

INVESTIGACIÓN
2008



**LIBERACIÓN PERCUTÁNEA INTRA-VAGINAL
GUIADA POR ULTRASONIDOS:
DESCRIPCIÓN DE UN NUEVO MÉTODO**

FUNDACIÓN MAPFRE

www.fundacionmapfre.com

Investigador Principal

José Manuel Rojo Manaute

Médico Adjunto en la Unidad de Cirugía de la Mano
Hospital General Universitario Gregorio Marañón

Equipo Investigador

Javier Vaquero Martín

Jefe servicio de Cirugía y Traumatología.
Hospital General Universitario Gregorio Marañón

Julio De Las Heras Sánchez-Heredero

Facultativo Especialista en Área Unidad de la Mano
Hospital General Universitario Gregorio Marañón

Miguel Del Cerro Gutiérrez

Jefe Unidad de Cirugía de la Mano
Hospital General Universitario Gregorio Marañón

Índice

	Página
1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCIÓN	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Estudio mediante ecografía Doppler en voluntarios sanos	5
3.2. Estudio anatómico en cadáver	5
4. RESULTADOS	6
4.1. Ecografía doppler en voluntarios sanos	6
4.2. Liberación de la polea A1 en el cadáver	7
5. DISCUSIÓN	7
6. CONCLUSIONES	9
7. BIBLIOGRAFÍA	10
8. ANEXOS	11

1. RESUMEN

Objetivos: El tratamiento del dedo en resorte mediante un abordaje quirúrgico abierto para liberar la polea A1 ha mostrado producir altas tasas de insatisfacción. La liberación percutánea a ciegas constituye un método alternativo, pero la falta de visualización intraoperatoria pone en riesgo las estructuras anatómicas adyacentes a la polea A1 y su indicación está restringida a los dedos tercero y cuarto. Recientemente ha sido descrito un método percutáneo efectivo para la liberación de la polea A1 en todos los dedos de la mano asistido por ultrasonidos (US). A pesar de la seguridad reportada, esta técnica ecográficamente asistida pone en riesgo la anatomía circundante debido a la orientación del instrumento de corte utilizado. En este estudio describimos un método de liberación percutánea de la polea A1 asistido por US utilizando un abordaje intravaginal retrógrado con un gancho-cuchillo para aumentar la seguridad del procedimiento.

Material y métodos: primeramente estudiamos 100 dedos en 10 voluntarios sanos mediante ecografía Doppler para determinar la situación del área anatómica a riesgo. A continuación liberamos la polea A1 en 46 dedos de 5 cadáveres, situando el instrumento de corte en el interior de la vaina digital y dirigiendo la hoja de corte hacia la zona volar segura. Evaluamos la precisión, seguridad y eficacia de la liberación mediante exposición quirúrgica abierta de las poleas A1 y A2, así como la integridad de los paquetes neurovasculares digitales y tendones flexores.

Resultados: Encontramos riesgo de lesionar los tendones flexores y los paquetes neurovasculares dentro de un área semicircular situada en posición dorsal al punto teórico de incisión para la liberación de la polea A1. La precisión anatómica y quirúrgica del método descrito fue buena, no encontrando lesiones de las estructuras anatómicas adyacentes a la polea A1, una liberación completa de la polea A1 en 44 dedos (95,7%) y una liberación parcial, aunque clínicamente irrelevante, en dos dedos.

Conclusiones: Este estudio verifica la precisión de las marcas topográficas propuestas por otros autores para la liberación percutánea de la polea A1 asistida por US, y muestra un método seguro para la liberación de ésta insertando retrógradamente el instrumento de corte dentro de la vaina digital. La técnica puede realizarse de manera segura en todos los dedos de la mano, aunque recomendamos hacerla con precaución en el primer dedo, convirtiendo la cirugía en un procedimiento abierto si la visualización ecográfica no está siendo suficientemente buena durante la intervención.

2. INTRODUCCIÓN

El dedo en resorte (DR) es una de las patologías más frecuentes en cirugía de la mano, con una incidencia a lo largo de la vida del 2,2% en la población no diabética mayor de 30 años y del 10% en presencia de diabetes

mellitus (1-3). A pesar de su popularidad y eficacia (1,3-8), el abordaje volar clásico para liberar la polea A1 ha sido puesto en relación con tasas de insatisfacción de hasta un 26% (9,10).

La liberación percutánea a ciegas del DR (polectomía percutánea) ha sido descrita como una alternativa, logrando una efectividad similar y resultados incluso superiores (en términos de seguridad, morbilidad post-quirúrgica y una rehabilitación más precoz) (9,11,16), sin embargo, la ausencia de una visualización continua intraoperatoria de la anatomía asocia un riesgo de lesionar la anatomía adyacente (estructuras neurovasculares, polea A2, tendón y piel) (17) y su indicación ha sido restringida al tercer y cuarto dedos (18-21) debido a la relación íntima que existe en el primer, segundo y quinto dedos con las estructuras anatómicas en riesgo.

Chern y cols (17) y Jou y cols (22) han descrito recientemente un nuevo método percutáneo para la liberación de A1 asistido por la visualización directa con ultrasonidos (US). Sus estudios, realizados primero en cadáveres (17) y posteriormente de modo clínico (22), han mostrado su aplicabilidad en cada dedo (primero al quinto). A pesar de la eficacia y seguridad descrita, la técnica quirúrgica descrita por estos autores (17,22) emplea un gancho-cuchillo que es emplazado volarmente a la polea A1 (extra-vaginalmente) con su hoja dirigida dorsalmente para su liberación, poniendo así a riesgo (23) las estructuras que la cuchilla pueda encontrarse dorsolateralmente (tendones y paquetes neurovasculares).

Los objetivos de nuestro estudio han sido desarrollar un nuevo método de liberación percutánea de la polea A1 guiada por US (LPAUS) que disminuya el riesgo de lesionar estructuras no deseadas, así como determinar la precisión, eficacia y seguridad de esta nueva técnica.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo dos estudios: uno en voluntarios sanos (para determinar el área de seguridad para una LPAUS) y otro en cadáver (para determinar la precisión, eficacia y seguridad de nuestra técnica). El examen ecográfico se realizó con el equipo ultrasonográfico de disposición linear en tiempo real Logiq Book XP Pro con sonda 8L de 5-11 MHz, General Electric Healthcare España, La Moraleja, Madrid. Además, fueron empleados para el estudio: gel para ultrasonografía (Surgilube; E. Fougera & Co. Melville, NY), una videocámara digital Sony DCR-HC22E, una cámara de fotos Canon SX100 IS de 8 Mega Pixels, unas gafas lupa Sheervision 3,5x Flip-Up Galilean Loupe (Rolling Hills Estates, California), una lente-lámpara magnificadora 4x ART-301 de Alltion Microscope Co., Ltd. (Wuzhou, China), un ordenador portátil Toshiba NB200, agujas intramusculares de 21G, una aguja de Kirschner de 2,6 mm de diámetro, un gancho-cuchillo (Arthroknife nº 2 de Stryker Howmedica Osteonics, Allendale, NJ, EE.UU), pinzas de Adson, bisturís del número 11 y tijeras de disección (Figura 1).

3.1. Estudio mediante ecografía Doppler en voluntarios sanos

Realizamos un estudio descriptivo en 100 dedos de 10 voluntarios sanos (3 mujeres y 7 varones; edad media 29,8 años, rango 25-49 años). En una sección transversa vista en Power Doppler de A1, definimos el punto más volar de la vaina sinovial como el Punto de Corte teórico (PC) para una LPAUS. Desde una línea horizontal trazada en el PC (LHPC) medimos (Figura 2): a) Ángulos vasculares, definidos como los ángulos entre LHPC y el centro de las arterias lateral (α_1) y medial (α_2); b) Distancia más corta desde el PC a la pared vascular de las arterias digitales lateral (v_1) y medial (v_2); Latitud, definida como la distancia más corta entre LHPC y la pared vascular volar más cercana de las arterias digitales lateral (LL) y medial (ML). Un valor de latitud positivo representó que la pared arterial estaba localizada dorsal a LHPC; d) Grosor de la polea (P); y e) anchura del espacio sinovial (S) (Figura 1). Los valores de los rangos de las variables arriba descritas fueron representados gráficamente para mostrar el área en la que una estructura vascular fue encontrada ("área de riesgo"). Dentro del área de riesgo, los valores medios fueron también representados para mostrar la posición media de las arterias.

3.2. Estudio anatómico en cadáver

Los resultados de nuestro estudio en voluntarios sanos (ver abajo) mostraron un área volar segura para dirigir la cuchilla desde nuestro PC. Sin embargo, para dirigir el corte hacia el área segura el instrumento tenía que ser posicionado dentro de la vaina sinovial (posicionamiento intra-vaginal). Para desarrollar este nuevo método, realizamos un estudio descriptivo en un grupo de 5 cadáveres, 50 dedos, conservados en formaldehído (3 varones y dos mujeres, edad media a su muerte 60,5 años, rango 52 a 81) no diseccionados previamente. Dividimos el estudio en tres fases: a) Identificación de las marcas topográficas descritas por otros autores (17,22); b) Liberación percutánea de la polea A1 asistida por US empleando nuestro nuevo método; c) Disección abierta en cadáver de cada dedo para observar las diferencias entre la identificación ecográfica y la identificación por disección anatómica abierta de las distintas estructuras anatómicas de interés, para realizar la inspección del tamaño y porcentaje de apertura de A1 y para comprobar la integridad de las estructuras anatómicas adyacentes neurovasculares y tendinosas.

a) Fase 1: Identificación ecográfica de las marcas topográficas de la polea A1

La polea A1 no resulta fácilmente identificable mediante US, por lo que utilizamos las marcas topográficas indirectas descritas por otros autores (9,18) para guiar la apertura percutánea de la polea A1. Tras la aplicación del gel, el transductor ecográfico se situó en posición longitudinal sobre la articulación metacarpofalángica. A ese nivel identificamos las dos marcas óseas topográficas que actúan como referencia para los límites proximal (unión cabeza-

cuello del metacarpiano "x") y distal (unión base-diáfisis de la falange proximal "y") de la polea A1 (18). A continuación insertamos dos agujas intramusculares de 21G transversalmente hasta los tendones flexores: una sobre "x" y otra sobre "y" (Figuras 3 y 4).

b) Fase 2: Apertura intra-vaginal percutánea de A1 asistida ecográficamente

Primer paso (orientación): la articulación metacarpofalángica fue identificada mediante el transductor de US en posición longitudinal a nivel del pliegue palmar distal en los tres últimos dedos, a nivel del pliegue palmar medio para el dedo índice y 0,5 cm proximalmente al pliegue proximal del pulgar. Seguidamente, introducimos bajo control ecográfico, con el transductor en posición longitudinal, una aguja intramuscular de 21G a 1 cm distal al pliegue proximal del pulgar y a nivel del pliegue digital proximal del resto de los dedos, dirigida hacia nuestro "punto de entrada" (PEN) en la región volar de la vaina sinovial del tendón. PEN fue posicionado a 3 mm proximalmente de nuestra referencia topográfica "y". Una vez dentro de la vaina sinovial colocamos el transductor ecográfico en posición transversal para asegurarnos de que la aguja estuviera centrada sobre el tendón subyacente y en el espacio sinovial. A continuación inyectamos 3 mL de suero fisiológico en el interior de la corredera tendinosa para recrear las imágenes ecográficas derivadas de una inyección en el paciente de 3 mL de lidocaína (Figura 5). Este volumen de líquido también dilató ligeramente el espacio sinovial para hacer más fácil la liberación intra-vaginal de la polea A1.

Segundo paso (dilatación): sin retirar la aguja de 21G, y con el transductor ecográfico en posición longitudinal, introducimos, por el mismo punto de entrada de la aguja de 21G, una aguja Kirschner (AK) de 2,6 mm de diámetro dirigida por US hasta PEN. A continuación, orientamos el transductor ecográfico transversalmente para asegurarnos de que la aguja estaba centrada de forma segura sobre los tendones subyacentes e introducir la punta de la AK en el espacio sinovial sin dañar dichos tendones. Tras cambiar nuevamente la posición del transductor a una orientación longitudinal introducimos la AK en el espacio sinovial, paralela al tendón flexor subyacente, hasta alcanzar nuestro punto de corte proximal (PCP). El PCP se localizó 3 mm proximalmente a la marca topográfica "x" para el primer dedo, y 10 mm para el resto de los dedos. El segundo paso (dilatación) es probablemente el más importante, ya que crea el espacio adecuado para la introducción intra-vaginal del instrumento de corte (Figura 6).

Tercer paso (colocación): con el transductor en posición longitudinal, introducimos el gancho-cuchillo (Arthro-Knife, Stryker-Howmedica) en el interior de la corredera tendinosa a través de PEN y siguiendo el túnel previamente creado con la AK. La punta del gancho-cuchillo tiene una anchura de 1 x 3,5 mm, por lo que introducimos el instrumento con su parte más ancha paralela al tendón subyacente. Con el transductor en posición transversal comprobamos que el gancho-cuchillo estuviera centrado

sobre el tendón en PEN. A continuación, en posición longitudinal, introdujimos el dispositivo hasta PCP (Figura 7A).

Cuarto paso (liberación de la polea A1): en PCP giramos 90° la hoja del gancho-cuchillo para situar el borde de corte de la misma en un eje perpendicular a los tendones flexores y en dirección volar, hacia la polea suprayacente. Finalmente, traccionando en dirección distal del gancho, manteniéndonos centrados sobre los tendones en el plano transversal ecográfico y observando la progresión del instrumento hacia PEN en el plano longitudinal ecográfico, cortamos la polea A1 (Figuras 7B). Tras la liberación de la polea A1 la herida cutánea presentaba unos 2 mm de anchura.

c) Fase 3: Exploración mediante disección abierta

La disección anatómica la realizamos mediante una incisión longitudinal de 4 cm centrada sobre la articulación metacarpofalángica. A continuación medimos las siguientes distancias (Figura 8): 1.- "Longitud ecográfica" de la polea A1 (A), definida como la distancia entre las dos agujas intramusculares; 2.- "Longitud real" de la polea A1 (a), definida como la distancia entre los bordes anatómicos proximal y distal de A1; 3.- "Imprecisión topográfica proximal de A1" (b), distancia desde la aguja intramuscular proximal al borde proximal real de A1; 4.- "Imprecisión topográfica distal de A1" (c), desde la aguja intramuscular distal al borde distal real de A1; 5.- "Margen de seguridad topográfica distal" (d), desde la aguja 21G distal al borde proximal de la polea A2; 6.- "Margen de seguridad topográfica proximal" (e), distancia desde la aguja 21G proximal a los paquetes neurovasculares que crucen volarmente el trayecto de los tendones flexores; 7.- "Margen de seguridad real proximal" (f), desde el punto de corte más proximal que realice el gancho-cuchillo al paquete neurovascular que cruce el trayecto de los tendones flexores; 8.- "Margen de seguridad real distal" (g), desde el punto de corte más distal que realice el gancho-cuchillo al borde proximal de A2.

A partir de algunas de las anteriores variables, calculamos el porcentaje de liberación quirúrgica de la polea A1 conseguida según la fórmula: $a - (b + c) / a$. Finalmente, registramos cualquier lesión de los nervios digitales, polea A2 y tendones flexores (Figuras 9 y 10).

Análisis estadístico

Dependiendo del tipo de variable, registramos la media, error estándar de la media, rango, frecuencias absolutas y porcentajes. Empleamos los tests de ANOVA – Scheffe y la T de Student para analizar diferencias y los valores fueron considerados significativos con un valor de $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

4.1. Ecografía doppler en voluntarios sanos

En nuestros voluntarios, la posición media de la arteria digital lateral presentó su luz arterial ($\alpha 1$) a 20,9° (rango, 0/ 83,7) desde LHPC, su pared vascular más cercana ($v1$) a 8,96 mm

(3,5/ 20,6) desde PC y estaba localizada dorsalmente (LL) a 2,38 mm (-1/ 6,5) desde LHPC. En dos casos, observamos una LL volar pero ninguna excedió 1 mm sobre LHPC. En el lado opuesto, la posición media de la arteria digital medial presentó su luz ($\alpha 2$) a 23,3° (0/ 6,5) desde LHPC, su pared vascular más cercana ($v2$) a 6,59 mm (3,7/16,8) desde PC y estaba localizada dorsalmente (LM) a 2,56 mm (0/ 10,8) desde LHPC. El grosor medio de la polea A1 fue de 0,79 mm (0,2/ 1,5) (Tabla 1). Estudiando el "área de riesgo" y la "posición media" del paquete neurovascular encontramos que ninguna estructura estaba en peligro en la región situada volarmente al punto de corte (Figura 11).

4.2. Liberación de la polea A1 en el cadáver

El procedimiento de apertura percutánea de la polea A1 asistida por ultrasonidos se realizó de manera satisfactoria en 46 de los 50 dedos disponibles, no pudiendo ser realizada en 4 pulgares por la intensa retracción de la musculatura tenar causada por la fijación del cadáver que impedía un correcto posicionamiento del transductor ecográfico.

a) Resultados anatómicos de la referenciación topográfica guiada por US

En el cadáver, la longitud ecográfica media (A) de la polea A1 de todos los dedos de nuestro estudio fue de 10,8 mm (rango 8-14 mm), mientras que la longitud real media (a) fue de 10,2 mm (rango 8-13 mm). Al estudiar cada dedo por separado no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambas mediciones (A y a) con excepción de los dedos 1° y 4°, en los que observamos una diferencia de 1,6 mm y 1 mm respectivamente ($p = 0,04$ y $p = 0,004$, respectivamente), una diferencia casi despreciable en la práctica clínica (Tabla 2).

El uso de las referencias óseas "x" e "y" definidas por Chern y cols (17) mostró precisión para su uso clínico. Estas referencias se encontraron en o muy cerca de los bordes proximal y distal de la polea A1 con "imprecisiones topográficas de A1" medias proximales (b) y distales (c) que variaron entre 0 y 1,1 mm en los distintos dedos sin diferencias significativas (Tabla 3).

En los diferentes dedos estudiados, el "margen de seguridad topográfica distal" (d) (hasta la polea A2) mostró una distancia media que varió desde 3,8 a 5 mm sin diferencias estadísticamente significativas. Proximalmente, el "margen de seguridad topográfica" (e) (a la estructura neurovascular más cercana) presentó una media que varió entre 14,5 y 23,4 mm (rango 11 a 27 mm) en los distintos dedos. Aunque no observamos diferencias estadísticamente significativas entre los dedos, observamos un "margen de seguridad topográfico proximal" medio menor para el primer (14,5 mm) y tercer (15,3 mm) dedos (rango 11 a 18 y 11 a 19 mm, respectivamente) (Tabla 4).

b) Resultados de la LPAUS percutánea de A1

Observamos una liberación completa de la polea A1 en 44 dedos (95,7%). En los dos dedos restantes (dos pulgares) exis-

tió una liberación incompleta de 1 mm que correspondió con el 88 y 92%, respectivamente, de la longitud real de la polea.

No observamos lesiones neurovasculares. La distancia mínima desde la liberación quirúrgica a la estructura neurovascular (f) fue 6 mm en el tercer dedo. El borde proximal de A2 fue lesionado en 11 dedos (23,9%) pero ninguna de estas lesiones fue clínicamente relevante ya que la extensión del daño fue inferior a 2 mm en todos los casos (Tabla 5).

No observamos lesiones tendinosas clínicamente relevantes (rupturas, laceraciones, divisiones o arañazos) pero 6 dedos (13%) mostraron erosiones puntiformes mínimas (inferiores a 1 mm de diámetro) en PEN. Finalmente, no hubo daño a la piel suprayacente en ninguno de los dedos.

Hasta ahora, hemos empleado este método de modo clínico en 8 pacientes, 9 dedos, en un estudio prospectivo aleatorizado comparando esta técnica con la liberación clásica abierta. La LPAUS se realiza bajo anestesia local, con la ayuda de una enfermera, sin anestesiólogo, sin manguito de isquemia y en un quirófano de cirugía menor de un ambulatorio de nuestra área para comparar sus costes con otros procedimientos clásicos de cirugía mayor ambulatoria dependientes de un hospital.

5. DISCUSIÓN

La polectomía percutánea a ciegas de la polea A1 es una alternativa a la liberación abierta tradicional (20,21-28) pero su relación riesgo-beneficio es debatida (18-20,29-31). A pesar de la heterogeneidad de las diferentes series publicadas, la tasa de éxito (TE) parece relativamente similar para las técnicas abierta (60 – 100% TE) (7,8,32-34) y percutáneas (73-100% TE) (11,18,20,24-26,31,35,36). Los pocos estudios que han realizado una comparación prospectiva y aleatorizada de ambos métodos han mostrado resultados favorables al procedimiento percutáneo a ciegas. Gilberts y cols (11), en un ensayo clínico prospectivo y aleatorizado con 96 pacientes (100 dedos en resorte) observaron una tasa de éxito del 98% para el procedimiento abierto y del 100% para la polectomía percutánea. Además, el tiempo quirúrgico medio (7 versus 11 min.), la duración media del dolor post-operatorio (3,1 vs 5,7 días), el tiempo hasta la recuperación motora funcional (7 vs 18 días) y el tiempo hasta el retorno al trabajo (7,5 vs 3,9 días) fueron significativamente menores para los pacientes tratados con el método percutáneo. Asimismo, Dierks y cols (13), en un ensayo clínico prospectivo y aleatorizado reciente con 36 pacientes (16 por cirugía abierta y 20 por cirugía percutánea a ciegas), han descrito un tiempo quirúrgico y unos costes significativamente menores en el grupo intervenido percutáneamente. Las ventajas de la polectomía percutánea de A1 no se limitan exclusivamente al paciente. Otros estudios han subrayado la eficiencia del procedimiento debido a que puede realizarse en una consulta, por un único cirujano, sin ningún otro personal de ayuda (37), y realizarse bajo anestesia local sin torniquete (17,22,27,37). Al contrario de

lo descrito para el procedimiento abierto (6,8,17,32,33), no han sido publicadas complicaciones relevantes tras una liberación percutánea a ciegas, con la excepción hasta donde nosotros sabemos de un caso descrito en la literatura con un déficit sensitivo radial en el pulgar (35) y un caso de dolor persistente (26). A pesar de los estudios anatómicos recientes definiendo referencias topográficas que sirvan de guía para una liberación percutánea a ciegas (13-16), la falta de visualización tiene dos problemas inherentes, observados en estudios en cadáver: la dificultad para obtener una liberación completa de la polea A1 (29-31) y el riesgo de lesionar las estructuras adyacentes neurovasculares, tendones flexores y la polea A2 (19,20,29-31). En cadáveres, la lesión de los tendones flexores ha sido descrita en un 16 a 90 % de los procedimientos percutáneos (29-31). Más aún, la íntima relación de los paquetes neurovasculares con la polea A1 en el primer, segundo y quinto dedos ha restringido la indicación de una liberación percutánea a los dedos tercero y cuarto (18-20).

Recientemente, Chern y Jou (17,22) introdujeron el concepto de una liberación guiada por ultrasonidos para resolver los problemas de una indicación limitada a algunos dedos y de las complicaciones potenciales descritas en las técnicas percutáneas. Su método se basó en una liberación extra-vaginal de A1 con un gancho-cuchillo guiado por US. En un brillante estudio en 50 dedos de 10 manos izquierda de cadáver, Chern y cols (17) mostraron un 96% de liberaciones completas. El 4% restante presentaron una liberación incompleta inferior a 2 mm, lo que consideraron clínicamente irrelevante. Sin embargo, observaron divisiones longitudinales y arañazos leves de los tendones flexores en 6% de los dedos. Más aún, Jou y Chern (22) en un estudio clínico en 107 dedos en 83 pacientes realizado por LPAUS extra-vaginal con un gancho-cuchillo mostraron una tasa de éxito del 100% aunque, a pesar de sus excelentes resultados clínicos, describieron un 3% de dolor persistente, el cual nos preguntamos si podría estar en relación con la incidencia de un 6% de lesiones tendinosas que observaron en cadáveres (17).

En un estudio muy reciente en 18 dedos de cadáver fresco en los que se realizó una técnica de LPAUS mediante el bisel de una aguja de 18G, Paulius y col (23) cuestionaron la seguridad, eficacia y eficiencia de una LPAUS. Observaron en imágenes ecográficas que la punta de la aguja se posicionaba repetitivamente peligrosamente junto a los paquetes neurovasculares y su disección anatómica subsiguiente mostró un 83% de liberaciones incompletas de A1 y un 17% de laceraciones tendinosas aunque ninguna lesión de los paquetes.

De acuerdo con otros autores (17,22), creemos que las complicaciones potenciales de las diferentes técnicas percutáneas a ciegas sobrepasan sus posibles beneficios. También creemos que las intrusiones accidentales en el compartimento neurovascular (23) y las lesiones descritas de los tendones flexores observadas con las técnicas del LPAUS extra-vaginales (17,23) levantan ciertas dudas respecto a su seguridad. Basándonos en nuestras observaciones en voluntarios, la dirección dorsal en la que las téc-

nicas extra-vaginales están cortando la polea A1 se dirige hacia una “región de riesgo” que incluye los tendones flexores y los paquetes neurovasculares. En el presente estudio, la ecografía Doppler fue introducida para explorar las “áreas de riesgo” en voluntarios sanos y así desarrollar un método que pudiera reducir la posibilidad de dañar alguna estructura importante. Las medidas se tomaron desde el punto más volar de la vaina del tendón flexor (PC), ya que es el “punto de liberación sobre la línea media” desde el que puede abrirse A1 con mayor seguridad (17). Los resultados de nuestro estudio muestran que hay un riesgo en dañar los tendones flexores y estructuras neurovasculares en un área semicircular dorsal al PC (Figura 11).

De acuerdo con otros autores (17,22), la precisión de los métodos de LPAUS en nuestro estudio para localizar las estructuras anatómicas fue bueno. En A1, la diferencia entre la longitud real (a) y la estimada (A) de la polea y las distancias entre las posiciones de las marcas topográficas ecográficas (agujas de 21G sobre “x” e “y”) y los bordes reales proximales (b) y distales (c) de A1 fueron inferiores a 2 mm de media, una longitud que ha sido interpretada como despreciable en la práctica clínica por otros autores (17) (Tabla 2 y 3).

En nuestro método de LPAUS, el abordaje cutáneo y la posición del transductor de US fueron similares al de Chern (17) pero, para evitar el área de riesgo y liberar la polea, realizamos una apertura volar de la vaina sinovial para poder introducir en su interior. Para procurar una liberación completa distal de A1 elegimos el PEN a 3 mm distal a “y” (FIGURA 3 Y 4 JHS). La posición intra-vaginal de los instrumentos fue fácilmente verificable en una sección transversa por US, una vez comprobada los avanzamos retrógradamente a nuestro punto de corte proximal (PCP). Estamos de acuerdo con Chern y col (17) en que la liberación de A1 debe hacerse desde no más de 5 mm proximal a “x” hasta 3 mm distal a “y”. En nuestra exploración anatómica abierta, observamos unos márgenes mínimos de seguridad distales (d) de 1 mm y proximales (e) de 11 mm, entre todos los dedos (Tabla 4). Inicialmente, nuestro protocolo quirúrgico pretendió fijar nuestro PCP 3 mm proximal a “x” en el pulgar y a 10 mm en el resto de los dedos, sin embargo, en nuestra exploración anatómica abierta, observamos que los paquetes neurovasculares que cruzan volares a los tendones flexores del primer y tercer dedos estaba en riesgo, ya que la distancia hasta nuestra referencia topográfica proximal podía estar a tan sólo 11 mm (Tabla 4). Esta relativa proximidad de los paquetes neurovasculares fue también observada en las secciones longitudinales por eco del segundo al quinto dedos antes de realizar la liberación. Por lo tanto, durante el curso de nuestro estudio, modificamos la localización del PCP y lo emplazamos 3 a 5 mm proximal a “x” para evitar un daño accidental de los paquetes, consiguiendo finalmente una 95,7% de liberaciones completas de A1 sin daño neurovascular. El punto distal para la liberación de A1 (que coincide con PEN) es también motivo de discusión, ya que, desde nuestra marca topográfica “y” el borde real de A1 puede encontrarse hasta 2 mm distalmente (c) (Tabla 3) pero el borde real de A2 puede a su vez encon-

trarse a sólo 1 mm distalmente (d) (Tabla 4). Basándonos en estas observaciones, sabemos que posicionando PEN a 3 mm distal de “y” debería teóricamente causar una lesión de A2 en un número de casos, aunque inferior a 2 mm, y de hecho es lo que encontramos en 23,9% de los dedos de nuestro estudio (Tabla 5) y en 12% en el estudio de Chern (17). Sin embargo, la longitud de la polea A2 es de unos 2 cm (39) y 2 mm representan un 10% de la longitud total de A2. En opinión de algunos autores (39), el 66% de A2 puede ser abierto A2 sin que se perciban clínicamente efectos adversos, lo que nos permite tener un margen considerable de seguridad distal.

En desacuerdo con Chern y cols (17), creemos que la inserción de una cuchilla dentro de la polea A1 es más seguro que el método extra-vaginal. En nuestro estudio en voluntarios, observamos en A1 un grosor medio de la polea con una anchura del espacio sinovial de 0,79 y 0,33 mm, respectivamente (Tabla 1). La longitud de la cuchilla de un gancho-cuchillo es aproximadamente 3 mm de longitud y dirigir este instrumento, o incluso uno menor, hacia el tendón para liberar A1 desde una posición extra-vaginal puede fácilmente lesionar el tendón. Posicionando el gancho intra-vaginalmente y cortando en dirección volar se puede evitar este problema ya que, en nuestro estudio en cadáver, sólo observamos unas erosiones puntiformes superficiales mínimas en 13% de los tendones en el PEN, probablemente de la punta de la aguja de 21G y/o de la AK, pero no observamos divisiones longitudinales o arañazos superficiales, al contrario que con los métodos extra-vaginales en los que estas lesiones se observan entre un 6 y un 17% de las veces (17,23). Más aún, en nuestro estudio en voluntarios observamos que la distancia desde nuestro PC a la arteria más cercana puede ser tan pequeña como 3,5 mm (Tabla 1), por lo tanto, dirigiendo la cuchilla hacia el área semicircular de riesgo (FIGURA 1 ¿?) hará más probable el riesgo de lesionar estructuras no deseadas. Rajeswaran y cols. (38), recientemente describieron en 25 pacientes con 35 dedos en gatillo un procedimiento intra-vaginal (LPAUS) realizado con la punta biselada de una aguja de 19G introducida en nuestros mismos abordajes cutáneos pero cortando la polea retrógradamente, mostrando una mayor tasa (9%) de liberaciones incompletas de A1. Estos autores (38) no mencionan en sus métodos ninguna referenciación ecográfica topográfica proximal o distal, basando su liberación en los vaivenes de la aguja entre los tendones y la piel y en la resolución intra-operatoria del engatillamiento. Aunque nosotros también pensamos que el abordaje intra-vaginal es el más seguro, mantener el bisel de una aguja en la misma línea e corte mientras esta es avanzada retrógradamente parece más difícil que tirar anterógradamente de un gancho-cuchillo y podría estar afectando la precisión de la liberación. Como se muestra en nuestro estudio, incluso cuando apuntamos hacia marcas topográficas precisas es posible observar varios milímetros de imprecisión, por lo tanto, creemos que debemos concentrar todos nuestros esfuerzos para aumentar la precisión de nuestros instrumentos de corte en nuestro objetivo. Estamos de acuerdo

con Rajeswaran y cols. (38) que el gancho-cuchillo descartable es un gasto añadido al procedimiento y, de hecho, en un esfuerzo para disminuir costes y para mantener la precisión de nuestros instrumentos, actualmente usamos de modo clínico un gancho-cuchillo reutilizable de bajo coste (ref 5151-A, Orthomed s.a., St Jeannet, France).

Las principales limitaciones de este estudio han estado relacionadas con el primer dedo. Debido a la técnica de fijación empleada en los cadáveres (formaldehído), cuatro pulgares mostraron una intensa retracción de la musculatura tenar que no nos permitió realizar una LPAUS. Esta retracción estuvo presente en grados variables en los 6 pulgares restantes y, en nuestra opinión, fue directamente responsable de las peores mediciones que obtuvimos en precisión, márgenes de seguridad y porcentaje de liberación (Tabla 3, 4 y 5). En nuestro estudio, el nervio digital radial pude observarse intersectando al tendón flexor a tan sólo 11 mm proximalmente desde "x". Chern y cols. (17) observaron que este nervio podía intersectar al tendón a 7 mm proximalmente desde la polea A1. En nuestra estudio, no fuimos capaces de visualizar el nervio digital radial por US por lo que, para el pulgar, dependimos de la pobre visualización de las marcas topográficas ("x" e "y") en estos dedos preservados en formaldehído. Más aún, aunque no fueron clínicamente relevantes, todas nuestras liberaciones incompletas de A1 ocurrieron en pulgares. Usando su técnica extra-vaginal en cadáveres, Chern y cols. (17) observaron que la mitad de sus liberaciones incompletas ocurrieron en el primer dedo. Más aún, Jou y Chern (22), en el ensayo clínico de su método LPAUS extra-vaginal, describieron una incidencia del 3% de parestesias transitorias que sólo fueron observadas en los pulgares. Aunque en nuestra experiencia y en la experiencia clínica y experimental de otros autores (17,22) estos métodos de LPAUS muestran ser seguros para el pulgar, las limitaciones que hemos encontrado en nuestro estudio y las observaciones descritas por otros autores (17,22) nos sugieren ser cautelosos en la liberación proximal de A1 en el pulgar. En nuestra opinión actual, si las marcas óseas topográficas por US no pueden ser visualizadas con precisión debemos cambiar la LPAUS por un abordaje clásico abierto.

Estamos totalmente de acuerdo con otros autores (17,22) en que, aunque es conceptualmente simple, la LPAUS es técnicamente demandante y un entrenamiento apropiado en cadáveres es altamente recomendado. La fuerte curva de aprendizaje del procedimiento fue otra limitación parcial encontrada en este trabajo ya que la precisión en el procedimiento fue mejorando gradualmente a lo largo del estudio.

El coste de la LPAUS está en debate pero, hasta donde sabemos, no existen aún datos formales publicados sobre su eficiencia. Jou y cols (22) discutieron que el USGAR es igual o más barato que el método abierto debido al ahorro dependiente de un tiempo de intervención reducido, la posibilidad de realizarse en una consulta y el poder prescindir del montaje de un campo quirúrgico complejo (sábanas, paños...). Opuestos a esta opinión, Paulius y cols. (23) opinan que la LPAUS aumenta el

tiempo quirúrgico y que el uso de aparatos de US anula los ahorros potenciales en una LPAUS. Jou y cols (18) mencionaban que un equipo básico podía salir relativamente baratos (3319€). Nosotros estamos de acuerdo con Paulius (23) en que el coste de un equipo de US puede resultar relativamente alto. Nuestro equipo costó 15.000 y el gancho-cuchillo 12€ cuesta por cada uso. Webb y cols (40) han comparada recientemente los costes del tratamiento de 104 pacientes por cirugía percutánea ambulatoria "a ciegas" con el coste de tratar a 54 pacientes en un quirófano hospitalario. Basándose en los costes por sesión y en los tiempos (40), calcularon que el coste de los procedimientos ambulatorios en 44 dedos era 41,6 veces menor que la operación convencional hospitalaria con un ahorro en 6 meses de 26.796£ en 6 meses (£53.592/€58.600 anualmente), lo que supone alrededor de 4 veces el precio de nuestro equipo por año. Respecto al tiempo quirúrgico, creemos que la curva de aprendizaje de los LPAUS tiene una influencia directa en los mismos. Sin datos en los que apoyarse, Paulius y cols. (23) opinaron que la LPAUS aumentaba el tiempo quirúrgico en su estudio en 18 dedos. Gilberts y cols (6) describieron un tiempo quirúrgico medio de 11 minutos para una cirugía clásica abierta. Rajeswaran y cols. (38) observaron una duración media de 14 min. (9:10 a 21:30 min) en su técnica intra-vaginal de LPAUS. Nuestra primera LPAUS en un cadáver nos llevó en torno a las dos horas y media y nuestro primer paciente clínico unos 35 minutos de cirugía. Actualmente, después de 46 LPAUS en cadáveres y 9 en un estudio clínico, estamos tardando entre 15 y 25 minutos por dedo.

Estudios recientes (40,41) han mostrado que, en pacientes adecuadamente seleccionados, la cirugía ambulatoria puede ser realizada de modo seguro y eficiente en una amplia lista de condiciones patológicas bajo anestesia local. Aún serán necesarios más estudios para explorar el uso de procedimientos mínimamente invasivos guiados por US para poder aumentar el número de indicaciones, precisión, seguridad y eficiencia en cirugía ambulatoria de mano.

6. CONCLUSIONES

La cirugía percutánea asistida por US permite la monitorización intraoperatoria en tiempo real de un procedimiento quirúrgico. El presente estudio confirma la precisión de las marcas topográficas propuestas por otros autores y muestra un método más seguro de liberar la polea A1 introduciendo los instrumentos de corte en la vaina sinovial digital. La liberación debe realizarse volarmente desde un punto situado a entre 3 y 5 mm proximalmente a la unión cabeza metacarpiano-cuello (para el pulgar y el resto de los dedos respectivamente) hasta un punto situado 3 mm distalmente a la unión base-cuello de la falange proximal. La técnica puede realizarse de forma segura en todos los dedos pero, debido a la necesidad de ser precisos, sugerimos ser cautelosos en el pulgar y convertir el procedimiento percutáneo en una cirugía abierta si la visualización por US no está siendo suficientemente buena. El procedi-

miento es técnicamente demandante y recomendamos energicamente la realización de un entrenamiento adecuado en el cadáver antes de llevar el procedimiento a la práctica clínica. En nuestra opinión, la cirugía asistida por US ofrece alternativas prometedoras para la cirugía de la mano en un contexto ambulatorio.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Saldana MJ. Trigger digits: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001;9(4):246-52.
- Stahl S, Kanter Y, Karnielli E. Outcome of trigger finger treatment in diabetes. *J Diabetes Complications.* 1997;11(5):287-90.
- Bodor M, Flossman T. Ultrasound-guided first annular pulley injection for trigger finger. *J Ultrasound Med.* 2009;28(6):737-43.
- Peters-Veluthamaningal C, Winters JC, Groenier KH, Jong BM. Corticosteroid injections effective for trigger finger in adults in general practice: a double-blinded randomised placebo controlled trial. *Ann Rheum Dis.* 2008;67(9):1262-6.
- Fleisch SB, Spindler KP, Lee DH. Corticosteroid injections in the treatment of trigger finger: a level I and II systematic review. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007;15(3):166-71.
- Turowski GA, Zdankiewicz PD, Thomson JG. The results of surgical treatment of trigger finger. *J Hand Surg Am.* 1997;22(1):145-9.
- Lim MH, Lim KK, Rasheed MZ, Narayanan S, Beng-Hoi Tan A. Outcome of open trigger digit release. *J Hand Surg Eur Vol.* 2007;32(4):457-9.
- Thorpe AP. Results of surgery for trigger finger. *J Hand Surg [Br].* 1988;13(2):199-201.
- Kolind-Sorensen V. Treatment of trigger fingers. *Acta Orthop Scand.* 1970;41:428-432.
- Bonnici AV, Spencer JD: A survey of "trigger finger" in adults. *J Hand Surg [Br].* 1988;13:202-203.
- Gilberts EC, Beekman WH, Stevens HJ, Wereldsma JC. Prospective randomized trial of open versus percutaneous surgery for trigger digits. *J Hand Surg Am.* 2001;26(3):497-500.
- Dierks U, Hoffmann R, Meek MF. Open versus percutaneous release of the A1-pulley for stenosing tendovaginitis: a prospective randomized trial. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2008;12(3):183-7.
- Wilhelmi BJ, Snyder Nt, Verbese J, Ganchi PA, Lee WP. Trigger finger release with hand surface landmark ratios: an anatomic and clinical study. *Plast Reconstr Surg.* 2001;108(4):908-15.
- Wilhelmi BJ, Mowlavi A, Neumeister MW, Bueno R, Lee WP. Safe treatment of trigger finger with longitudinal and transverse landmarks: an anatomic study of the border fingers for percutaneous release. *Plast Reconstr Surg.* 2003;112(4):993-9.
- Jongjirasiri Y. Length and landmark of A1 pulley in hand: an anatomical study. *J Med Assoc Thai.* 2009;92(1):41-6.
- Hazani R, Engineer NJ, Zeineh LL, Wilhelmi BJ. Assessment of the distal extent of the A1 pulley release: a new technique. *Eplasty.* 2008;8:e44.
- Chern TC, Jou IM, Yen SH, Lai KA, Shao CJ. Cadaver study of sonographically assisted percutaneous release of the A1 pulley. *Plast Reconstr Surg.* 2005;115(3):811-22.
- Eastwood DM, Gupta KJ, Johnson DP. Percutaneous release of the trigger finger: an office procedure. *J Hand Surg Am.* 1992;17(1):114-7.
- Kaplan PA, Matamoros A, Jr., Anderson JC. Sonography of the musculoskeletal system. *AJR Am J Roentgenol.* 1990;155(2):237-45.
- Patel MR, Moradia VJ. Percutaneous release of trigger digit with and without cortisone injection. *J Hand Surg Am.* 1997;22(1):150-5.
- Bain GI, Turnbull J, Charles MN, Roth JH, Richards RS. Percutaneous A1 pulley release: a cadaver study. *J Hand Surg Am.* 1995;20(5):781-4; discussion 5-6.
- Jou IM, Chern TC. Sonographically assisted percutaneous release of the a1 pulley: a new surgical technique for treating trigger digit. *J Hand Surg Br.* 2006;31(2):191-9.
- Paulius KL, Maguina P. Ultrasound-Assisted Percutaneous Trigger Finger Release: Is it Safe? *Hand (N Y).* 2009;4(1):35-7.
- Cihantimur B, Akin S, Ozcan M. Percutaneous treatment of trigger finger. 34 fingers followed 0.5-2 years. *Acta Orthop Scand.* 1998;69(2):167-8.
- Ha KI, Park MJ, Ha CW. Percutaneous release of trigger digits. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(1):75-7.
- Lyu SR. Closed division of the flexor tendon sheath for trigger finger. *J Bone Joint Surg Br.* 1992;74(3):418-20.
- Cebesoy O, Kose KC, Baltaci ET, Isik M. Percutaneous release of the trigger thumb: is it safe, cheap and effective? *Int Orthop.* 2007;31(3):345-9.
- Fu YC, Huang PJ, Tien YC, Lu YM, Fu HH, Lin GT. Revision of incompletely released trigger fingers by percutaneous release: results and complications. *J Hand Surg Am.* 2006;31(8):1288-91.
- Bain GI, Wallwork NA. Percutaneous A1 Pulley Release a Clinical Study. *Hand Surg.* 1999;4(1):45-50.
- Dunn MJ, Pess GM. Percutaneous trigger finger release: a comparison of a new push knife and a 19-gauge needle in a cadaver model. *J Hand Surg Am.* 1999;24(4):860-5.
- Pope DF, Wolfe SW. Safety and efficacy of percutaneous trigger finger release. *J Hand Surg Am.* 1995;20(2):280-3.
- Carrozzella J, Stern PJ, Von Kuster LC. Transection of radial digital nerve of the thumb during trigger release. *J Hand Surg Am.* 1989;14(2 Pt 1):198-200.
- Moriya K, Uchiyama T, Kawaji Y. Comparison of the surgical outcomes for trigger finger and trigger thumb: preliminary results. *Hand Surg.* 2005;10(1):83-6.
- Finsen V, Hagen S. Surgery for trigger finger. *Hand Surg.* 2003;8(2):201
- Jongjirasiri Y. The results of percutaneous release of trigger digits by using full handle knife 15 degrees: an anatomical hand surface landmark and clinical study. *J Med Assoc Thai.* 2007;90(7):1348-55.
- Tanaka J, Muraji M, Negoro H, Yamashita H, Nakano T, Nakano K. Subcutaneous release of trigger thumb and fingers in 210 fingers. *J Hand Surg Br.* 1990;15(4):463-5.
- Wang HC, Lin GT. Retrospective study of open versus percutaneous surgery for trigger thumb in children. *Plast Reconstr Surg.* 2005;115(7):1963-70; discussion 71-2.
- Rajeswaran G, Lee JC, Eckersley R, Katsarma E, Healy JC. Ultrasound-guided percutaneous release of the annular pulley in trigger digit. *Eur Radiol.* 2009;19(9):2232-7.
- Tang JB. Indications, Methods, Postoperative Motion and Outcome Evaluation of Primary Flexor tendon Repairs in Zone 2. *J Hand Surg Eur Vol.* 2007;32(2):118-29
- Webb JA, Stothard J. Cost minimisation using clinic-based treatment for common hand conditions – a prospective economic analysis. *Ann R Coll Surg Engl.* 2009;91: 1–5.
- Lalonde D, Bell M, Benoit P, Sparkes G, Denkler K, Chang P. A multicenter prospective study of 3,110 consecutive cases of elective epinephrine use in the fingers and hand: the Dalhousie project clinical phase. *J Hand Surg Am.* 2005;30A:1061– 7.

8. ANEXOS

8.1. ANEXO I. FIGURAS



Figura 1. Entorno de trabajo y materiales utilizados. Fotografía superior. Sala de dirección y materiales. Inferior: gancho-cuchillo (arriba) y Aguja Kirschner modificada.

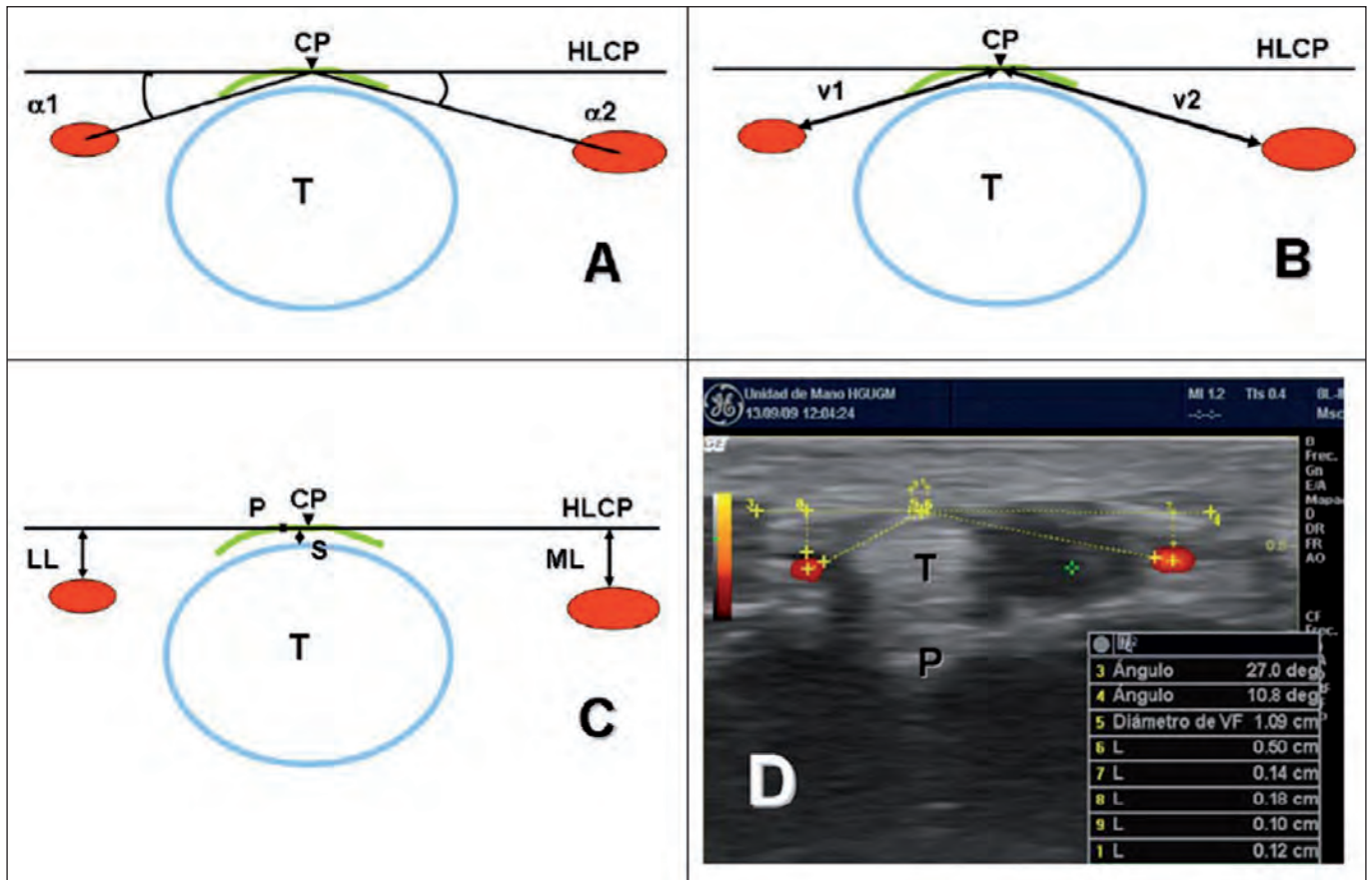


Figura 2. Imágenes de sección transversal con Ecografía Power Doppler de A1 en voluntarios sanos. CP: punto de corte; HLCP: línea horizontal en el punto de corte; T: tendón; P: falange proximal. A: ángulos vasculares lateral (α_1) y medial (α_2) (entre HLCP y el centro de las arterias); B: distancia entre CP y paquetes vasculares lateral (v1) y medial (v2); C: latitud, definida como la distancia entre HCLP y los paquetes neurovasculares lateral (LL) y medial (ML); grosor de la polea (P) y espacio sinovial (S); D: medidas tomadas en un voluntario sano.

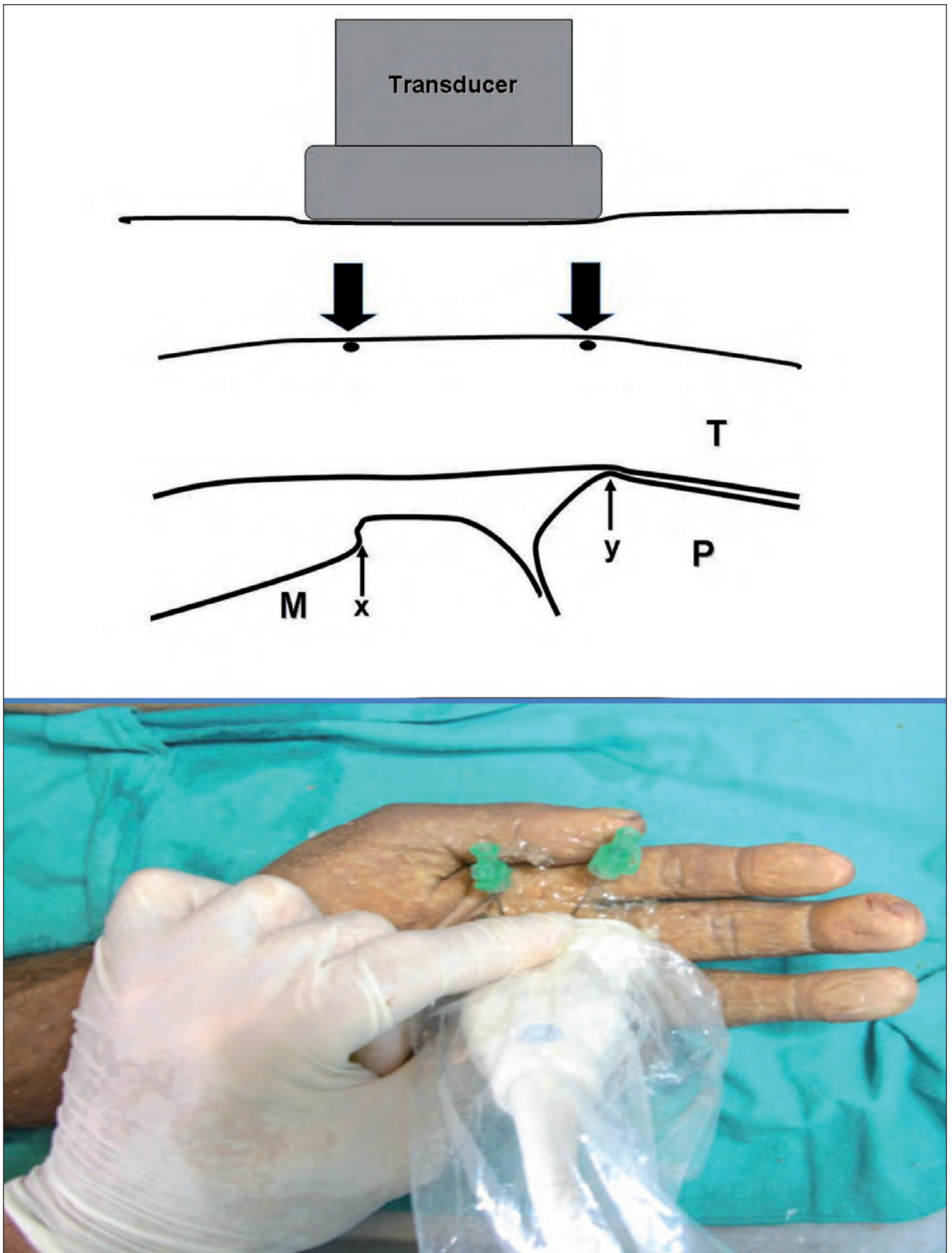


Figura 3. Inserción de agujas con control ecográfico sobre marcas topográficas (arriba: flechas finas): x: unión cabeza-cuello del metacar-piano; y: unión basediáfisis de la falange proximal; arriba: flechas gruesas: agujas intramusculares.

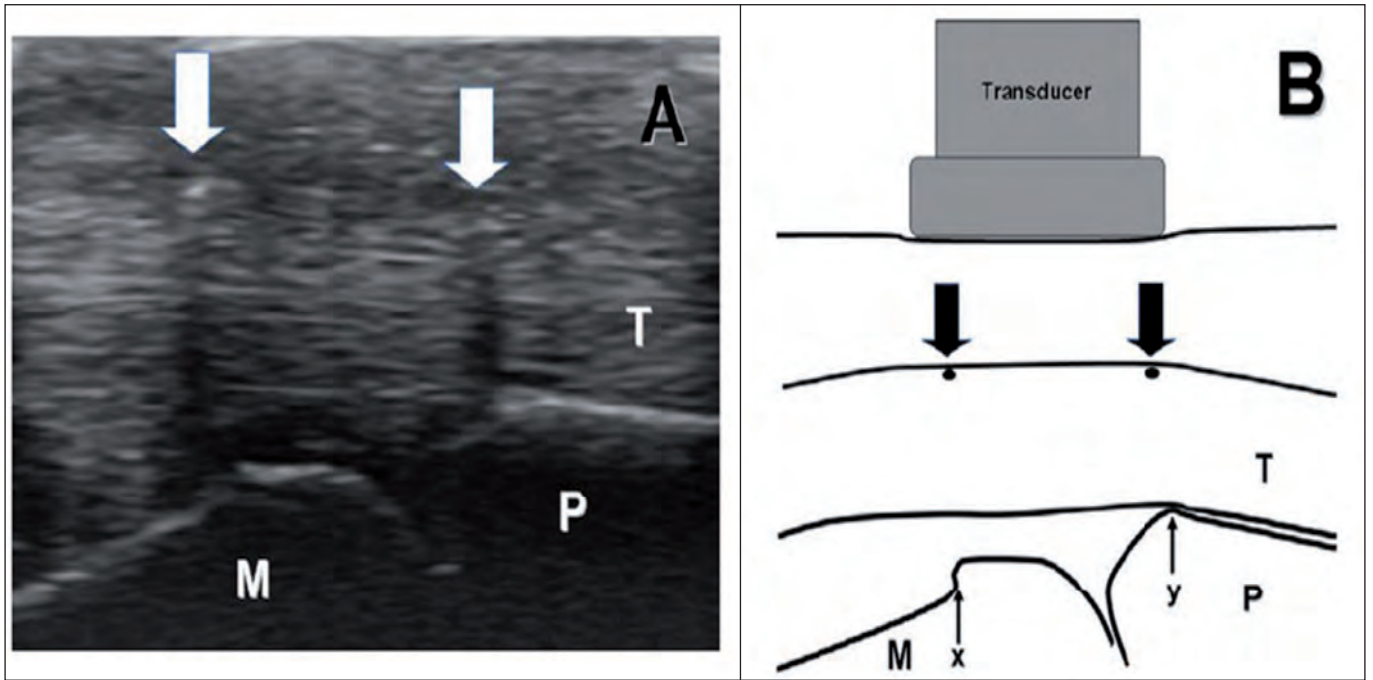


Figura 4. Inserción de una aguja de 21G sobre las marcas topográficas “x” (unión cabeza-cuello del metacarpiano) e “y” (unión base-diáfisis de la falange proximal). A: posición de las agujas señalada por flechas; B: representación esquemática mostrando flechas negras y círculos sólidos sobre la posición de las agujas. T: tendón, M: metacarpiano, P: falange proximal.

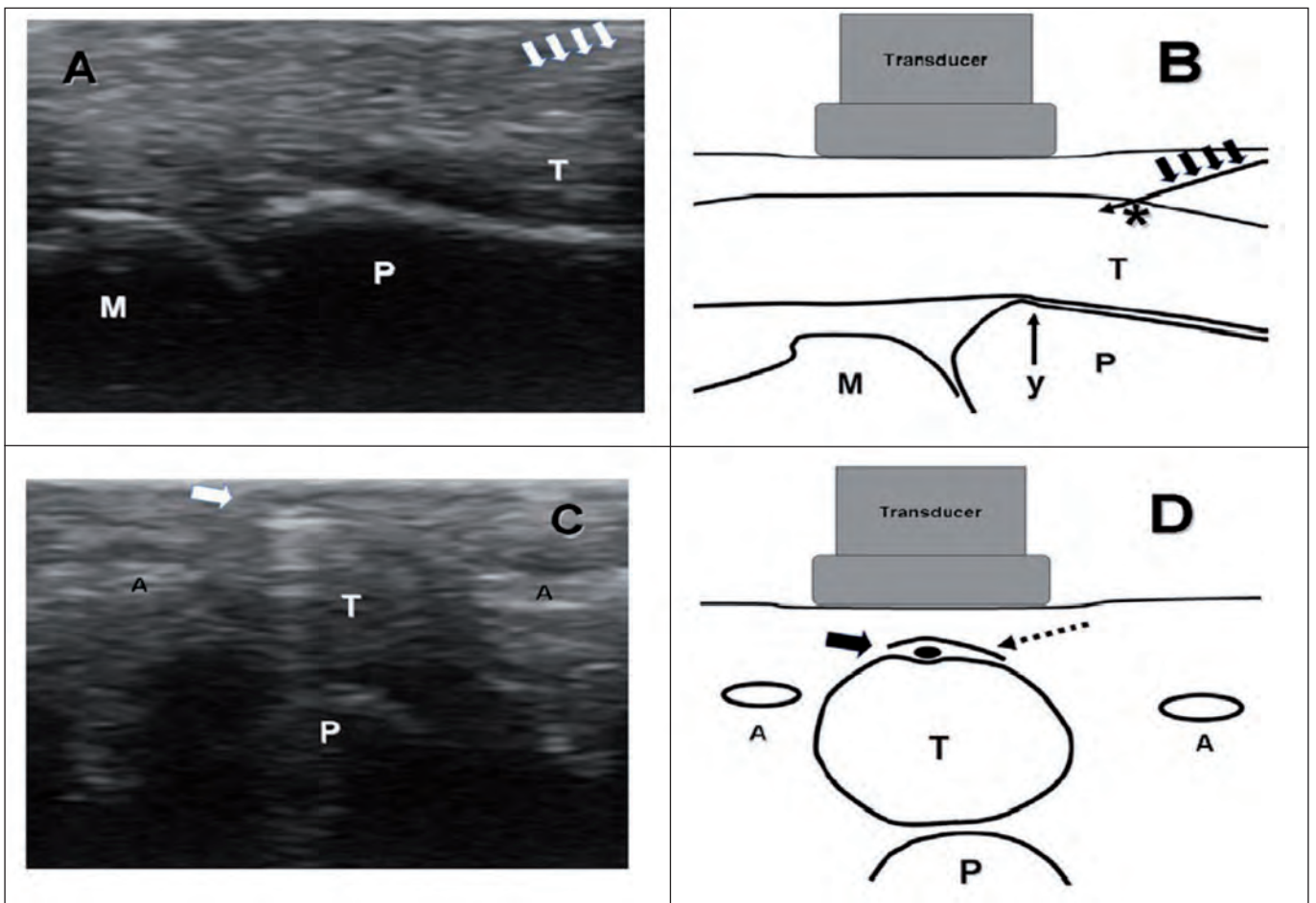


Figura 5. Introducción de la aguja de 21G. Transductor en posición longitudinal: A.- flechas blancas mostrando la aguja introducida a nivel del tendón; B.- flechas negras gruesas señalando la aguja de 21G (flecha negra fina). “*” representa el punto de entrada en el tendón, que debe estar aproximadamente a 3 mm distalmente de “y”. Transductor en posición transversal: C.- la aguja de 21G se posiciona en el espacio sinovial; D.- flecha gruesa y círculo marcando la posición de la aguja de 21G bajo la vaina sinovial (señalada con flecha discontinua). M: metacarpiano; P: falange; T: tendón; “y”: unión base-diáfisis de la falange proximal; A: arteria.

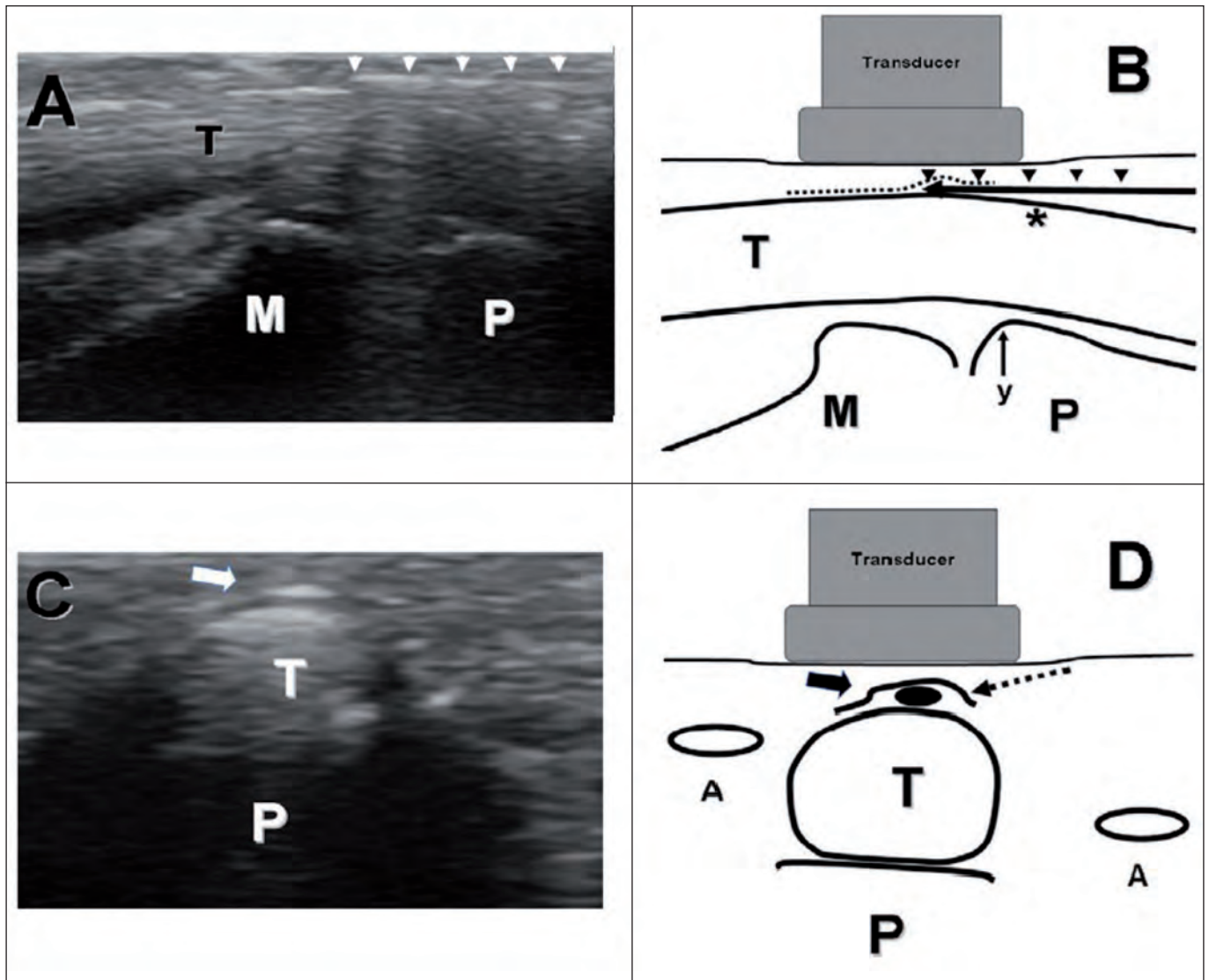


Figura 6. Introducción de una aguja de Kirschner (AK) de 3mm. Transductor en posición longitudinal: A.- AK introducida en el espacio sinovial (flechas blancas); B.- AK introducida en el punto de entrada (*) entre el tendón (T) y el espacio sinovial (línea discontinua) con la articulación MF en hiperextensión. Transductor en posición transversal: C.- AK posicionada en el espacio sinovial (flecha blanca); D.- posición de la AK (flecha gruesa y círculo negro) bajo la vaina sinovial (flecha discontinua). La AK es guiada dentro del espacio sinovial hasta el punto de corte proximal (PCP).

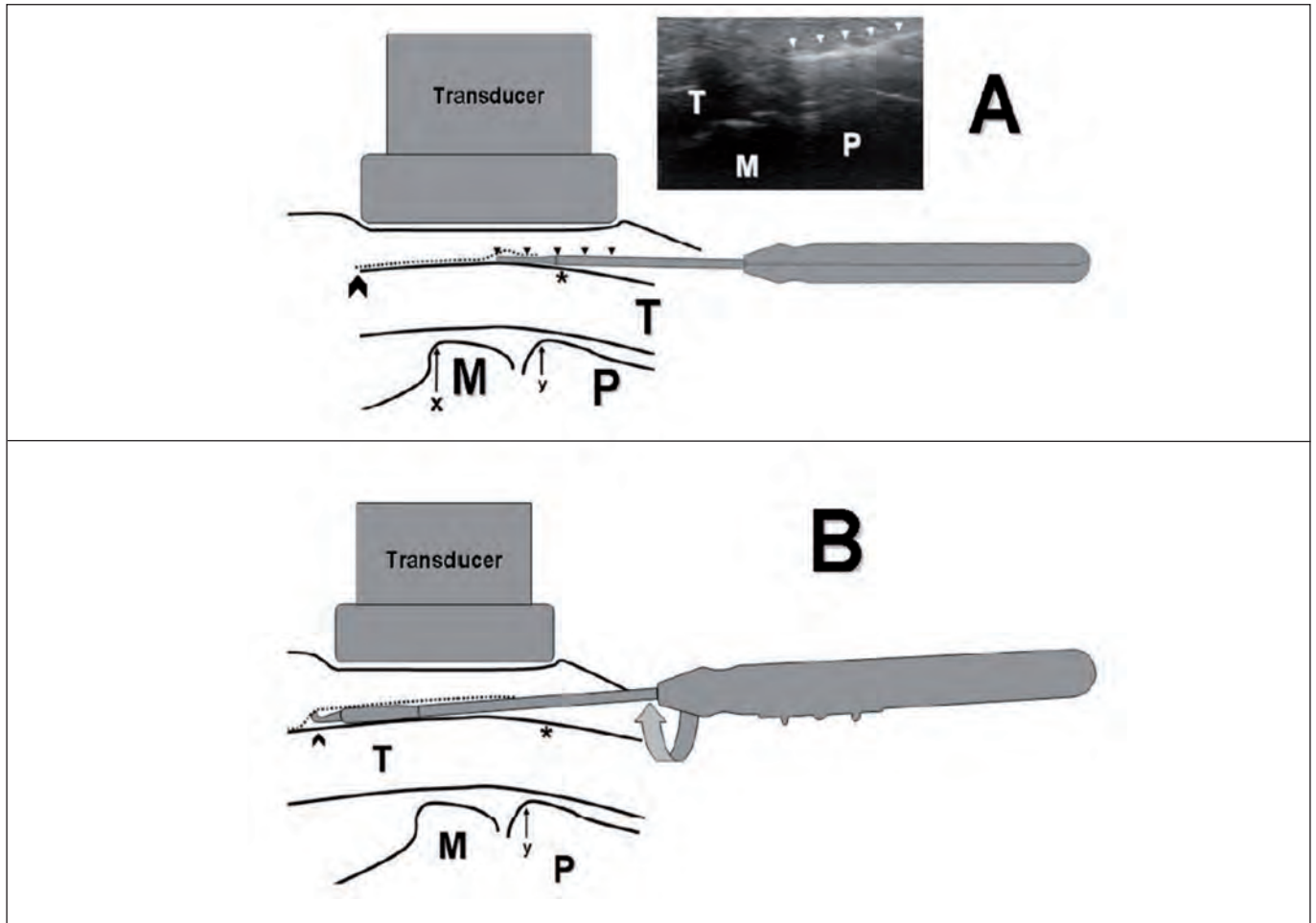


Figura 7. Introducción del gancho-cuchillo y liberación de la polea A1. A.- introducimos el instrumento de corte plano por su lado más ancho, controlando su posición en secciones ecográficas longitudinal y transversal, hasta que alcanzamos nuestro PCP (^). B.- giramos el instrumento 90° en el sentido de las agujas del reloj, orientando el borde de corte hacia el PCP, presionando a continuación el gancho en dirección volar y tirando para salir por el punto de entrada (*), al tiempo que cortamos la polea A1.

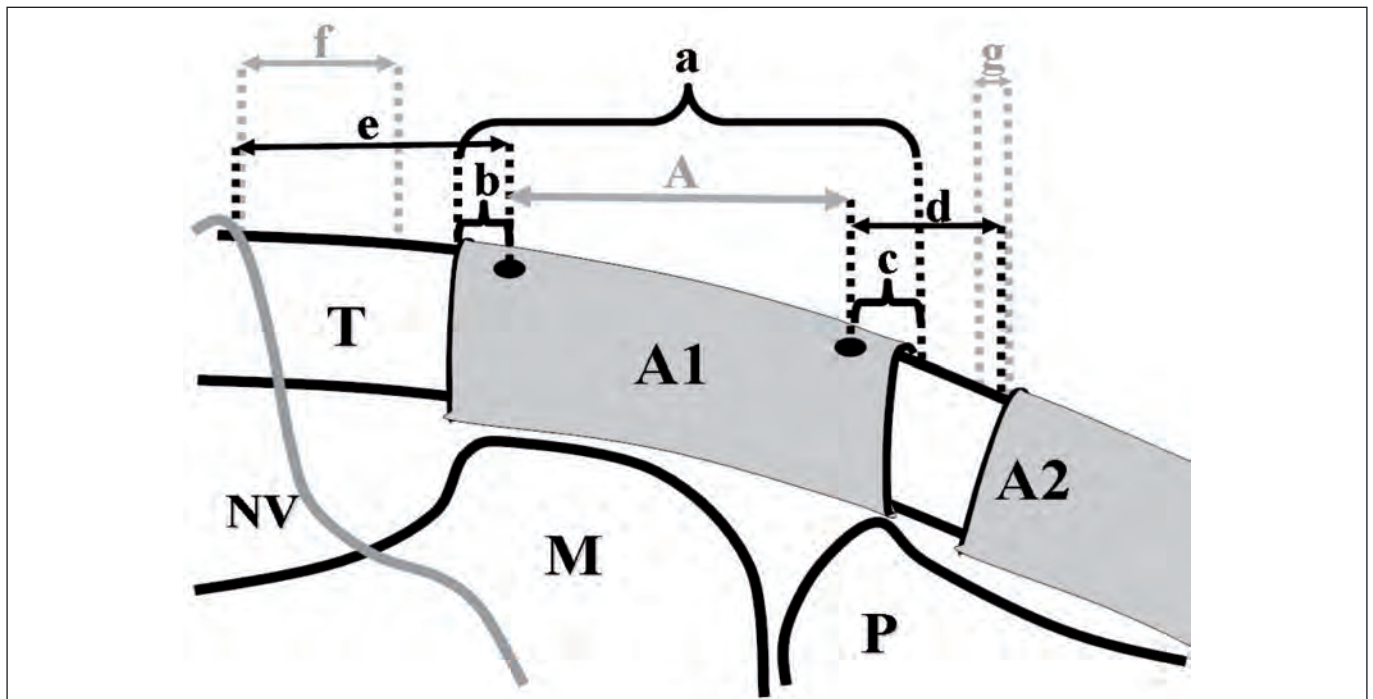


Figura 8. Mediciones realizadas durante la disección anatómica (ver texto).



Figuras 9 y 10. Imágenes de disección y exploración anatómica.

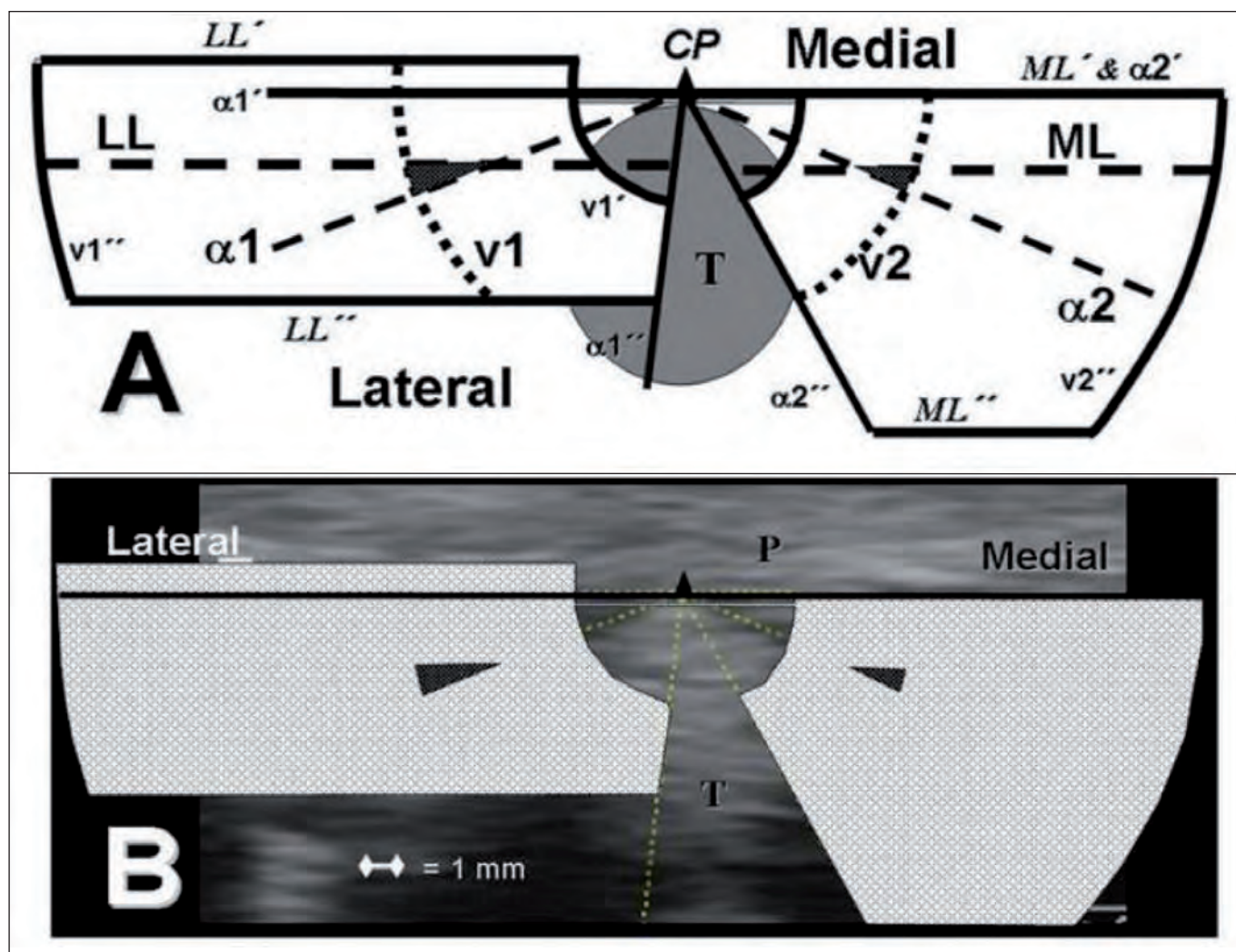


Figura 11. Posición promedio del área de riesgo para las estructuras vasculares. A: valores medios (líneas de puntos) señalados para los ángulos vasculares ($\alpha 1$, $\alpha 2$), latitud (LL, ML) y distancia a la pared arterial ($v 1$, $v 2$); el área que cruzan (área oscura triangular) representa la posición promedio de la arteria digital. El rango (líneas continuas) para los ángulos vasculares ($\alpha 1'$, $\alpha 1''$, $\alpha 2'$, $\alpha 2''$), latitud (LL', LL'', ML', ML'') y distancia a la pared arterial ($v 1'$, $v 1''$, $v 2'$, $v 2''$) constituye los límites del área de riesgo. B: vista simplificada mostrando el área de riesgo (en gris claro) y la posición promedio de las estructuras vasculares (gris oscuro). La distancia mínima al tendón subyacente también está señalada (línea delgada gris claro). El área segura está, por tanto, en situación volar al punto de corte. T: Tendón; P: polea; CP: punto de corte. El diagrama de abajo muestra la escala.

8.2. ANEXO II. TABLAS

Tabla 1. Sección ecográfica mediante Eco- Power Doppler en voluntarios sanos.

1 st to 5 th Fingers: Mean ± SEM(Range) (mm)						
	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th	Total (1 st - 5 th)
α1	29,16 ± 4,51	15,8 ± 2,79	21,03 ± 1,96	18,2 ± 2,26	20,71 ± 2,98	20,9 ± 1,40
	(6,9 / 83,7)	(2,4 / 41,3)	(8,2 / 41,3)	(0 / 40,5)	(7,6 / 56,1)	(0 / 83,7)
α2	26,36 ± 3,78	31,42 ± 3,12	21,99 ± 2,23	19,41 ± 1,80	17,7 ± 2,37	23,3 ± 1,3
	(1,7 / 57)	(4,9 / 61,5)	(4,5 / 38)	(6,2 / 35,8)	(0 / 37,6)	(0 / 61,5)
v1	7,44 ± 0,61	10,21 ± 0,85	10,61 ± 0,62	8,43 ± 0,45	8,1 ± 0,61	8,96 ± 0,3
	(3,5 / 13,6)	(5,3 / 20,6)	(5,3 / 14,6)	(5,3 / 12,5)	(3,8 / 14,3)	(3,5 / 20,6)
v2	7,33 ± 0,65	7,93 ± 0,54	7,56 ± 0,60	7,59 ± 0,59	7,53 ± 0,50	7,59 ± 0,25
	(3,7 / 13,6)	(4,8 / 16,8)	(4,4 / 14,7)	(4,4 / 14,5)	(4,3 / 12,9)	(3,7 / 16,8)
LL	2,7 ± 0,37	1,85 ± 0,31	3,12 ± 0,32	2,01 ± 0,26	2,18 ± 0,37	2,38 ± 0,153
	(0 / 6,5)	(-0,3 / 4,8)	(1,2 / 6)	(-1 / 3,9)	(0,2 / 6,4)	(-1 / 6,5)
ML	2,81 ± 0,58	3,77 ± 0,35	2,22 ± 0,29	1,96 ± 0,27	2,04 ± 0,37	2,56 ± 0,18
	(0,1 / 10,8)	(1,3 / 6,8)	(0,1 / 4,9)	(0 / 4,4)	(0 / 6)	(0 / 10,8)
P	0,7 ± 0,07	0,79 ± 0,04	0,81 ± 0,04	0,84 ± 0,04	0,75 ± 0,04	0,79 ± 0,02
	(0,2 / 1,5)	(0,3 / 1,2)	(0,5 / 1,1)	(0,3 / 1,2)	(0,4 / 1,2)	(0,2 / 1,5)
S	0,38 ± 0,04	0,33 ± 0,04	0,29 ± 0,03	0,33 ± 0,03	0,34 ± 0,03	0,33 ± 0,02
	(0,1 / 0,9)	(0,1 / 0,9)	(0,1 / 0,6)	(0,1 / 0,7)	(0,1 / 0,9)	(0,1 / 0,9)

Los datos muestran los valores medios en milímetros ± el error estándar de la media (EEM) y el rango entre paréntesis. No se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables medidas entre los dedos 1º a 5º ($p > 0,05$, ANOVA – Scheffe). α1: ángulo vascular lateral; α2: ángulo vascular medial; v1: distancia hasta el paquete vascular lateral; v2: distancia hasta el paquete vascular medial; LL: latitud lateral; ML: Latitud medial; P: grosor de la polea A1; S: anchura del espacio sinovial. Valores positivos para LL y ML indican que el paquete vascular estaba localizado dorsalmente al punto de corte teórico.

Tabla 2. Comparación de la longitud real (a) y la longitud ecográficamente estimada (A) de la polea A1.

	Real		Ecográfica		Análisis Estadístico
	(1)		(2)		
Dedo	Media ± EEM (mm)	Rango (mm)	Media ± EEM (mm)	Rango (mm)	1 versus 2
Pulgar	10 ± 0,8	8-13	11,6 ± 0,6	10-13	p = 0,04
Índice	10,7 ± 0,5	9-13	11,1 ± 0,3	10-13	p = 0,44
Medio	9,8 ± 0,35	8-11	9,8 ± 0,4	8-12	p = 1
Anular	9,9 ± 0,3	8-11	10,9 ± 0,3	9-12	p = 0,004
Meñique	10,3 ± 0,4	8-12	10,6 ± 0,3	9-12	p = 0,39

Los datos muestran los valores medios ± el error estándar de la media (EEM) y el rango entre paréntesis. NS: no estadísticamente significativo.

Tabla 3. Medida de las distancias “b y c”: entre los bordes ecográficamente marcados (marcas topográficas) y los bordes reales de la polea A1 (los valores negativos indican que el borde real queda en el interior del borde ecográfico de la polea A1).

Dedo	Marca topográfica proximal a Borde proximal real (b)		Marca topográfica distal a Borde distal real (c)		Análisis estadístico	
	Media ± EEM (mm)	Rango (mm)	Media ± EEM (mm)	Rango (mm)	ANOVA (b)	ANOVA (c)
Pulgar	-1 ± 0,4	-3 a 0	-1,1 ± 0,6	-4 a 0	NS	NS
Índice	-0,6 ± 0,2	-2 a 1	0 ± 0,3	-1 a 2	NS	NS
Medio	0 ± 0,2	-1 a 1	0,3 ± 0,1	0 a 1	NS	NS
Anular	-0,7 ± 0,3	-3 a 0	-0,3 ± 0,15	-1 a 0	NS	NS
Anular	0,1 ± 0,4	-2 a 2	-0,4 ± 0,2	-2 a 0	NS	NS

Distancias entre las marcas topográficas ecográficas (agujas de 21 G sobre “x” e “y”) y los bordes reales proximal (b) y distal (c) de A1. Valores negativos indican que los bordes reales de A1 están dentro del espacio que hay entre las marcas ecográficas. Los datos muestran los valores medios ± el error estándar de la media (EEM) y el rango entre paréntesis. No se encontraron diferencias significativas entre los dedos (Test de ANOVA – Scheffe).

Tabla 4. Medida de los márgenes de seguridad (d y e): marca topográfica distal - borde proximal A2 y marca topográfica proximal - paquete vasculonervioso.

Dedo	Distancia borde distal A1-borde proximal A2 (d)		Distancia borde proximal A1-Paquete vn (e)	
	Media ± EEM (mm)	Rango (mm)	Media ± EEM (mm)	Rango (mm)
Pulgar	5 ± 0,7	2-7	14,5 ± 1,1	11-18
Índice	4,8 ± 0,9	1-9	23,4 ± 1,2	14-27
Medio	5 ± 0,6	3-10	15,3 ± 0,6	11-19
Anular	3,8 ± 0,2	3-5	20,3 ± 0,5	18-23
Meñique	4,2 ± 0,4	2-6	17 ± 0,9	14-22

Los datos muestran los valores medios ± el error estándar de la media (EEM) y el rango entre paréntesis. NS: no estadísticamente significativo.

Tabla 5. Medida de las distancias desde el corte distal al borde proximal A2 (“g”) y del corte proximal al paquete vasculonervioso (“f”). Los valores negativos indican que el corte no invade la estructura noble.

Dedo	Distancia borde distal A1-borde proximal A2		Distancia borde proximal A1-Paquete vn	
	Media ± EEM (mm)	Rango (mm)	Media ± EEM (mm)	Rango (mm)
Pulgar	-2,6 ± 0,6	-5 a -1	-14,3 ± 1,5	-21 a -10
Índice	-0,7 ± 0,5	-3 a 2	-15,4 ± 1,1	-22 a -10
Medio	-0,7 ± 0,9	-3 a 1	-11,1 ± 1,2	-16 a -6
Anular	0 ± 0,4	-2 a 1	-13 ± 0,8	-17 a -10
Meñique	-0,8 ± 0,4	-3 a 1	-11,4 ± 0,7	-15 a -8

Los datos muestran los valores medios ± el error estándar de la media (EEM) y el rango entre paréntesis. Valores negativos indican que la estructura anatómica en riesgo fue excluida con seguridad de la liberación.