	
82	Mujer	43	167	88	Izquierdo	Emo	13,246	Ok	11		
83	Mujer	47	158	83	Izquierdo	Ca Cadera	13,246	Ok			
84	Hombre	80	160	70	Izquierdo	Stc	13,246	Ok		Ok	
85	Mujer	58	162	73	Derecho	Fx Radio	13,246	Ok			
86	Mujer	66	163	68	Derecho	Stc	13,246	Ok		Ok	
87	Mujer	81	154	72	Derecho	Dedo Resorte	13,246	Ok		Ok	
88	Mujer	54	163	80	Izquierdo	Dedo Resorte	13,246	Ok		Ok	
89	Mujer	37	157	57	Izquierdo	Legrado	13,246	Ok	15,1		Si
90	Mujer	37	157	57	Derecho	Legrado	13,246	Ok	12,8		Si
91	Mujer	33	159	50	Izquierdo	Cesarea	13,246	Ok	16,2		No
92	Mujer	49	162	54	Derecho	Stc	13,246	Ok	12	Ok	Si
93	Mujer	75	153	53	Izquierdo	Hallux	13,246	Ok	13,1		Si
94	Mujer	75	153	53	Derecho	No	13,246	Ok	14		Si
95	Mujer	51	160	104	Derecho	Stc	13,246	Ok	13,4	Ok	Si
96	Mujer	55	163	58	Derecho	Stc	13,246	Ok	13,6	Ok	Si
97	Mujer	55	163	58	Izquierdo	No	13,246	Ok	14,5		Si
98	Hombre	65	183	120	Derecho	Cataratas	13,246	Ok	14,2		Si

Sonoanatomía de los nervios mediano y cubital en el antebrazo
Localización ecográfica del mejor punto de punción

ID	SEXO	EDAD (años)	TALLA (cm)	PESO (kg)	BRAZO	TIPOS DE CIRUGÍA	DISTANCIA ROTULADOR (cm)	IMAGEN ECOGRAFICA OBTENIDA CON ROTULADOR	DISTANCIA OBSERVADOR (cm)	EFICACIA BLOQUEO	CONCORDANCIA
99	Hombre	65	183	120	Izquierdo	Cataratas	13,246	Ok	16		Si
100	Mujer	74	165	52	Derecho	Cataratas	13,246	Ok	12,5		Si
101	Mujer	74	165	52	Izquierdo	Cataratas	13,246	Ok	12,6		Si
102	Mujer	54	162	61	Izquierdo	Cataratas	13,246	Ok	12,8		Si
103	Mujer	72	161	107	Izquierdo	Cataratas	13,246	Ok	13,5		Si
104	Hombre	49	180	78	Izquierdo	Voluntario	13,246	Ok	14,5		Si
105	Hombre	49	180	78	Derecho	Voluntario	13,246	Ok	18		Si
106	Hombre	40	174	80	Izquierdo	Voluntario	13,246	Ok	16		Si
107	Hombre	40	174	80	Derecho	Voluntario	13,246	Ok	15,3		Si
108	Mujer	55	160	96	Izquierdo	Stc	13,246	Ok	14,6	Ok	Si
109	Hombre	69	180	114	Izquierdo	Stc	13,246	Ok	14,8	Ok	Si
110	Hombre	64	171	82	Derecho	Ap Polea	13,246	Ok	15,1	Ok	Si
111	Mujer	39	162	55	Izquierdo	Stc	13,246	Ok	12,5	Ok	Si
112	Mujer	45	165	58	Derecho	Legrado	13,246	Ok	12,8		Si
113	Mujer	45	165	58	Izquierdo	Legrado	13,246	Ok	12,4		Si
114	Hombre	52	178	78	Derecho	Hernia I	13,246	Ok	13,1		Si
115	Hombre	52	178	78	Izquierdo	Hernia I	13,246	Ok	13,5		Si
116	Hombre	67	175	82	Derecho	Ap Polea	13,246	Ok	15,8	Ok	Si
117	Hombre	53	182	89	Derecho	Apendice	13,246	Ok	16		Si
118	Hombre	53	182	89	Izquierdo	Apendice	13,246	Ok	16,2		Si
119	Mujer	59	159	60	Izquierdo	Stc	13,246	Ok	13,1	Ok	Si
120	Mujer	59	159	60	Derecho	No	13,246	Ok	12,9		Si
121	Mujer	64	152	68	Derecho	Stc	13,246	Ok	12,2	Ok	Si
122	Mujer	64	152	68	Izquierdo	No	13,246	Ok	12,1		Si
123	Hombre	57	162	86	Derecho	Cah	13,246	Ok	14,8		Si
124	Hombre	37	186	108	Izquierdo	Stc	13,246	Ok	14	Ok	Si
125	Hombre	39	182	84	Derecho	Stc	13,246	Ok	14,5	Ok	Si
126	Mujer	43	167	68	Derecho	Hallux	13,246	Ok	13,1		Si
127	Mujer	59	172	90	Derecho	Dedo Resorte	13,246	Ok	14,2	Ok	Si
128	Mujer	62	173	72	Derecho	Stc	13,246	Ok	13,5	Ok	Si
129	Hombre	52	155	53	Derecho	Stc	13,246	Ok	11	Ok	Si
130	Hombre	17	182	57	Izquierdo	Maxilo	13,246	Ok	13,5		Si
131	Mujer	49	157	80	Izquierdo	Car	13,246	Ok	13,1		Si
132	Hombre	64	170	84	Derecho	Lipomas	13,246	Ok	13,2		Si
133	Hombre	77	170	75	Derecho	Dedo Res	13,246	Ok	13,9	Ok	Si
134	Mujer	57	162	55	Izquierdo	Stc	13,246	Ok	12,5	Ok	Si
135	Mujer	54	154	54	Derecho	Dedo Resorte	13,246	Ok	9	Ok	Si
136	Hombre	54	176	75	Derecho	Stc	13,246	Ok	10,5	Ok	Si
137	Hombre	64	173	83	Izquierdo	Cah	13,246	Ok	13		Si
138	Mujer	61	160	59	Izquierdo	Rizartrosis	13,246	Ok	12,8		Si
139	Mujer	50	156	75	Derecho	Cah	13,246	Ok	13,2		Si
140	Mujer	83	155	95	Derecho	Stc	13,246	Ok	13,1	Ok	Si
141	Mujer	49	157	61	Derecho	Stc	13,246	Ok	14	Ok	Si
142	Mujer	87	182	105	Derecho	Stc	13,246	Ok	11	Ok	Si
143	Mujer	56	164	70	Izquierdo	Stc	13,246	Ok	15	Ok	Si
144	Hombre	62	176	92	Derecho	Stc	13,246	Ok	14,9	Ok	Si
145	Mujer	79	165	42	Izquierdo	Fx Cadera	13,246	Ok	11		Si
146	Hombre	50	180	92	Derecho	Cah	13,246	Ok	15,3		Si
147	Mujer	52	163	58	Izquierdo	Dupuytren	13,246	Ok	14,2	Ok	Si

ID	SEXO	EDAD (años)	TALLA (cm)	PESO (kg)	BRAZO	TIPOS DE CIRUGÍA	DISTANCIA ROTULADOR (cm)	IMAGEN ECOGRAFICA OBTENIDA CON ROTULADOR	DISTANCIA OBSERVADOR (cm)	EFICACIA BLOQUEO	CONCORDANCIA
148	Mujer	59	165	52	Izquierdo	Stc	13,246	Ok	13,9	Ok	Si
149	Hombre	65	178	78	Derecho	Ganglion	13,246	Ok	14,3	Ok	Si
150	Hombre	45	182	85	Izquierdo	Ganglion	13,246	Ok	15,3	Ok	Si
151	Hombre	25	185	89	Derecho	Fx Dedo	13,246	Ok	15,5	Ok	Si
152	Mujer	68	157	58	Derecho	Stc	13,246	Ok	12,1	Ok	Si
153	Mujer	68	157	58	Izquierdo	No	13,246		11,8		Si
154	Mujer	70	158	62	Izquierdo	Hallux	13,246	Ok	11,5		Si
155	Hombre	75	182	86	Derecho	Fx Cadera	13,246	Ok	12,2		Si
156	Mujer	78	163	63	Derecho	Stc	13,246	Ok	11,3	Ok	Si
157	Mujer	42	165	55	Derecho	Stc	13,246	Ok	11,9	Ok	Si
158	Mujer	54	156	56	Derecho	Stc	13,246	Ok	12,2	Ok	Si
159	Mujer	54	156	56	Izquierdo	No	13,246		12		Si
160	Hombre	57	185	100	Derecho	Gastroscofia	13,246	Ok	15,2		Si
161	Hombre	57	185	100	Izquierdo	Gastroscofia	13,246	Ok	14,9		Si
162	Mujer	69	167	66	Derecho	Stc	13,246	Ok	11,6	Ok	Si

ANEXO 2

**PUESTA AL DÍA EN ANESTESIA
REGIONAL
Y TRATAMIENTO DEL DOLOR**

VOLUMEN XX

2017

© ESRA-ESPAÑA

ISSN 1578-5580

Realización editorial: **mra ediciones**
www.mraediciones.com

ARTROPLASTIA TRAPECIO-METACARPIANA ¿QUÉ BLOQUEO DE PLEXO BRAQUIAL DEBEMOS REALIZAR?

Dr. Jorge Hernando Sáez. Servicio de Anestesiología. Hospital Clínico Universitario de San Juan de Alicante.

Dr. Sergio Tejada Ortega. Servicio de Anestesiología. Hospital Clínico Universitario de San Juan de Alicante.

Dra. Marta Carrió Font. Hospital de Dénia Marina Salud.

Dra. Cristina Embid Román. Hospital General de Elda.

Dr. Eduardo Fernández Jover. Universidad Miguel Hernández y CIBER BBN.

Instituto de Bioingeniería. Facultad de Medicina. Elche. Alicante.

Las **ramas terminales del plexo braquial** pueden ser anestesiadas en toda su trayectoria, desde la axila, tercio distal del brazo, codo y finalmente en la muñeca.

La realización de **bloqueos a nivel distal** (codo y muñeca) permite complementar bloqueos parcialmente efectivos realizados a nivel más proximal (interescalénico, supraclavicular, axilar...), y además al bloquear directamente los nervios a ese nivel conseguimos una anestesia y una analgesia selectiva de calidad con menos bloqueo motor.

Las principales **indicaciones** de los bloqueos distales del plexo braquial se centran en intervenciones a nivel de la **mano** (síndrome túnel del carpo, Dupuytren, inyección de toxina botulínica para tratamiento de hiperhidrosis, ...) y de los **dedos** (fracturas, dedo en resorte, exéresis de gangliones, ...).

Podemos utilizarlos como técnica única, o bien como complemento o refuerzo de bloqueos proximales del plexo braquial que no han resultado satisfactorios. Otra ventaja de dichos bloqueos distales consiste en utilizarlos para optimizar la analgesia postoperatoria del paciente. Podremos emplear anestésicos locales de corta duración (mepivacaína o lidocaína) en bloqueos proximales del plexo braquial como supraclavicular, infraclavicular o axilar, y anestésicos locales de larga

duración en bloqueos más distales a nivel del codo y muñeca. De este modo como hemos comentado anteriormente obtendremos una **analgesia postoperatoria de mayor duración con menos bloqueo motor**.

Una de las intervenciones quirúrgicas en las que utilizamos la técnica anestésica que acabamos de describir es la cirugía de **RIZARTROSIS**. La artrosis de la articulación de la base del pulgar se produce por la degeneración de la articulación trapecio-metacarpiana. El resultado es una articulación rígida y dolorosa, con su movilidad limitada. Si no mejora con tratamiento conservador se realiza cirugía, que consiste en la sustitución del hueso artrósico, **artroplastia abierta**. Se extirpa el hueso trapecio y se toman tejidos blandos de la muñeca para estabilizar el hueso restante y crear un espaciador en la zona donde se ha sustituido el hueso. En otras ocasiones puede colocarse una prótesis en su lugar. El postoperatorio resulta doloroso.

**PUESTA AL DÍA EN ANESTESIA
REGIONAL
Y TRATAMIENTO DEL DOLOR**

VOLUMEN XXIII

2020

© ESRA-ESPAÑA

ISSN 1578-5580

Realización editorial: **mra ediciones**
www.mraediciones.com

RECUERDO ANATÓMICO Y ANESTESÍA REGIONAL EN CIRUGÍA DE MIEMBRO SUPERIOR

Luís Such¹, Jorge Hernando Sáez², Francisco Manresa¹, Eduardo Fernández Jover³

¹Servicio de Anestesiología y Reanimación. Hospital Universitario San Juan de Alicante.

²Servicio de Anestesiología y Reanimación. Grupo Vithas. Alicante.

³Universidad Miguel Hernández y CIBER BBN. Elche. Alicante. Instituto de Bioingeniería. Facultad de Medicina.

El bloqueo del plexo braquial aparece como la técnica elegida en el abordaje anestésico en cirugía de miembro superior. Ya que el plexo braquial será el encargado de proporcionar toda la inervación del miembro superior excepto, la zona inervada por el plexo cervical superficial.

Somos conscientes de la multitud de ventajas que poseen las técnicas regionales respecto a la anestesia general. Proporcionando una mejor y pronta recuperación para el paciente, menor incidencia de náuseas y vómitos postoperatorios, mayor estabilidad hemodinámica y excelente analgesia postoperatoria entre otras.

RECUERDO ANATÓMICO

Es fundamental como en toda técnica tener un conocimiento exhaustivo de la anatomía. Tanto de la parte ósea, muscular, nerviosa y vascular. Sólo de esta forma podremos asegurar un éxito en la técnica y minimización de los riesgos derivados de ella.

El plexo braquial se forma de la unión de las ramas anteriores de los nervios cervicales C5, C6, C7, C8 y el primer nervio torácico. Además, según la anatomía individual pueden asociarse la rama anterior de C4 y segunda torácica hasta en un 50-60% de los casos.

Estas raíces se fusionan dando lugar a la formación de troncos: tronco superior formado por C5 - C6, tronco medio C7 y tronco inferior formado por C8 - T1. Estos troncos se dirigen hacia la clavícula discurrendo por su parte inferior dando lugar a 6 divisiones anteriores y posteriores.

La división anterior formará el fascículo medial, la división anterior de los troncos superior y medio formarán el fascículo lateral. A su vez las divisiones posteriores formarán el fascículo posterior.

Estas divisiones de los troncos a su vez darán lugar a los fascículos que a su vez darán lugar a los nervios periféricos terminales.

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis está dedicada, de todo corazón, a Elena, Jorge y María por entenderme y ayudarme a superar este reto que tanta ilusión me hacía.

A Eduardo Fernández Jover, Pepe Fernández, Asier Leibar y Alejandro García Mayor, por su gran colaboración, ha sido un placer trabajar con vosotros.

A Vicente Roqués, Carlos Tornero y Sergio Tejada, en orden de aparición, por ser una gran influencia en mi carrera como anestesiólogo.

