

ÍNDICE





ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	Página 07-09
II. MARCO TEÓRICO	
II.1 Embriología del sistema músculo-esquelético y vascular del brazo y antebrazo	Página 13-15
II.2 Anatomía vascular del brazo y antebrazo. Conceptos macroscópicos tradicionales.	Página 16-30
II.3 Alteraciones anatómicas de los patrones vasculares principales del brazo y antebrazo.	Página 31-33
II.4 Concepto y definición de angiosoma vascular.	Página 34-36
II.5 Importancia funcional de los troncos vasculares dominantes Del miembro superior	Página 37-40
II.6 Concepto, definición y clasificación colgajos.	Página 41-42
II.7 Aplicabilidad actual de los patrones vasculares cutáneos conocidos en el brazo y antebrazo, en procedimientos reconstructivos.	Página 43-50
II.8 Controversias entre el uso de la arteria Radial vs arteria Cubital en la realización de procedimientos reparadores libres o pediculados (dominancia vascular).	Página 51-53
II.9 Adaptabilidad vascular del miembro superior.	Página 54-55
II.10 Concepto de perforante dominante de una región.	Página 56
III. INVESTIGACIÓN	
III.1 Objetivos de la investigación	Página 59-60
III.2 Hipótesis de la investigación.	Página 61
IV. MATERIALES Y METODOS	
IV.1 Área de trabajo y método de conservación.	Página 65
IV.2 Material de disección	Página 66

IV.3 Material de marcaje y señalización.



IV.4 Materiales de medición.	Página 68
IV.5 Materiales de registro fotográfico.	Página 69
IV.6 Método de disección.	
a. Puntos de referencia.	Página 70-71
b. Diseño de las incisiones.	Página 72
c. Técnica de disección:	Página 73
c.1 Disección antebraquial.	Página 74-76
c.2 Disección braquial.	Página 77
d. Señalización de estructuras.	Página 78-79
IV. 7 Registro fotográfico/proyecciones.	Página 80
IV.8 Toma de medidas y registro de datos.	Página 81-84
V. RESULTADOS	
V.1 Brazo.	Página 87-100
V.b Antebrazo.	Página 101-114
VI. DISCUSIÓN	
VI.1 Consideraciones generales.	Página 117-121
VI.2 Discusión resultados a nivel braquial.	Página 122-127
VI.3 Discusión resultados a nivel antebraquial.	Página 128-134
VII. CONCLUSIONES	Página 137-138
VIII. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PENDIENTES	Página 141
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Página 145-157
X. ANEXOS	
X.1 Gráfica de registro de datos.	Página 161-192
X.2 Semiología utilizada y abreviaturas.	Página 193-194
X.3 Registro fotográfico de las piezas anatómicas.	Página 195-229

CAPÍTULO PRIMERO

INTRODUCCIÓN





I. INTRODUCCIÓN

El estudio anatómico del sistema vascular perforante de los miembros superiores e inferiores, constituye, hoy por hoy, la base científica para la realización de diversas técnicas reconstructivas loco regionales y a distancia (1, 2, 3). Este conocimiento, ha permitido la resolución de problemas reparadores de gran complejidad, que hubiesen sido imposibles de resolver de otro modo(1). Así mismo, se constituyen como el pilar científico fundamental de la actuación de todo cirujano plástico y reconstructor actual.

El eje cubital y braquial medial, han sido ampliamente estudiados en la literatura médica y científica a lo largo de la historia de la humanidad. Desde los trabajos iniciales de Charaka Samhita en la India del siglo 3 a. C., pasando por los trabajos anatomistas de Andrea Vesalio, padre de la Anatomía moderna, hasta los textos y tratados anatómicos contemporáneos realizados por autores de la talla de Latarjet y Testud(4), Sobota(5), Netter(6), o Salmon(7), la anatomía macroscópica del miembro superior ha sido siempre motivo de interés tanto por sus importancia fundamental en la preservación de la circulación a este miembro, así como las frecuentes variantes anatómicas e interrelaciones con el sistema músculo(8) esquelético / nervioso.

Sin embargo, hoy por hoy, aunque este conocimiento es fundamental en el campo académico y quirúrgico, es también insuficiente para fines reparadores y reconstructivos del mismo.

El desarrollo y perfeccionamiento de técnicas de disección y reconstrucción microquirúrgicas(2,3,9) en los años 70, 80 y 90, ha elevado la capacidad reconstructiva del cirujano reparador hasta los estándares de calidad y súper especialización actuales(10). Dichos avances, llevados de la mano de grandes autores y cirujanos reparadores, de la talla de los doctores Wey, Coshima, Neligan, Mathes, Nahai o Blondel, nos permiten hoy por hoy, ser capaces de reconstruir prácticamente cualquier defecto de cobertura tisular(2,3), así como restaurar la anatomía corporal perdida (tras traumatismos severos o resecciones tumorales amplias)(10). Del mismo modo, podemos reemplazar sistemas ósteo-musculares

perdidos o ausentes, así como sustituir o restaurar sistemas tan complejos como el sistema linfático superficial o profundo de los miembros, tronco, cuello etc.⁽³⁻¹¹⁾

La base fundamental para este avance técnico sin precedente en la cirugía reparadora actual, son sin duda los trabajos de disección anatómicos, (como el presente) que se centran ya no solo en la estructura, distribución y correlación anatómica del sistema vascular principal o troncal, con las estructuras anatómicas circundantes⁽¹²⁾, si no más bien, en el estudio sistemático de la microcirculación⁽¹³⁾ vascular de los miembros⁽¹⁴⁾, basados en el concepto de “perforantes vasculares”^(2,3,14,15).

Actualmente, la popularización del uso de “colgajos microquirúrgicos”⁽³⁾ en cirugía reparadora ha centrado su atención, en el miembro superior^(1,2), en el eje vascular radial y braquial lateral, dada su fácil disección y constancia anatómica. Sin embargo, dichos ejes vasculares presentan marcados inconvenientes⁽¹⁶⁻²¹⁾ (como se comentará en el apartado de discusión de este trabajo) entre los que caben señalar la presencia de vello en la zona, el excesivo grosor del tejido disecado (en especial de la zona braquial) o la imposibilidad de cierre directo de las zonas donantes de tejido, teniendo que recurrir al uso de un injerto cutáneo no vascularizado, repercutiendo muy negativamente en la “calidad reconstructiva” de nuestros procedimientos quirúrgicos⁽¹⁶⁾.

Dichos aspectos negativos, no se presentan en la cara medial del antebrazo y brazo, por lo que idealmente, podrían ser una fuente de tejido a considerar, a la hora de diseñar y disecar colgajos perforantes músculo o septo-cutáneos, donde no sería necesario el sacrificio del tronco vascular principal en la zona, si no únicamente, de los llamados vasos perforantes músculo o septo-cutáneos⁽²²⁾.

Así mismo, el desarrollo de técnicas de supra-microcirugía, nos permiten aplicar este conocimiento anatómico específico a nuestra práctica quirúrgica habitual, donde únicamente con vasos sanguíneos de diámetro inferior o aproximado de 1mm, podemos transportar y posteriormente re-anastomosar, tejidos bien perfundidos de una zona a otra del organismo.

Éste es por tanto el motivo del presente estudio, el cual busca desde un abordaje anatómico estricto y sistemático, determinar la presencia, distribución y utilidad

de vasos perforantes músculo o septo-cutáneos en el eje vascular cubital y braquial.





CAPÍTULO SEGUNDO

MARCO TEÓRICO





II. MARCO TEÓRICO

II.1 EMBRIOLOGÍA DEL SISTEMA MÚSCULO-ESQUELÉTICO Y VASCULAR DEL BRAZO Y ANTEBRAZO:

Durante el desarrollo embrionario (tercera a octava semana) cada una de las tres hojas germinativas dan origen a las bases de los órganos principales del organismo (organogénesis)⁽²³⁾.

Es hacia el comienzo de la quinta semana de gestación, donde aparecen los esbozos de las extremidades superiores e inferiores, en forma de yemas semejantes a palas de remo. Estos esbozos embrionarios se subdividirán primero a nivel distal por 5 rayos que constituirán la génesis de los dedos. Posteriormente se desarrollarán 2 bandas constrictoras proximales que subdividirán la extremidad en sus tres segmentos característicos.

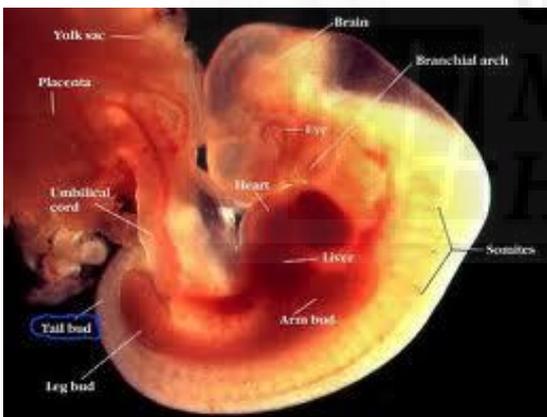


Ilustración 1: Desarrollo embrionario

La extremidad superior se desarrollará antes que la inferior (1 a 2 días antes) y dicho desarrollo estará determinado por la subdivisión celular de las capas u hojas germinativas.

La hoja germinativa mesodérmica se subdivide en mesodermo paraxial, intermedio y lámina lateral. Es el mesodermo paraxial el que se organizará en unidades de desarrollo funcional, llamados somitas. Estos somitas se distribuyen en dirección céfalo-caudal dando origen al futuro tejido muscular, cartilaginoso, óseo y cutáneo. Del mismo modo, el mesodermo, originará el sistema vascular⁽²³⁾.

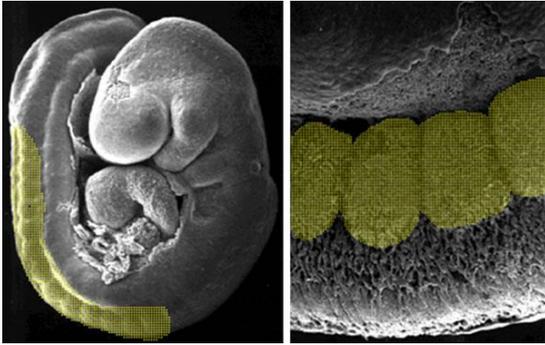


Ilustración 2 (a y b): Configuración y distribución de somitas⁽²³⁾

El desarrollo del miembro superior tiene una dominancia proximal-distal y hacia la séptima semana de desarrollo, las extremidades experimentan una rotación en direcciones opuestas, que origina una redistribución del sistema músculo esquelético. En los miembros superiores, los músculos extensores quedarán sobre la superficie lateral y posterior y el pulgar lateralmente, mientras que en los miembros inferiores, la rotación es en sentido medial, con lo que los músculos extensores se sitúan en la cara anterior y el dedo gordo queda en posición medial.



Ilustración 3: Desarrollo del miembro superior e inferior⁽²³⁾.

El sistema vascular se forma a comienzos de la tercera semana de gestación en base a la hoja germinativa mesodérmica. Se forman así los llamados angioblastos o acúmulos/cordones celulares aislados, que gradualmente se van uniendo, canalizando y tubulizando. En el miembro superior, el desarrollo del sistema circulatorio definitivo se produce gradualmente, partiendo de un sistema vascular superficial y un sistema profundo paralelo. Durante la tercera semana de desarrollo, se produce una atrofia e involución del sistema arterial superficial a nivel braquial con una preponderancia del sistema arterial profundo, y una fusión / involución de parte del sistema superficial antebraquial y sistemas antebraquiales profundos. Esto determina la aparición

posterior de diferentes patrones vasculares (variabilidad anatómica) en el organismo formado⁽²⁴⁻²⁷⁾.

Las células centrales de este sistema vascular incipiente, dan origen a las células sanguíneas primitivas, en tanto que las de la periferia se aplanan y forman el sistema celular endotelial. Éste, se fusionará originando los vasos sanguíneos de pequeño y mediano calibre.

De esto se deriva, que durante el desarrollo embrionario, existe un desarrollo conjunto del sistema vascular, muscular, esquelético y cutáneo en la extremidad superior, no así del sistema nervioso que en realidad tiene un desarrollo paralelo pero independiente al de los somitas embrionarios⁽²⁵⁾.



II.2 ANATOMÍA VASCULAR DEL BRAZO Y ANTEBRAZO, CONCEPTOS MACROSCÓPICOS TRADICIONALES⁽⁴⁾:

Arteria Humeral:

La descripción macroscópica de la arteria humeral ha variado en el tiempo según los autores estudiados. Testut y Latarjet⁽⁴⁾, la definen como la continuación de la arteria axilar que cambia de nombre a partir del borde inferior del pectoral mayor, extendiéndose desde este punto hasta la flexura del codo.

Posee un trayecto rectilíneo y descendente por la parte interna del brazo, llegando a la altura del codo a ocupar la línea axil del miembro. Aquí, se dividirá en la Arteria Cubital y Radial respectivamente⁽²⁴⁾.

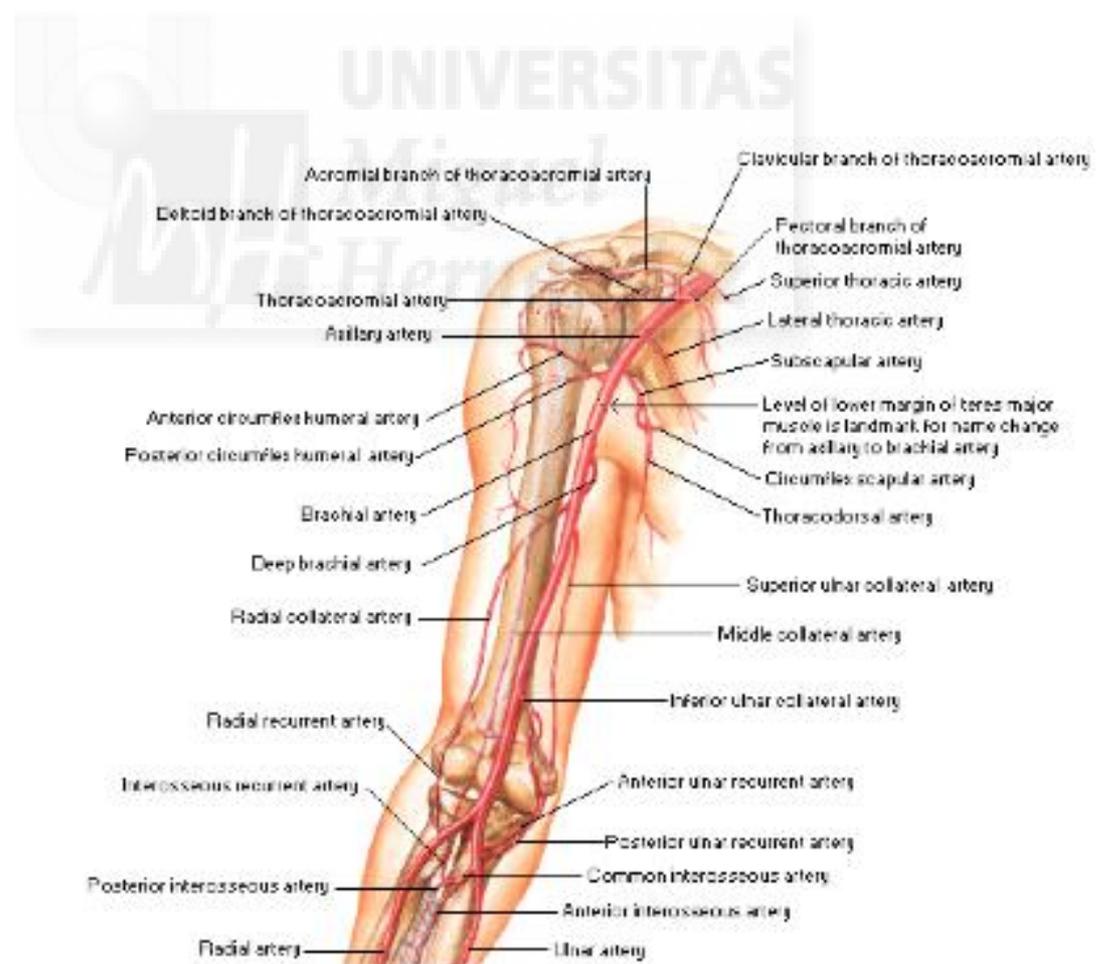


Ilustración 4: Distribución vascular de la arteria braquial⁽⁶⁾.

Relaciones anatómicas:

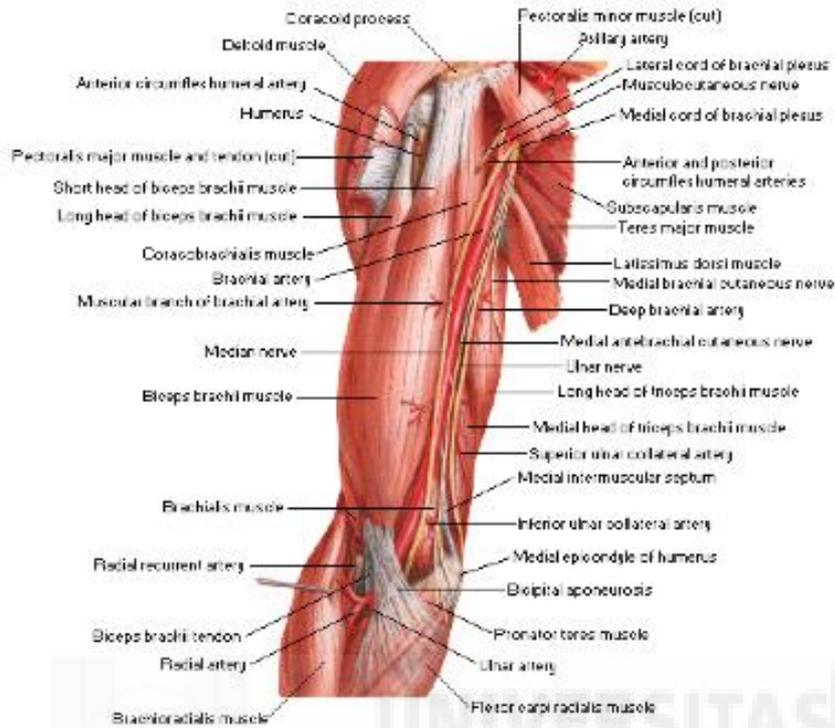


Ilustración 5: Relaciones anatómicas musculares braquiales⁽⁶⁾.

En el brazo:

Por delante, con el músculo córaco-braquial y luego con el bíceps. Por detrás, con el vasto interno y después con el músculo braquial anterior y por dentro, es superficial y se relaciona con la aponeurosis braquio-tricipital y la piel^(4,6).

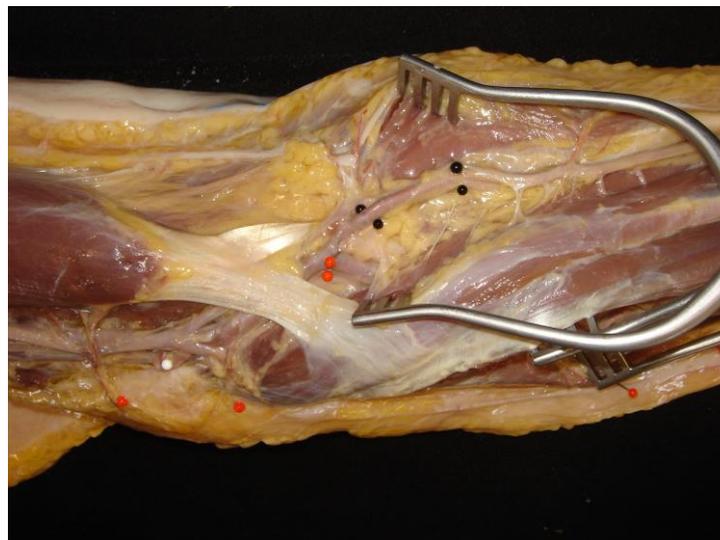


Ilustración 6: División de arteria braquial y origen de las arterias Radial (2 pts negros) y cubital (2pts rojos) Para ampliar la información, véase el anexo X.3 pieza anatómica 8.

En el codo:

Se coloca entre el músculo pronador redondo por dentro y el bíceps por fuera; descansa sobre el músculo braquial anterior y esta cubierto por la expansión aponeurótica del bíceps.

Con los nervios del plexo braquial:

La arteria braquial, está íntimamente unida al paquete nervioso del plexo braquial; esto hace que su disección y manipulación sea a la vez que delicada, sumamente complicada⁽²⁶⁾. Así, tenemos que el nervio braquial cutáneo interno, situado en la parte interna de la arteria, se hace subcutáneo y la abandona en su tercio medio. El nervio radial, situado por detrás de la arteria, se separa de ella para alcanzar el canal de torsión. El nervio cubital, situado primero por delante de la arteria, se separa luego de ella y penetra en el compartimento muscular posterior, y en lo sucesivo continuará separado de la arteria por un tabique aponeurótico.

El nervio mediano, situado primero por fuera de la arteria braquial, la cruza y se coloca en su lado interno, ocupándolo hasta llegar a la flexura del codo.

Distribución vascular:

Da cinco ramas colaterales:

- 1) Ramos musculares: para los músculos vecinos (bíceps y braquial anterior). En este punto, vale la pena puntualizar que en nuestro estudio, (como se puede apreciar en el capítulo de resultados de este trabajo) hemos encontrado una constancia significativa de la rama dominante al músculo bíceps braquial. Así es predecible encontrar la rama muscular dominante de dicho músculo a 14,6 cm (8,3-17cm) medidos desde el epicóndilo media⁽²⁴⁻²⁵⁾.

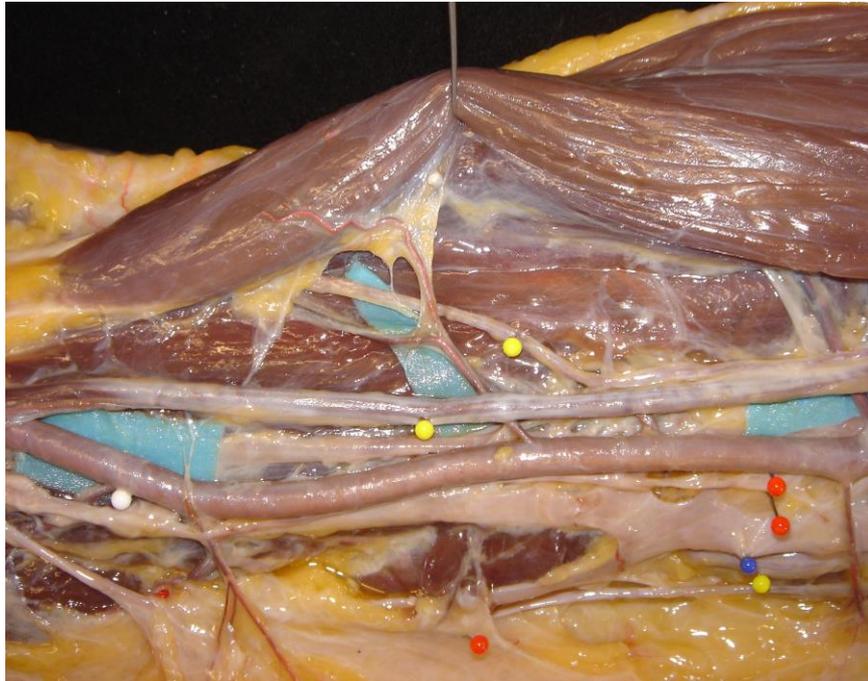


Ilustración 7: Imagen disección en cadáver pieza anatómica Nº 11. Pedículo principal del músculo bíceps braquial. Para ampliar información véase anexo X.3 pieza 11, y anexo X.1 Gráfico de distribución vascular brazo 11.

- 2) Arteria nutricia del húmero: penetra en el conducto óseo cerca de la inserción córaco-braquial.
- 3) Arteria humeral profunda: se coloca en el canal de torsión humeral y lo sigue acompañada por el nervio radial. Vasculariza al músculo tríceps, y se divide a nivel del epicóndilo lateral en dos ramas⁽²⁷⁾. Una anterior, que se anastomosa con la arteria recurrente radial anterior, y otro posterior, que se anastomosa con la arteria recurrente radial posterior⁽²⁶⁾.



Ilustración 8: Imagen disección en cadáver. Pieza anatómica Nº11. Dos marcas rojas: Art. Braquial Profunda. 2 Marcas verdes: Nervio Radial. 2 Marcas amarillas: Nervio Mediano. 1 Marca azul: Vena Braquial.

- 4) Arteria colateral interna superior: sigue al nervio cubital y al músculo vasto interno irrigándolo. Habitualmente se anastomosa con la arteria recurrente cubital posterior utilizando para esto 2 patrones de distribución vascular (anastomosis directa y anastomosis pre-capilar) descritos por Hayasi y Maruyama en 1990^(22,29,30).

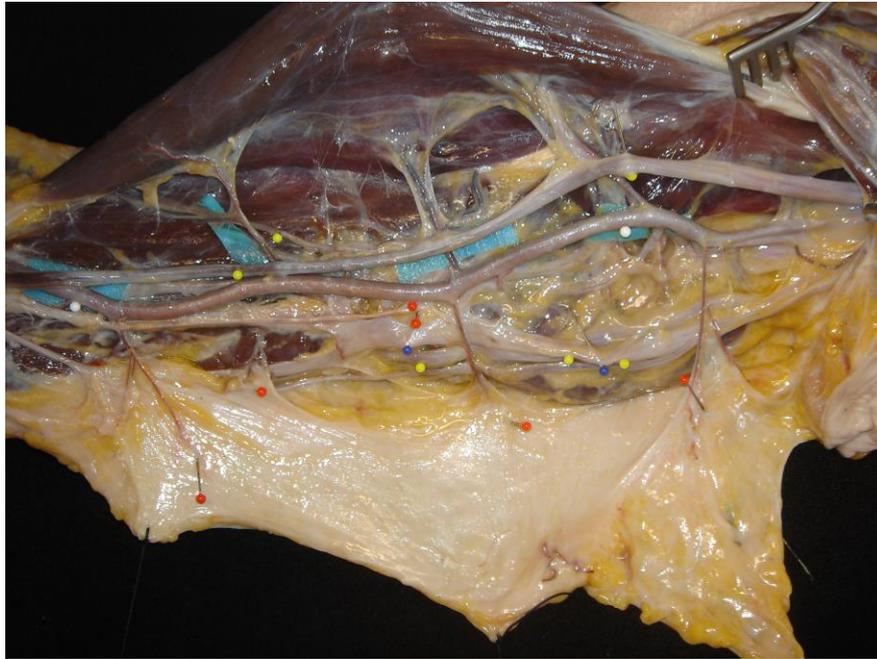


Ilustración 9: Disección del brazo. Alfiler blanca superior: Art. Colateral Interna Superior. Alfiler blanco inferior: Art. Colateral Interna inferior. Marca azul: Vena Braquial. Alfileres rojos: Ramas perforantes cutáneas directas. Marca amarillo: Nervio Mediano (Para ampliar información véase anexo X.3 Pieza anatómica N° 7)

- 5) Arteria colateral interna inferior: Se separa de la arteria humeral por encima de la flexura, pasa detrás del nervio mediano y se divide en dos ramos: uno anterior, que se anastomosa con la arteria recurrente cubital anterior, y otro posterior, que se anastomosa con la arteria recurrente cubital posterior⁽⁴⁾.

Arterias radial y cubital

Nacen a la altura de la flexura del codo y recorren el antebrazo formando en la mano los arcos palmares⁽²⁴⁻²⁶⁾.

Arteria radial:

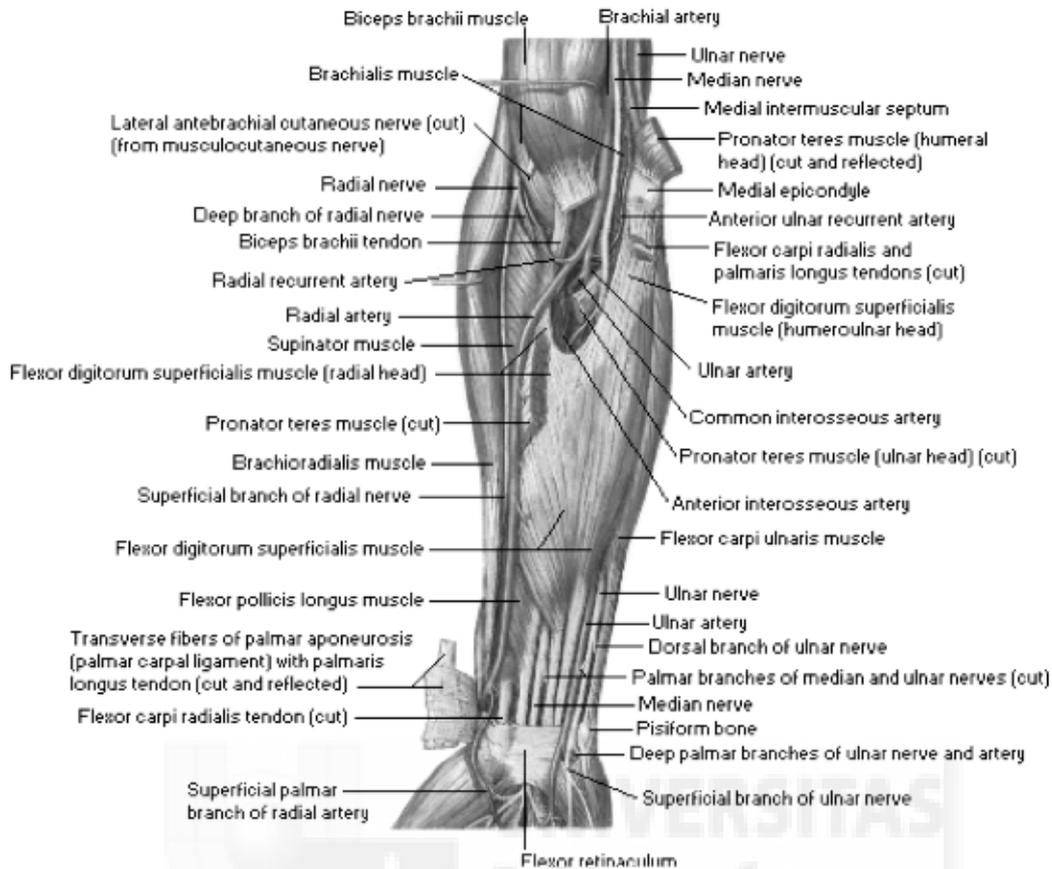
Nace en la parte media de la flexura y se dirige oblicuamente hacia fuera y abajo, siguiendo después por la parte externa del antebrazo hasta la apófisis estiloides del radio; rodea a esta apófisis y en el dorso de la mano, llega a la extremidad superior del primer espacio interóseo perforándolo para anastomosarse con la arteria cúbito-palmar, formando el arco palmar profundo.

Relaciones anatómicas:

En el antebrazo está alojada en el canal muscular formado por el músculo Braquiorradial, el músculo Pronador Redondo y el músculo Flexor carpo radial. Descansa sobre el radio y se cubre por el músculo Braquiorradialis hasta el tercio inferior del antebrazo donde se superficializa⁽²⁸⁾.



Ilustración 10 (a y b): Relaciones anatómicas musculares antebraquiales ⁽⁶⁾



En la muñeca, transcurre sobre el ligamento lateral externo de la misma, el hueso escafoides y el trapecio. Atraviesa la parte inferior de la tabaquera anatómica.

Distribución:

Da ocho ramas de las cuales cuatro nacen en el antebrazo y cuatro en la muñeca(24-26).

- 1) Arteria recurrente Radia anterior: Se dirige hacia arriba y afuera entre el músculo supinador largo y el músculo braquial anterior. Se anastomosa habitualmente con la arteria colateral externa rama de la arteria braquial profunda.



Ilustración 11: Anastomosis entre la arteria recurrente radial y la arteria colateral externa. Disección braquial lateral.

- 2) Ramas musculares: Para los músculos flexores vecinos.
- 3) Arteria transversa anterior del carpo: Sigue el borde inferior del músculo pronador cuadrado y se anastomosa con un ramo oblicuo y posterior de la arteria cubital, formando un plexo vascular distal de interconexión entre estos dos importantes ejes vasculares. Este plexo como veremos en nuestro estudio, es de vital importancia. Permite no solo la realización de diseños de reconstrucción de miembro inferior más flexibles y anatómicos, sino que también que contribuye a la “adaptabilidad vascular del miembro superior” producida tras la sección o utilización de uno de los dos ejes vasculares del antebrazo y mano⁽⁵⁾.
- 4) Arteria Radio-palmar: Nace a nivel de la tabaquera anatómica y sigue el trayecto del primer metacarpiano. Dará origen a la realización de transposiciones de tejido (colgajos) para la cobertura

del primer dedo y comisura, facilitándose la reconstrucción de dichas área⁽³³⁾.

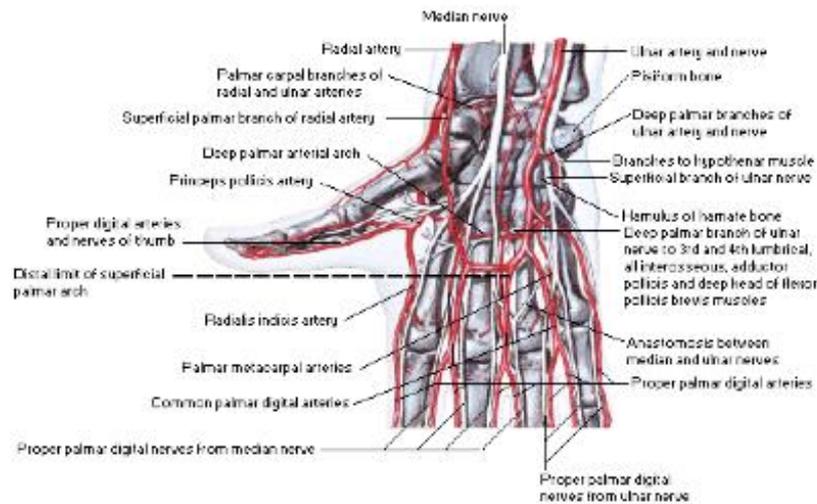


Ilustración 11: Arcada palmar superficial y profunda. Atlas de anatomía Netter⁽⁶⁾.

- 5) Arteria dorsal del pulgar: Nace a nivel de la tabaquera anatómica y sigue al primer metacarpiano.
- 6) Arteria dorsal del carpo: Se dirige hacia dentro, siguiendo la cara dorsal del carpo, anastomosándose con la rama de la arteria cubital, y forma el arco dorsal de la mano. Este da ramos: ascendentes, que se anastomosan con la arteria interósea anterior, y otros descendentes, que forman las arterias interóseas dorsales.
- 7) Arteria interósea del segundo espacio: Sigue el trayecto del segundo espacio y da ramas colaterales para los dedos correspondientes.
- 8) Arteria interósea del primer espacio: Bordea el primer espacio y da la arteria colateral interna del pulgar y la colateral externa del índice.

Arteria cubital:

Se extiende desde la flexura hasta la parte interna de la región palmar de la mano. Tras su nacimiento, tiene una dirección oblicua interna y hacia abajo, que seguirá en sentido vertical en toda su extensión⁽⁴⁾.

Relaciones anatómicas:

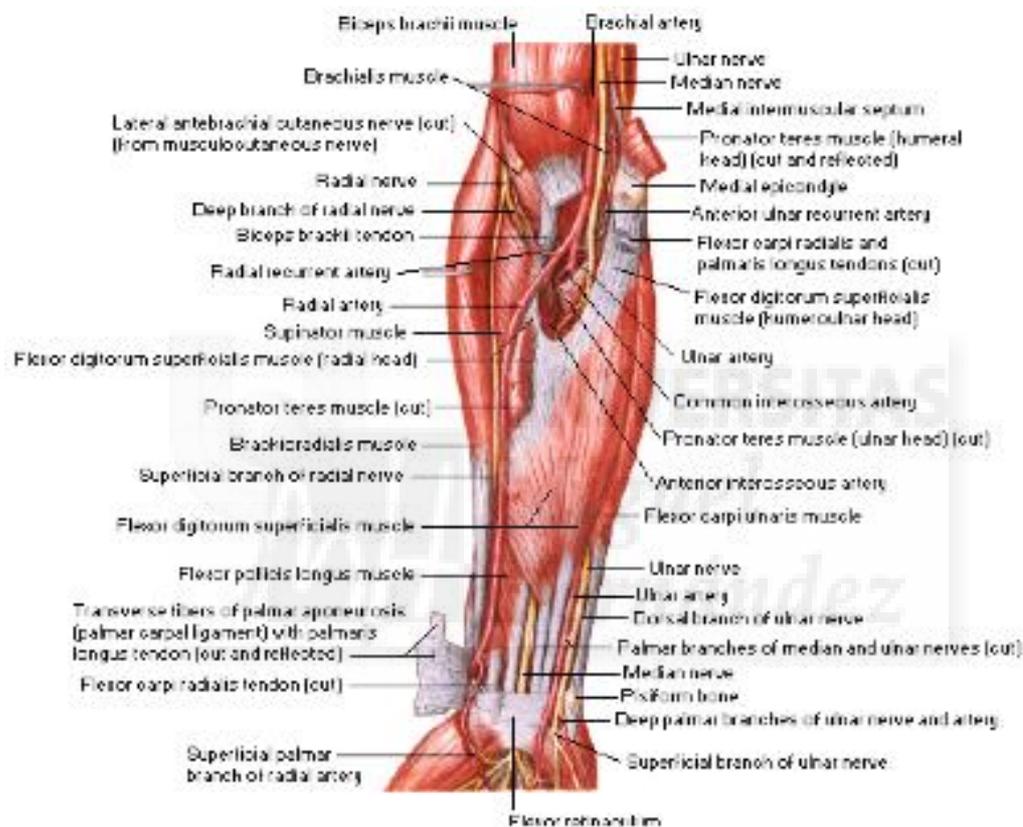


Ilustración 12: Trayecto vascular y relaciones anatómicas. Atlas de Anatomía de Netter⁽⁶⁾.

En el antebrazo:

En su tercio proximal, se sitúa debajo de los músculos de inserción epitroclear (Flexor carpo radial, palmaris longus, flexor carpi ulnaris y flexor superficial común de los dedos) y transcurre sobre el músculo flexor común profundo de los dedos. A nivel de su tercio medio, se hace superficial, trascurriendo por entre el tendón del músculo flexor carpi ulnaris y el músculo flexor superficial común de los dedos. Se separa de la piel a este nivel por la prolongación de la

aponeurosis del flexor común superficial de los dedos, la cual se nutre directamente por ramas perforantes de esta arteria. En su origen, el nervio mediano, que al principio está colocado por dentro de la arteria cubital, la cruza y se coloca, a mitad del antebrazo, por fuera de la arteria⁽⁴⁾. El nervio cubital, inicialmente separado de la arteria cubital, se une a ella y la sigue a nivel de su tercio proximal-medio.

En la muñeca:

Se desliza por fuera del apéndice pisciforme y se anastomosa con la arteria radio-palmar, para formar el arco palmar superficial.

Distribución:

Da seis ramas, de las cuales cinco nacen y nutren el antebrazo, mientras que la sexta, nace y se anastomosa en la muñeca⁽³⁴⁾.

- 1) Tronco común de las arterias recurrentes: Se dirige hacia arriba y hacia adentro dividiéndose en las arterias recurrentes cubital anterior y posterior. La distribución en un tronco común no siempre es constante, como lo demuestran estudios anatómicos previos como los de Hayashi y Maruyama⁽²⁹⁻³⁰⁾. En este estudio se demuestra la presencia de dos patrones de nacimiento de las arterias recurrentes cubitales, ya sean como un tronco común, o como arterias con origen independiente desde la arteria cubital común. Habitualmente, se anastomosarán con las ramas anterior y posterior respectivamente de la arteria colateral interna, formando el llamado círculo arterial epitrocLEAR. La existencia de este círculo, no solo garantiza la nutrición de las estructuras articulares, sino también, como veremos en los capítulos siguientes de este estudio, el diseño de colgajos de transposición pediculados de flujo directo retrógrado para cobertura de defectos del codo, flexura, tercio proximal y medio del antebrazo y distal del brazo⁽³⁵⁻³⁹⁾.

- 2) Tronco común de las arterias interóseas: Se dirige hacia abajo y hacia fuera hacia el origen del espacio interóseo. Se divide a su vez en dos ramas;

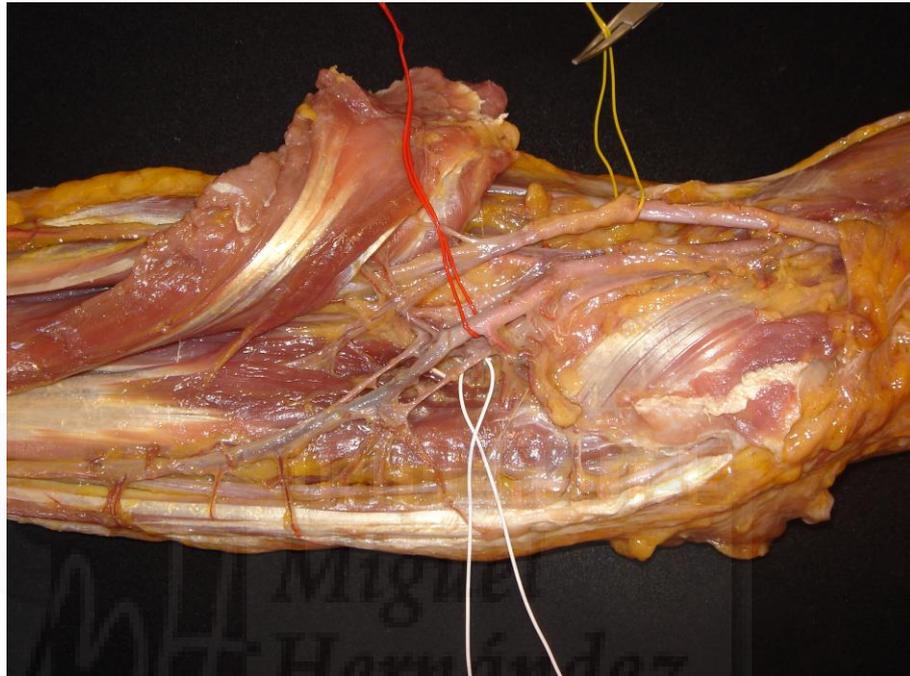


Ilustración 13: Imagen de disección en cadáver. Pieza anatómica Nº1. Exposición de división de la arteria braquial y nacimiento de la arteria cubital. Alambre rojo, tronco común de la arteria cubital previa a la salida del tronco común de las arterias interóseas. Para ampliar información véase anexo X.3 pieza anatómica 1.

- a) La arteria interósea anterior, que desciende por delante del ligamento interóseo y se distribuye por los músculos anteriores del antebrazo como también por los músculos posteriores, gracias a las ramas perforantes interóseas (cabe señalar la arteria del nervio mediano, que sigue al nervio homónimo y que termina anastomosándose con la arteria dorsal del carpo).
- b) La arteria interósea posterior, que perfora el ligamento interóseo distribuyéndose por la cara posterior del antebrazo. Esta arteria es de vital importancia, en la planificación y diseño de colgajos de

transposición fasciocutáneos de la cara posterior del antebrazo (colgajo interóseo de flujo inverso^(1,2)).

- 3) Ramas arteriales musculares para los músculos antebraquiales flexores de la mano y de los dedos.

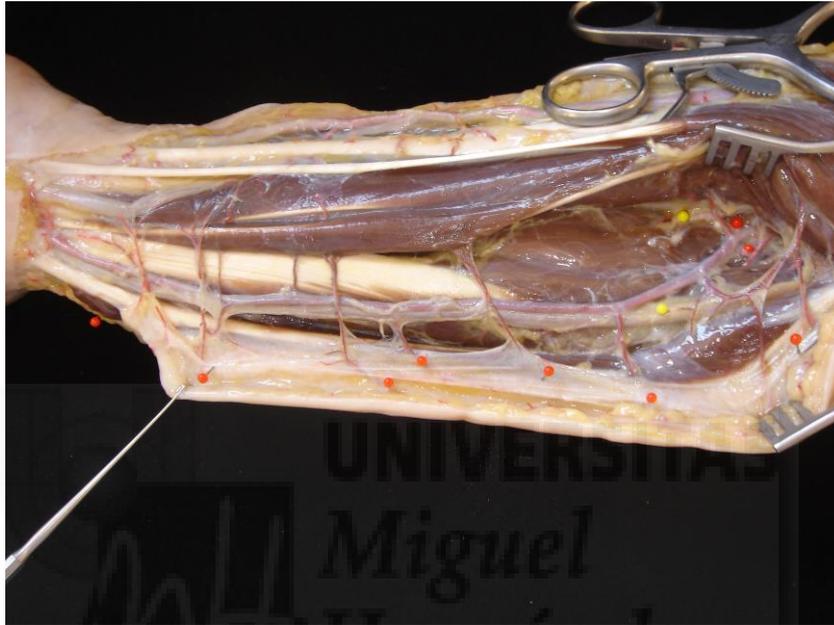


Ilustración 14: Imagen de disección en cadáver, pieza anatómica Nº 5. Ramos musculares de la arteria cubital. Para ampliar la información véase anexo X.3

- 4) Arteria cubitodorsal: Nace por encima de la muñeca, rodea al cúbito y va a unirse con una rama de la arteria radial para formar el arco dorsal del carpo.
- 5) Arteria transversa anterior del carpo; va a unirse con una rama de la arteria radial, también transversal, siguiendo el borde inferior del músculo pronador cuadrado. Como se ha hecho referencia anteriormente, esta rama nos permitirá diseñar colgajos de desplazamiento de flujo axial sin la necesidad de sacrificar el pedículo vascular principal de la arteria radial ⁽⁴¹⁾ (ver apartado de resultados).

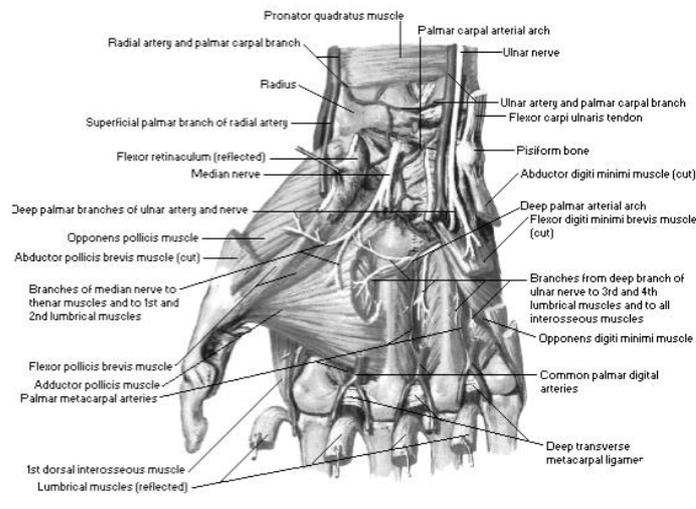


Ilustración 15: Ramas distales arteriales. Atlas de Anatomía de Netter⁽⁶⁾.

- 6) Arteria cúbitopalmar. Nace a nivel del hueso pisiforme, vascularizando la eminencia hipotenar y formando el arco palmar profundo al anastomosarse con la terminación de la arteria radial⁽⁴²⁾.

II.3 ALTERACIONES ANATÓMICAS DE LOS PATRONES VASCULARES PRINCIPALES DEL BRAZO Y ANTEBRAZO.

La primera descripción sistemática de las variaciones anatómicas de los troncos vasculares del miembro superior, fue hecha por primera vez por Tiedeman en 1831. Desde entonces, existen múltiples estudios anatómicos que refieren la gran variabilidad que el patrón de distribución vascular del miembro superior presenta en relación a la descripción anatómica clásica mencionada en el capítulo precedente de este estudio (capítulo II.b).

En los estudios de Lawrence J. McCormack⁽²⁴⁾ se hace referencia a que de un total de 750 extremidades estudiadas, se encontraron 139 variaciones mayores (18.5%). Analizando los 386 cadáveres estudiados, se encontró una variación anatómica mayor, en el 30.7% de los mismos, de los cuales un 6.3% fueron bilaterales, y el restante 89% unilaterales. Esto evidencia la amplia variabilidad anatómica del miembro superior y la dificultad de predecir fehacientemente la distribución, trayecto y ramas de los ejes vasculares principales, sin la ayuda de un medio diagnóstico de imagen⁽⁴³⁾.

Otros trabajos, como los de Quain⁽¹⁴⁾ y Coleman⁽⁴³⁾, reportaron índices de variaciones anatómicas diferentes, que se mantenían en el orden del 19% y el 8% respectivamente. Esto se debe muy probablemente a la diferencia en el número de especímenes estudiados (481 y 650 especímenes respectivamente).

Lawrence J. McCormack⁽²⁴⁾, reporta una mayor prevalencia de variaciones anatómicas en el miembro superior derecho en relación al izquierdo, y agrupa dichas variaciones en cuatro grupos principales:

- 1) Casos donde la variación anatómica se encuentra en el origen o distribución de la arteria radial (81% del total de variaciones anatómicas encontradas).
- 2) Casos donde las variaciones anatómicas son comparables al grupo antecesor, pero que se desarrollan en la arteria cubital (12% del total de variaciones anatómicas encontradas).

- 3) Casos donde las variaciones de origen y distribución se dan sobre la arteria braquial (5,75% del total de variaciones anatómicas encontradas).
- 4) Un caso donde se aprecia la presencia de una arteria braquial accesoria (0,7%).

Rodríguez-Baeza⁽⁴⁴⁾, reporta en 1995 la presencia de 4 patrones diferentes de variación anatómica en el eje braquio-antebraquial, presentados en 23 de 150 piezas anatómicas estudiadas.

- 1) La persistencia aislada de la arteria mediana. (3 casos)
- 2) El origen anormalmente alto de la arteria cubital (8 casos).
- 3) El origen anormalmente alto de la arteria radial. (7 casos)
- 4) La duplicación de la arteria braquial. (4 casos)

Pese a esto, es de resaltar que en todos los casos, las ramas terminales braquiales (arterias radial y tronco mediano-interóseo-cubital) se dividieron y presentaron en la fosa cubital, siguiendo un patrón de desarrollo habitual.

A nivel distal en el antebrazo, la presencia de variaciones anatómicas relacionadas con la arcada palmar, también es importante, pese a que escapa a los objetivos de este estudio. Podemos resaltar, la ausencia de comunicación entre los ejes radial y cubital debido a una incompleto desarrollo de la arcada palmar superficial o profunda, hecho de gran relevancia clínica.

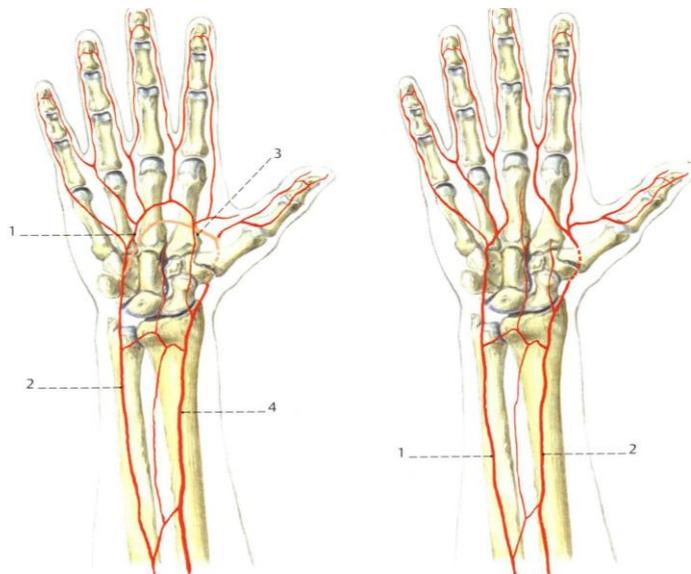


Ilustración 16: Variantes anatómicas. Atlas of Hand Surgery ⁽³³⁾

Dicha variante, cobrará mayor importancia en el diseño y realización de procedimientos reconstructivos subsidiarios de este sistema vascular⁽³³⁾, así como en el manejo inicial

de la mano traumática.

Todas las observaciones referidas, evidencia la preponderancia del sistema radial en cuanto al número y frecuencia de variaciones anatómicas en relación a los otros sistemas vasculares, un hecho de suma importancia a la hora de juzgar la fiabilidad de este sistema vascular como donante de tejidos y vehiculador de los mismos, en casos de reconstrucción microquirúrgica estándar.

Del mismo modo, es interesante apreciar, como en la literatura precedente, no hay referencias hacia la presencia, o no, de vasos perforantes músculo o septocutáneas dominantes para cada región anatómica analizada, hecho atribuible a la falta de valoración de dichos sistemas vasculares, como relevantes a nivel anatómico.



II.4 CONCEPTO Y DEFINICIÓN DE ANGIOSOMA VASCULAR

Este concepto propuesto y popularizado por Taylor y Palmer en 1987^(31,31,47,48), y posteriormente ampliado por Wei y Maridi⁽³⁾, consiste en plantear que todas las arterias de la piel, pueden ser consideradas directa o indirectamente, ramas de una red vascular subcutánea tridimensional existente, careciendo de interés cual será el origen troncal de esta red (perforante, septocutánea, cutánea directa etc.)

Los vasos de origen, se definen como la rama terminal principal del eje vascular de una región, que corresponde a la principal arteria que alimenta cada angiosoma⁽⁴⁶⁾. Un territorio vascular está descrito como el área total tridimensional de tegumento, alimentado por una sola arteria perforante. Las fronteras de un angiosoma, se definen entonces, por la presencia de anastomosis de choque o de calibre vascular reducido entre un territorio vascular y otro.

Estos principios, aunados a la ley de dinámica de fluidos, explica el fundamento de la llamada adaptabilidad vascular de los tejidos, en donde un territorio vascular puede, por sus interconexiones vasculares con el plexo circundante, ser irrigado de manera colateral, sin necesidad de contar con un eje vascular dominante (sin sus vasos de origen).

Esto, hace que la distribución del flujo sanguíneo, se realice abriendo canales de comunicación con los tejidos circundantes (abriendo las fronteras de cada angiosoma), dado el gradiente de presiones existentes entre una región vascular y otra⁽⁴⁶⁻⁴⁷⁾.

Sin embargo, la distribución embriológica del sistema vascular cutáneo así como pérdida progresiva de presión de flujo en el sistema vascular, hacen que los límites de irrigación de cada región vascular sean variables e impredecibles hasta el momento.

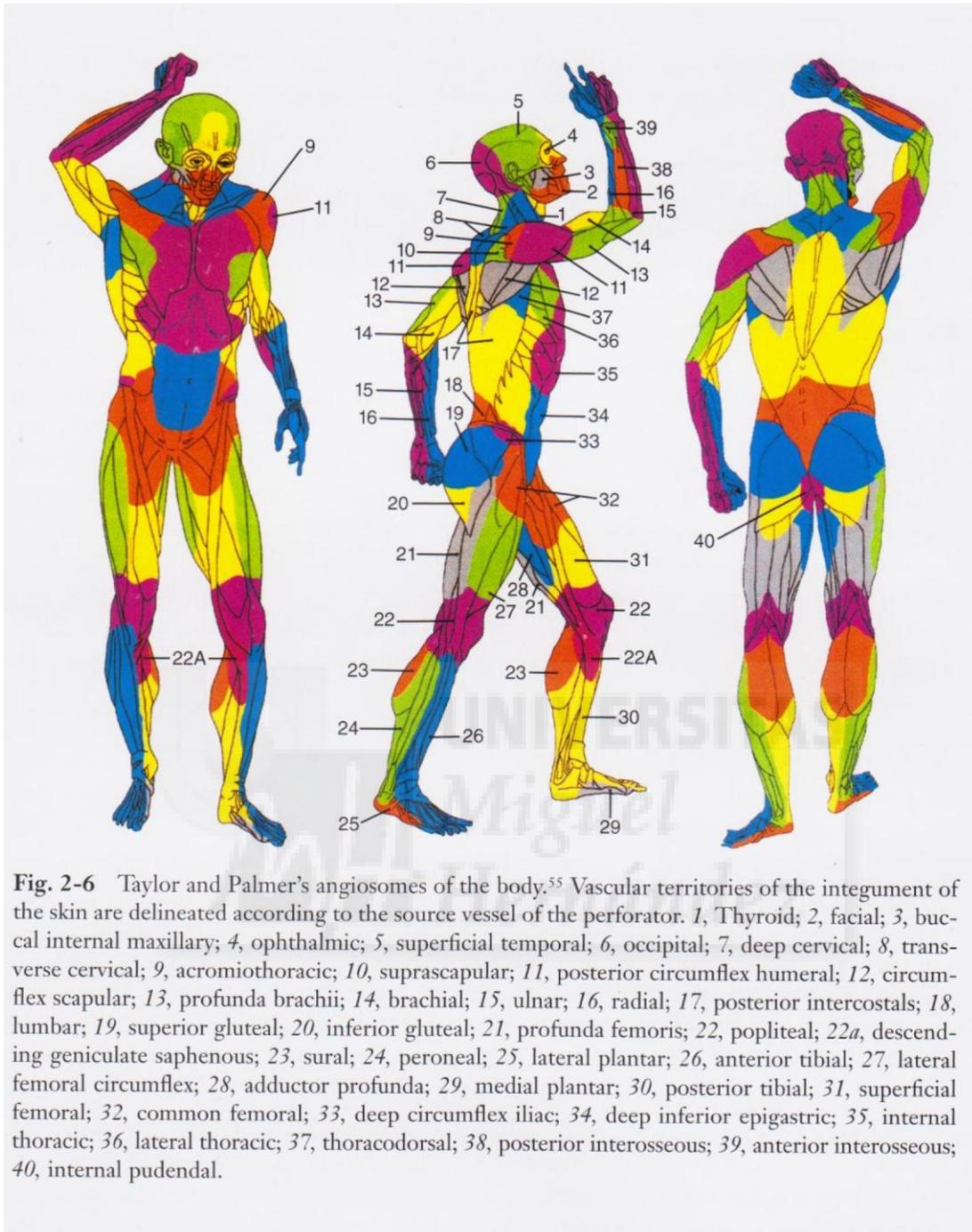


Fig. 2-6 Taylor and Palmer's angiosomes of the body.⁵⁵ Vascular territories of the integument of the skin are delineated according to the source vessel of the perforator. 1, Thyroid; 2, facial; 3, buccal internal maxillary; 4, ophthalmic; 5, superficial temporal; 6, occipital; 7, deep cervical; 8, transverse cervical; 9, acromiothoracic; 10, suprascapular; 11, posterior circumflex humeral; 12, circumflex scapular; 13, profunda brachii; 14, brachial; 15, ulnar; 16, radial; 17, posterior intercostals; 18, lumbar; 19, superior gluteal; 20, inferior gluteal; 21, profunda femoris; 22, popliteal; 22a, descending geniculate saphenous; 23, sural; 24, peroneal; 25, lateral plantar; 26, anterior tibial; 27, lateral femoral circumflex; 28, adductor profunda; 29, medial plantar; 30, posterior tibial; 31, superficial femoral; 32, common femoral; 33, deep circumflex iliac; 34, deep inferior epigastric; 35, internal thoracic; 36, lateral thoracic; 37, thoracodorsal; 38, posterior interosseous; 39, anterior interosseous; 40, internal pudendal.

Ilustración 17: Gráfico tomado del libro PERFORATOR FLAPS, TOMO 1(2).

Así pues, pueden establecerse una serie de territorios vasculares teóricos según los sistemas vasculares implicados, que podrán ser cortados y transferidos como colgajos. Estos territorios podrán ser ampliados, según la potencialidad dinámica de las regiones implicadas de adaptar su flujo sanguíneo ante un gradiente de presión determinado (13).

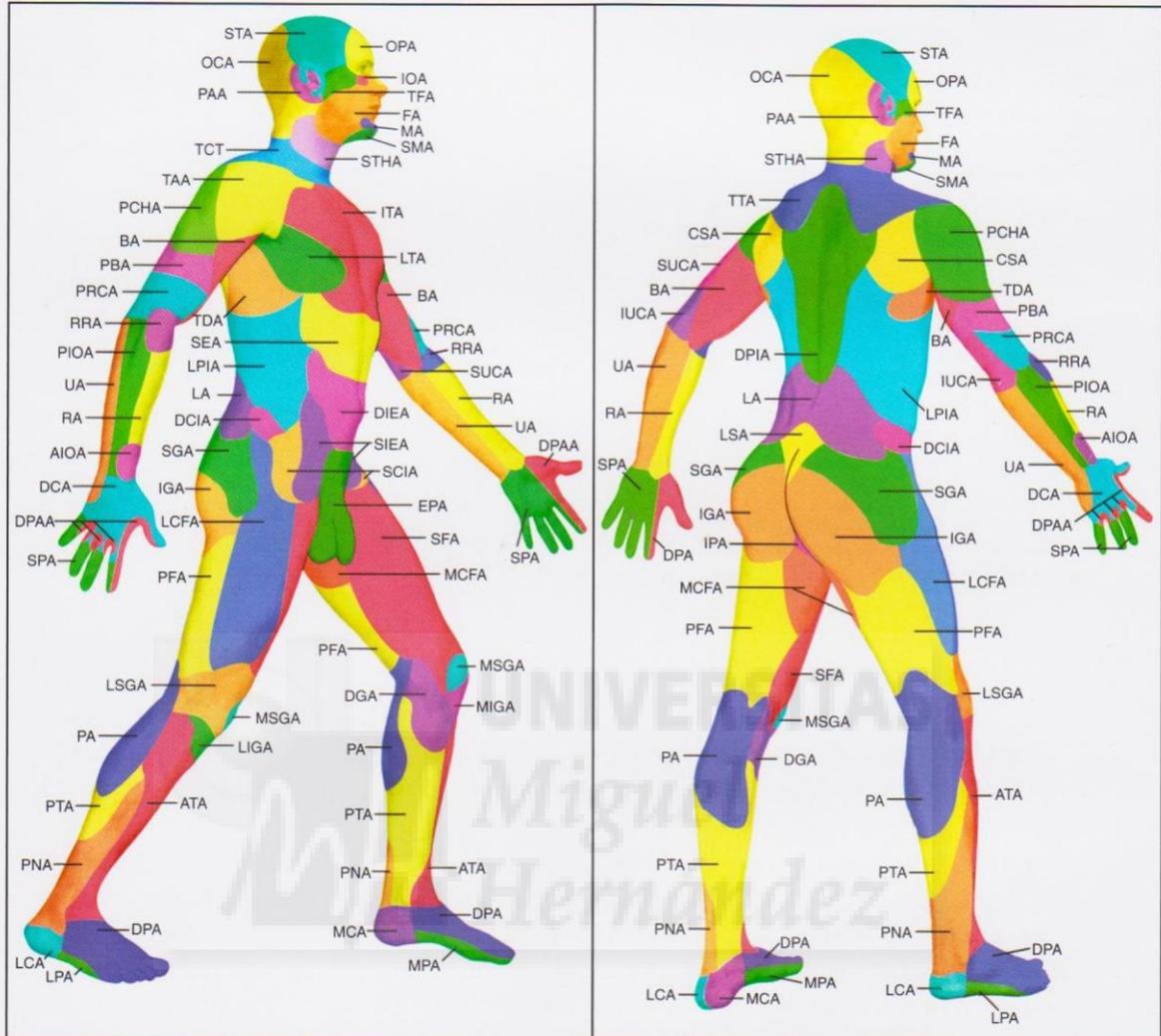


Fig. 2-8 This composite schematic illustration shows the vascular territories of the body that correspond to source arteries providing musculocutaneous or septocutaneous perforators to the skin. Vascular territories and their abbreviations are listed in Table 2-1. The details of the anatomy of these vascular territories are further described in Chapters 8, 12, 18, and 30.

Ilustración 18: Gráfico tomado del libro PERFORATOR FLAPS, TOMO 1 (2).

II.5 IMPORTANCIA FUNCIONAL DE LOS TRONCOS VASCULARES DOMINANTES DEL MIEMBROS SUPERIOR.

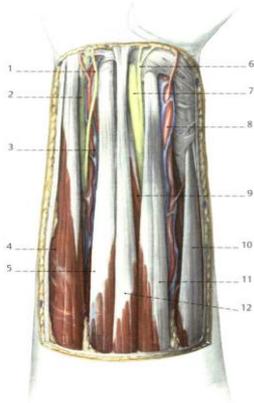


Fig. 1.30 Volar aspect of the forearm, superficial subfascial layer

- 1 Palmar branch of the ulnar nerve
- 2 Ulnar nerve
- 3 Ulnar artery with adjacent veins
- 4 Flexor carpi ulnaris
- 5 Flexor digitorum superficialis
- 6 Palmar branch of the median nerve
- 7 Median nerve
- 8 Radial artery with comitant veins
- 9 Flexor pollicis longus
- 10 Brachioradialis
- 11 Flexor carpi radialis
- 12 Palmaris longus

Ilustración 13 Atlas of Hand Surgery, Sigurd Pechlaner. (33)

ARTERIA CUBITAL: tradicionalmente descrito como el vaso dominante del antebrazo y la mano por su mayor diámetro comparativo con la arteria radial, es hoy por hoy, considerado como el vaso dominante a nivel antebraquial, no tanto así a nivel de la mano⁽⁴⁹⁻⁶²⁾.

Presenta una íntima relación con la musculatura antebraquial segmentándose en seis ramas de distribución. Cinco a nivel antebraquial (recurrentes, interóseas, musculares, cubitodorsales, y transversa anterior del carpo) y una a nivel distal en la muñeca (Arteria cúbito-palmar, que forma en la eminencia hipotenar el arco palmar profundo)⁽⁴⁾.

Así pues, su mayor relevancia se encuentra a nivel antebraquial, como se ha demostrado en los trabajos publicados en el 2002, por Max Haerle⁽⁵⁵⁾ y Francesco Brunelli⁽⁵⁵⁾ en Alemania y Francia respectivamente.

En dichos trabajos se constató el mayor diámetro estático de la arteria cubital en comparación con la arteria radial homolateral en 40 extremidades disecadas y se correlacionó dicho hallazgo con estudios dinámicos de platismografía y ecografía doppler en 22 individuos (44 antebrazos y manos).

Estos resultados, han zanjado hoy en día la polémica sobre la repercusión hemodinámica del uso del eje radial o cubital en procedimientos quirúrgicos invasivos^(49,51,52,55,60), rechazando la hipótesis inicial de la menor morbilidad en el antebrazo y mano, al utilizar preferentemente el eje radial para dichos procedimientos^(16, 63-81).

Es claro, que la facilidad de disección del eje radial sobre, así como su amplia distribución cutánea angiosómica en la cara lateral del antebrazo, hacen de éste el eje ideal para su manipulación quirúrgica⁽¹⁶⁻¹⁹⁾, sin embargo, su potencial daño hemodinámico a nivel del tercio medio y distal del antebrazo, así como a nivel de la circulación intrínseca de la mano, es determinante⁽⁶³⁻⁸¹⁾.



Fig. 1.36 Palm of the hand, muscle and tendon layer

- | | |
|---|---|
| 1 Palmar digital venous arcade | 19 Transverse head of the adductor pollicis |
| 2 Proper palmar digital artery | 20 Superficial head of the flexor pollicis brevis |
| 3 Common palmar digital artery | 21 Abductor pollicis brevis |
| 4 Superficial palmar arch | 22 Common palmar digital nerves (median nerve) |
| 5 Opponens digiti minimi | 23 Thenar branch of the median nerve |
| 6 Abductor digiti minimi | 24 Flexor retinaculum |
| 7 Flexor digiti minimi brevis | 25 Superficial palmar branch of the radial artery |
| 8 Common palmar digital nerve (ulnar nerve) | 26 Median nerve |
| 9 Ulnar artery | 27 Tendon of the palmaris longus |
| 10 Tendon of the flexor carpi ulnaris | 28 Superficial branch of the radial nerve |
| 11 Ulnar nerve | 29 Radial artery |
| 12 Palmar branch of the ulnar nerve | 30 Tendon of the flexor carpi radialis |
| 13 Tendon of the flexor digitorum superficialis | 31 Palmar branch of the median nerve |
| 14 Tendon of the flexor digitorum profundus | |
| 15 Fibrous sheath | |
| 15.1 Annular part | |
| 15.2 Cruciform part | |
| 16 Proper palmar digital nerves | |
| 17 Superficial transverse metacarpal ligament | |
| 18 Lumbrical | |

Ilustración 14 Atlas of Hand Surgery. Sigurd Pechlaner MD⁽³³⁾.

ARTERIA RADIAL: Como eje fundamental en el antebrazo (tercio distal) y la mano, presenta ocho ramas, de las cuales, cuatro nacen en el antebrazo y las otras cuatro en la muñeca. En el antebrazo, contribuye a la irrigación de la musculatura flexo-supinadora, y se anastomosa distalmente con la rama distal de la arteria cubital a nivel del músculo pronador cuadrado. Del mismo modo, a nivel distal a la muñeca, se une con la arteria cubital, formando el arco palmar superficial. A nivel antebraquial, la arteria radial presenta una mayor superficie cutánea de irrigación en comparación con la arteria cubital⁽¹⁶⁾, no siendo así en su distribución a nivel de la musculatura antebraquial⁽⁴⁾.

Su principal preponderancia, viene dada por su rama dorsal del pulgar, que nace a nivel de tabaquera anatómica y de la arteria dorsal del carpo, formando el arco dorsal de la mano; así pues, es responsable directo, de la vascularización del pulgar e índice, así como de establecer una intrincada red anastomótica a nivel de la arcada palmar profunda⁽⁷²⁾.

El eje arterial radial, ha sido ampliamente utilizado en la confección y realización de colgajos de reconstrucción pediculados y libres. En los trabajos de TC. Teo y T. Schueler, Heller y Wei, se cita la relevancia de la preservación de dicho eje vascular, al constatarse cambios tróficos y funcionales en la pinza prensil de los pacientes, donde dicho eje vascular ha sido sacrificado con fines reconstructivos, los cuales viene dados desde simples cambios de temperatura en el primer y segundo dedo, hasta el desarrollo de escaras necróticas o necrosis digitales secas por insuficiente flujo colateral⁽⁶⁴⁻⁷⁴⁾. Lutz⁽⁷⁵⁾, estudió la conveniencia del uso de este eje vascular, realizando una disección suprafascial pura. Sin embargo, la dificultad de dicha disección, así como la constatación de los cambios hemodinámicas en el sistema vascular de la mano al sacrificar el eje radial, hacen que actualmente la tendencia quirúrgica se haya centrado al uso del eje cubital como zona donante de tejido⁽⁷⁶⁻⁷⁷⁾.



ARTERIA BRAQUIAL: La arteria braquial o humeral, constituye el eje fundamental del brazo en su totalidad. Se relaciona íntimamente con la musculatura flexora del mismo, así como con el hueso humeral y los ejes nerviosos constituyentes al plexo braquial⁽⁴⁵⁻⁴⁸⁾.

Presenta cinco ramas colaterales que se distribuyen en las arterias musculares

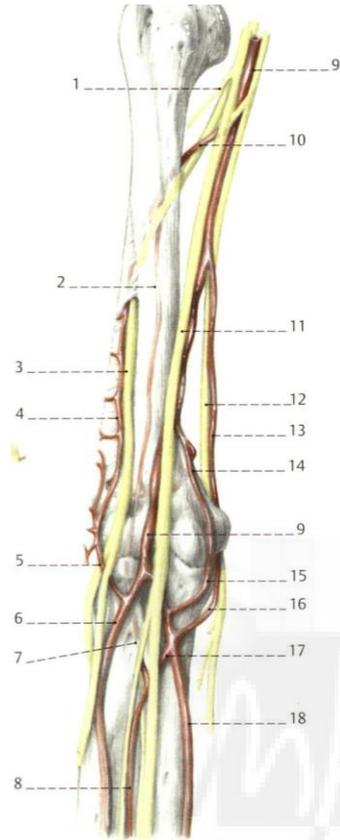


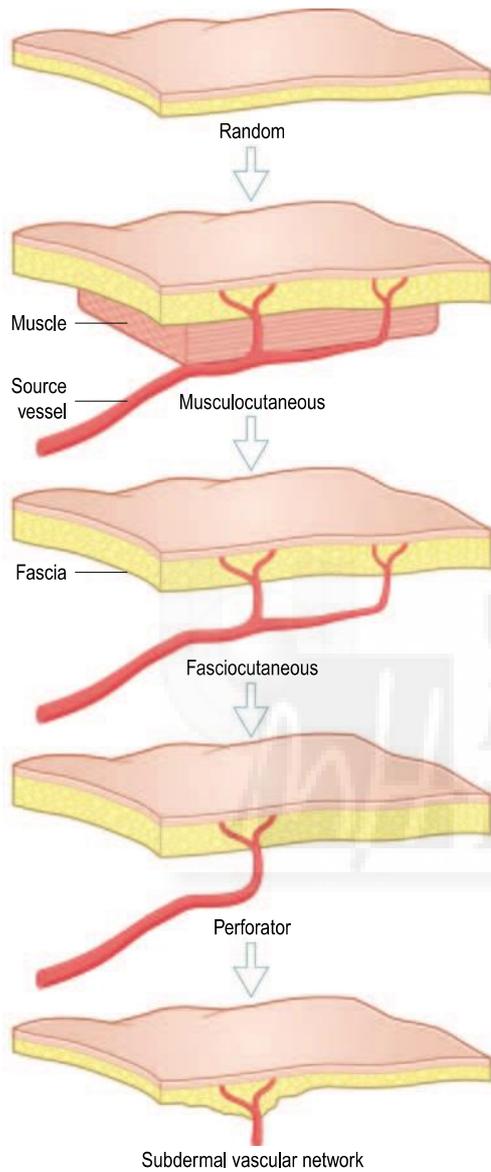
Fig. 2.44 Schematic diagram of the position of the radial collateral artery relative to the lateral humeral intermuscular septum, radial nerve, and anastomosis with the radial recurrent artery

- 1 Musculocutaneous nerve
- 2 Middle collateral artery
- 3 Radial nerve
- 4 Radial collateral artery
- 5 Radial recurrent artery
- 6 Radial artery
- 7 Recurrent interosseous artery
- 8 Anterior interosseous artery
- 9 Brachial artery
- 10 Deep brachial artery
- 11 Median nerve
- 12 Ulnar nerve
- 13 Superior ulnar collateral artery
- 14 Inferior collateral artery
- 15 Anterior branch of the ulnar recurrent artery
- 16 Posterior branch of the ulnar recurrent artery
- 17 Common interosseous artery
- 18 Ulnar artery

intrínsecas del brazo, la arteria nutricia del húmero que penetra en el conducto óseo. La arteria colateral externa también llamada arteria braquial profunda (rama vascular dominante a nivel posterior de la región braquial). Y las arterias colaterales internas superior e inferior⁽⁴⁾.

Por su papel dominante en el periodo embrionario, su ausencia determina la agenesia del miembro afecto, el cual en algunas ocasiones puede estar nutrido por una arteria braquial accesoria que involuciona en la primera etapa de la gestación⁽⁷⁸⁾. Dicho tronco arterial, pese a presentarse de manera ocasional, como se comentó en el apartado anterior, presenta una importancia capital a nivel anatómico, dado que en muchas ocasiones esta asociada a la presencia de un desarrollo anómalo directo de la arteria radial/cubital, o la sustitución competitiva del sistema braquial dominante⁽⁴⁴⁾.

II.6 CONCEPTO, DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE COLGAJOS.



Aunque existen múltiples clasificaciones de colgajos, elegimos como punto de referencia la clasificación propuesta por el Dr. Nakajima⁽³⁾.

Definimos como colgajo, a todo aquel tejido viable, que puede ser desplazado de manera pediculada o libre, hacia otras zonas del cuerpo, manteniendo su estructura, función y vascularización.

La clasificación de Nakajima se basa en la división de los colgajos, según su relación con el tejido fascial y subfascial, así como las estructuras musculares circundantes al pedículo vascular dominante en la zona. Por ello, propone una nomenclatura basada en VI tipos diferentes de sistemas vasculares (Ilustración 16), los cuales servirán como punto de referencia para la descripción del presente estudio.

Ilustración 18: Gráfico tomado del libro de Wei – Mardini, capítulo 2, página 7⁽³⁾

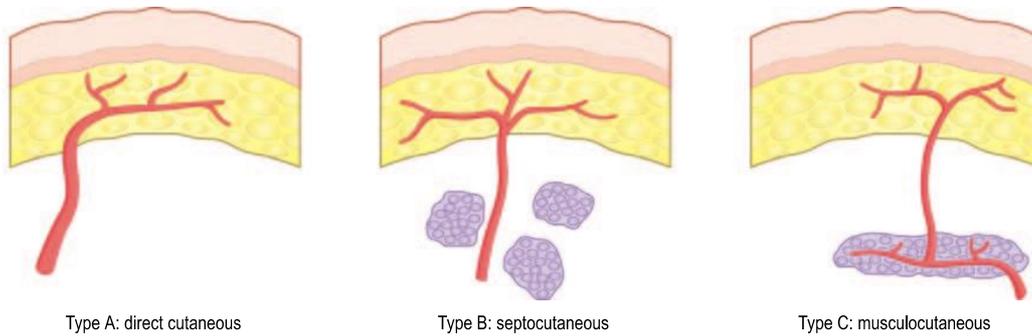


Figure 2.3 Mathes & Nahai's tripartite system of fasciocutaneous flaps is based on the three major types of deep fascial perforators.

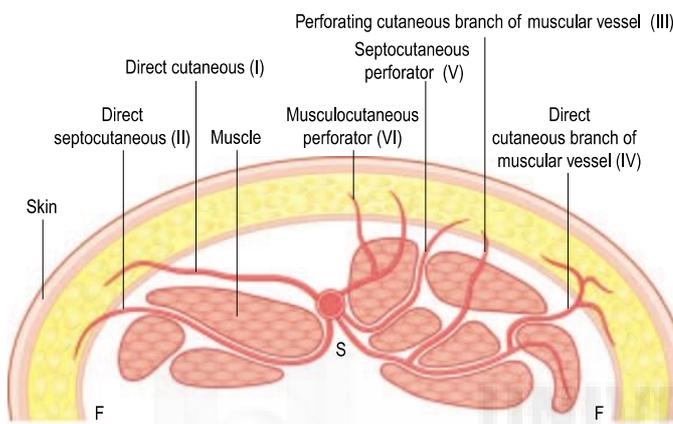


Figure 2.4 The six distinct deep fascia perforators according to Nakajima et al.¹⁴ A different type of fasciocutaneous flap can be sustained by each discrete type of perforator. S, source or "mother" vessel; F, deep fascia.

Ilustración 19: Clasificación de Nakajima. Gráfico tomado del libro de Wei y Mardini (3).

La nomenclatura septocutánea / músculo-cutánea ejemplificada en este gráfico, hace referencia a las estructuras de soporte peri-vascular, que circundan al vaso descrito. Así pues, la relación de los vasos perforantes con los tejidos anexos (fascia, músculo, hueso, grasa etc.) nos orientará hacia el tipo o variante anatómica presentada en cada caso.

II.7 APLICABILIDAD ACTUAL DE LOS PATRONES VASCULARES CUTÁNEOS CONOCIDOS EN EL BRAZO Y ANTEBRAZO, EN PROCEDIMIENTOS RECONSTRUCTIVOS.

Eje Radial:

Desde su descripción y aplicación clínica en 1978, por Yang y Yuzhi⁽¹⁷⁾, el eje radial ha sido ampliamente utilizado en procedimientos de cirugía reconstructiva, tanto de forma pediculada como libre^(18-21,35,51,63). Es uno de los recursos más importantes en reconstrucción de cabeza cuello, así como en procedimientos de reconstrucción de miembro superior e inferior. Su rápida y sencilla disección, flexibilidad de diseño y plegabilidad, han hecho del colgajo radial, no de los colgajos más frecuentemente utilizados⁽¹⁶⁻²¹⁾.

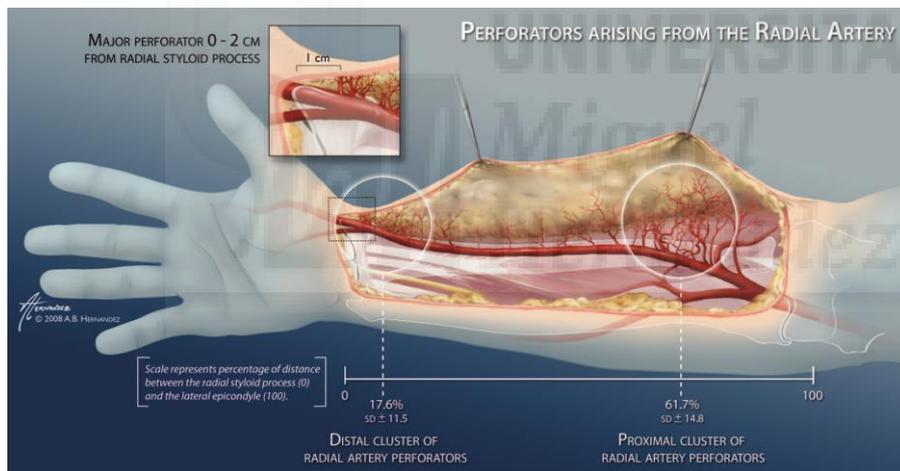


Fig. 3. Illustration of proximal and distal clusters of clinically significant radial artery perforators. In all of our cases, a major radial artery perforator was found within 2 cm proximal to the radial styloid.

Ilustración 16: Estudio anatómico del eje radial perforante. Michael Saint -Cyr⁽¹⁶⁾.

Sin embargo, la sección de dicho eje vascular no esta exenta de riesgos y complicaciones mayores y menores⁽⁶⁴⁻⁶⁷⁾. Por un lado se presenta una considerable morbilidad local, al realizarse una disminución significativa del flujo sanguíneo en la mano, reportado en la literatura médica como casos de isquemia aguda, insuficiencia vascular crónica⁽⁵⁵⁾, síndrome hipotenar, y numerosos casos de intolerancia al frío. Por otro lado, se establece un sistema de adaptabilidad vascular de la mano⁽⁷⁹⁾, dependiente de las arcadas palmares

y en definitiva de la integridad del eje cubital, con el riesgo inherente de ausencia o malformación del mismo y por consiguiente, el riesgo potencial de isquemia aguda en la pinza digital de la mano intervenida.

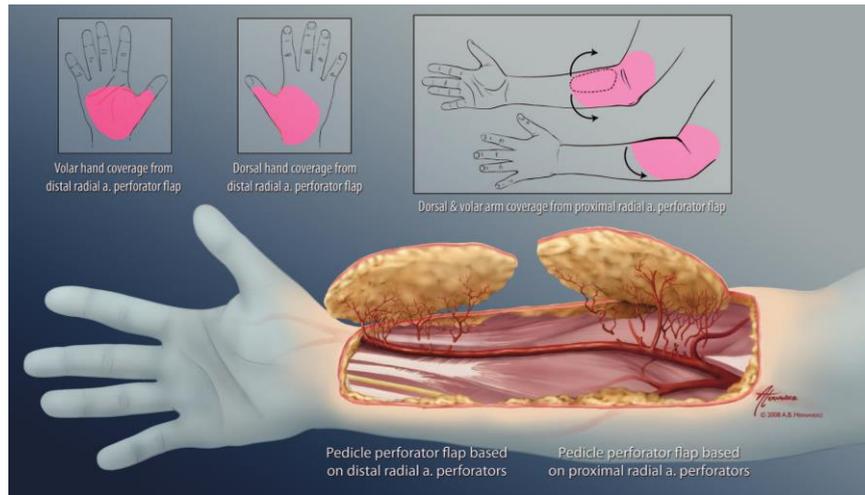


Fig. 14. Illustration of the proximal and distal clusters of radial artery perforators. The distal cluster can be used for hand coverage, whereas the proximal cluster can be used in reconstructing defects of the arm or elbow. The flap's main axis should preferentially be designed along the axis of the forearm to maximize vascularity. The pivot point of the flap corresponds to the perforator itself, and the most distal portion of the flap (farthest from the perforator) should be at least 1 to 5 cm greater than required to cover the distal portion of the defect. This provides tension-free inset of the flap and allows for any modifications in flap design and arc of rotation should a more proximal perforator be selected. The proximal tip of the flap (closest to the perforator) should also be designed long enough to allow tension-free closure of the donor site close to the perforator.

Ilustración 17: Estudio anatómico del eje radial perforante. Michael Saint-Cyr⁽¹⁶⁾

La distribución vascular perforante del eje radial se localiza en dos zonas principales, una distal y otra proximal⁽¹⁶⁾. Dichas perforantes, pueden ser utilizadas en el diseño y realización de colgajos fasciocutáneos libres o pediculados (a la región palmar, dorsal, flexura del antebrazo y codo).

Dicha distribución, supedita también algunos de los inconvenientes de esta zona donante de tejido para la realización de procedimientos de cirugía reparadora. Por un lado, la disección de colgajos a nivel distal (utilizando las perforantes distales), origina una exposición tendinosa amplia, que deberá ser reconstruida con injertos cutáneos laminares aplicados sobre el correspondiente periténion, siendo este injerto frecuentemente rechazado (23% de fracaso en este tipo de reconstrucción), originándose por tanto la pérdida parcial o total del injerto, la exposición tendinosa crónica etc.⁽⁷⁰⁻⁷⁷⁾

A nivel proximal, la abundancia de vello corporal en la zona, así como su mayor grosor, hace que la transposición de tejido de esta área supedite la

transposición de vello a la zona reconstruida y la inherente dificultad de adaptación del tejido dado su mayor grosor, situación especialmente molesta en casos de reconstrucciones de cabeza y cuello, cavidad oral etc.

Eje Cubital:

Su utilización clínica fue inicialmente reportada por Lovie y colaboradores⁽²²⁾ en 1984. Presenta una versatilidad y aplicabilidad similar al eje Radial⁽²⁸⁾, sin presentar sus limitaciones^(54,56). Su uso fue abandonado por la creencia errónea, de estar sacrificando el eje vascular dominante de la mano al seccionarlo, hecho que fue demostrado como erróneo, en el año 2003 por Haerle⁽⁵⁵⁾, mediante su trabajo sobre la dominancia vascular del antebrazo.

Utilizado como eje vascular a transponer, aporta piel fina, plegable y posiblemente neurotizada, libre de vello, y con un eje vascular largo y de adecuado diámetro. Además, tiene la enorme ventaja comparándolo con el eje radial, que las zonas donantes de colgajos diseñados en el eje cubital, pueden ser frecuentemente cerradas de forma directa, o en caso de necesitar un injerto laminar, dicho injerto puede ser aplicado de forma directa sobre los vientres musculares de los músculos FCU y FCD, con lo que el índice de pérdida y retracción de dichos injertos es ostensiblemente menor (3%), así como es menor su índice de complicaciones y secuela estética aparente⁽⁸¹⁻⁹⁰⁾.



Ilustración 22: Ejemplo de aplicabilidad clínica del colgajo cubital suprafasial pediculado

Presenta la ventaja añadida, de poder contar durante la disección, con un doble sistema de drenaje venoso, basado en las venas colaterales cubitales y el sistema venoso cefálico. Dicha situación, permite el diseño de colgajos fasciocutáneos más seguros y fiables a la hora de planificar un procedimiento de reconstrucción microquirúrgica (29-31).

El diseño y realización de colgajos de desplazamiento / transposición de elementos de cobertura cutánea vascularizados pediculados, nos posibilita la reconstrucción de defectos distales del antebrazo, dorso y palma de la mano, así como la reconstrucción de defectos de difícil solución, como son los defectos del codo, flexura del antebrazo o cara interna del tercio distal del brazo(28,29,31,32).

Una distribución anatómica diferente en cuanto a las perforantes cutáneas cubitales, fue recientemente investigada y reportado por Mathy y colaboradores(87), señalando una distribución central de dichas perforantes, en relación con la longitud total del antebrazo.

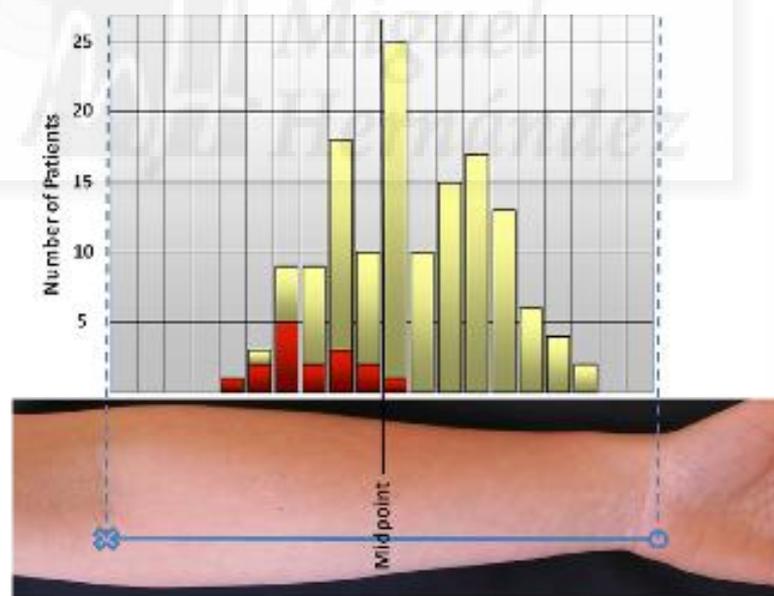


Ilustración 23: Distribución de perforantes fasciocutáneas del eje cubital, reportada por Mathy et al.



Eje interóseo:

Su utilización como zona dadora de tejidos fue inicialmente descrita por Angriniani⁽⁹¹⁾, basa su vascularización en el septo interóseo posterior. Dicho colgajo fasciocutáneo, presenta una distribución vascular constante, donde la perforante cutánea del tercio medio del antebrazo, permite el diseño y realización de un colgajo de espesor total de la piel, especialmente útil, en reconstrucciones del dorso de la mano.

Aunque posible, no es habitual la realización de este colgajo de manera libre. Cuenta con la desventaja de necesitar siempre, de la aplicación de un injerto cutáneo laminar, para el cierre de su zona donante, así como de presentar una piel con abundante vello, sobre todo en hombres.

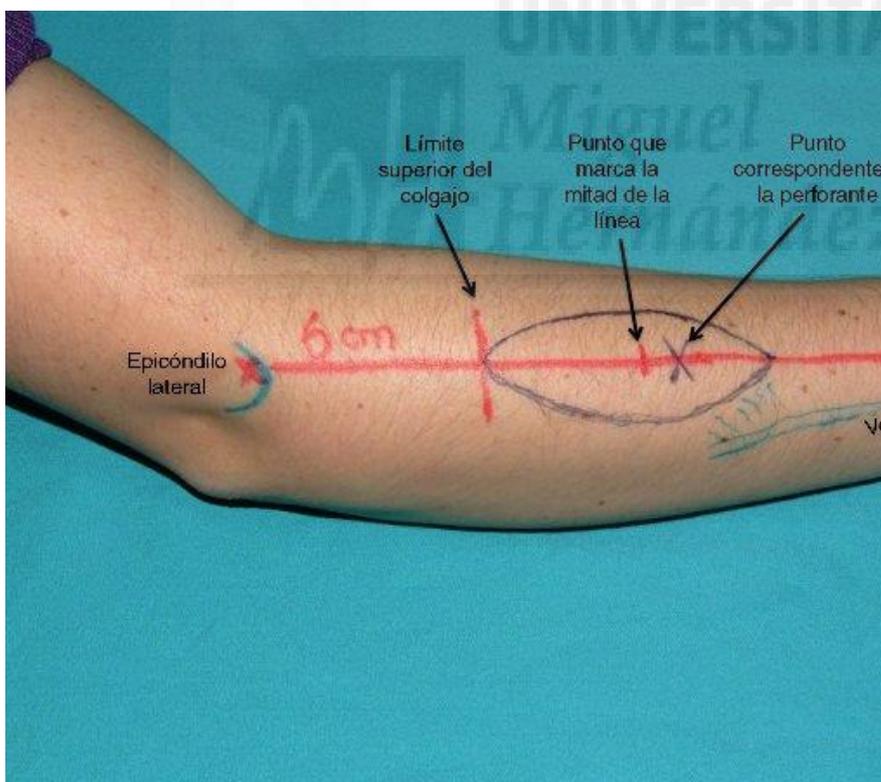


Ilustración 24: Diseño de referencia del colgajo interóseo.

Eje braquial posterior:

Utilizado como fuente de colgajos de rotación, con un patrón de vascularización axial, fue inicialmente indicado para reconstrucción de defectos a nivel axilar cuando no es posible una reconstrucción con colgajos dorsales o escapulares. Presenta la ventaja de permitir un cierre primario del defecto braquial presentado, siempre que dicho defecto no exceda los 5cm de ancho. Su vascularización se basa en arterias perforantes musculares de la porción medial del tríceps, subsidiarias de la arteria braquial profunda o de la arteria braquial en si misma. Dicho eje vascular se encuentra en la intersección del tendón del músculo dorsal ancho y tricipital, a nivel subfascial⁽¹⁾.

Su uso fundamental se da en casos de sustitución de tejido a nivel axilar, secundarias a resecciones tumorales, tratamiento de quemaduras o de procesos infeccioso/inflamatorios del orden de la hidrosadenitis axilar.

Eje braquial lateral:

Su uso ha sido ampliamente difundido tanto en casos de reconstrucción pediculada del codo, como en casos de reconstrucción a distancia microquirúrgica⁽⁹²⁾. Es una alternativa fiable en casos donde no es posible una reconstrucción con colgajos braquiales posteriores o escapulares.

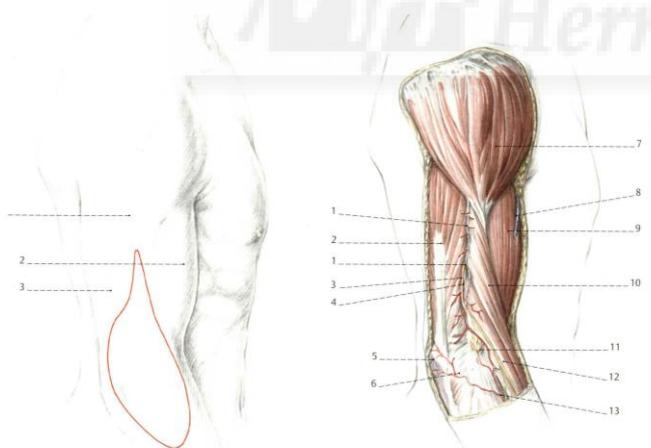


Fig. 2.42 Donor site and possible incision for the lateral upper arm flap

- 1 Deltoid
- 2 Biceps
- 3 Triceps

Fig. 2.43 Anatomy of the donor site for the upper arm flap

- 1 Lateral humeral intermuscular septum (edge of incision)
- 2 Triceps
- 3 Posterior antebrachial cutaneous nerve
- 4 Radial collateral artery and vein
- 5 Olecranon
- 6 Anconeus
- 7 Deltoid
- 8 Cephalic vein
- 9 Biceps
- 10 Lateral humeral epicondyle
- 11 Brachioradialis
- 12 Brachioradialis
- 13 Radial recurrent artery

Ilustración 18: Atlas of Hand Surgery, Sigurd Pechlaner MD⁽³³⁾



(a)

Ilustración 25: Diseño de referencia del colgajo braquial lateral. Masquelet. Referencia bibliográfica (a)

Ejemplo de aplicabilidad microquirúrgica del eje braquial lateral (b)



(b)

Su principal indicación como colgajo libre, se da en reconstrucción de miembro superior homolateral, y en particular, para reconstrucción del dorso de la mano y primera comisura⁽¹⁾. Sin embargo, presenta una secuela cosmética evidente, que por lo que difícilmente se constituye en una primera alternativa reconstructiva microquirúrgica. Su eje vascular se basa en las ramas posteriores descendentes de la arteria braquial profunda, la cual se anastomosa con la arteria interósea recurrente posterior, en el tejido subcutáneo de la región lateral del codo.

Eje braquial medial superficial:

La descripción de este eje vascular en procedimientos de cirugía reconstructiva, se remonta a los artículos de Adachi y Nomenklatur(1929), Lippert y Patst(1985)⁽⁴⁵⁾ y MacCormack(1953), los cuales refirieron la persistencia de este

eje vascular residual al desarrollo embrionario en alrededor del 22,8%⁽⁹³⁾ de las piezas anatómicas estudiadas.

Cuando se encuentra presente este eje vascular suplementario, la realización de un colgajo braquial medial superficial es posible. En nuestro estudio encontramos esta infrecuente distribución vascular en uno de las piezas anatómicas disecadas (5,8%).

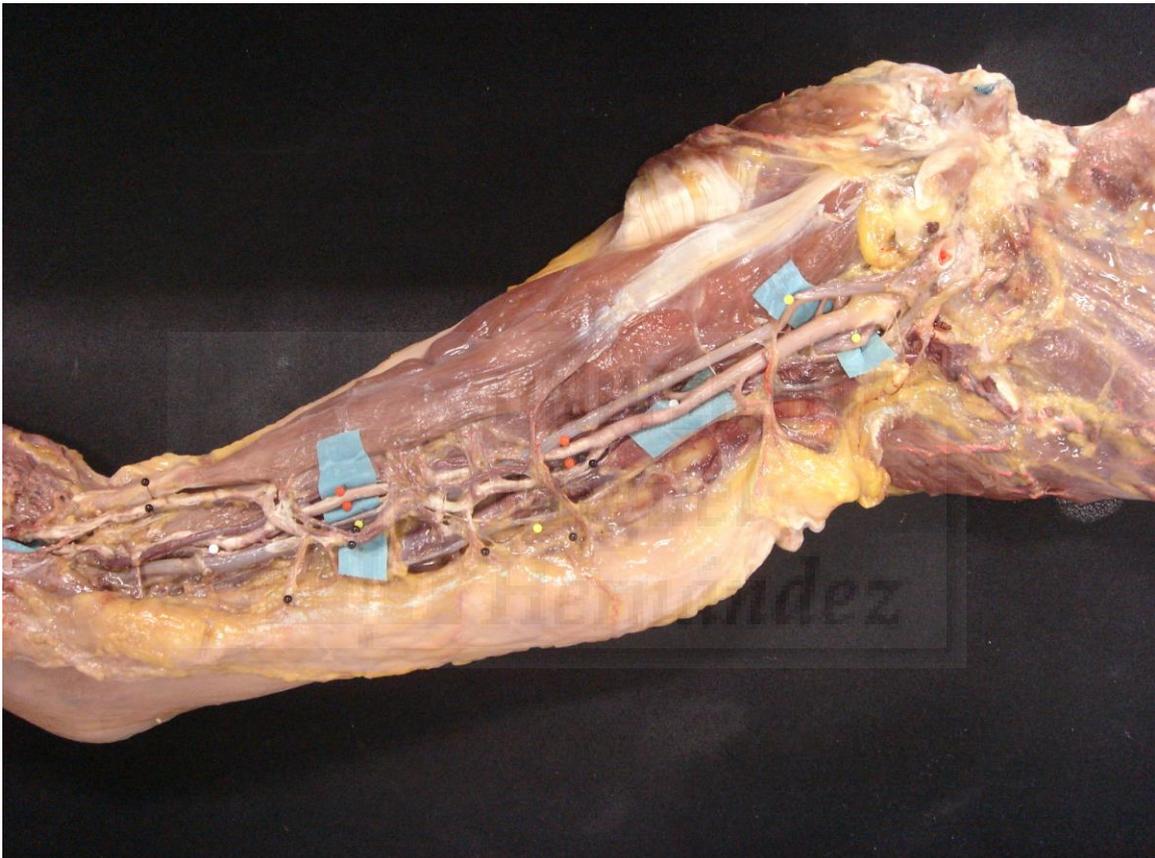


Ilustración 26: Sistema vascular braquial superficial. Pieza de disección número 4.

Esta variación anatómica se denominaría del tipo II, según la clasificación de Iwahira y Maruyama⁽²²⁾.

Cuando se presenta, esta variación anatómica nos permite la realización de un colgajo de gran longitud (dado el tamaño del pedículo vascular disecable), que no sacrifica ningún ronco vascular principal o dominante del brazo. Sin embargo, deberá estudiarse preoperatoriamente, todo el sistema vascular del miembro para evitar posibles insuficiencias vasculares a nivel distal, dado que

frecuentemente, esta variación anatómica se relaciona con otras variaciones, donde los ejes radial o cubital pueden ser subsidiarios y/o dependientes de esta arteria braquial accesoria.



II.8 CONTROVERSIAS ENTRE EL USO DE LA ARTERIA RADIAL VS. ARTERIA CUBITAL EN LA REALIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS REPARADORES, LIBRES O PEDICULADOS (DOMINANCIA VASCULAR).

El uso del eje radial como fuente de colgajos reconstructivos, así como acceso vascular y elemento extraíble de revascularización, ha sido ampliamente difundido en el gremio médico^(16-21, 81-91). El conocimiento anatómico tradicional basado en la convicción de que la arteria cubital, es el vaso dominante del antebrazo y la mano en humanos, ha sido refrendado por autores de la talla de Sobota⁽⁵⁾, Quain ⁽¹⁴⁾ o Latarjet y Testut⁽⁴⁾.

La superficialidad y facilidad de acceso/disección, hacen del eje arterial radial, la zona de elección a la hora de realizar procedimientos invasivos y/o reparadores. Sin embargo, la constancia de complicaciones y morbilidad significativa en la zona donante tras el uso del eje arterial⁽⁵¹⁾, han impulsado en los últimos años, el estudio y evaluación sistemática del conocimiento anatómico tradicional, así como de su aplicabilidad clínica⁽⁵⁵⁾.

	Colgajo fasciocutáneo cubital	Colgajo fasciocutáneo radial
Calidad de los tejidos	Fino, plegable y sin pelo	Fino, plegable y con pelo
Posibilidad de inervación sensitiva	Inclusión del nervio cutáneo medial	Inclusión del nervio cutáneo radial
Pedículo vascular	Largo y mayor a 3mm de diámetro. Vena cefálica, como drenaje añadido.	Largo y mayor a 2mm de diámetro. Vena basílica, como drenaje añadido.
Posibilidad de colgajo quimérico	Hueso cubital, FCU y tendón del PL.	Hueso radial y PL.
Preservación del eje arterial de la mano	Preservación del eje dominante de la mano	Se sacrifica el eje dominante de la mano
Cierre de la zona donante	Cierre directo en defectos pequeños. Aplicación de injertos cutáneos sobre el FDS y FCU	Aplicación de injertos cutáneos sobre los tendones flexores (periténon) o las vainas sinoviales.

Morbilidad de la zona donante y efecto cosmético	Baja morbilidad, baja incidencia de problemas de cierre, alteración sensitiva o intolerancia al frío. Lesión residual escondible y camuflable.	Alta morbilidad. Pérdida frecuente del injerto, exposición tendinosa y cierre diferido. Rigidez, intolerancia al frío y daño del nervio radial sensitivo, con adormecimiento y dolor en el pulgar. Defecto cosmético evidente.
--	---	--

Ilustración 27: Cuadro comparativo entre los colgajos fasciocutáneos del eje radial y cubital.

En este sentido, los trabajos de Haerly⁽⁵⁵⁾ y Häfner en el año 2003, han constituido un punto de inflexión a la hora valorar la dominancia vascular del antebrazo, así como la aplicabilidad clínica de estos ejes vasculares.

Los hallazgos de mediciones de presión de volumen y flujo vascular en los ejes arteriales radial y cubital, realizadas por Kleinert⁽⁶²⁾, Fleming y Dumaian⁽⁵⁰⁾, aunque realizadas en 1998, no tuvieron repercusión clínica hasta la confirmación hemodinámica del flujo circulante, realizada por medio de mediciones anatómicas sistematizadas y estudio Doppler color y Fotoplatismografía en pacientes vivos, realizados en el estudio de Haerle⁽⁵⁵⁾.

En dicho estudio, se comprobó que tanto anatómicamente (realizando una medición de los diámetros medios comparativos de los ejes radical y cubital a diferentes niveles), como fisiológicamente (comparando el volumen de flujo y la distribución del mismo en los tejidos irrigados), la dominancia vascular del tercio distal del antebrazo, así como la de la mano y los dedos, es preponderantemente realizada por el eje arterial radial.

Esto se debe, a que la presencia del tronco interóseo común, así como su subdivisión en arteria interósea anterior y posterior, determinan una disminución de flujo notorio en la arteria cubital, con la correspondiente disminución de su diámetro, así como de la dominancia de este eje en las arcadas palmares y por ende, en el flujo sanguíneo de la mano.

Al calcular la dominancia absoluta encontrada en la mano, en dicho estudio, se encontró que la arteria radial era dominante en el 75% de los casos analizados, comparándola con la arteria cubital que presentaba una dominancia de flujo del

orden del 25% ($p < 0.0001$). Estos hallazgos determinan un cambio de paradigma en el concepto de dominancia arterial del antebrazo y la mano, que se ha visto reflejado en el aumento creciente, del número de trabajos de investigación y publicaciones sobre el eje vascular cubita, así como en su aplicabilidad clínica.



II.9 ADAPTABILIDAD VASCULAR DEL MIEMBRO SUPERIOR.

Este concepto, difundido por Nagata⁽⁵¹⁾ y Nobuhisa, hace referencia a la capacidad del sistema circulatorio del miembro superior (en especial de los ejes y arcadas vasculares superficiales y profundas de la mano) de suplir una carencia significativa de flujo sanguíneo a través de la apertura de canales comunicantes y canales dependientes de presión y volumen⁽⁵⁷⁾, según se presente un marcado gradiente de presión en los mismos.

Los estudios de Lohr y Paget⁽⁴⁹⁾, demostraron los cambios hemodinámicos que se producen tras el sacrificio del tronco arterial radial en procedimientos de bypass coronario. Se aprecia en estos casos, un proceso de adaptabilidad dependiente de la integridad del sistema vascular superficial y profundo de la mano; donde la arcada palmar profunda, dependiente del eje cubital, suple la carencia del eje arterial radial a mediano plazo.

Esta constancia anatómica, es reportada en la literatura por Coleman y Anson⁽⁴³⁾, refiriendo que la integridad de dichos sistemas arteriales en una muestra estudiada de 650 especímenes fue completa para la arcada palmar profunda en el 97% de los casos, mientras que al analizar la arcada palmar superficial, se presentaba sólo en el 79% de los casos.

Se constata por tanto, una disminución significativa de flujo a nivel de los dedos índice y pulgar a corto plazo, que es paulatinamente sustituida a mediano o largo plazo.

Los estudios de Iida⁽⁵¹⁾, establecen que el desarrollo de circulación colateral en la mano, se establece alrededor del 2º mes, tras la sección de la arteria radial, hecho que apoya los hallazgos reportados por Lohr y Paget⁽⁴⁹⁾.

Sin embargo, existen múltiples reportes en la literatura especializada, en los que se hace referencia a la presencia de cambios tróficos e isquémicos relacionados con el sacrificio del eje radial (dominante) en la mano (Heller⁽⁷²⁾, Meland⁽⁶⁷⁾, Richardson⁽⁷⁰⁾, Boorman⁽⁶⁴⁾), los cuales se han correlacionado con la presencia de mayor demanda metabólica en la región (repetición de contracciones tónicas

musculares y pinch de la mano), así como con la presencia de situaciones estresantes para la circulación sanguínea, como pueden ser las disminuciones de temperatura el consumo intensivo de tabaco, o el aumento significativo de LDL en sangre.

Los trabajos de Koshima⁽⁵⁴⁾, Lohr⁽⁴⁹⁾ y Rodríguez⁽⁴⁴⁾ en el eje cubital, muestran una adaptabilidad vascular similar a la radial (desarrollo de colaterales a los 2 meses de la sección cubital), sin embargo, en dichos estudios se especifica la ausencia de complicaciones mayores, secundarias a la disminución de flujo vascular distal a nivel de la mano en aquellos pacientes en los que se sacrificó el eje cubital en vez del radial, demostrándose una menor tasa de complicaciones y efectos adversos.



II.10 CONCEPTO DE PERFORANTE DOMINANTE Y SEGUNDA DOMINANTE (CO-DOMINANTE) DE UNA REGIÓN ANATÓMICA.

Definimos como perforante dominante de una región, al sistema vascular perforante (no troncal) músculo-cutáneo, septocutáneo o directo, de mayor diámetro vascular en su punto de origen, y por consiguiente de mayor aporte sanguíneo teórico a la región anatómica en estudio.

En caso de encontrarse en la misma región anatómica, dos vasos perforantes de igual diámetro interno, se definirá la perforante dominante como aquel vaso de mayor longitud desde su punto de origen hasta su llegada a piel, siendo denominado como segunda dominante o co-dominante al vaso de menor longitud e igual diámetro.





UNIVERSITAS
del
Méndez

**CAPÍTULO
TERCERO
INVESTIGACIÓN**





III. INVESTIGACIÓN

III.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el Antebrazo:

1. Determinar el número medio de perforantes cutáneas directas dependientes de la arteria cubital, a la piel de la cara ántero-interna del antebrazo (incluyendo las ramas dominantes), así como su distribución y frecuencia de aparición.
2. Determinar la presencia de la/las arteria/s perforante/s dominante/s del antebrazo medida desde su entrada a la piel hasta su origen en el tronco común cubital sin incluir la arteria interósea común.
3. Determinar el diámetro medio de dicha/s arteria/s perforante/s dominante/s, así como su distribución y frecuencia de presentación.
4. Determinar el número medio de ramas musculares al FCU, FCSD, FCPD originadas en la arteria cubital.
5. Registrar las variantes anatómicas vasculares del antebrazo.
6. Valorar la distribución de perforantes cubitales mediales cutáneas, en los diferentes segmentos del antebrazo, así como la posibilidad de realizar diseños de colgajos con base anatómica para la aplicabilidad clínica reconstructiva.

En el Brazo:

1. Determinar el número medio, diámetro vascular y longitud media de las perforantes septocutáneas braquiales mediales directas a piel, con origen en la arteria braquial o troncos vasculares principales, y término en la piel de la cara ántero-interna del brazo.
2. Determinar la presencia, localización en la piel en relación al epicóndilo medial, de las arterias perforantes septocutáneas braquiales dominantes,

así como valorar su aplicabilidad clínica en el diseño y realización de colgajos fasciocutáneos.



3. Determinar el número medio de ramas musculares al Biceps braquial, Braquial anterior y Triceps braquial, originadas en la arteria braquial común.
4. Registrar las variantes anatómicas vasculares del brazo.
5. Valorar la distribución de perforantes braquiales mediales cutáneas, en los diferentes segmentos del brazo, así como la posibilidad de realizar diseños de colgajos con base anatómica, para la aplicabilidad clínica reconstructiva, en base a las perforantes vasculares dominantes de la zona.



III.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

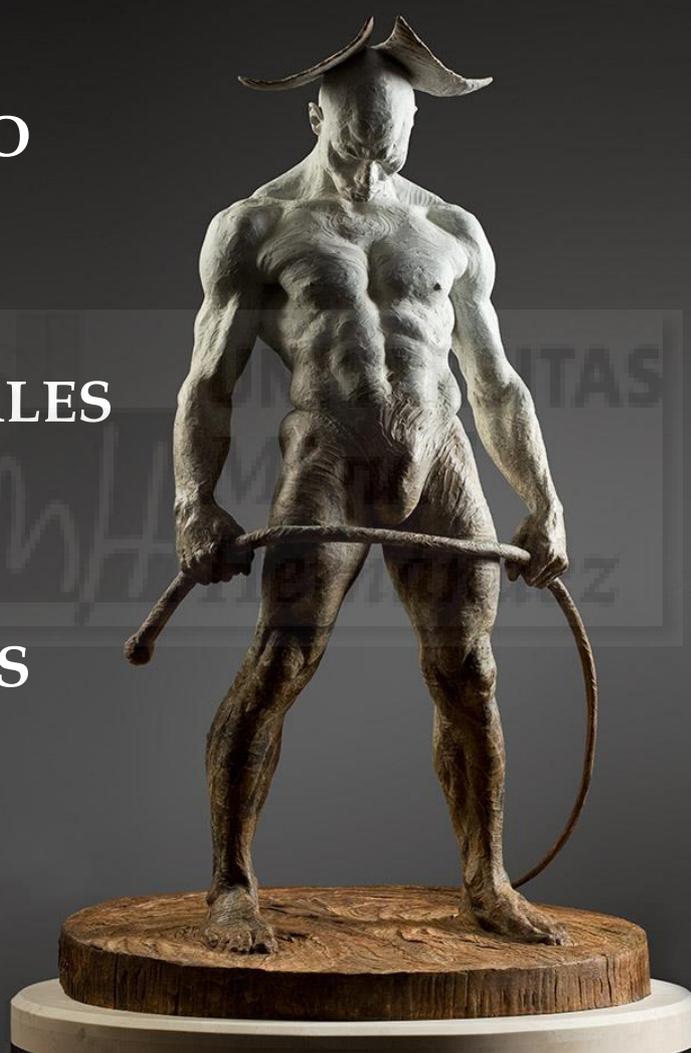
Nuestra primera hipótesis de trabajo es que tanto el eje vascular braquial como el antebraquial medial, constituyen fuentes fiables, predecibles y anatómicamente constantes de colgajos fasciocutáneos perforantes. Dadas sus ventajas notorias en la zona donante de tejido, pueden establecerse como la zona dadora de tejidos, más adecuada, para reconstrucciones microquirúrgicas libres y/o pediculadas.

Nuestra segunda hipótesis de trabajo es que existe una constancia anatómica, no descrita en la aparición de los vasos perforantes septocutáneos, que nutren dichas regiones, estableciéndose por tanto “zonas seguras” de disección microquirúrgica vascular, que permiten la realización y diseño de colgajos perforantes basados en dichos vasos.

Nuestra tercera hipótesis de trabajo es que una vez demostradas las dos hipótesis anteriores, se puede establecer un sistema de predicción de distribución vascular de perforantes septocutáneos dominantes (por coordenadas de localización), que permitiría la utilización de estos colgajos previamente definidos, sin el sacrificio de los troncos vasculares principales del brazo y antebrazo.



CAPÍTULO
CUARTO
MATERIALES
Y
MÉTODOS





IV. MATERIAL Y MÉTODOS

IV.1 ÁREA DE TRABAJO Y MÉTODO DE CONSERVACIÓN.

Con la autorización expresa del Departamento de Anatomía Humana y Fisiología de la Facultad de Medicina de la Universidad Miguel Hernández, y bajo la supervisión directa del Dr. José Francisco Salvador Sanz, catedrático de dicha institución; realizamos un total de 16 disecciones de piezas anatómicas, conservadas y preservadas en el área de disección para este fin designadas, de la facultad de medicina de dicha universidad.

Las piezas anatómicas consistían en 16 miembros superiores desarticulados a nivel escápulo-humeral, y preservados con el método de conservación de Thiel⁽¹⁰²⁻¹⁰⁴⁾, más inyección de látex líquido tintado, intravascular, (técnica propia de la facultad de medicina de la Universidad Miguel Hernández). De éstas, 7 correspondían a miembros superiores derechos y 9 a miembros superiores izquierdos, no pudiéndose establecer la correlación de dichas piezas con sus cadáveres de origen, dado que las piezas se encontraban ya desarticuladas y almacenadas en grupo en el momento de iniciar el estudio.

La solución de embalsamamiento está compuesta por ingredientes de base salina, que buscan mantener la textura, color, volumen, flexibilidad y forma de los tejidos embalsamados, manteniendo su apariencia lo más parecida posible a la de los tejidos vivos. La base fundamental de este método de conservación, es la desnaturalización proteica y la homogeneización de los tejidos tratados ⁽¹⁰²⁾. Se realiza una infusión de solución básica (14000ml) por cadáver, específica para cada tejido, durante un periodo de 3 días, tras los cuales, los cadáveres son almacenados en contenedores llenos de dicha solución, durante 6 meses. En este momento, se realiza la inyección de látex color mediante bombeo a presión, a través de un abordaje de los vasos femorales (200 ml de látex / Kg peso)⁽¹⁰⁴⁾.

La preparación de los cadáveres así como su manipulación y posterior cremación al terminar las disecciones, quedó a cargo del personal especializado del departamento de anatomía quirúrgica.



IV. 2 MATERIALES DE DISECCIÓN:

- Gafas de disección microquirúrgica sin graduación, con lupa de aumento de X 2,5.
- Hoja de bisturí del número 21, y 15 con sus correspondientes mangos de agarre.
- Pinza de Adson con dientes.
- Pinza de Adson sin dientes.
- Pinza vascular de 12 cm de longitud.
- Tijera de disección de Stevens de 12 cm de longitud.
- Separadores autostáticos (2) de cuatro dientes retractores de 12 cm de longitud con apertura máxima de 9 cm.
- Pinzas de mosquito (4) de 10 cm de longitud.
- Porta agujas de 14 cm de longitud.
- Disector nervioso de punta roma.
- Suturas de Seda trenzada del número 2/0.



Ilustración 28: Material de disección.

IV.3 MATERIAL DE MARCAJE Y SEÑALIZACIÓN:

- Rotulador permanente: EDDING 3000 con punta de 1,5 – 3 m/m, color negro y azul.
- Segmentos de alambre rojo, amarillo, naranja, blanco y marrón de 1 mm de grosor, y 10 cm de longitud.
- Alfiler de 2.5 cm de longitud, con cabeza plástica en color negro, rojo, amarillo, blanco, azul y verde.



IV.4 MATERIALES DE MEDICIÓN:

- Compás de 21 cm, con regla milimetrada de 20 cm.
- Regla milimetrada rígida de 40 cm.
- Cinta milimetrada flexible.
- Pie de rey electrónico digital de 150mm

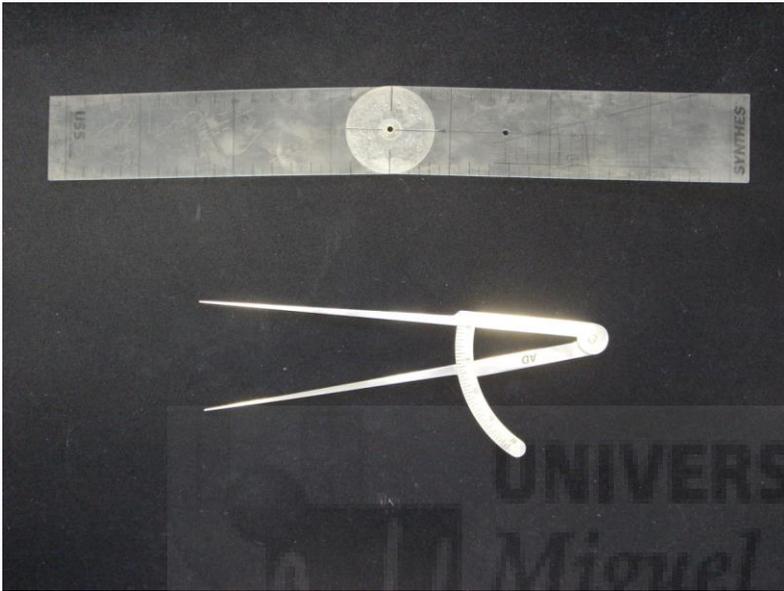


Ilustración 29: Material de medición.



Ilustración 19: Pie de Rey digital

IV.5 MATERIALES DE REGISTRO FOTOGRÁFICO:

- Cámara digital SONY Cyber-shot DSC-M2, de 5.1 mega PIXELES, con lente Carl Zeiss 3,5 - 4,4 / 6,3 - 19,0.
- Tarjeta de memoria extraíble de 32 GB, Transcend HC.



IV.6 MÉTODO DE DISECCIÓN:

a. **PUNTOS DE REFERENCIA:** Se realiza el marcaje de los puntos óseos de referencia con rotulador indeleble azul y se toma el primer registro fotográfico especificando la fecha de la disección, el número de pieza diseccionada y si se trata del miembro superior izquierdo o derecho.

a. Puntos de referencia óseos:

- i. Hueso Pisciforme.
- ii. Epicóndilo Medial.
- iii. Articulación Acromio - Clavicular homolateral.

Se miden y registran las distancias en centímetros entre estos puntos de referencia, así como los diámetros braquiales y antebraquiales a nivel del punto medio de las mediciones precedentes⁽¹⁰¹⁾.



Ilustración 29: Pieza 1 (Véase anexo X.)

Nota: El Epicóndilo Medial, se toma desde este momento, como punto de referencia base para las mediciones de todas las arterias perforantes y fasciocutáneas directas, tanto a nivel braquial como antebraquial, dada la facilidad de su localización, así como su ubicación en el medio del eje de disección.

Nota₂: La denominación de las arterias perforantes y fasciocutáneas directas estudiadas, se realizará basándose en su proximidad de origen al polo cefálico del segmento anatómico estudiado, independientemente de utilizar el epicóndilo medial como punto de referencia para las mediciones registradas.



b. DISEÑO DE INCISIONES:

ANTEBRAQUIAL: Se traza una línea de puntos discontinuos que sigue el eje longitudinal del antebrazo uniendo el espacio entre el tendón distal de los músculos Palmaris Longus y Flexor Carpi Radiales, con la inserción del tendón del Bíceps Braquial. Se traza una línea perpendicular a esta primera línea de incisión, a nivel de la articulación radio-carpal desde el Flexor Carpo Radial, al Flexor Carpo Ulnar.

BRAQUIAL: Se continúa la línea de incisión trazada en el antebrazo, desde la inserción del tendón del Bíceps Braquial a la articulación Acromio-Clavicular del hombro homolateral.



Ilustración 30: Diseño de incisiones, Pieza Nº 7. (Véase anexo X.)

c. **TÉCNICA DE DISECCIÓN:** La incisión inicial, se realiza con el bisturí del número 21, cortando únicamente la epidermis y dermis de toda el área delimitada inicialmente. Se continúa la disección con un vector perpendicular a la piel con bisturí del número 15, preservando la integridad del sistema venoso braquial y antebraquial, así como de las posibles ramas perforantes y fasciocutáneas directas, que se visualizan en el tejido subdérmico. Del mismo modo, se preservan en la medida de lo posible, las ramas nerviosas sensitivas subcutáneas, retrayéndolas hacia los márgenes medial y lateral de la incisión planteada.

Desde este momento, toda la disección y estudio, se realiza utilizando gafas de magnificación óptica (x 2.5).



Ilustración 31: Exposición de la disección, pieza N°7. (Véase anexo X.)

Para efectos descriptivos, dividiremos la disección anatómica en dos partes:

c.1 DISECCIÓN ANTEBRAQUIAL: La disección del antebrazo se inicia en el plano suprafascial con una orientación radio-cubital, desde la línea medial hasta el flexor común superficial de los dedos. En este momento se pasa al plano subfascial, para preservar las ramas perforantes y controlar en todo momento, la integridad de la arteria cubital a estudiar.

Se realiza la disección micro-vascular roma y atraumática de distal a proximal. Utilizamos para ello las tijeras de disección de Stevens, las pinzas Adson sin dientes, y el disector nervioso designado, consiguiendo exponer la arteria cubital, así como de todas sus ramas vasculares cutáneas y musculares.

Se toma especial interés, en la disección escrupulosa de las ramas perforantes y fasciocutáneas de la arteria cubital (dado que constituyen la base anatómica, que nos permitirá la disección simulada de los colgajos fasciocutáneos pediculados - libres) y musculares (para su adecuado registro y medición).

Disecamos conjuntamente el Nervio Cubital, retrayéndolo hacia el lado medial del antebrazo.



Ilustración 32: Transiluminación cutánea de las perforantes antebraquiales. (Véase anexo X.)

Realizada esta primera fase de la disección, se continúa la misma, siguiendo el trayecto de la arteria cubital entre el Flexor Carpi Ulnaris y el Flexor Común Profundo de los Dedos; utilizando para ello el retractor autostático, y separando el Flexor Común Superficial de los dedos. Para acceder al tercio proximal de la arteria cubital, y con ello visualizar tanto el origen de la Arteria Interósea común como el tronco interóseo-cubital, realizamos la sección transversal del músculo Pronador Redondo, así como su retracción vertical.

Posteriormente, pasamos a la disección de la Arteria Radial, pese a no estar ésta, incluida en los objetivos del estudio.

Esta disección, se realiza de igual modo que la de la Arteria Cubital precedente, dado que permitirá la visualización y correcta medición de la bifurcación braquial, así como la detección de patrones vasculares anómalos o infrecuentes.

En caso de encontrarse alguna rama perforante o fasciocutánea directa desde la arteria radial hacia la cara interna del antebrazo, dichas ramas se preservan, registran y localizan, para completar el estudio de la irrigación medial de la piel del antebrazo.

Si dichas ramas, interfieren en la disección y estudio de las ramas cubitales (objetivo de nuestro estudio), procederemos a la sección de las referidas ramas vasculares, previo registro fotográfico y medición de las mismas.

Para terminar la disección, se realiza el marcaje de las estructuras anatómicas que a continuación se especifican, con alfileres de colores

Estructuras anatómicas a marcar en el antebrazo:

1. Arteria cubital Dos alfileres rojos.
2. Arteria radial Dos alfileres negros.
3. Nervio cubital Dos alfileres amarillos.
4. Ramas perforantes fasciocutáneas directas cubitales Un alfiler rojo.
5. Tronco común de la arteria interósea. Dos alfileres blancos.

c.2 DISECCIÓN BRAQUIAL: Se realiza a través de la línea media braquial trazada, utilizando el bisturí del número 21 hasta atravesar el plano dermo-epidérmico. Se procede a la disección del plano subdérmico utilizando la hoja del bisturí del número 15, hasta atravesar la fascia superficial del bíceps braquial y continuar en el plano subfascial.

Se preserva con especial interés la integridad del sistema venoso superficial, así como de las ramas nerviosas sensitivas braquiales.

Se determina la presencia de ramas vasculares perforantes o fasciocutáneas directas siguiéndolas en el plano subfascial hasta su origen vascular troncal.

Para realizar dicha disección en el tercio distal del brazo, se hace imperativo la sección de la vena comunicante basilíco-cefálica, así como su retracción medial y lateral, respectivamente.

Procedemos a la disección del septo intermuscular braquial/bicipital, exponiendo la totalidad de la arteria braquial de distal a proximal, y utilizando para ello, la técnica roma y atraumática de disección micro-vascular estándar. Se realiza una disección sistemática de los sistemas vasculares dominantes del brazo entendidos como el eje vascular braquial, la arteria braquial profunda, la arteria braquial colateral superior e inferior, la arteria recurrente cubital anterior.

d. SEÑALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS:

Una vez terminada esta disección se procede al marcaje y señalización de los elementos vasculares referidos según se especifica a continuación:

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Arteria braquial | Dos alfileres rojos. |
| 2. Arterias perforantes braquiales | Un alfiler rojo. |
| 3. Plexo braquial y nervios cutáneos | Un alfiler amarillo. |
| 4. Arteria braquial profunda | Dos alfileres negros. |
| 5. Arteria braquial colateral superior | Dos alfileres blancos. |
| 6. Arteria braquial colateral inferior | Dos alfileres blancos. |
| 7. Arteria recurrente cubital anterior | Un alfiler verde. |

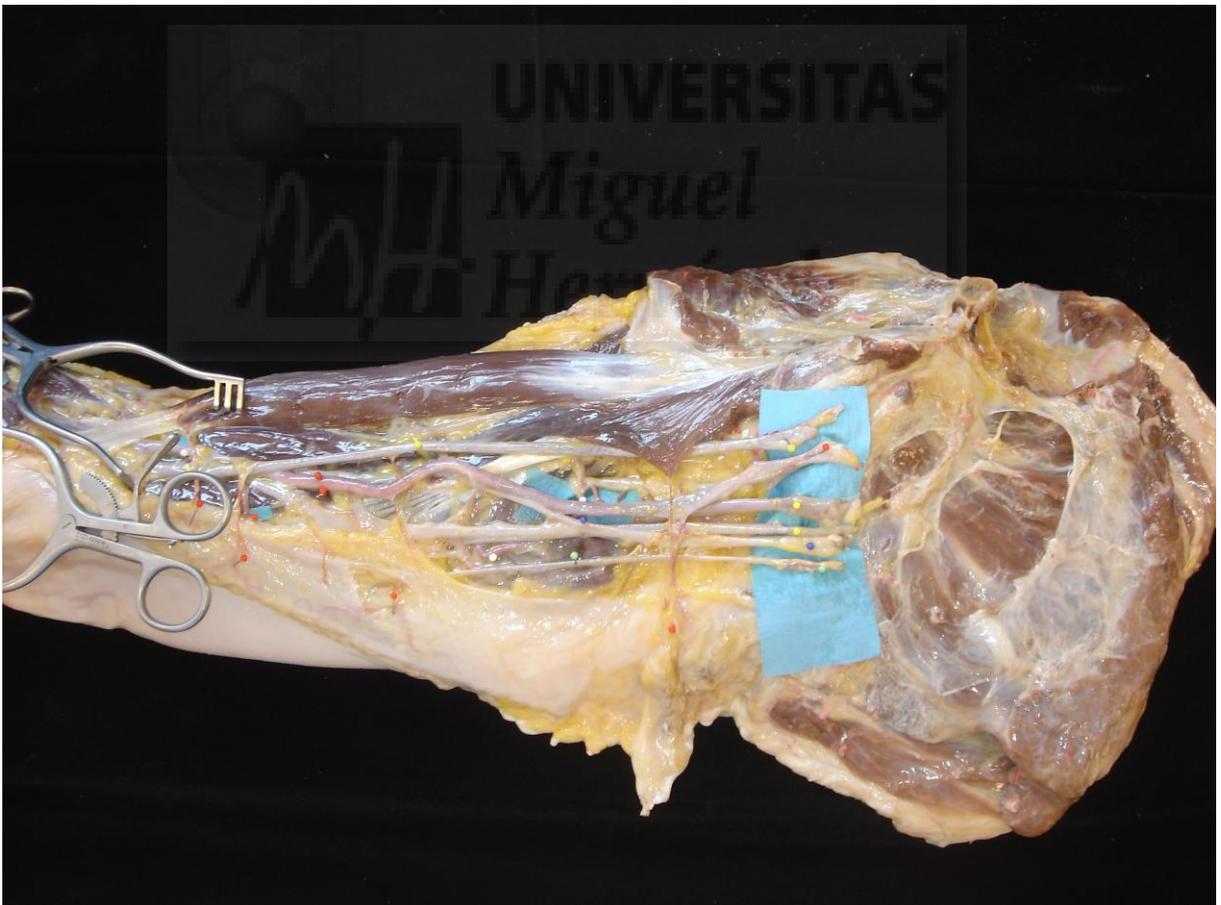


Ilustración 20: Señalización de estructuras relevantes en el brazo. Pieza Nº5 (Véase anexo X.)

8. Arteria cubital	Dos alfileres rojos
9. Arteria radial	Dos alfileres negros
10. Arteria Interósea común	Dos alfileres blancos
11. Arterias perforantes cubitales	Un alfiler rojo
12. Arterias perforantes radiales	Un alfiler negro
13. Nervio cubital	Un alfiler amarillo

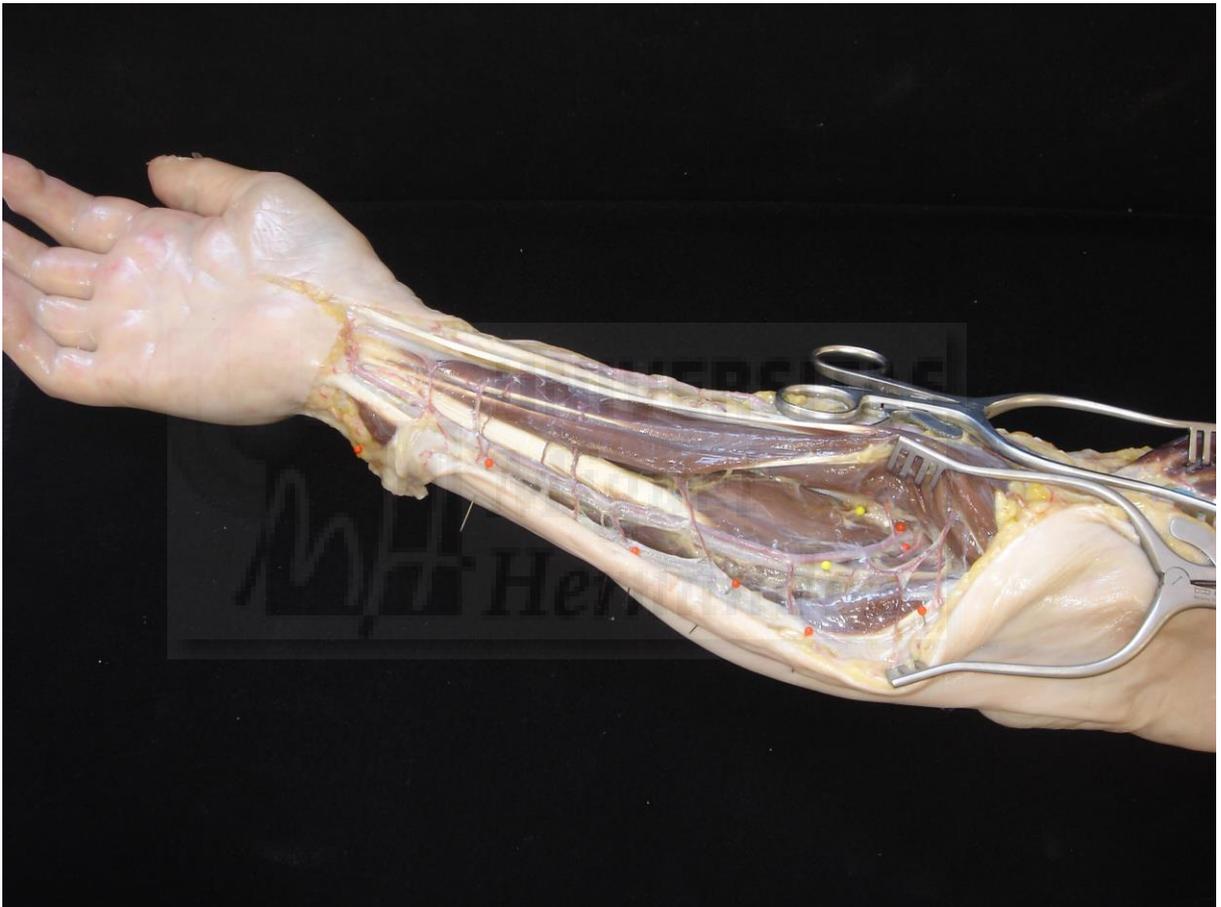


Ilustración 21: Señalización de estructuras relevantes en el antebrazo. Pieza Nº5. (Véase anexo X.)

Se procede entonces al registro fotográfico y la medición de las variables a estudio.

IV.7 REGISTRO FOTOGRÁFICO/PROYECCIONES:

Se toman dos proyecciones fotográficas panorámicas del antebrazo y del brazo.

Se toman múltiples proyecciones fotográficas del tercio distal y proximal del antebrazo, haciendo especial hincapié en la ejemplificación del sistema perforante dominante en cada región.

A nivel braquial, se resaltan y fotografían los ejes vasculares dominantes, así como su interrelación y anastomosis.

Se procede al fotografiado del sistema vascular subdérmico del brazo y antebrazo, señalado por transiluminación. Todas las imágenes obtenidas son archivadas para su posterior análisis y estudio.

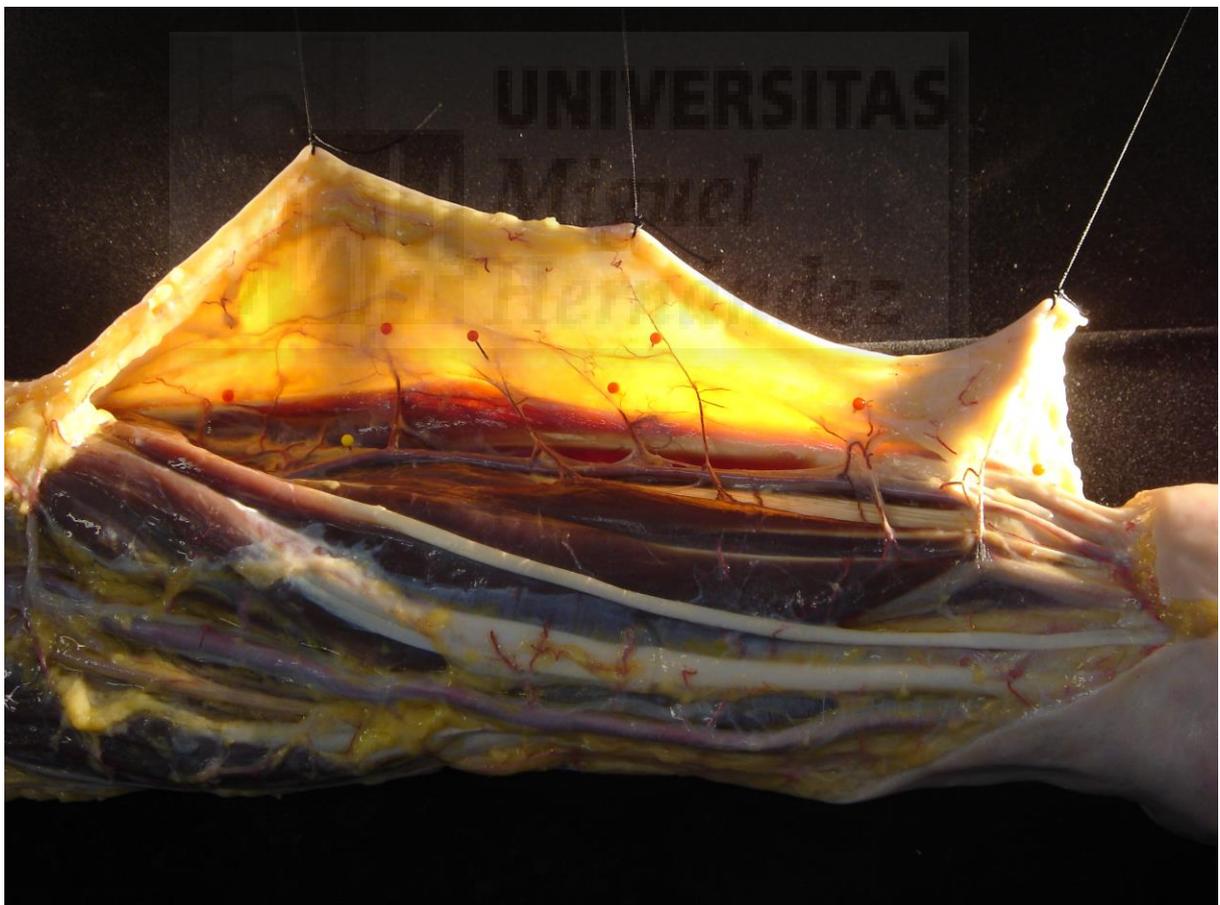


Ilustración 22: Transiluminación cutánea tras marcaje de elementos anatómicos buscados. Pieza N°5 (Véase anexo X.)

IV.8 TOMA DE MEDIDAS Y REGISTRO DE DATOS:

La toma de medidas anatómicas se realiza de distal a proximal, utilizando el epicóndilo medial como punto de referencia óseo fijo. Todas las variables anatómicas estudiadas se referirán a partir de este momento en relación a dicho punto de referencia.

Se determina inicialmente la presencia de alguna variación anatómica remarcable y de estar esta presente, se reseña en la hoja de almacenamiento de datos como variante anatómica, procediendo a su descripción y fotografiado (véase Anexo; X.I Gráficas de registro de datos).

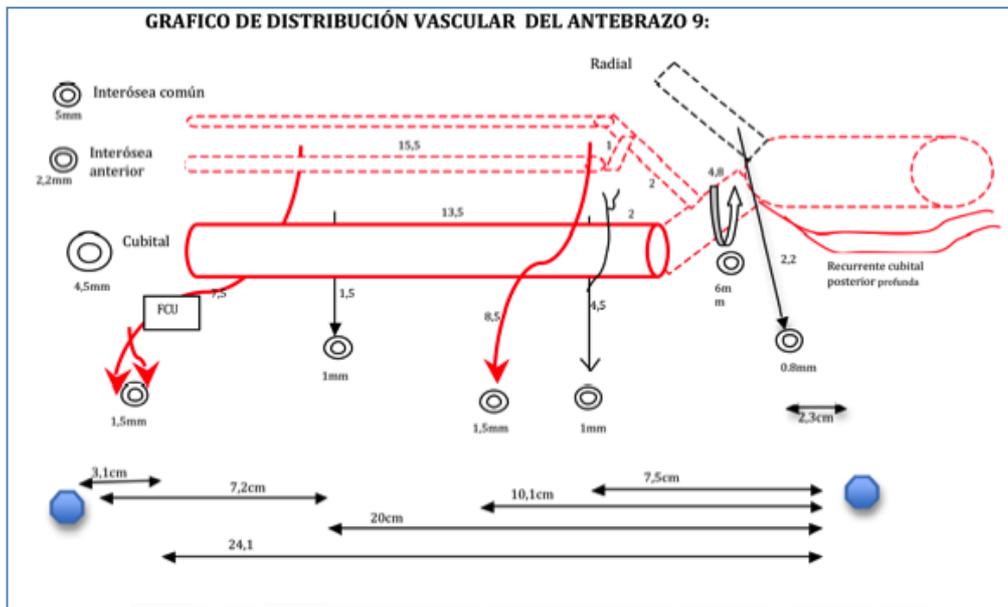
Mediciones en el eje cubital:

Se determinan como variables, a cada una de las perforantes septocutáneas y músculo cutáneas, presentadas en el eje vascular cubital, valorándose su número, distribución, longitud y diámetro vascular en su punto de origen. Dicha información es registrada en la hoja de registro de datos, realizándose además un registro gráfico de la distribución vascular presentada (véase el gráfico de distribución vascular del brazo y antebrazo en el apéndice X.I).

Se mide la longitud entre la bifurcación de la arteria cúbito radial al tronco común interóseo.

Se mide la longitud entre la arteria interósea, y las perforantes cubitales presentadas (longitud máxima de los pedículos cubitales posibles).

Se mide la longitud entre el epicóndilo medial y cada una de las perforantes cutáneas, en su punto de llegada a la piel. Se mide la longitud entre el apéndice pisciforme y la perforante más distal del eje cubital. A este nivel, se disecciona y registra, la presencia de ramas colaterales distales, así como la anastomosis del sistema perforante cubital distal, con el sistema vascular del músculo pronador cuadrado.



Ejemplo de gráfico de almacenamiento de datos a nivel antebraquial. (Véase Anexo X.1 pieza 9)

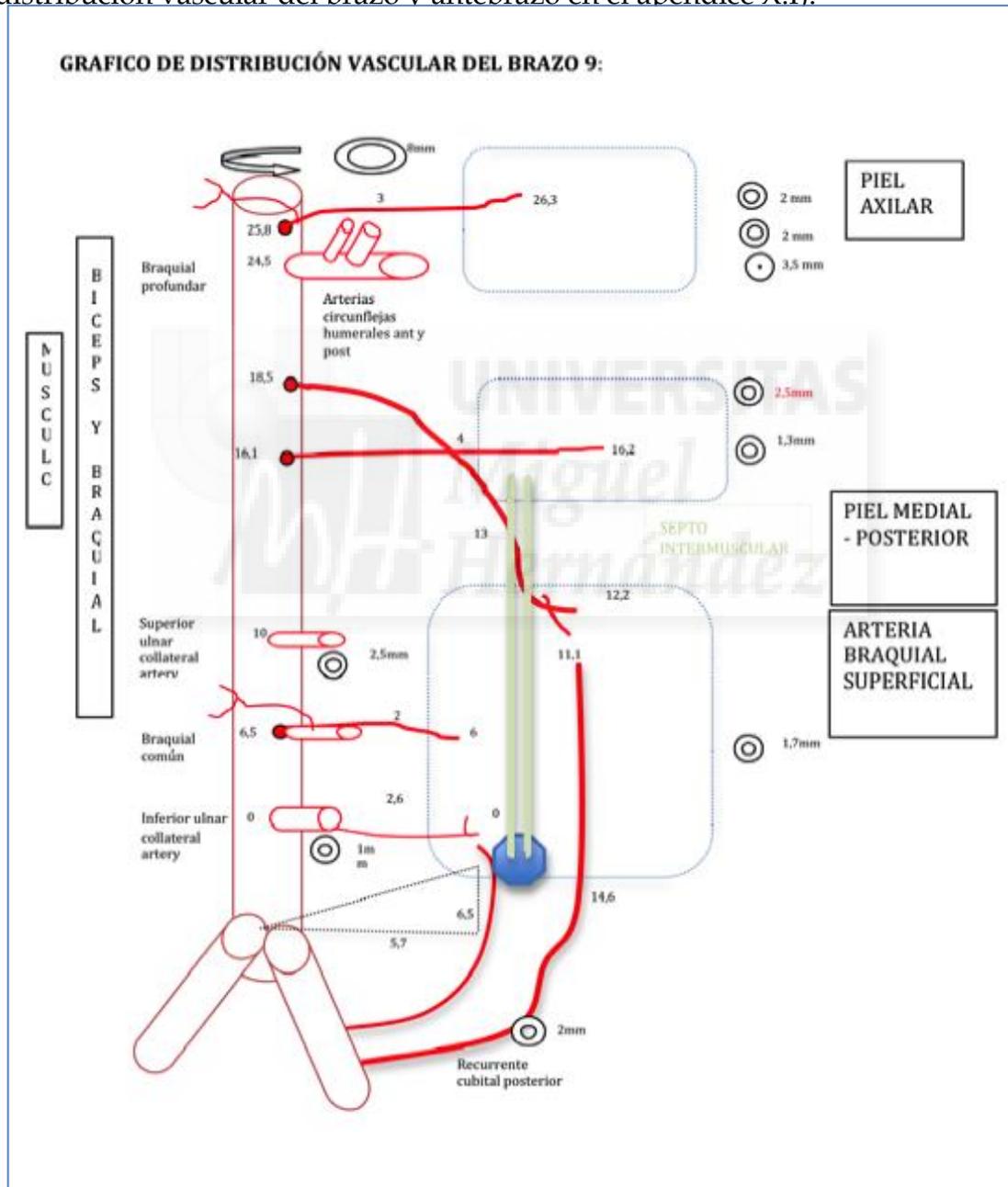
Se seccionan las ramas perforantes cutáneas, a nivel de su punto de origen cubital realizándose una medición de los diámetros de dichas perforantes.

Se secciona la arteria cubital en su porción proximal y el tronco interóseo común, realizándose una medición de su diámetro interno.

Se cuantifican y posicionada las ramas perforantes musculares al músculo flexor común superficial de los dedos (FCS), al músculo flexor profundo común de los dedos (FCP), y al músculo flexor carpo ulnaris (FCU).

Mediciones en el eje braquial:

Se determinan como variables, a cada una de las perforantes septocutáneas y músculo cutáneas, presentadas en el eje braquial, valorándose su número, distribución, longitud y diámetro vascular en su punto de origen. Dicha información es registrada en la hoja de registro de datos, realizándose además un registro gráfico de la distribución vascular presentada (véase el gráfico de distribución vascular del brazo y antebrazo en el apéndice X.I).



Ejemplo de gráfico de almacenamiento de datos a nivel braquial. Véase Anexo X.1 pieza 9.

Determinamos la longitud de la arteria braquial (desde el músculo teres menor a la bifurcación), el diámetro interno de la arteria braquial en su punto medio.

La altura de salida de la arteria colateral cubital superior e inferior en relación al epicóndilo medial.

La altura de salida de la arteria braquial profunda al epicóndilo medial

A nivel de las perforantes braquiales, se determina el punto de salida y de llegada a piel, así como el recorrido, diámetro en su origen y orientación, de todas las perforantes cutáneas directas septales.

En los casos donde se apreciaron, también se midieron y registraron del mismo modo, todas las perforantes procedentes de la arteria colateral cubital superior e inferior así como la presencia de comunicantes o arcadas vasculares con la arteria recurrente cubital anterior.

Se registra y señala, el pedículo vascular máximo de la arteria perforante dominante.

**CAPÍTULO
QUINTO
RESULTADOS**





V. RESULTADOS

Realizamos el diseño y elaboración de la base de datos estadística, con el asesoramiento de Don. Juan José Miralles, informático perteneciente al departamento de Epidemiología y Salud Pública de la Universidad Miguel Hernández.

El procesamiento estadístico, se realizó a través del programa IBM SPSS Statistics Professional, obteniéndose una serie de resultados que procedemos a describir y explicar.

V.1 BRAZO:

Las piezas estudiadas se distribuyen en 7 brazos derechos y 9 izquierdos.

Las 16 piezas anatómicas disecadas, presentan una longitud media, medida desde la articulación acromio-clavicular hasta el epicóndilo interno, de 35,3 cm, siendo sus valores máximos y mínimos de entre 40 y 31 cm respectivamente. Dada la orientación aplicativa de este estudio, se determina la longitud del brazo a partir del epicóndilo interno hasta la inserción del músculo bíceps, apreciándose un valor medio de 24,6 cm.

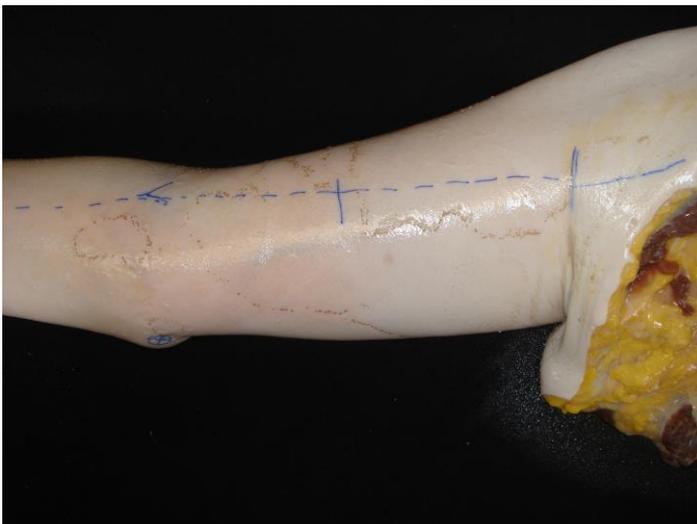


Ilustración 23 Pieza siete, ejemplo de parámetros de medición braquial

El diámetro medio del brazo, medido en el punto medio de la medición anterior es de 26,9 cm.

Al analizar la longitud y diámetro de la arteria braquial, apreciamos una longitud media de 27,7 cm (36,5 - 8,5 cm) y un diámetro medio de 6,85 mm (5 - 9 mm),

siendo acordes con la literatura consultada.



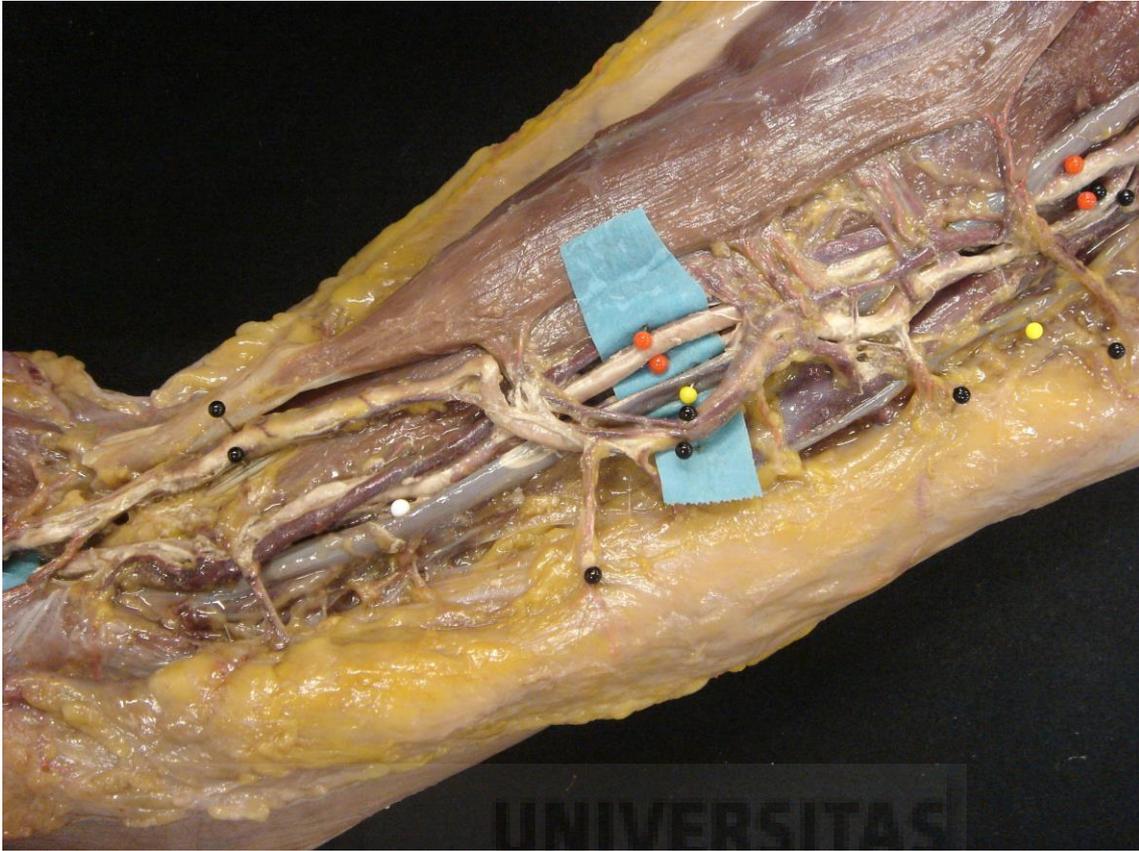


Ilustración 24: Pieza Nº 4, división anómala temprana de la arteria braquial en el punto medio braquial. Arteria radial (dos alfileres negros) Arteria cubital (dos alfileres blancos). Anexo X.3.

En la pieza anatómica número 4, se aprecia un marcado acortamiento de la longitud de la arteria braquial, secundaria a una división temprana de la misma en el tercio medio/proximal del brazo, estando ésta presente a 20,2cm del epicóndilo medial. Dicha división determina un nacimiento de las arterias radiales y cubitales respectivamente, anómalos, pese a que a nivel antebraquial, la distribución de sus perforantes dominantes y co-dominantes (segunda dominante) es normal.



Ilustración 25: Pieza Nº 8: Distribución arterial braquial normal. Arteria braquial (dos alfileres rojos). Arteria colateral braquial superior e inferior (un alfiler blanco).

Determinamos también la presencia y localización y diámetros de las arterias colaterales cubitales superiores e inferiores, tomando como punto de referencia el epicóndilo medial.

Encontramos una localización media de la arteria colateral cubital superior a 15,4 cm del epicóndilo medial, presentando un diámetro medio de 2,5 mm.

La arteria cubital colateral inferior se presenta a 5cm del epicóndilo medial, y presenta un diámetro medio de 2 mm.

Estos datos, son de gran relevancia dado que como veremos en la discusión de este trabajo, existe una clara correlación entre la presencia de arterias perforantes dominantes y segundas dominantes, con el origen de la arteria

colateral cubital superior y en menor medida con la arteria colateral cubital inferior.



La arteria braquial profunda, se encuentra a 23.4 cm del epicóndilo medial, presentando un diámetro medio de 4.2 mm (varianza de 1.36)

	Media	Int Conf al 95%	Mediana	Varianza	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Amplitud Intercuar.
EPICON - INT ACROMIO	35,344	34,110 36,577	35,250	5,357	2,315	31,5	40,0	3,1
EPICOND INT-INS/PECTO	24,650	23,564 25,736	24,700	4,153	2,038	20,0	29,5	1,4
DIAMETRO BRAZO	26,963	25,071 28,854	28,000	12,597	3,549	19,5	32,0	4,8
LONG ART BRAQUIAL	27,725	24,721 30,729	28,500	31,778	5,637	8,5	36,5	2,7
DIAMETRO ART BRAQUIAL	6,850	6,165 7,535	7,000	1,652	1,285	5,0	9,0	2,2
EPICOND - ACCI	5,006	3,997 6,015	5,500	3,585	1,893	0,0	8,2	1,9
DIAMETRO ACCI	2,056	1,636 2,477	2,000	0,623	0,789	0,0	3,3	0,5
EPICON-ACCS	15,400	11,958 18,842	14,400	41,715	6,459	0,0	29,0	6,3
DIAMETRO ACCS	2,506	2,056 2,956	2,500	0,713	0,844	0,0	3,5	1,0
EPICON-BP	23,425	21,432 25,418	22,400	13,982	3,739	19,5	34,0	2,7
DIAMETRO BP	4,281	3,659 4,904	4,000	1,364	1,168	2,8	7,0	1,4
TOTAL PFB DIRECTAS	4,688	3,740 5,635	4,000	3,163	1,778	2,0	8,0	2,5
UNION PFB A ART RCP	0,625	0,359 0,891	1,000	0,250	0,500	0,0	1,0	1,0
LONGITUD RCP	12,581	9,511 15,652	13,200	33,204	5,762	0,0	18,8	7,0
DIAMETRO RCP	1,906	1,461 2,351	2,000	0,698	0,835	0,0	3,0	0,8

Tabla descriptiva:

N=16 cadáveres

Se determinan y cuantifican la presencia de ramas de la arteria braquial a los músculos circundantes.

Se encuentra una media de 4.8 ramas directas procedentes de la arteria braquial al músculo bíceps braquial, 8.1 ramas al músculo braquial anterior y 2.8 ramas al músculo tricipital en su porción medial.

	Media	Int Conf al 95%	Mediana	Varianza	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Amplitud Intercuar.	
RAMAS A BICEPS BR	4,813	3,779	5,846	4,500	3,763	1,940	2,0	9,0	2,8
RAMAS A BRAQ ANT	8,188	6,865	9,510	7,000	6,163	2,482	5,0	13,0	4,0
RAMAS A TRICEPS	2,875	1,924	3,826	3,000	3,183	1,784	0,0	5,0	2,8

Tabla descriptiva:

N=16 cadáveres

El estudio de las arterias perforantes directas de la arteria braquial a la cara interna del brazo (a piel), muestra una media de perforantes directas de 4.68 (mínimo 2 - máximo 8), una mediana de 4, y una desviación típica de 1.78. En ningún caso se constató la ausencia de perforantes cutáneas directas en toda la cara interna del brazo.

Determinamos la salida a piel de cada perforante, así como su diámetro medio y longitud. Esto nos permite segmentar las 75 perforantes presentadas, y definir la perforante dominante de este segmento anatómico, así como la segunda dominante.

Definimos la perforante dominante del brazo como la perforante cutánea con mayor diámetro en su punto de origen para cada pieza anatómica, y en caso de encontrarse dos perforantes con el mismo diámetro en su punto de origen, se definirá como dominante, a aquella con la mayor longitud.

Se define como la segunda perforante dominante, como aquella perforante vascular, cuyo diámetro sea el segundo más grande de los presentados, y en caso de existir más de una perforante con el mismo diámetro, se determina como la segunda perforante dominante, a aquella que presente una longitud mayor desde su punto de origen en la arteria braquial, hasta la salida a piel de la misma.

	Media	Int Conf al 95%	Mediana	Varianza	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Amplitud Intercuar.
EPICON-SAL PIEL PFB	11,464	9,744 13,184	9,000	55,883	7,475	0,2	28,5	10,5
LONG - PFB	5,243	4,458 6,027	4,200	11,619	3,409	1,8	19,0	3,0
DIAMETRO - PFB	1,588	1,424 1,752	1,500	0,508	0,713	0,5	3,5	1,0

Descriptivo de los PF del Brazo en cm.

N= 75 puntos perforantes.

De estos datos, podemos inferir, que el mayor porcentaje de perforantes braquiales se encontrarán en los tercios medios de las piezas anatómicas estudiadas, siendo sus diámetros medios constantes y del orden a 1,5mm con un intervalo de confianza ala 95% de entre 1,4 y 1,7.

No obstante, si seguimos la línea de disección trazada desde el epicóndilo medial, hasta la articulación acromio-clavicular subdividiendo a través de dicho segmento anatómico la inserción del músculo pectoral mayor, encontramos que la salida a piel de las perforantes cutáneas, aunque tienen una mayor presentación a 11,46 cm (medidos desde el epicóndilo medial), no guardan una distribución segmentaria o agrupación aparente, como la que veremos en el antebrazo.

Dicha presentación un tanto anárquica de las perforantes directas, se encuentra acorde a los datos revisados en la literatura actual (9, 45; 93, 100, 101) .

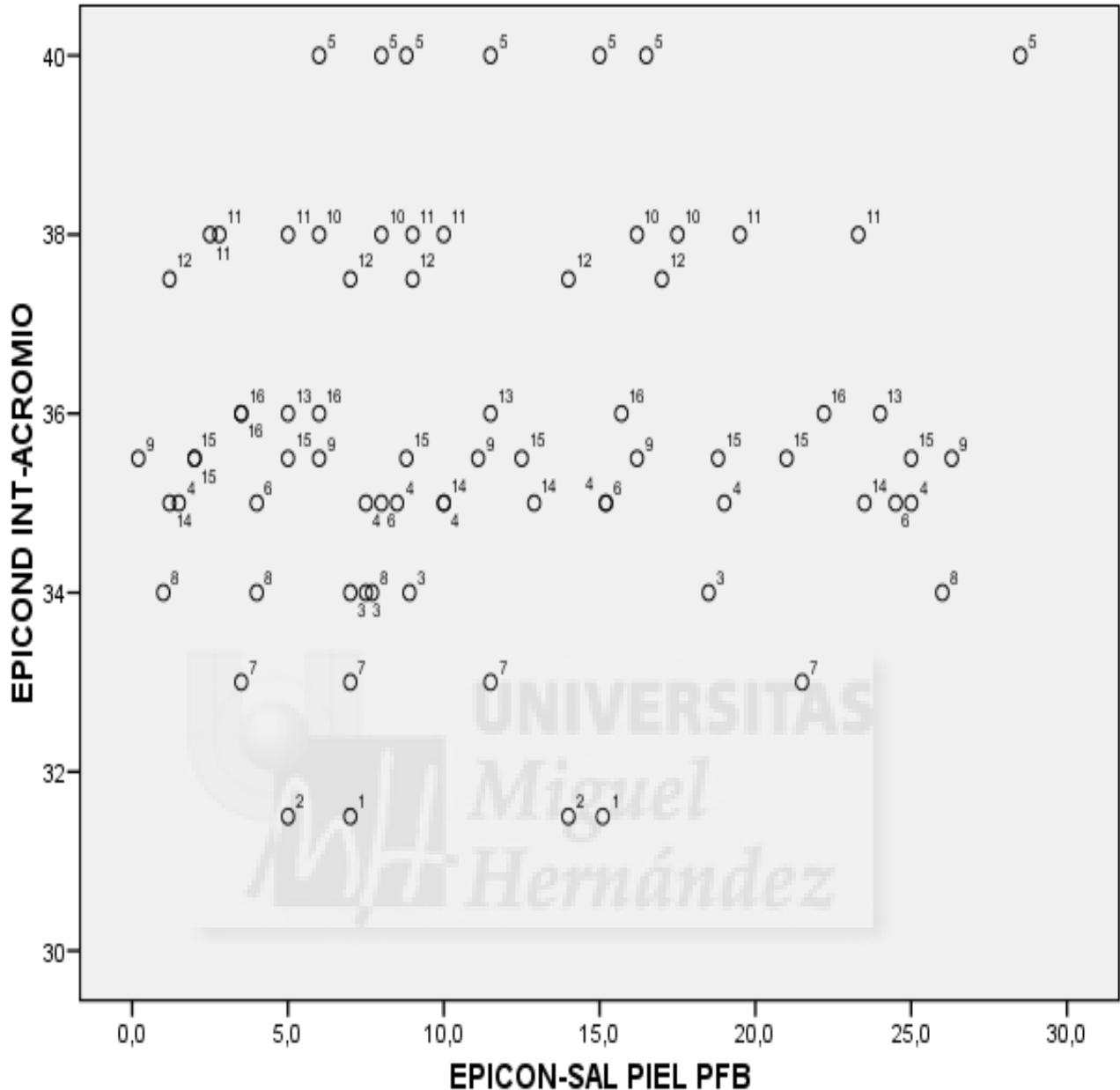


Gráfico de dispersión de la longitud de los Puntos Perforantes según tamaño del brazo.

La longitud media de dichas ramas perforantes es de 5,2 cm (intervalo de confianza al 95%, de 4,4 - 6,0 cm), medida desde su origen en la arteria braquial hasta su salida en la piel. El diámetro medio de estas perforantes es de 1,5 mm con un mínimo de 0,5 y un máximo de 3,5 mm, presentando dichos diámetros un intervalo de confianza del 95%, entre 1,42 y 1,75 mm.

Como se puede apreciar en el gráfico presentado, la salida a piel de las diferentes perforantes estudiadas no guarda una distribución topográfica segmentaria en la longitud total del brazo. Presentan por tanto una distribución longitudinal aleatoria, que no guarda una pauta o patrón identificable en nuestro estudio.

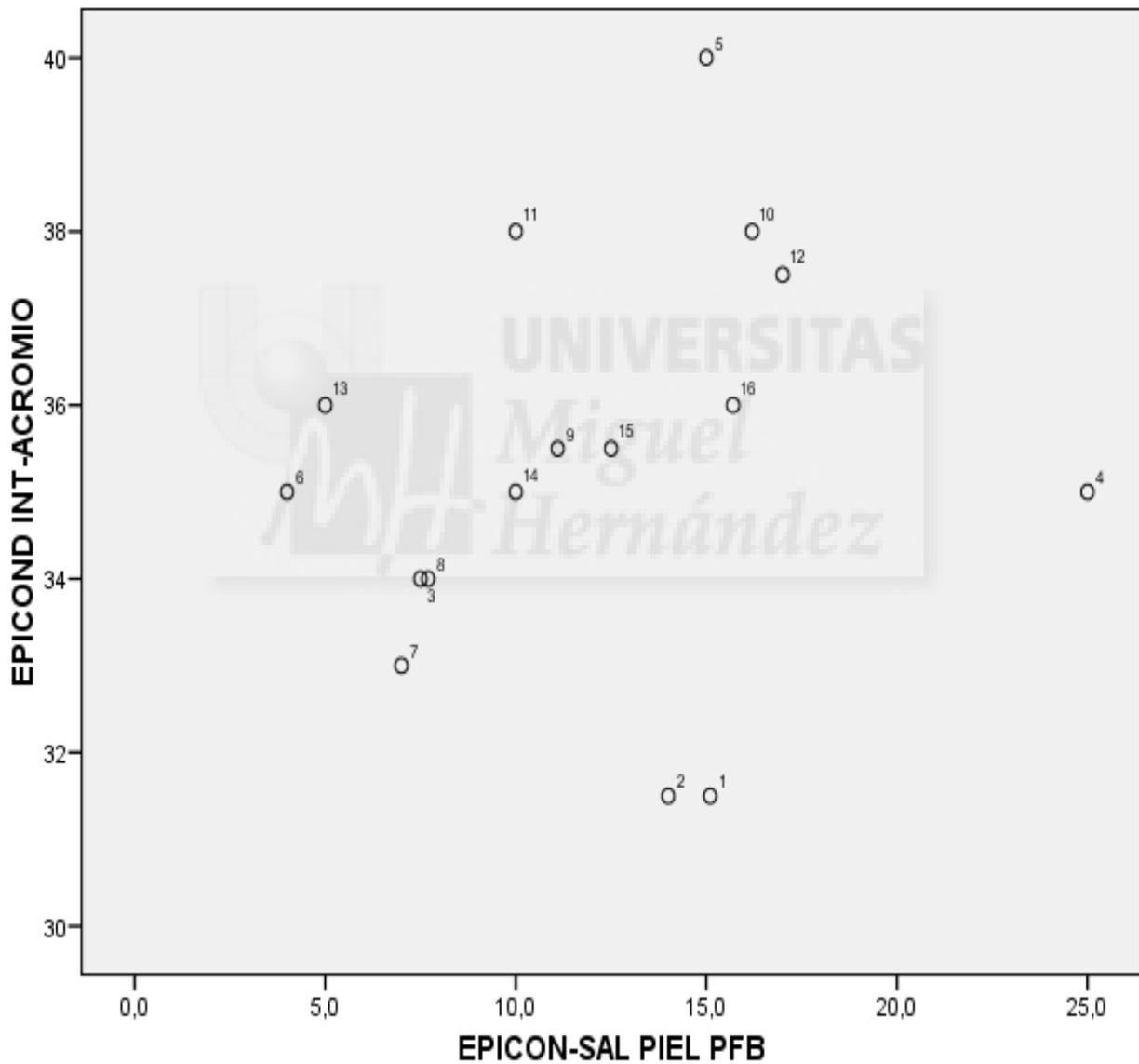
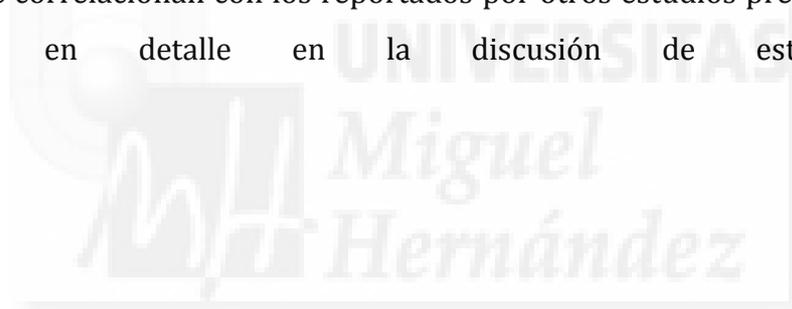


Gráfico de dispersión de la longitud de los vasos perforantes, según tamaño del brazo.

Resulta significativo apreciar que la longitud del miembro estudiado no determina un cambio en la forma y distribución de aparición de las arterias perforantes directas en su eje longitudinal.

Al analizar la distribución de las perforantes dominantes con relación al septo intermuscular bicipital, apreciamos como hallazgo significativo que los brazos de mayor longitud presentan una distribución de las perforantes dominantes por debajo del septo muscular, mientras que los más cortos presentan una distribución mayor de las mismas por arriba del septo intermuscular.

Analizando las imágenes y gráficas de registro de distribución vascular (Véase anexo X.1 y X.3) encontramos una correlación clara, entre la presencia de vasos perforantes dominantes y el origen de la arteria colateral cubital superior (50% de los casos), y la arteria colateral cubital inferior (18,7% de los casos). Dichos hallazgos se correlacionan con los reportados por otros estudios precedentes y se analizarán en detalle en la discusión de este trabajo.



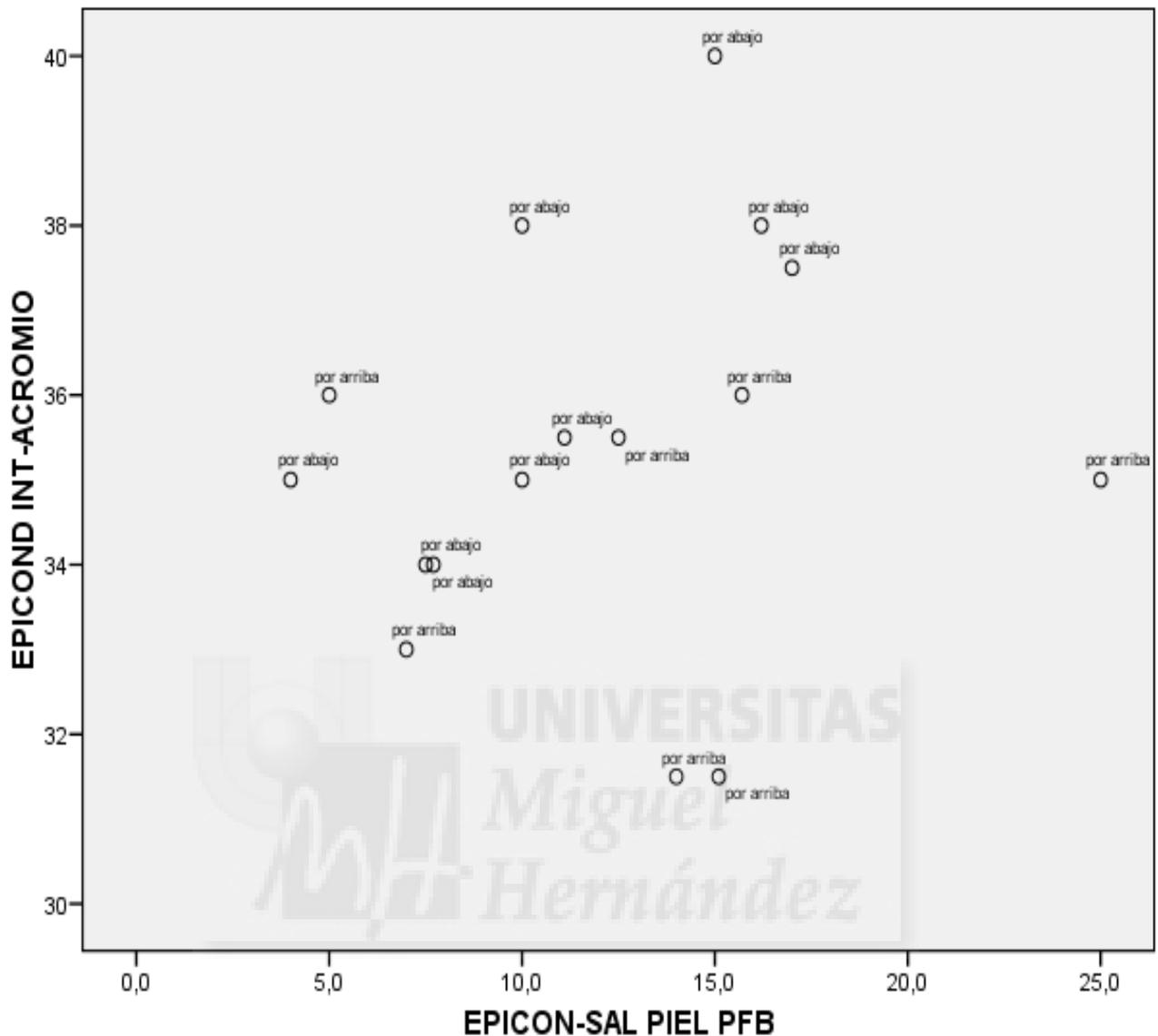


Gráfico de dispersión de los vasos perforantes, según su relación con el septo braquial medial.

Estudiando las características de distribución de las perforantes dominantes en el brazo vemos una mayor presentación de perforantes por debajo del septo intermuscular (9 de 7), pese a que dicho valor no muestra ser estadísticamente significativo ($p= 0.60$). Del mismo modo se constata que las perforantes dominantes que aparecen por debajo del septo intermuscular presentan una longitud mayor que las presentadas por arriba de dicho septo (media de 10,22 vs. media de 7,62 cm). Al analizar estos datos estadísticos vemos una varianza mayor en este segmento, así como una desviación típica mayor (3 - 19 cm).

	Relación con el septo braquial medio	n	Media	Ind	Conf al 95%	Mediana	Varianza	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Amplitud Intercuar	p-valor
EPICON-SAL PIEL PFB	Por arriba	7	13,471	7,438	19,505	14,000	42,566	6,524	5,0	25,0	8,7	=0,606
	Por abajo	9	10,944	7,581	14,308	10,000	19,145	4,376	4,0	17,0	8,0	
LONG - PFB	Por arriba	7	7,629	4,372	10,885	9,100	12,399	3,521	3,5	12,1	6,2	=0,536
	Por abajo	9	10,222	6,182	14,263	9,500	27,632	5,257	3,0	19,0	8,5	
DIAMETRO - PFB	Por arriba	7	2,057	1,384	2,730	1,800	0,530	0,728	1,5	3,5	1,0	=0,042
	Por abajo	9	2,689	2,278	3,100	2,500	0,286	0,535	2,0	3,5	1,0	

Descriptivo de los PF Dominantes según la zona

n=16 Puntos perforantes Dominantes

Siguiendo esta correlación, apreciamos que las perforantes dominantes que emergen por debajo del septo intermuscular presentan también mayor diámetro comparado con aquellas que lo hacen por arriba del septo (2,68 mm vs. 2,05 mm) con una mediana de 2,5 vs. 1,8 mm. No obstante estos valores no muestran significación estadística.

Cuando realizamos el mismo análisis considerando también las segundas perforantes cutáneas dominantes del brazo, encontramos que las relaciones anteriormente referidas, como la distribución, longitud y diámetro de las arterias perforantes dominantes y segundas dominantes, sí muestra una diferencia significativa, según se presenten por arriba o por debajo del septo intermuscular.

	Relación con el septo medio braquial	n	Media	IC al 95%	Mediana	Varianza	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Amplitud Intercuar	p-valor
EPICON-SAL PIEL PFB	Por arriba	18	13,54	9,947 17,1	14,000	52,344	7,235	4,0	26,3	11,5	=0,180
	Por abajo	14	9,443	6,534 12,3	9,400	25,386	5,038	1,2	17,0	10,3	
LONG - PFB	Por arriba	18	5,372	3,895 6,84	4,500	8,819	2,970	2,0	12,1	3,8	=0,022
	Por abajo	14	8,457	5,684 11,2	6,750	23,064	4,803	3,0	19,0	5,4	
DIAMETRO - PFB	Por arriba	18	1,728	1,426 2,02	1,550	0,368	0,607	1,0	3,5	0,6	<0,001
	Por abajo	14	2,579	2,288 2,86	2,500	0,253	0,503	2,0	3,5	0,9	

Descriptivo de los PF Dominantes (n=32) y segundas dominantes según la zona n=32 Puntos perforantes.

En este caso al considerar las perforantes dominantes (primera y segunda) en su conjunto, se hace evidente que aquellas perforantes que se encuentran por debajo del septo intermuscular presentan una longitud media mayor (8,45 vs. 5,3 cm, $p=0,02$), así como un diámetro medio mayor (2,5 mm vs. 1,7 mm, $p<0,001$).

Así pues, podemos concluir, que en nuestro estudio anatómico, se evidencia una constancia de presentación de perforantes dominantes o segundas dominantes en todas las piezas anatómicas que, cuando se localizan por debajo

del septo intermuscular, presentarán unas dimensiones mayores; y que dichas dimensiones son estadísticamente significativas, al compararlas con las mismas mediciones realizadas en las perforantes dominantes que se hallan por encima del septo intermuscular.

Estos hallazgos, no han sido consignados en estudios precedentes a conocimiento del autor, y constituyen un parámetro fundamental a la hora de valorar la aplicabilidad clínica de estos sistemas vasculares en los procedimientos reconstructivos actuales.

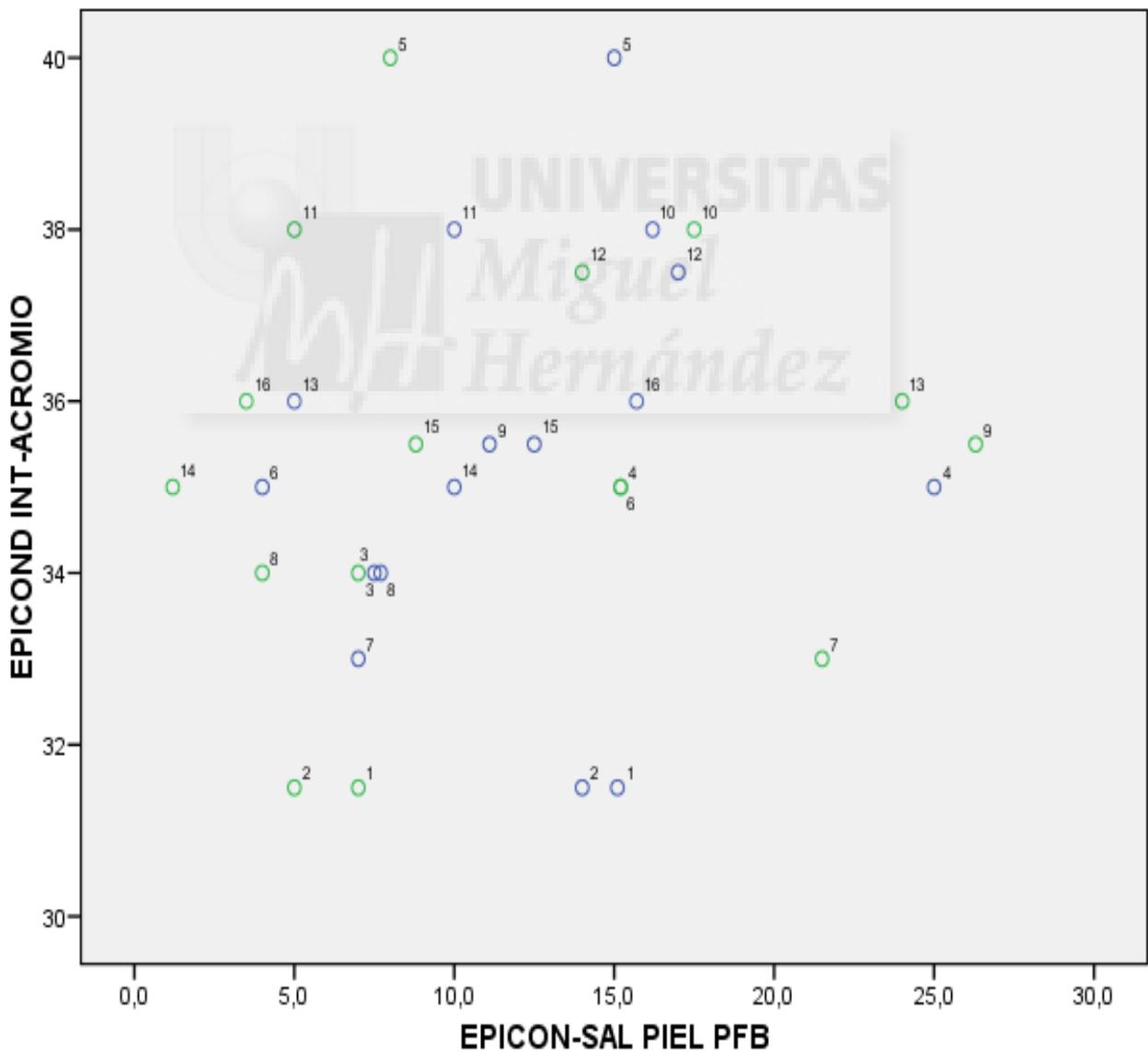


Gráfico de dispersión de los vasos perforantes dominantes y segundos dominantes

Como se planteó inicialmente al valorar los vasos perforantes dominantes del brazo, del presente gráfico se deduce que en las piezas anatómicas estudiadas existe una correlación entre la longitud mayor de los brazos y la presencia de perforantes dominantes y co-dominantes (segunda dominante) por debajo del septo intermuscular braquial, en contraposición con lo hallado en los brazos de menor longitud, donde se encontrarán con mayor por debajo del septo intermuscular braquial.

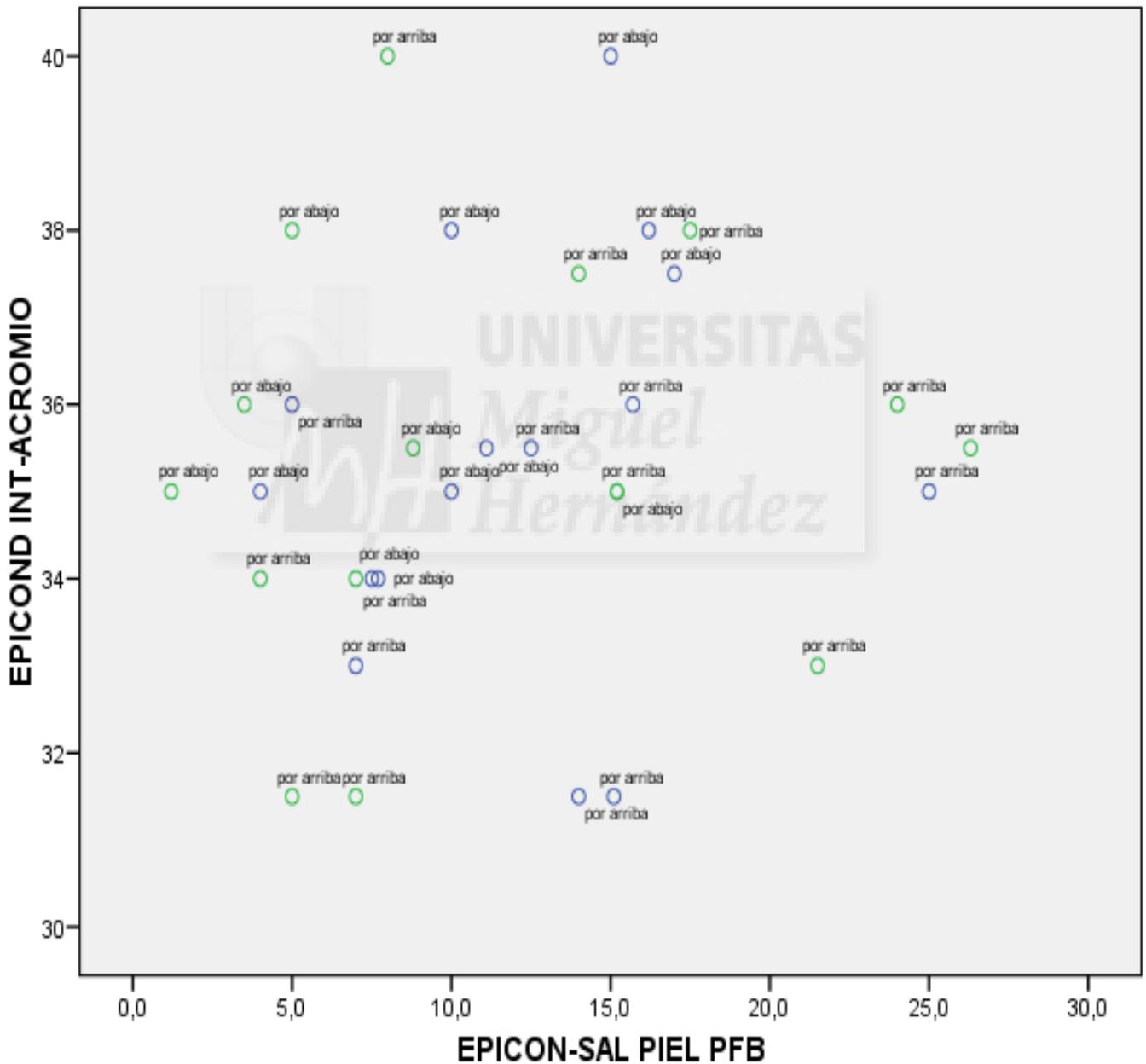


Gráfico de dispersión de los vasos perforantes dominantes y segundos dominantes

V.2 ANTEBRAZO

Las piezas anatómicas estudiadas se distribuían en 9 miembros superiores derechos y 7 miembros superiores izquierdos.

La longitud media de las piezas anatómicas, medidas desde el epicóndilo medial hasta la prominencia del apéndice pisciforme es de 28,14 cm con un máximo de 31 cm y mínimo de 26 cm.

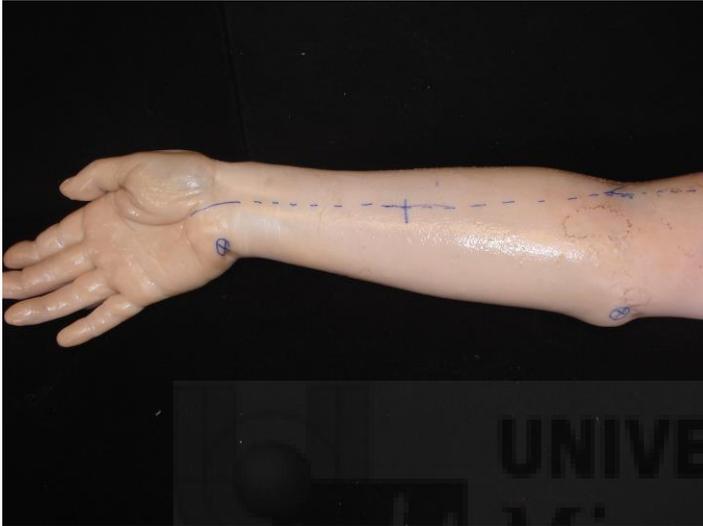


Ilustración 26: Pieza N°7, ejemplo de parámetros de medición antebraquial

El diámetro medio del antebrazo (medido en el punto medio de una línea trazada entre las referencias óseas precedentes) es de 21,48 cm (20,5 cm - 23 cm).

El diámetro medio de la arteria cubital antes de su

división a la salida de la arteria interósea común, es de 5,34 mm (6,5 mm - 4 mm). Tras la salida de la arteria interósea común, el diámetro cubital medio es de 4,12 mm (5 mm - 3,2 mm).

El diámetro medio de la arteria interósea común es de 3,27 mm (5 mm - 2 mm).

La distancia entre el tronco radio cubital y la salida de la arteria interósea común es de media de 5,6 cm (24,2 cm - 2,5 cm).

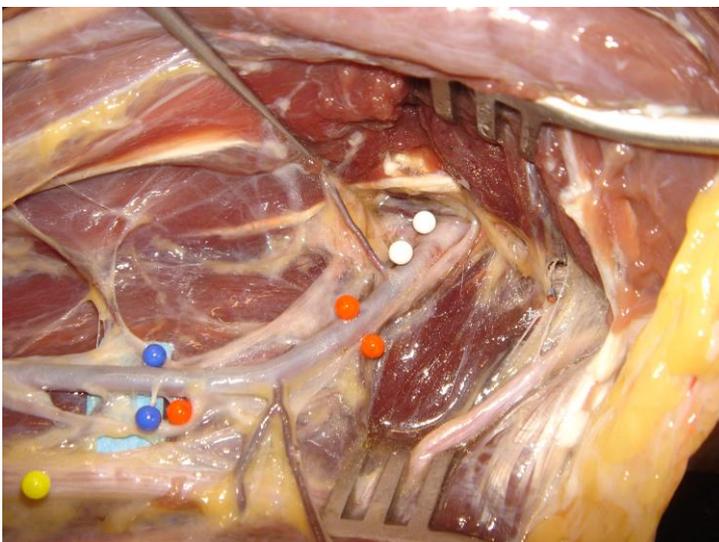


Ilustración 27: ejemplo de división de la arteria cubital común en arteria interósea común (dos alfileres blancos) y continuación de la arteria cubital (dos alfileres rojos).

En este punto es de resaltar que la **pieza anatómica número 4** (véase anexo X.I) presenta una división vascular troncal anómala de la arteria radial, la cual aparece en el tercio medio del brazo y no en el antebrazo.

Esta arteria radial de origen temprano discurre más superficial en la flexura bicipital, dando ramas perforantes cutáneas en el tercio proximal del antebrazo. Sin embargo, dichas ramas perforantes carecen de diámetro suficiente para poder ser consideradas patrones vasculares dominantes del antebrazo y, por ello, no desvirtúan ni alteran el análisis estadístico realizado en las perforantes antebraquiales.

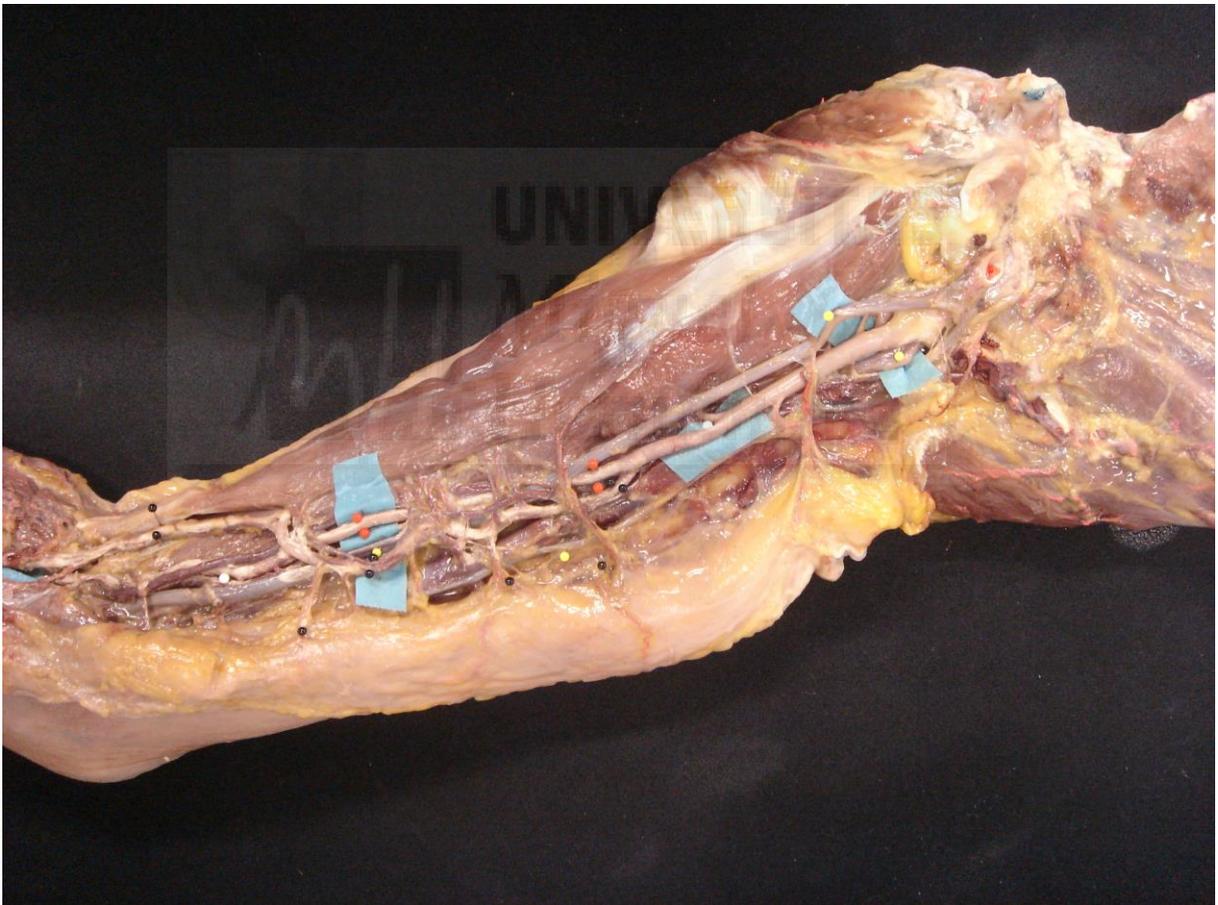


Ilustración 28: Pieza N°4, división anómala temprana de la arteria braquial. Se aprecia una arteria radia (dos alfileres negros) y cubital (dos alfileres rojos) que se dividen en el tercio medio del brazo.

En el antebrazo, encontramos un total de 78 perforantes que irrigan la cara medial del mismo.



Ilustración 29: Caso N° 4, distribución de perforantes radiales en el tercio proximal de la cara medial del antebrazo (contraste azul).

De estas, 6 presentan su origen en la arteria radial (casos 1, 4, 5, 7, 9 y 16) Véase gráfico de distribución vascular, anexo X.1.

Estas perforantes se encontraron en todos los casos en el tercio proximal del antebrazo, presentando un diámetro medio 1,4 mm y una longitud de 4,08

cm, no siendo en ningún caso, la perforante dominante del segmento anatómico implicado.

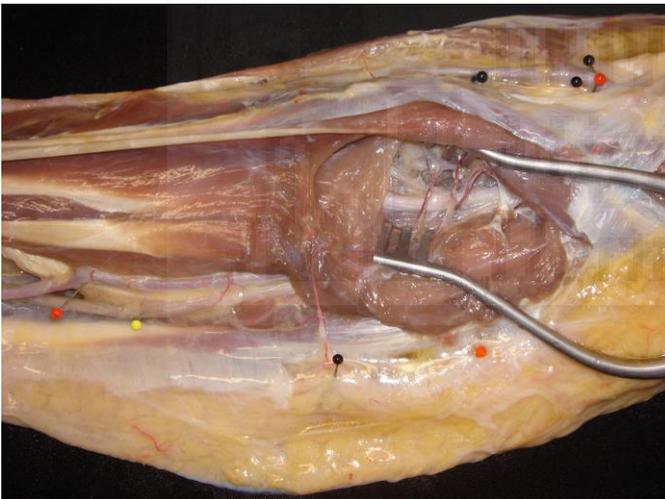


Ilustración 30: Pieza N°9, rama perforante anómala (un alfiler negro) dependiente del tronco interóseo común (localizado entre los dos separadores)

Se aprecia también la presencia de 2 perforantes dependientes del eje interóseo anterior en una de las piezas anatómicas estudiadas (pieza número 9). En este caso, ambas perforantes cubitales se consideraron como

dominantes (dominante y codominante) en dicha pieza y

región anatómica, y presentaron una distribución en el antebrazo igual a la presentada en el resto de piezas anatómicas, entre las perforantes dominantes y codominantes originadas en el eje cubital.

Estas perforantes presentaron un diámetro de 1,5 mm y una longitud de 7,5 y 8,5 cm (distal y proximal respectivamente).

Valorando los vasos perforantes septocutáneos directos, de origen cubital, apreciamos que se presentan en el antebrazo, en una media de 4,65 (8 - 2) perforantes.

Dichos vasos perforantes se localizan a 16,5 cm tomando como referencia el epicóndilo medial, con un intervalo de confianza al 95% entre 15 y 18 cm del mismo.

Estos valores determinan una tendencia de agrupación que como veremos más adelante, será mayor al centrarnos en las perforantes dominantes y co-dominantes (segunda dominante del antebrazo).

	Media	Ind. Conf. al 95%	Mediana	Varianza	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Amplitud Intercuar.
EPICON-PF	16,569	14,985 18,153	16,500	47,407	6,885	3,0	30,0	11,5
PISCI-PF	11,577	10,005 13,150	11,500	46,722	6,835	-0,3	27,0	11,9
LONG-PF	2,888	2,554 3,222	2,500	2,104	1,451	1,0	8,5	1,8
DIAM-PF	1,219	1,123 1,315	1,000	0,175	0,418	0,5	2,2	0,5

Descriptivo de los 75 PF del Antebrazo en cm (dominantes y no dominantes) y diámetros en mm.

Del mismo modo, al centrar nuestra visión sobre las perforantes próximas al hueso pisciforme, encontramos una distribución media de las perforantes (en el tercio distal del antebrazo) a una media de 11,5 cm de nuestra marca anatómica.

La longitud y diámetro medio de las arterias perforantes del antebrazo se encuentra en 2,8 cm y 1,2 mm respectivamente.

Estos datos, pueden ejemplificarse con mayor claridad en el siguiente gráfico de dispersión, donde se aprecia una mayor tendencia de agrupación de las perforantes del antebrazo en relación a los dos puntos de referencia anatómicos (epicóndilo interno y hueso pisciforme) utilizados en este estudio.

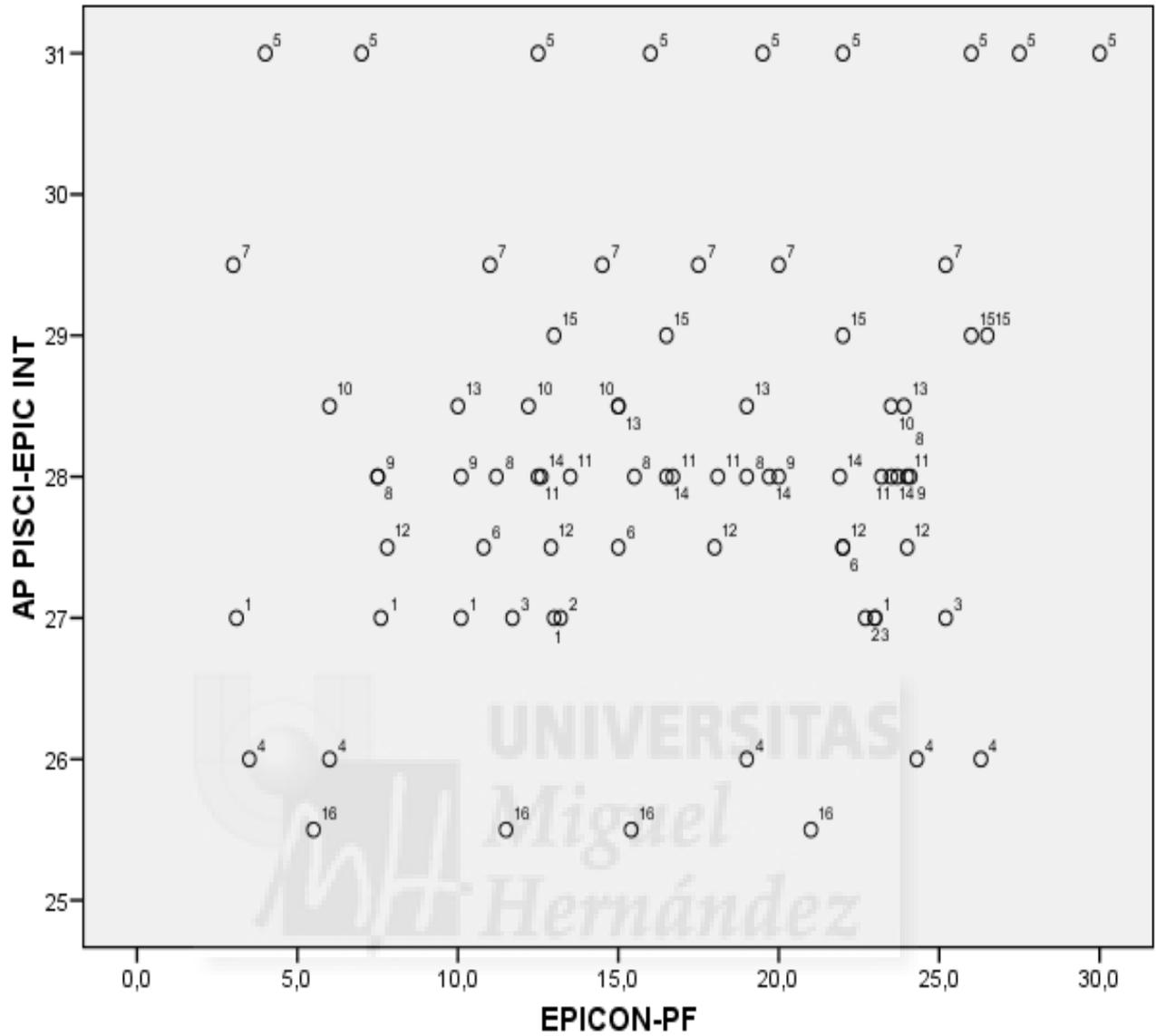


Gráfico de dispersión de los Puntos Perforantes: Distancia al Epicóndilo según tamaño del antebrazo.

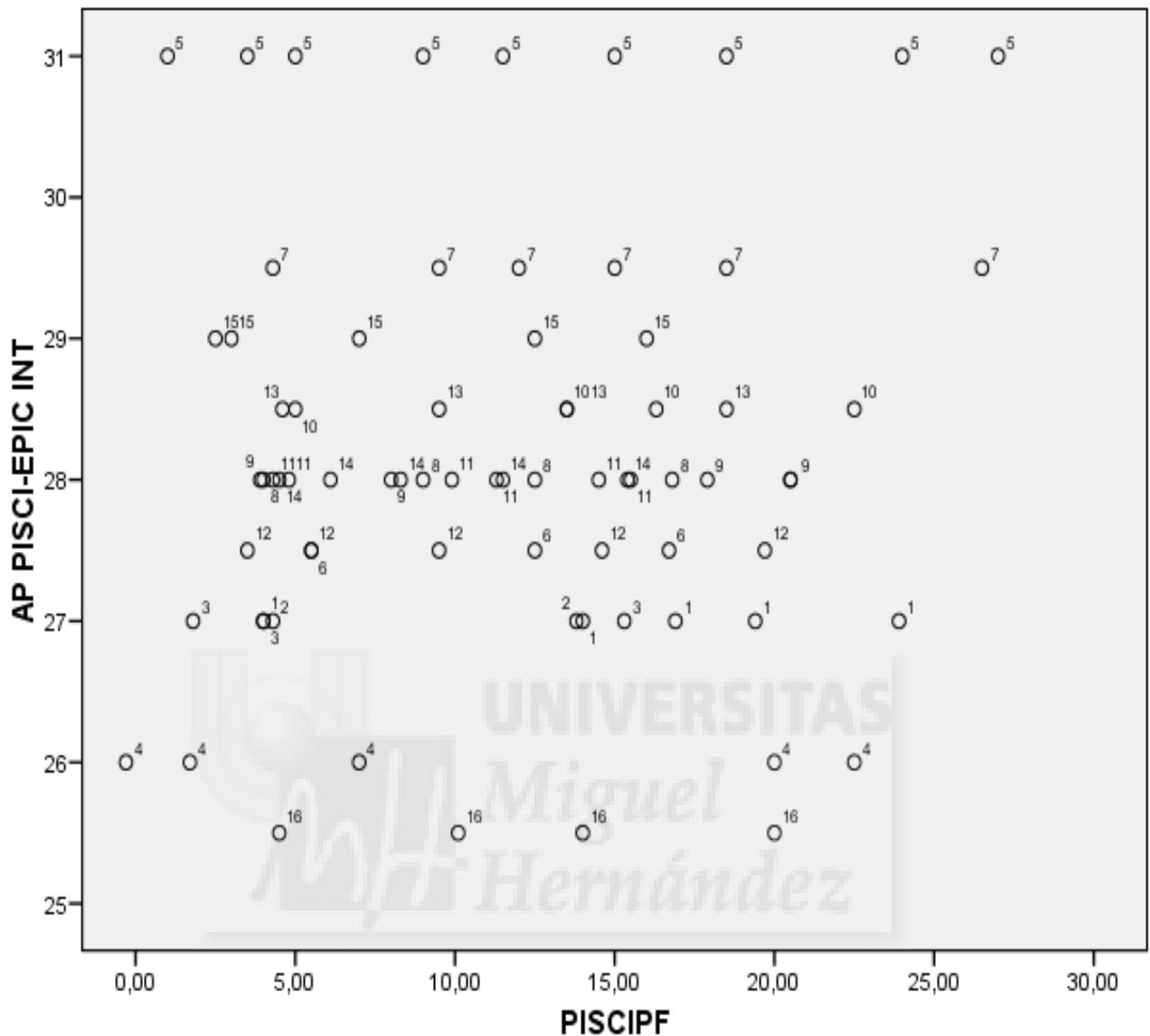


Gráfico de dispersión de los Puntos Perforantes: Distancia al pisciforme según tamaño del antebrazo.

Si centramos nuestra atención a los datos concernientes a las perforantes antebraquiales dominantes, vemos que nuevamente existe una distribución bimodal de las perforantes, encontrándose desviaciones típicas entre los valores de referencia de las perforantes consideradas desde el epicóndilo medial y el hueso pisciforme, muy similares.

	Media	IC al 95%		Mediana	Varianza	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Amplitud Intercuar.
EPICON-PF	17,962	13,709	22,215	23,350	63,695	7,980	6	26,3	14,625
PISCI-PF	9,912	5,551	14,274	4,700	66,989	8,185	-0,3	24,0	13,225
LONG-PF	3,618	3,012	4,226	3,400	1,298	1,139	2,0	6,0	2,0
DIAM-PF	1,712	1,504	1,921	1,850	0,153	0,391	1,0	2,2	0,5

Descriptivo de los 16 PF Dominantes en cm y diámetros vasculares en mm.

Los valores relativos de las perforantes dominantes en relación a su diámetro y longitud, muestran una clara diferencia en cuanto al cómputo global de valores de las perforantes del antebrazo. En las perforantes dominantes, apreciamos una longitud media de 3,6 cm con una varianza de +/- 1,2 y un diámetro medio de 1,7 mm con una varianza de 0,1. Esto nos permite afirmar que los valores relevantes para la selección de una perforante a nivel antebraquial, como posible vaso nutricio de una isla cutánea a transferir, serán estables y adecuados para dicha transferencia de tejidos. En condiciones normales, asegurarán un flujo sanguíneo suficiente a la región a transferir, así como una movilidad adecuada de la misma, dada su longitud vascular.

Si analizamos la dispersión de dichas perforantes dominantes, apreciamos claramente la bimodalidad distributiva referida anteriormente.

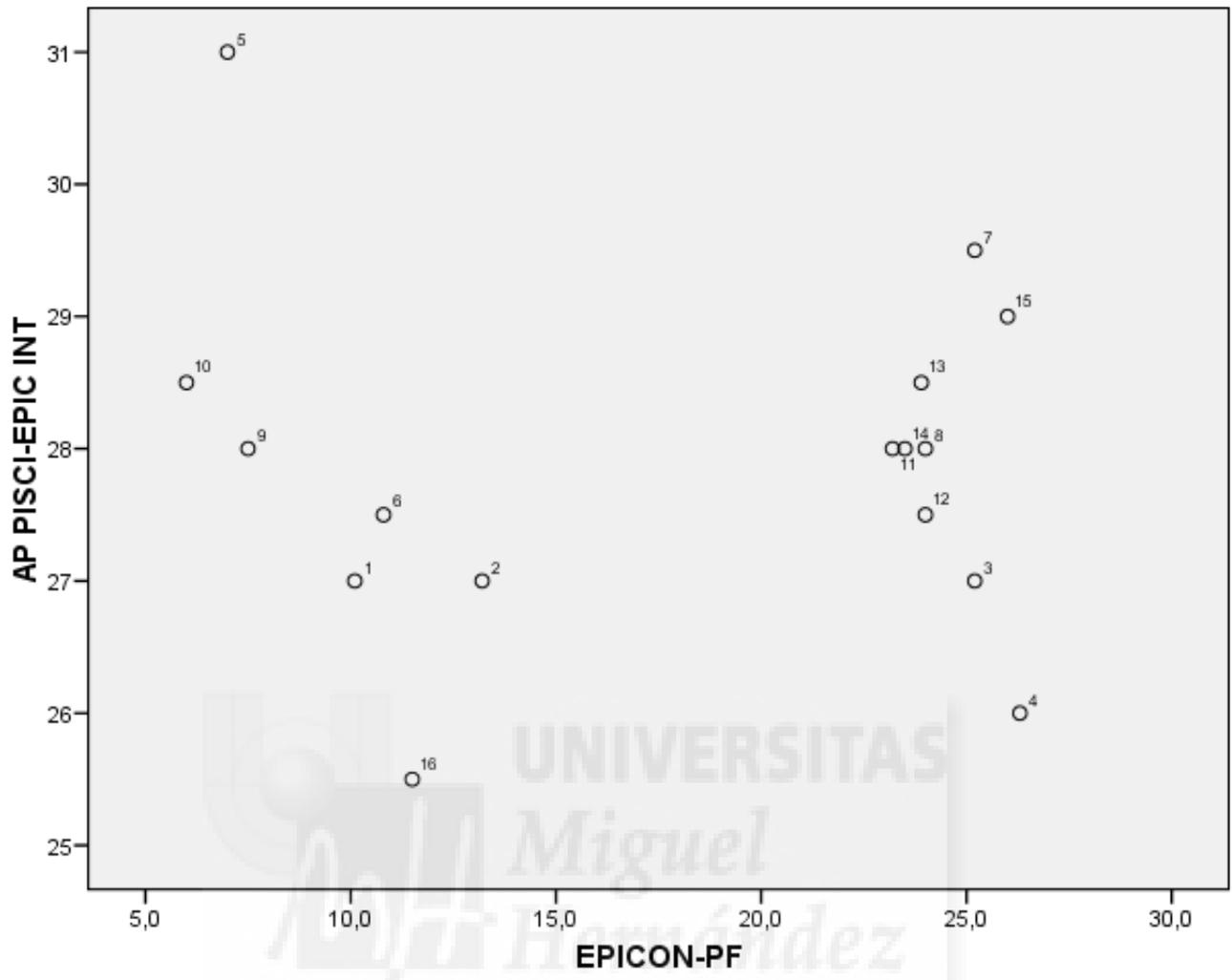


Gráfico de dispersión de los Puntos Perforantes Dominantes: Distancia al Epicóndilo según tamaño del antebrazo.

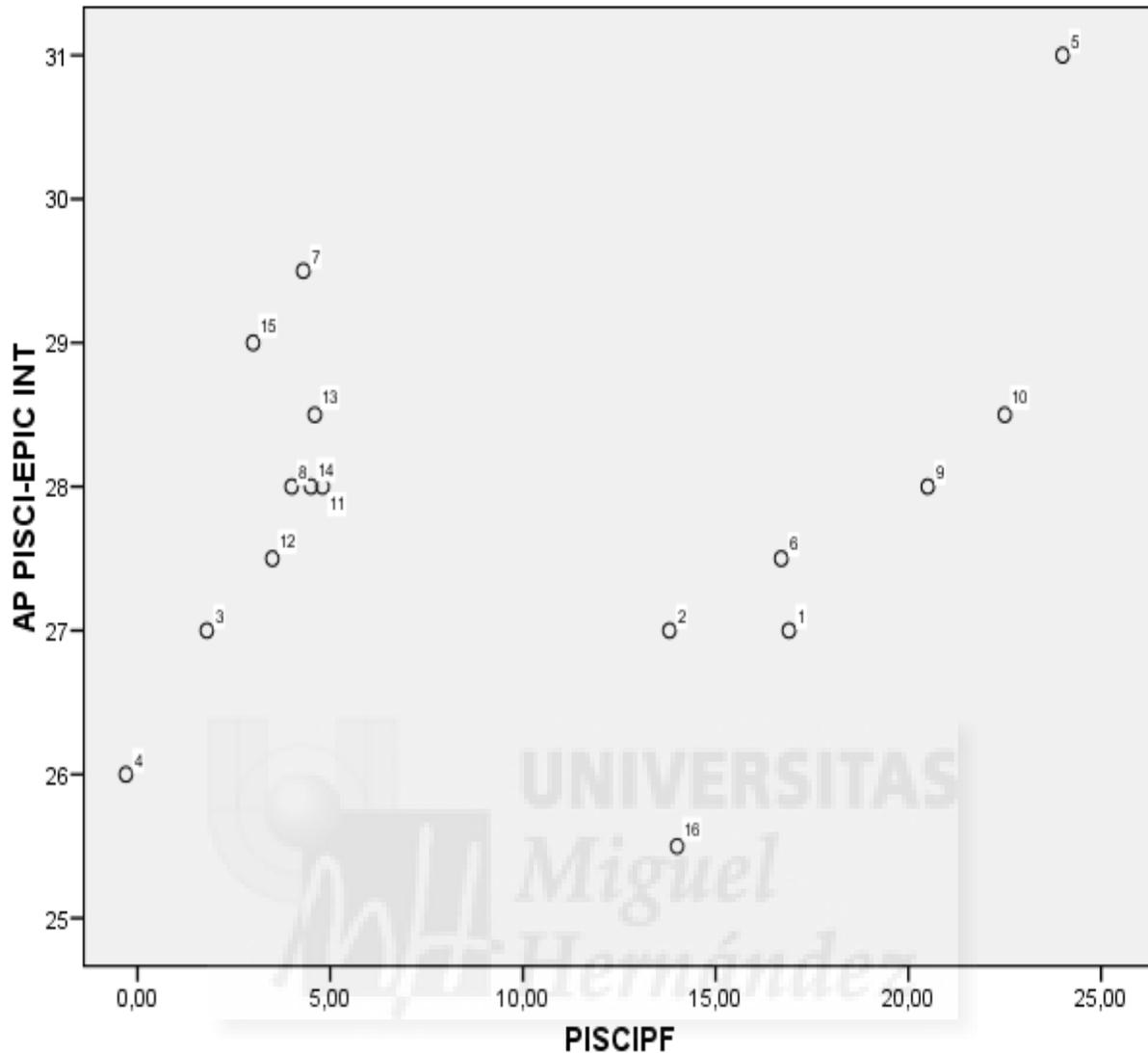


Gráfico de dispersión de los Puntos Perforantes Dominantes: Distancia al Pisiforme según tamaño del antebrazo.

Podemos observar que los perforantes dominantes se agrupan en dos zonas claramente diferenciadas, uno entre 5 y 15 cm del Epicóndilo medial (Grupo 1) y otro a pocos centímetros del hueso Pisiforme (entre 2 y 4 cm) (Grupo 2).

Así pues, establecidos estos dos grupos distributivos, podemos analizar los valores de referencia encontrados segmentándolos, para valorar su repercusión clínica.

Distancias		Media	IC al 95%		Mediana	Varianza	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Amplitud Intercuar
EPICO-PF	Grupo 1	9,442	6,989	11,896	10,1	7,036	2,652	6,0	13,2	4,5
	Grupo 2	24,588	23,732	25,446	24,0	1,244	1,115	23,2	26,3	1,9
PISCI-PF	Grupo 1	18,342	14,600	22,084	16,9	16,369	4,045	13,8	24,0	8,5
	Grupo 2	3,355	2,075	4,635	4,0	2,772	1,665	-0,3	4,8	2,15
LONG-PF	Grupo 1	3,785	2,596	4,975	3,5	1,654	1,286	2,5	6,0	2,0
	Grupo 2	3,488	2,665	4,312	3,3	1,148	1,071	2,0	4,7	2,05
DIAM-PF	Grupo 1	1,500	1,114	1,885	1,5	0,173	0,416	1,0	2,0	0,9
	Grupo 2	1,877	1,651	2,104	2,0	0,086	0,294	1,5	2,2	0,6

Descriptivo de los PF Dominantes (n=16) según la zona (determinación por grupos).

Definimos como **Segunda Dominante** como el segundo perforante septocutáneo, de mayor diámetro y longitud, que dada la distribución espacial apreciada en las piezas anatómicas estudiadas, se presenta en el tercio opuesto distal a la perforante dominante.

		Media	IC al 95%		Mediana	Varianza	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Amplitud Intercuar
EPIC-PF	Grupo 1	9,888	8,531	11,244	10,5	6,479	2,545	6,0	13,2	4,80
	Grupo 2	23,96	22,731	25,207	23,7	5,400	2,324	20,0	30,0	2,43
PISCI-PF	Grupo 1	17,98	16,377	19,598	17,7	9,132	3,022	13,8	24,0	4,95
	Grupo 2	3,906	2,892	4,921	4,3	3,625	1,904	-0,3	8,0	1,63
LONG-PF	Grupo 1	3,444	2,928	3,960	3,3	0,937	0,968	2,4	6,0	1,40
	Grupo 2	3,006	2,349	3,663	2,8	1,519	1,233	1,5	4,8	2,58
DIAM-PF	Grupo 1	1,425	1,236	1,614	1,4	0,126	0,355	1,0	2,0	0,55
	Grupo 2	1,581	1,351	1,812	1,5	0,187	0,432	1,0	2,2	0,80

Descriptivo de los PF Dominantes y segundas dominantes (n=32).

Al realizar esta subdivisión en grupos, podemos acotar la localización probable de las perforantes dominante y segunda dominante en el tercio distal y proximal del antebrazo. Esta distribución se encontró en todas las piezas anatómicas estudiadas.

Los datos de dicha distribución muestran una probabilidad del 95% de encontrar ya sea la perforante dominante o la segunda dominante, a 9,8 cm del epicóndilo medial (intervalo de 8,5 - 11,2) y a 3,9 cm del punto de referencia del hueso pisiforme (intervalo de 2,8 - 4,9).

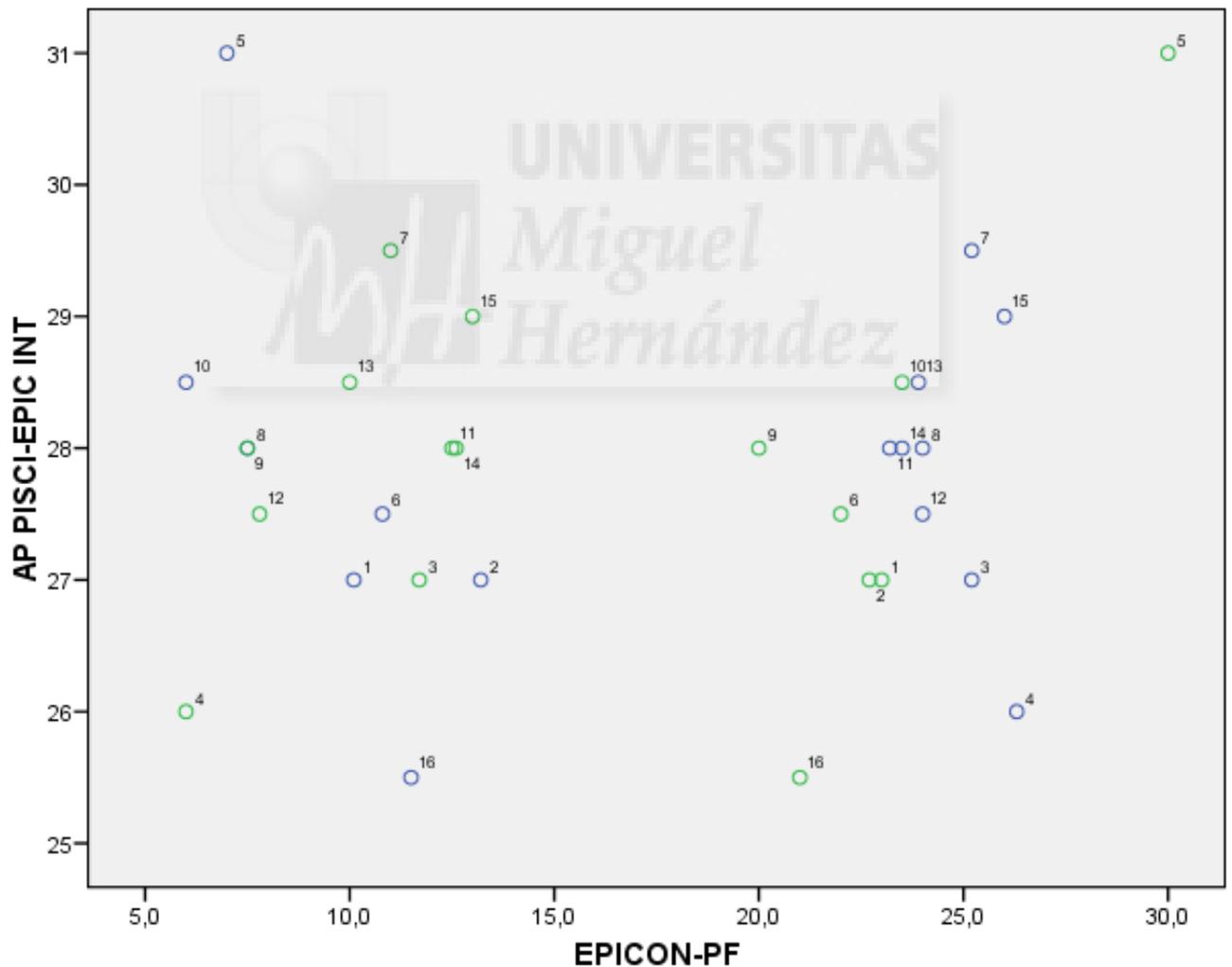


Ilustración 31: Gráfico de dispersión de las arterias perforantes dominantes y segundas dominantes en relación con el epicóndilo medial.

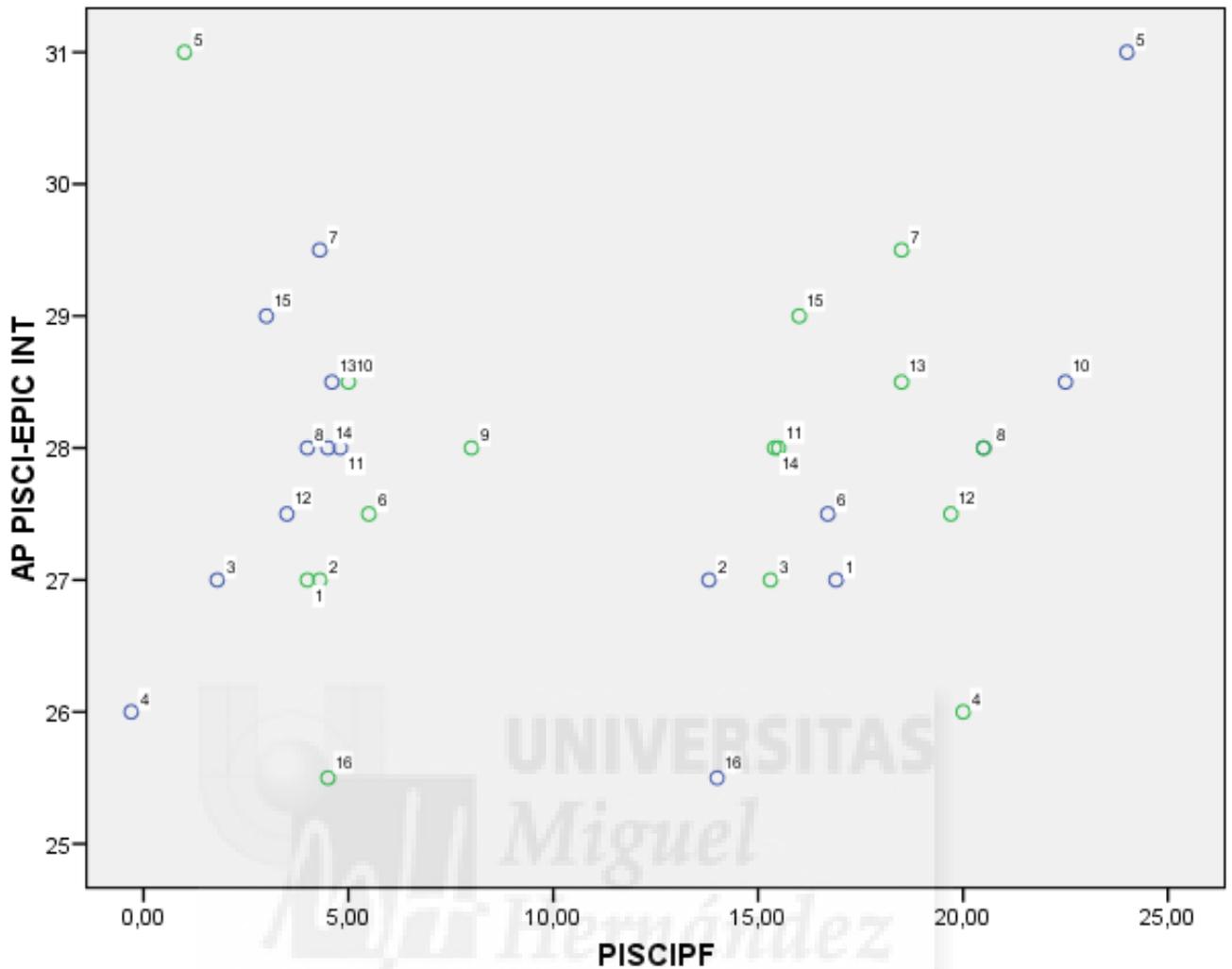


Ilustración 32: Dispersión de las arterias perforantes dominantes y segundas dominantes en relación con el hueso pisciforme.

Estos datos, aunados a los relativos al diámetro y longitud media estimada de las arterias perforantes dominantes y segundas dominantes, muestran el tipo de distribución vascular del sistema de perforantes cutáneas, que nos permitirán localizar y posteriormente utilizar dichos ejes vasculares como zonas donantes de tejido.

Es de reseñar que pese a las variantes anatómicas inicialmente referidas (piezas 4 y 9) a nivel de los ejes vasculares mayores, la presencia de vasos perforantes dominantes y segundas dominantes es constante y claramente de distribución bimodal en la longitud total del antebrazo.

Si centramos nuestra atención en la perforante cubital distal y continuamos la disección de sus ramas colaterales, apreciaremos la presencia de comunicación de dicha perforante septocutánea o músculo cutánea (al atravesar el FCU), con el plexo vascular del músculo pronador cuadrado. Dicho plexo está constituido por la rama homónima de la arteria cubital y radial, por lo que constituye un segundo eje vascular potencial, para la perforante cutánea.

Dichos hallazgos se encontraron en las piezas anatómicas 2-9 y 11-16 (véase anexo X.1 y X.3) pero escapan del marco de referencia de nuestro estudio actual. Sin embargo, pueden constituir un interesante punto de partida inicial para futuras investigaciones, dado que si se constatará un flujo sanguíneo hemodinámicamente adecuado en estas comunicantes, se podría establecer un segundo pedículo vascular o en caso de ser necesario, un colgajo perforante quimérico, obteniendo una pastilla muscular basada en estas comunicantes con el músculo pronador cuadrado o directamente con el FCU.

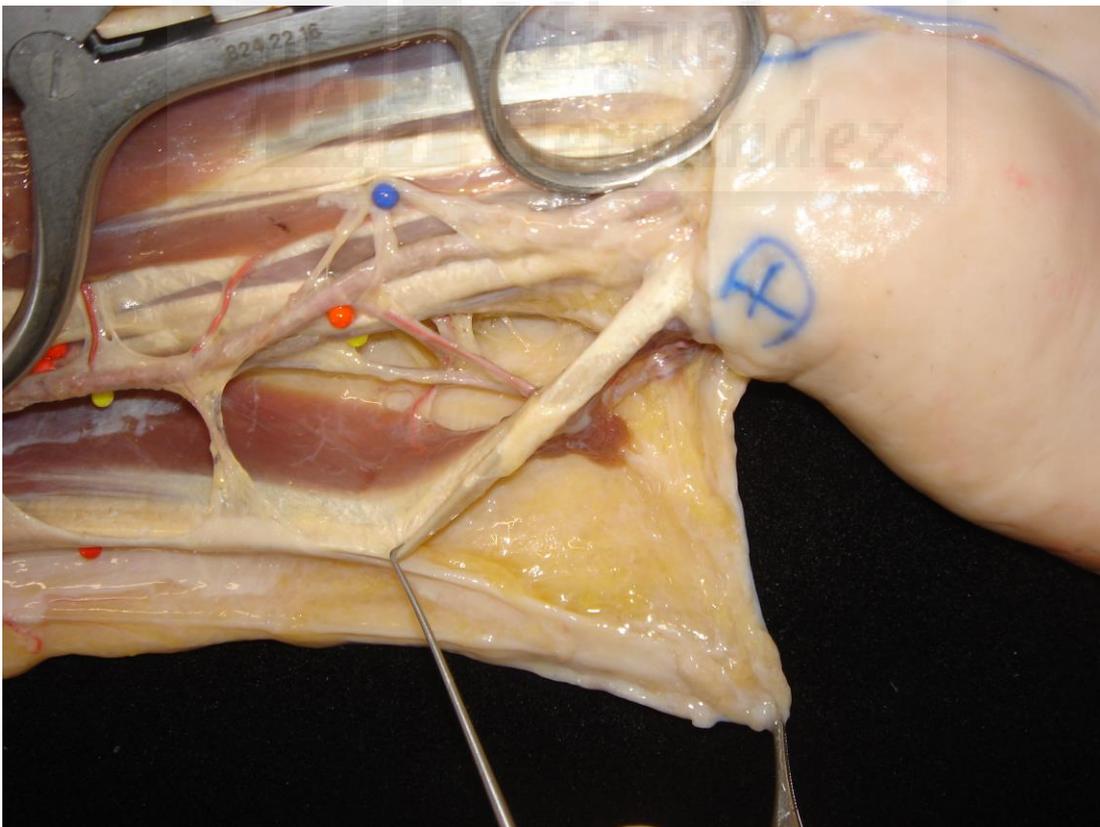


Ilustración 33: Comunicante del plexo pronador cuadrado con la perforante cubital distal estudiada. Para ampliar la información, véase anexo X.3. Pieza anatómica N°8.

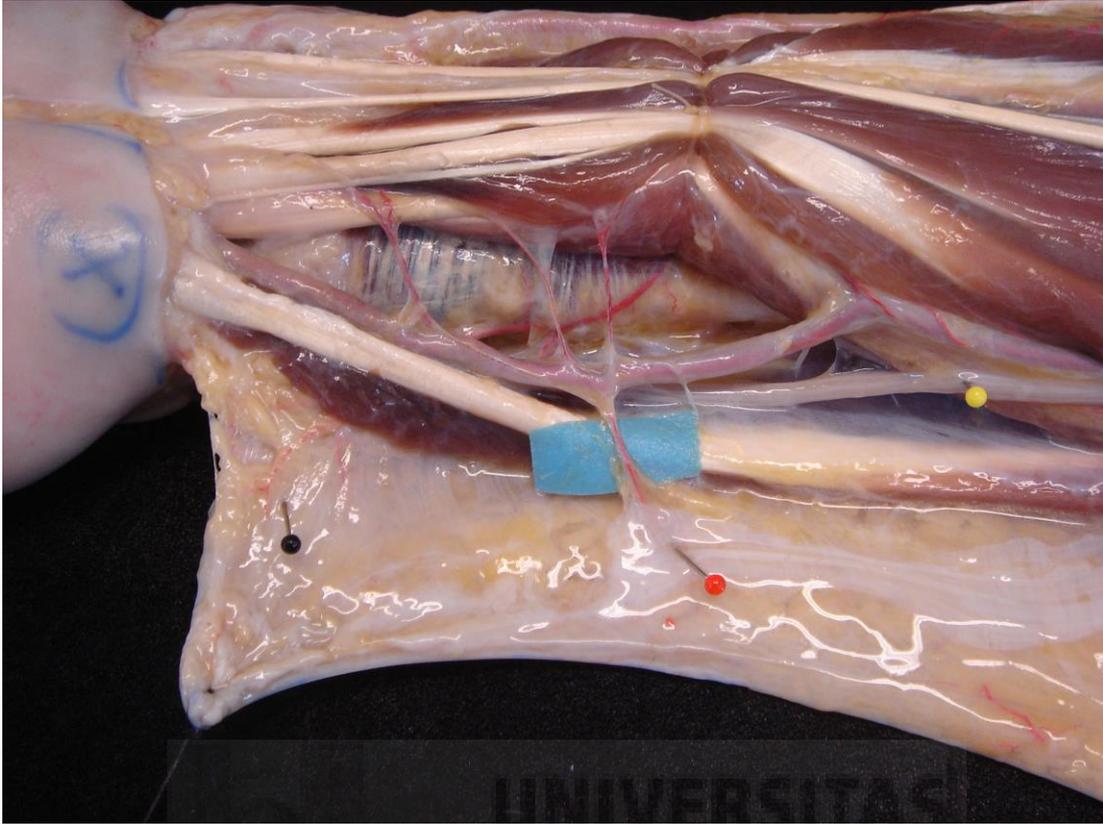


Ilustración 34: Comunicante del plexo pronador cuadrado con la perforante cubital distal. Para ampliar la información, véase anexo X.3 Pieza anatómica N°9



CAPÍTULO SEXTO DISCUSIÓN



VI. DISCUSIÓN

VI.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Todo estudio anatómico es por definición una labor ardua de trabajo investigativo sistemático. Su aplicabilidad clínica es evidente y mandatoria en el campo de la cirugía (en cualquiera de sus vertientes), siendo una etapa obligada en la formación y ejercicio constante del actuar quirúrgico reconstructivo.

La variabilidad anatómica de los ejes arteriales del miembro superior, ha supuesto un escollo en el uso rutinario del eje braquial medial y cubital del brazo y antebrazo ante problemas reconstructivos⁽¹³⁻¹⁵⁾. Sin embargo, como se ha mostrado en este trabajo, dicha variabilidad anatómica se encuentra preponderantemente manifiesta a nivel de los ejes vasculares mayores y no, a nivel del sistema arterial perforante.

El concepto de vasos perforantes difundido desde los años 70-80 por autores como el Dr. Koshima⁽⁸³⁾, Dr. Wey⁽³⁾ o el Dr. Blondell⁽²⁾, ha ido variando y redefiniéndose en los últimos 15 años. Esto ha llevado al desarrollo de un sistema de clasificación, propuesto por el Dr. Nakajima⁽³⁾ con una clara orientación y aplicabilidad clínica siendo, hoy en día, el sistema de clasificación clínica más amplio y referido en la literatura internacional.

Esta clasificación se basa en el trayecto y distribución vascular perforante, más que en el origen del vaso perforante en si mismo. Esto se debe a que, gracias al avance de la disciplina microquirúrgica, hoy por hoy, es posible realizar transferencias de tejidos simples o compuestos sin el sacrificio del eje vascular dominante de la región.

Es claro que un conocimiento anatómico amplio de la zona a intervenir es fundamental para el éxito de una cirugía reconstructiva compleja. Pese a esto, el concepto de “real free flap” propugnado por el Dr. Wei⁽³⁾ ha revolucionado nuestra manera de entender la cirugía reconstructiva. Bajo esta orientación, el diseño y disección de un colgajo (segmento de tejido vascularizado simple o

compuesto) de transferencia microquirúrgica, es sustentado únicamente por los vasos perforantes de la zona donante de tejido^(2,3).

El avance en la técnica e instrumentalización de la microcirugía actual, nos permite realizar uniones vasculares y verdaderos transplantes, basados en sistemas vasculares perforante de entre 0,5 y 2 mm de diámetro (supramicrocirugía/microcirugía).

Así pues la tan temida variabilidad anatómica reportada por Tiedeman, Lawrence y McCormack⁽²⁴⁾, pierde relevancia al centrarnos únicamente en el sistema perforante. En nuestro trabajo encontramos 2 piezas anatómicas con variantes mayores del sistema vascular. La pieza N° 4 (Anexo X.1 y X.2) presenta una división temprana de la arteria braquial en su tercio medio/proximal (Véase gráfico de distribución vascular 4, Anexo X.1), junto a una transposición y posterior entrecruzamiento de los ejes radiales y cubitales (presentada a 20,2 cm del epicóndilo medial). Dicho hallazgo no varió la distribución del sistema perforante del brazo, pero sí hace evidente la necesidad de realizar un estudio vascular de imagen, previo a la ejecución de cualquier procedimiento reconstructivo, dada la alta prevalencia de variaciones anatómicas reportadas⁽⁴⁰⁻⁴⁵⁾ y ratificadas en nuestro estudio (6,25% de los casos).

La segunda variante anatómica presentada en nuestra serie de disecciones, es la presencia de una perforante antebraquial radial directa, en el tercio proximal del antebrazo. Dicho hallazgo se encontró en las piezas 1, 4, 5, 7, 9 y 16 (véanse las gráficas de distribución vascular correspondientes en el anexo X.1). Esta variante, se presentó por tanto en un 37,5% de los casos. Sin embargo, el vaso perforante de origen radial presentado, en ningún caso se definió como el vaso dominante o segunda dominante del antebrazo, por lo que no determinó una modificación relevante en el análisis de los grupos dominantes o segundas dominantes del antebrazo.

Un concepto fundamental al abordar el tema de la distribución vascular del sistema perforante, es el de los angiosomas vasculares y la adaptabilidad del

sistema microvascular en su territorio de irrigación^(31, 32). Ya en los años 60-70, Morris^(35,41), Taylor⁽¹⁴⁾ y Palmer^(42, 47) definieron el concepto de angiosoma, basándose en los conocimientos anatómicos y fisiológicos del momento⁽⁴⁷⁾; a dichos conocimientos se sumaron los hallazgos de estudios de distribución de flujo dinámico, a través de análisis platismográficos, de resonancia magnética y angiotac con reconstrucción 3D⁽¹⁰⁸⁾.

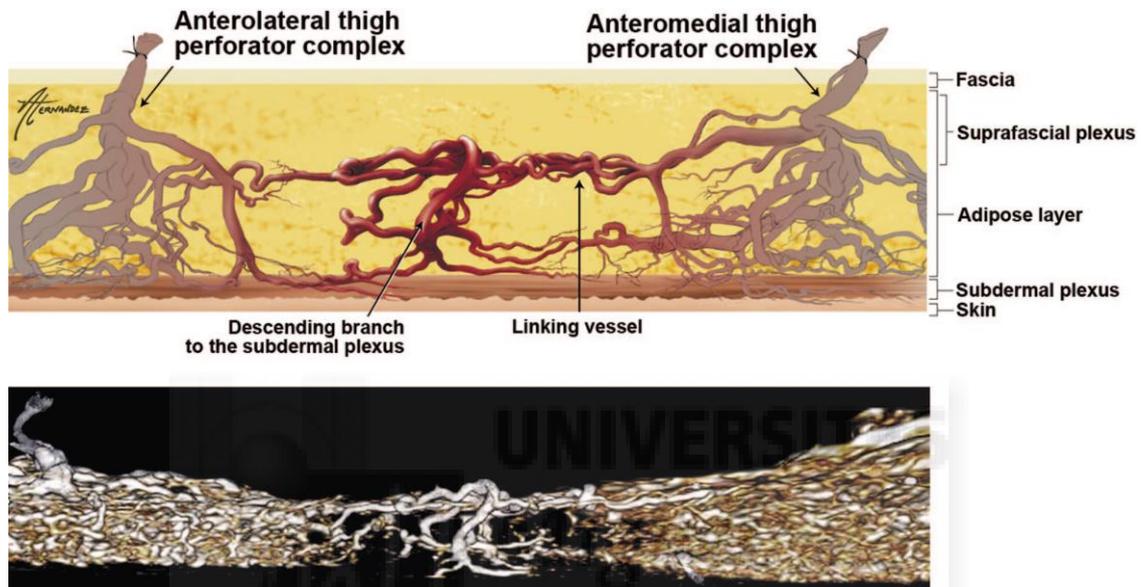


Ilustración tomada del artículo de Mark Schaveriem y Michel Saint-Cyr **THREE- AND FORU DIMENSIONAL COMPUTED TOMOGRAPHIC ANGIOGRAPHY AN VENOGRAPHY OF THE ANTEROLATERAL THIGH PERFORATOR FLAP**. Véase capítulo X anexos, referencia bibliográfica 108.

Esta información nos permite, hoy en día, estimar la capacidad de reclutamiento de tejido anexo a un agiosoma, basádonos en los vasos comunicantes de una región anatómica. Este conocimiento es de vital importancia pues nos permite a nivel reconstructivo plantear el diseño de colgajos ampliados, pre-expandidos o quiméricos (compuestos por diferentes elementos anatómicos con sistemas vasculares complejos y de uno o varios pedículos vasculares).

El presente estudio centra su atención es la localización y registro de los vasos perforantes del sistema braquial y antebraquial mediales.

A nivel braquial los textos de anatomía clásicos, reportan una alta incidencia de variaciones anatómicas, tanto por la presencia de vasos aberrantes (Sobotta (5), Testut y Latarjet 1981(4), Williams y Warwick 1985(42)) como por la presencia de variaciones anatómicas de la estructura vascular normal del brazo y antebrazo (McCormack 1953(24), Tountas y Bergman 1993(45)).

En 1995, Rodríguez Baeza(81) realiza un estudio sistemático de 150 piezas anatómicas buscando la incidencia y distribución de las alteraciones anatómicas más destacables en el miembro superior.

Éste autor identifica dichas variaciones en 17 miembros superiores de forma unilateral y 6 de forma bilateral, siendo posteriormente clasificadas como:

1. Persistencia aislada de la arterial braquial medial
2. Origen alto de la arteria cubital.
3. Origen alto de la arteria radial.
4. Duplicación de la arteria braquial.
5. División anómala/aislada de la arteria cubital.

En nuestra serie de estudio encontramos una pieza anatómica con variación mayor del sistema braquial (Pieza N°4, véanse páginas 76 y anexo X.1). Dicha pieza anatómica mostraba una división u origen alto de la arteria cubital y radial, con un entrecruzamiento de la arteria radial, la cual se encontraba en la cara medial del antebrazo y la arteria cubital. Posteriormente la arteria radial se entrecruzaba con la arteria cubital, para transcurrir a través de la flexura antebraquial hacia su posición definitiva en el antebrazo. Esta variante de la normalidad es la segunda en frecuencia de presentación según la clasificación de Rodríguez Baeza(81).

A nivel antebraquial, en la misma pieza anatómica se apreció una distribución anómala de las perforantes vasculares que irrigaban la cara interna del antebrazo. Este hallazgo se repitió también las piezas anatómicas N° 1, 4, 5, 7, 9 y 16 (véase anexo X.1 y anexo X.3).

El origen de vasos perforantes en el tercio proximal del antebrazo, basado en la arteria radial se presentó en un 36% de los casos de nuestro estudio (véase capítulo V). Pese a esto, dichos vasos no fueron considerados relevantes, dado que en ningún caso constituyeron parte del sistema perforante dominante de la cara medial del antebrazo.



VI.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS A NIVEL BRAQUIAL:

La medición de la longitud, diámetros y valores máximos y mínimos de los miembros estudiados se correlaciona con los datos aportados por estudios precedentes y la literatura tradicional ^(4,5,42,24,45)

Los diámetros y longitudes de la arteria braquial así como su distribución y relaciones anatómicas se consideraron estándares y acordes a los datos existentes en la literatura actual (del mismo modo que la localización, diámetros y recorridos de las arterias colaterales cubitales superiores e inferiores a excepción la ya mencionada y descrita en pieza anatómica N°4).

Al centrar nuestro estudio en los vasos arteriales perforantes dominantes septocutáneas y/o cutáneas directas del brazo, encontramos que dichos vasos presentan en gran medida, un origen común con las arterias colaterales cubitales superior y/o inferior correspondiente. Esto es probablemente debido a que si consideramos como arteria perforante dominante a aquel vaso cuyo diámetro de origen y longitud de recorrido son los mayores de la zona anatómica estudiada encontraremos, por tanto, que la continuación de las arterias colaterales cubitales (con llegada directa al espacio subdérmico) constituye el vaso dominante de la zona.

Estos hallazgos coinciden con los datos reportados por Culbertson y Mutimer⁽¹¹³⁾ en 1987 y reciente actualizados por Yakup Cil y Necdet Kocabiyik (2010)⁽¹¹³⁾, al describir el desarrollo de nuevos colgajos perforantes braquiales distales.

JC. Le Huec y F. Licois⁽¹¹⁴⁾ en 1995 correlacionaron la presencia de una perforante braquial medial dominante con la arteria colateral cubital superior en un 68% de los casos (19 piezas anatómicas), mientras de D. Perignon y Breidenbach⁽¹¹⁵⁾ establecen esta relación en un 90 y 80% los casos estudiados. En nuestro estudio sin embargo, encontramos que dicha correlación se encuentra

únicamente en un 50% de las piezas anatómicas disecadas (Véase anexo X.1, piezas 1, 2, 3, 5, 6, 8, 11 y 12).



Al igual que en multitud de estudios anatómicos precedentes, en nuestro estudio, constatamos una comunicación directa anastomótica entre el sistema perforante dominante nacido en la arteria colateral cubital superior y los vasos recurrentes de las arterias colaterales cubitales inferiores y arterias recurrentes cubitales mediales.

Encontramos a diferencia de los datos publicados por Le Huec y Licois⁽¹¹⁴⁾, D. Perignon y Breidenbach⁽¹¹⁵⁾, que del mismo modo que la perforante arterial dominante del brazo puede presentar un punto de origen en la arteria colateral cubital superior, también puede presentar su origen en la arteria colateral cubital inferior, siendo en nuestra serie reportada esta incidencia en el 18,7% de las piezas anatómicas estudiadas (Véase anexo X.1, piezas 7, 13 y 16). Dicho dato no ha sido reportado con anterioridad en la literatura, por lo que se refuerza la necesidad de realizar un estudio de imagen pertinente, previo a la planificación de un procedimiento quirúrgico en la región.

Al igual que en las series descritas por Cormack y Lamberty⁽¹³⁾, en nuestro trabajo, encontramos una prevalencia alta de perforantes braquiales directas, septocutáneas y miocutáneas procedentes de la arteria braquial, que aunadas a las perforantes procedentes de la ACCS y ACCI, constituyen el sistema vascular de la cara medial del brazo. Dichos conocimientos, nos permiten en muchos casos predecir la localización de las perforantes y troncos vasculares relevantes.



Ejemplo de predicción de aparición de distribución vascular y aparición de colgajos en el miembro superior. Véase capítulo X. Anexos.

La localización estimada o mapeo de dichas arterias perforantes dominantes, será por tanto de vital importancia en el diseño y disección de colgajos reconstructivos pediculados y/o libres, basados en dichos ejes vasculares⁽¹⁰¹⁻¹¹⁵⁾. Como se refirió en el apartado de resultados, dichas arterias se localizan a una media de 15 cm del epicóndilo medial en el caso de la arteria colateral cubital superior y a 5 cm del epicóndilo medial, en el caso de la arteria colateral cubital inferior, en el eje trazado por el septo intermuscular braquial/bicipital. En los estudios de D. Perignon y E. Havet⁽¹¹⁵⁾ publicados en el año 2013 por la revista *Surg. Radiol. Anatomy*, se hace referencia a esta información, reportando un origen de la arteria colateral cubital superior a $18,2 \pm 2,8$ cm del epicóndilo medial, lo que implica una diferencia relevante a los datos aportados por nuestro estudio.

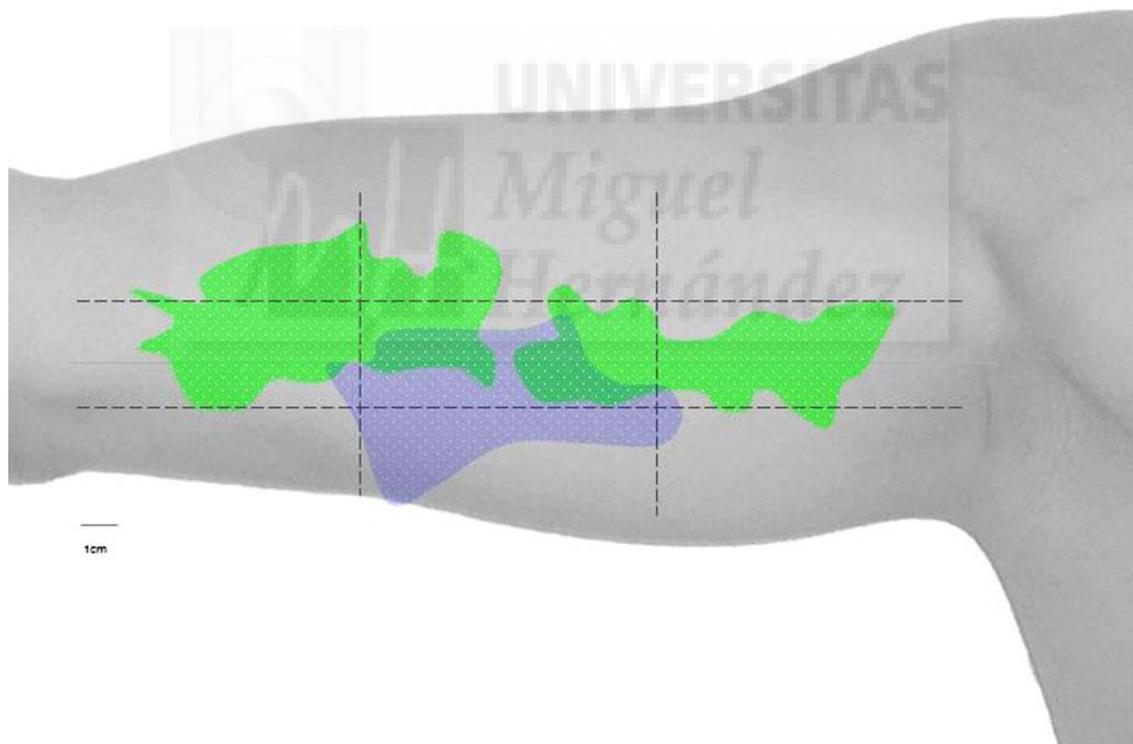


Ilustración 35: Territorio vascular de distribución de la ACCS (azul) y las arterias perforantes braquiales. D. Perignon, *Surg. Radiol. Anat* (2013) 35: 39-48

En nuestro trabajo, el diámetro medio de la ACCS es de 2,5 mm con una varianza de 0,6 mm siendo este dato diferente al registrado y reportado por D. Perignon⁽¹¹⁵⁾, quien reporta un diámetro medio de 1,6 mm +/- 0,7 mm.



Al analizar las ramas arteriales perforantes directas o derivadas de la ACCS encontramos una correlación directa de nuestros resultados con los de la literatura actual (115, 118, 105, 46).

La longitud media de la ramas perforantes dominante es de 5,2 cm, siendo su diámetro medio de 1,5 mm.

En los artículos y trabajos publicados hasta la fecha, se aprecia una descripción anatómica de la distribución de perforantes a nivel braquial y su correlación con la ACCS o AB(92, 93, 105, 118).

Dicha información, pese a ser de gran interés, carece de relevancia clínica al no determinar un sistema de clasificación de dichas perforantes aplicable a la práctica quirúrgica.

En nuestro estudio, realizamos una comparación directa de los diámetros vasculares presentados en todas las perforantes estudiadas, de sus longitudes y puntos de origen, con el fin de poder clasificarlas en dominantes o segundas dominantes del antebrazo y de este modo poder utilizar dicha información en la práctica clínica actual.

Encontramos por tanto una clara relación entre la presencia de arterias perforantes dominante y segundas dominantes con el septo intermuscular (braquial/bicipital) del brazo, y de dichas perforantes con la ACCS. Podemos inferir que la localización de las arterias dominantes y segundas dominantes del brazo se centrará en la porción inferior del brazo (por debajo del eje septal de división braquial/bicipital), presentando dichos vasos un diámetro medio de 2,5 mm, una longitud media de 8,4 cm hasta su punto de origen y que dicho punto de origen, se centrará en la ACCS en un 50% de los casos, siendo la ACCI el origen de dichos vasos dominantes en un 18,7% de los casos y arterias perforantes de origen braquial directo en un 31,7% de los casos.

Además, podemos concluir que la mayor prevalencia de perforantes dominantes en el antebrazo se encontrará a una media de 9,44 cm del

epicóndilo medial, presentando un intervalo de confianza al 95% entre 6,5 y 12 cm.

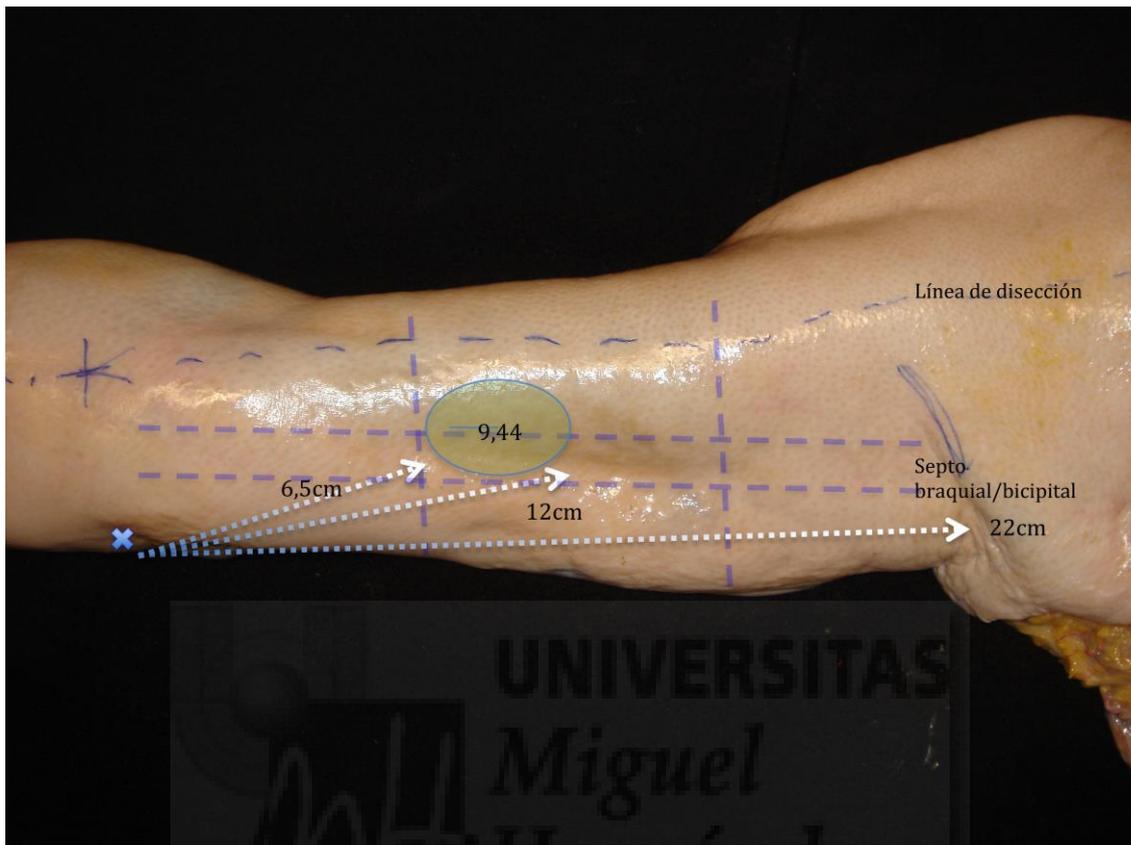


Ilustración 36: Distribución aproximada, de perforantes por encima del septo intermuscular. Pieza anatómica Nº7.

Dichas arterias perforantes de localización distal, se correlacionarán con la ACCI o con ramas directas perforantes braquiales, en mayor proporción que con la ACCS.

Encontraremos las arterias perforantes dominantes de mayor diámetro y preferentemente originarias de la ACCS a 13,5 cm del epicóndilo medial, con un intervalo de confianza al 95% de entre 9,9 y 17,1 cm, siempre y cuando consideremos su relación con el septo intermuscular (por debajo del septo).

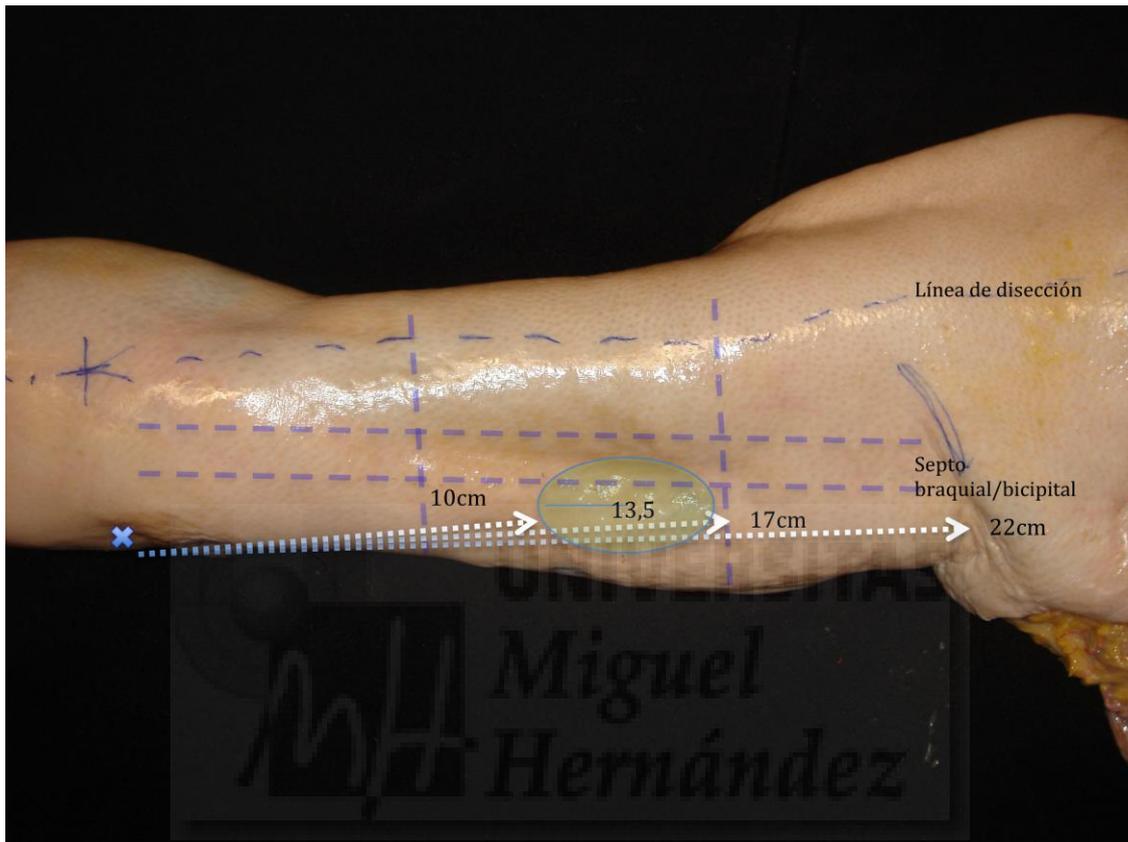


Ilustración 37: Distribución aproximada, de perforantes por debajo del septo intermuscular. Pieza anatómica N°7.

Además, dado que existe una clara tendencia a que las piezas anatómicas estudiadas presenten un sistema vascular perforante de mayor diámetro y longitud (pese a no ser estadísticamente significativo) en los vasos perforantes dominantes que se localizan por debajo del septo intermuscular braquial/bicipital, podemos inferir que con mayor probabilidad, encontraremos en dicha localización la mayor concentración de vasos perforantes dominantes de uso clínico (independientemente de su origen en la ACCS, ACCI o PBD).

VI.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS A NIVEL ANTEBRAQUIAL:

Los datos referidos en el estudio de los 16 antebrazos disecados en relación a su longitud, diámetros y proporciones, concuerdan con los presentes en la literatura tradicional.

En nuestro trabajo hemos encontrado un diámetro medio de la arteria cubital común, antes de su división en arteria interósea común y arteria cubital, de 5,34 mm. Dicho diámetro disminuye notablemente a 4,12 mm tras la mencionada subdivisión arterial en arteria cubital y arteria interósea. Este hecho puede estar relacionado con la ausencia de dominancia vascular de la arteria cubital en la mano, dado que al subdividirse tempranamente y formar las arterias interóseas, reduciendo sus diámetros, contribuye con su caudal de flujo a la vascularización antebraquial profunda.

En ninguna de las piezas anatómicas estudiadas se encontró una arteria cubital superficial. Dicha variante es reportada entre el 2,3 y 9% de los casos estudiados en la literatura^(24, 119, 120).

La división temprana de la arteria radial mostrada en la pieza anatómica número 4, (y ya comentada previamente) no mostró relevancia en el patrón de distribución de arterias perforantes a nivel braquial/antebraquial.

Se encontraron en el tercio proximal de los antebrazos de 6 piezas anatómicas, vasos arteriales perforantes proximales correspondientes a ramas de la porción proximal de la arteria radial (37% de los casos), sin ser ninguno de éstos, vasos perforantes dominantes de la región anatómica referida. Reportamos también la presencia de una perforante anómala (pieza anatómica N° 6, véase anexo X.I), procedente de la arteria interósea sin significación clínico/estadística para este estudio.

La media de presentación de arterias perforantes cubitales directas en nuestro estudio es de 4,6 arterias perforantes (mayores de 0,5 mm de diámetro externo). Jon A. Mathy y Zachary Moaveni⁽⁸⁷⁾, reportan en un estudio anatómico

realizado en paciente vivos en el año 2011 una media de presentación de 3 perforantes cubitales directas mayores a 0,5 mm de diámetro, mientras que Chao Sun y Zhi-dian Hou⁽¹¹⁰⁾ reportan en 2013 una media de presentación de 8,5 arterias perforantes cubitales directas mayores de 0,2 mm de diámetro externo. Dichas diferencias pueden estar dadas por las dificultades inherentes de medición en los estudios realizados con pacientes vivos, y/o por el reducido diámetro vascular a considerar respectivamente.

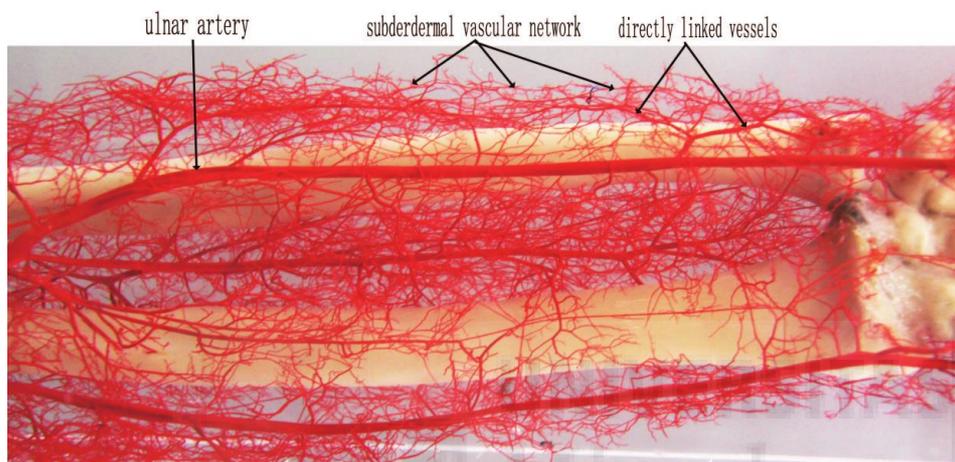


Ilustración 38: Imagen vascular publicada por los autores Chao Sun y Zhi-dian, en el artículo "Estudio Anatómico del Sistema Cutáneo Cubital", publicado en la revista *Plastic and Reconstructive Surgery*. Febrero 2013. Página 329 - 336. Referencia bibliográfica 110

Nuestros datos muestran una distribución de dichos vasos perforantes dominantes con una mayor tendencia de agrupación a 16,5 cm del epicóndilo medial (con un intervalo de confianza al 95% de entre 15 y 18 cm). También encontramos una tendencia de agrupación a nivel distal al pisiforme, a 11,5 cm del mismo

Al valorar dichos datos, es de resaltar que la longitud y diámetros de los vasos estudiados es mayor, en relación al epicóndilo medial y no así al hueso pisiforme.

A diferencia de los estudios precedentes donde se da la mayor relevancia a la presencia o no de vasos perforantes, en nuestro estudio, realizamos un análisis de las perforantes con implicación clínica. Esto es, definimos conceptos de

perforante dominante y segunda dominante (o co-dominante) del antebrazo en base al diámetro y longitud de las arterias perforantes cubitales, las cuales puedan tener posteriormente una aplicabilidad clínica clara.

En nuestro trabajo, encontramos una evidente distribución bimodal de dichos sistemas vasculares (dominantes y segundas dominantes), tendencia refrendada por la literatura previa (Yu P Chang 2012 ⁽¹¹²⁾, y Liu DX y Zheng CY⁽⁹⁵⁾ en el año 2011), los cuales se presentaron en el 100% de las piezas anatómicas por nosotros estudiadas. Se halló una longitud media de dichas perforantes de 3,6 cm y un diámetro medio vascular de 1,7 mm. Así pues, se establece la presencia de un vaso dominante proximal y otro segundo dominante distal o viceversa.

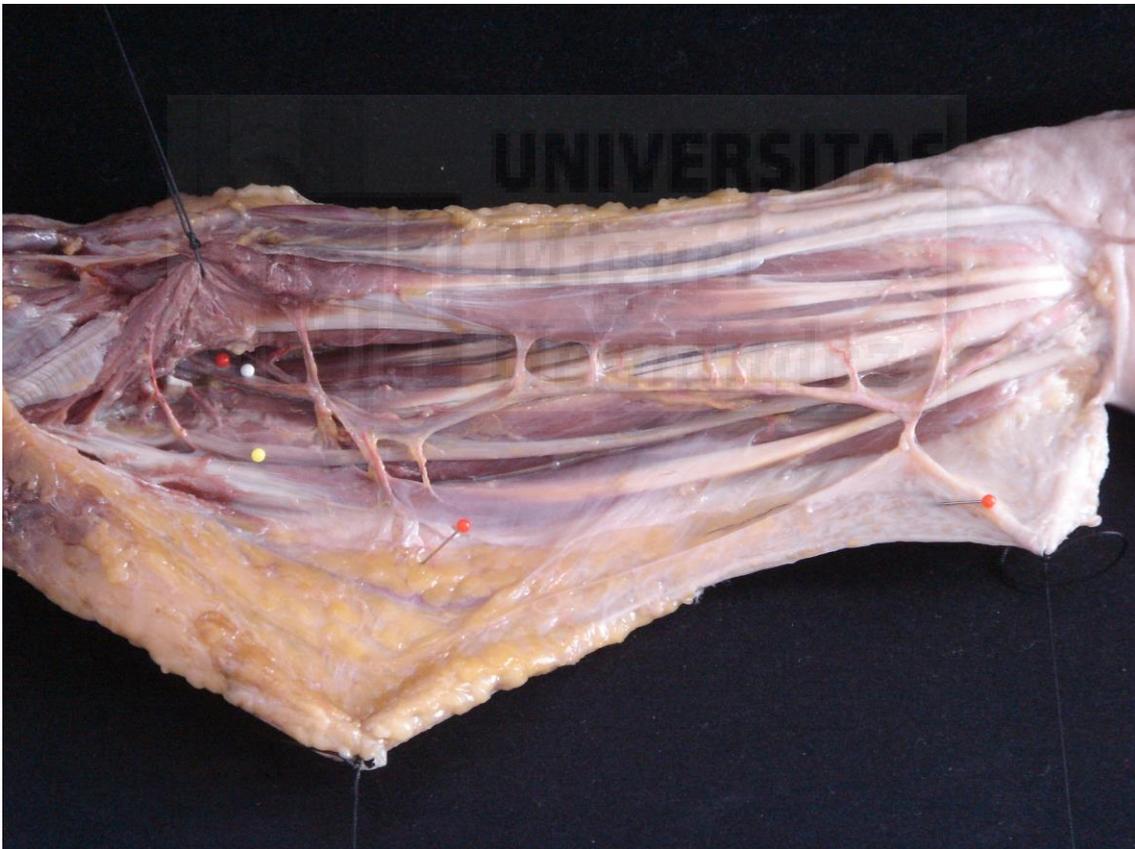


Ilustración 39: Ejemplo de co-dominancia en pieza anatómica N°3, con perforantes cubitales de igual diámetro y longitud, agrupadas en las regiones próximas al hueso pisiforme y al epicóndilo medial.

Para estudiar las características de las perforantes dominantes y segundas perforantes dominantes, realizamos una agrupación de las mismas (Grupo 1 y

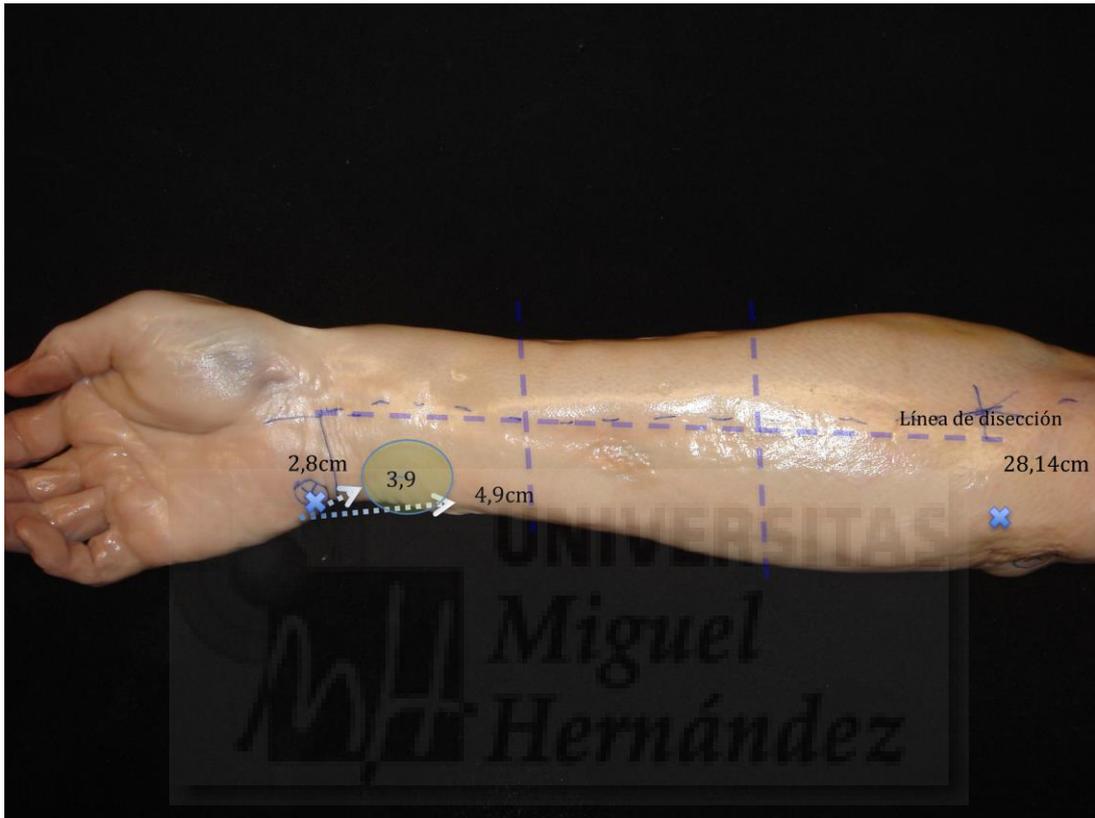
Grupo 2), según se correlacionaron con el epicóndilo interno ó el hueso pisciforme respectivamente.

Estos datos de agrupación muestran similitud con los datos reportados por Chao Sun y Zhi Diam⁽¹¹⁰⁾, los cuales señalan en su estudio anatómico en 12 cadáveres, una distribución proximal y distal similar a la encontrada en este estudio (perforantes localizadas a 4,57 cm del hueso pisciforme, con una longitud vascular de 1,49 cm y perforantes más próximas al epicóndilo medial, localizadas a 7,7 cm del mismo, con un diámetro de 0,75 mm y una longitud media de 1,46 cm); y se contraponen al reciente estudio anatómico propuesto por Jon A. Mathy y Zachary Moaveni⁽⁸⁷⁾, quienes reportan una distribución central de las perforantes del antebrazo (a 6 cm del punto medio del antebrazo) en 52 casos intervenidos quirúrgicamente. Estas discrepancias, pueden explicarse por la limitación en la disección anatómica de los pacientes intervenidos por este último grupo, dada la morbilidad añadida de dicha disección en casos reales de reconstrucción del miembro superior.

A nivel proximal en el antebrazo, nuestros datos reflejan una probabilidad del 95% de encontrar ya sea la perforante dominante o la segunda dominante. A 9,8 cm del epicóndilo medial (intervalo de entre 8,5 - 11,2), presentando estos vasos una longitud media de 3,4 cm (2,9 - 3,9 cm) y un diámetro externo de 1,4 mm (1,2 - 1,6 mm). Dichos datos coinciden con los aportados por Yu⁽¹⁰⁷⁾ en el año 2012 al estudiar los patrones vasculares de distribución, de perforantes de la arteria cubital.



A nivel distal en el antebrazo encontramos con una probabilidad del 95%, una perforante dominante o segunda dominante a 3,9 cm del punto de referencia del hueso pisciforme (intervalo de 2,8 - 4,9 cm), presentando ésta un diámetro de 1,5 mm (1,3 - 1,8 mm) y una longitud media de 3,0 cm (2,3 - 3,6 cm).



Como se puede apreciar, el diámetro y longitud media de las perforantes dominantes o segundas dominantes en el grupo 1 (grupo de distribución próximo al epicóndilo medial) son mayores que los presentados en su contraparte distal (grupo 2: perforantes dominantes o segundas dominantes próximos a la apófisis pisciforme del antebrazo).

Estos datos se ven refrendados por los trabajos clásicos de Becker y Gilbert⁽¹¹¹⁾ de 1988, así como por las modificaciones y refinamientos presentados recientemente en la literatura especializada, por Liu y Zheng⁽⁹⁵⁾, Sang Wha y Sung-No⁽¹⁰⁹⁾.

En el ámbito clínico directo, Unal y Ozdemir⁽¹²¹⁾ presentan su casuística basa en el uso del sistema cubital como zona donante de colgajos microquirúrgicos sin



sacrificio del eje cubital principal, en procedimientos de reconstrucción de la mano, utilizando del mismo modo ya sea la rama proximal o distal, que en este trabajo hemos descrito y corroborado.

Pese a escapar de la temática y orientación de este estudio, es de destacar, la presencia de ramas colaterales de la perforante cubital distal a las estructuras circundantes. A este nivel, la anastomosis de dichos vasos perforantes con los correspondientes al plexo del pronador cuadrado (como se apreció en las piezas anatómicas 2-9 y 11-16 (véase anexo X.2 y X.3) permitirían la realización de colgajos compuestos o también llamados quiméricos, basados en la movilización del músculo pronador cuadrado, FCU o incluso, segmentos del hueso cubital.

Estos hallazgos concuerdan con la descripción clásica de Becker⁽¹¹¹⁾ de 1988 acerca del origen posterior al FCU de la arteria perforante dominante cubital distal y con la información clínica publicada por Sang Wha Kim en 2013⁽¹⁰⁹⁾. Sin embargo, ninguno de estos autores asoció la presencia de comunicantes de la arteria perforante cubital con el plexo del músculo pronador cuadrado. Será necesario, ampliar nuestro conocimiento anatómico en esta microestructura, así como realizar una correlación hemodinámica del flujo vascular distal del antebrazo en posteriores trabajos, antes de poder obtener una conclusión fiable.



CAPÍTULO
SÉPTIMO
CONCLUSIONES



VII. CONCLUSIONES

El sistema vascular arterial perforante del miembro superior es constante y predecible a nivel braquial y antebraquial, no correlacionándose, con la presencia o no, de alteraciones anatómicas mayores de los troncos principales arteriales del miembro superior. Este hallazgo es de gran significación clínica, pues contradice los estudios anatómicos clásicos y reafirma la tendencia apreciada en los últimos estudios anatómicos y casos clínicos, reportados en la literatura especializada.

La constancia anatómica demostrada a nivel de los vasos perforantes, posibilita la utilización de dichos vasos de manera predecible y segura para la ejecución de colgajos de reconstrucción microquirúrgica libres o pediculados.

El uso del sistema vascular perforante braquial y antebraquial en procedimientos reconstructivos, permite la conservación de los troncos vasculares principales del miembro superior y posibilita un aporte sanguíneo correcto y suficiente a los colgajos reconstructivos diseñados a partir de dichos vasos perforantes.

A nivel braquial medial, existe una distribución vascular perforante dominante que guarda una correlación, no estadísticamente significativa, con el septo intermuscular braquial/bicipital. En relación a dicho septo, se aprecia una agrupación vascular septocutánea perforante de mayor relevancia clínica, por debajo de dicho septo intermuscular, pudiéndose establecer un sistema de localización predictiva de dichas arterias perforantes dominantes para la práctica clínica con intervalo de confianza del 95%, tomando como puntos de referencia principales el epicóndilo medial, el septo intermuscular braquial/bicipital y el espacio comprendido entre la inserción del músculo pectoral mayor y el músculo dorsal ancho.

Las arterias perforantes braquiales se divide en tres orígenes primarios. La arteria colateral cubital superior en un 50% de los casos, la arteria colateral

cubital inferior en un 33% de los casos y el tronco principal de la arteria braquial en el restante 27% de los casos. Pese a su origen diverso, las



características estructuras de dichos sistemas vasculares (diámetros y longitudes medias), son constantes y predecibles y por ende de susceptibles de ser utilizados en el diseño de colgajos reconstructivos fasciocutáneos.

El conocimiento anatómico y funcional moderno, desestima la creencia tradicional de que el eje vascular principal de la mano es la arteria cubital y sus ramas terminales.

A nivel antebraquial, existe una clara distribución segmentaria, del sistema vascular arterial perforante cubital en la piel de la cara interna del antebrazo. Dicha distribución se establece de forma constante y bimodal en el antebrazo, teniendo como puntos de referencia el tercio proximal y distal del mismo (referencias anatómicas basadas en el epicóndilo medial y el hueso pisciforme) los cuales son fácilmente identificables.

Esta distribución bimodal de las perforantes arteriales dominantes y segunda dominante, es estadísticamente significativa en nuestro estudio, lo que nos permite predecir la localización precisa de ambos ejes arteriales perforantes dominantes en la cara medial del antebrazo (los cuales se presentaron en el 100% de las piezas anatómicas estudiadas).

Utilizando dicha información para el diseño y ejecución de colgajos fasciocutáneos perforantes cubitales, podemos planificar y realizar, procedimientos reconstructivos microquirúrgicos pediculados en la región del codo o la muñeca, o como colgajos libres vascularizados, sin sacrificar el eje cubital principal y por ende, sin dañar el eje vascular principal del antebrazo. Esta opción implica una mejora sustancial a las alternativas reconstructivas presentes hasta la fecha donde, a nivel loco-regional, se resecaba y/o sacrificaba uno de los ejes vasculares del antebrazo.

CAPÍTULO OCTAVO
LÍNEAS DE
INVESTIGACIÓN
PENDIENTES





VIII. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PENDIENTES

Correlación con el estudio clínico angiográfico, y la aplicación de las nuevas técnicas de imagen no invasivas Angiotac / Angioresonancia Magnética para la correcta planificación y ejecución de procedimientos reconstructivos basados en los vasos perforantes estudiados, correspondientes a los ejes braquial medial/Infra-septal y cubital (proximal y distal).

Ampliación del estudio anatómico del sistema microvascular comunicante, entre las arterias perforantes cubitales y el músculo pronador cuadrado, así como valoración de la dinámica de flujo presente en estos ejes como posibles pedículos accesorios al eje vascular cubital distal y/o como posibles elementos reconstructivos quiméricos microquirúrgicos.







CAPÍTULO
NOVENO
REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS



IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alain C. Masquelet, Alain Gilbert. AN ATLAS OF FLAPS IN LIMB RECONSTRUCTION. Editorial Martin Dunitz. Páginas: 10-35, 52-88.
2. Phillip N. Blondeel, Steven F. Morris, Geoffrey G. Hallock, Petter C. Neligan. PERFORATOR FLAPS ANATOMY, TECHNIQUE AND CLINICAL APPLICATIONS. Primera edición. Volumen 1. Parte II. Páginas 247-283.
3. Fu-Chan Wei, Samir Mardini. FLAPS AND RECONSTRUCTIVE SURGERY. Editorial Saunders. Páginas 7-15, 39-49, 51-62, 81-115, 305-319, 322-338.
4. L. Testut y A. Latarjet. COMPENDIO DE ANATOMÍA DESCRIPTIVA. Décimo sexta edición (1996). Editorial Salvat. Páginas 278-283.
5. Sobotta. ATLAS DE ANATOMÍA HUMANA Vol 1: ANATOMÍA GENERAL Y DEL APARATO LOCOMOTOR. (23ª Edición). Editorial Elsevier España. 2012. Capítulo 3 (extremidad superior). Páginas 117-123, 435-482.
6. Frank H. Netter, M.D. ATLAS OF HUMAN ANATOMY. Octava edición 1995. Editorial Ciba-Geigy Corporation. Páginas: 396-429, 446-456
7. Salmon M. ARTERIES OF THE SKIN. London: Churchill Livingstone; 1988. Páginas 143-168.
8. Beergman RA, Thompson SA, Afifi AK. CATALOG OF HUMAN VARIATION. Baltimore: Urban and Schwarzenbeg 1984. Páginas 108-114.
9. K. D. Wolff, F. Holzle: RAISING OF MICROVASCULAR FLAPS, A SYSTEMATIC APPROACH. Editorial Springer. Páginas 3 – 37.
10. Stephen J. Mathes and Foad Nahai. CLINICAL APPLICATIONS FOR MUSCLE AND MUSCULOCUTANEOUS FLAPS. Editorial C.V. Mosby. Páginas 16-27. 95-132
11. José Luis Llorente Pendás. COLGAJOS LIBRES EN LAS RECONSTRUCCIONES DE CABEZA Y CUELLO. Páginas 109-117, 118-127.

12. Timmons MJ. LANDMARKS IN THE ANATOMICAL STUDY OF THE BLOOD SUPPLY OF THE SKIN. *BrJ.Plast.Surg*, 1985. Número 38. Páginas 197-207
13. Cormack Gc, Lamberty GCH. THE ARTERIAL ANATOMY OF SKIN FLAPS: Churchill Livingstone, 1986, Páginas 217-243
14. Quain R. 1844. THE ANATOMY OF THE ARTERIES OF THE HUMAN BODY. Editorial Taylor and Walton. Capítulo 30-37. Páginas 214-224.
15. Thomas BP, Geddes CR, Tang M, Morris SF. VASCULAR SUPPLY OF THE INTEGUMENT OF THE UPPER EXTREMITY. In: *Perforator Flaps*. St Louis, MO: Quality Medical Publishing Inc 2006. Páginas 220.
16. Michael Saint-Cyr, Mirsad Mujadzic, Corrine Wong. THE RADIAL ARTERY PEDICLE PERFORATOR FLAP: VASCULAR ANALYSIS AND CLINICAL IMPLICATIONS. *PRS-Journal*. Volumen 125. Número 5. Páginas 1469-1477.
17. Yang G, Yuzhi G. FOREARM FREE SKIN FLAP TRANSPLANTATION. *Natl Med J China* 1978. Número 61. Página 139.
18. Timmons MJ. THE VASCULAR BASIS OF THE RADIAL FOREARM FLAP. *Plast Reconstr Surg*. 1986. Número 77. Páginas 80-92.
19. Soutar DS, Scheker LR, Tanner NS, McGregor IA. THE RADIAL FOREARM FLAP: A VERSATILE METHOD FOR INTRA-ORAL RECONSTRUCTION. *Br J Plast Surg*. 1983. Número 36. Páginas 1-8.
20. Genden EM, Wallace DI, Okay D, Urken ML. RECONSTRUCTION OF THE HARD PALATE USING THE RADIAL FOREARM FREE FLAP: INDICATIONS AND OUTCOMES. *Head Neck* 2004. Número 26. Páginas 808-814.
21. Tiengo C, Macchi V, Porzionato A, et al. THE PROXIMAL RADIAL ARTERY PERFORATOR FLAP (PRAP-FLAP): AN ANATOMICAL STUDY FOR ITS USE IN ELBOW RECONSTRUCTION. *Surg. Radiol. Anat*. 2007. Número 29. Páginas 245-251.
22. Maruyama Y, Onishi K, Iwahira Y. THE ULNAR RECURRENT FASCIOCUTANEOUS ISLAND FLAP: REVERSE MEDIAL ARM FLAP.

- Plast. Reconstr. Surg. 1987. Número 97. Páginas 381e-388e.
23. T.W. Sadler, Ph.D. LANGMAN'S MEDICAL EMBRYOLOGY. Sexta edición. Editorial Médica Panamericana. Páginas 75-95, 151-167.
 24. Lawrence J. McCormack, M.D; Earl W. Cauldwell, M.D; Barry J. Anson, PhD. BRACHIAL AND ANTEBRACHIAL ARTERIAL PATTERNS A STUDY OF 750 EXTREMITIES. Surgery, Gynecology and Obstetrics, Número 589. Páginas 43-54.
 25. Singer E. (1933). EMBRYOLOGICAL PATTERN PERSISTING IN THE ARTERIES OF THE ARM. Anatomical Record 55. 403-409.
 26. Parry SW, Ward JW, Mathes, SJ. VASCULAR ANATOMY OF THE UPPER EXTREMITY MUSCLES. Plast. Reconstr. Surg. 1988. Número 81. Página 358.
 27. Parry SW, Mathes SJ. BLOOD SUPPLY OF THE UPPER EXTREMITY MUSCLES AS RELATED TO FUNCTIONAL TENDON TRANSFERS. Clin Plast Surg 1989. Número 16. Página 531-537.
 28. Revol MP, Lantieri L, Loy S, et al. VASCULAR ANATOMY OF THE FOREARM MUSCLES: A STUDY OF 50 DISSECTIONS. Plast. Reconstr. Surg. 1991. Volumen 88. Número 6. Páginas 1026-1033.
 29. Hayashi y Y. Maruyama. ANATOMICAL STUDY OF THE RECURRENT FLAPS OF THE UPPER ARM. British Journal of Plastic Surgery (1990). Número 43. Páginas 300-306.
 30. Hayashi A, Maruyama Y, Saze M, et al. ULNAR RECURRENT ADIPOFASCIAL FLAP FOR RECONSTRUCTION OF MASSIVE DEFECTS AROUND THE ELBOW AND FOREARM. Br. J. Plast. Surg. 2004. Número 57. Páginas 632-637.
 31. Morris SF, Taylor GI. PREDICTING THE SURVIVAL OF EXPERIMENTAL SKIN FLAPS. Plast. Reconstr. Surg. 1993. Número 92. Páginas 1352-1361.
 32. Morris SF, Taylor GI. TIME SEQUENCE OF DELAY. Plast. Reconstr. Surg. 1995. Número 95. Páginas 526-533.
 33. Sigurd Pechler MD, Fridun Kerschbaumer MD. ATLAS OF HAND

SURGERY. Editorial Thieme. New York 200. Páginas 2-28, 65-69, 76-98



34. Salmon M. ARTERES DES MUSCLES DES MEMBRES ET DU TRONC. Paris: Editorial Masson, 1933. Páginas 112- 136.
35. Yang D, Morris SF. Ulnar ARTERY PERFORATOR FLAP. IN: PERFORATOR FLAPS. St Louis, MO: Quality Medical Publishing Inc; 2006. Páginas 283-295.
36. El-Khatib HA, Mahboub TA, Ali TA. USE OF AN ADIPOFASCIAL FLAP BASED ON THE PROXIMAL PERFORATORS OF THE ULNAR ARTERY TO CORRECT CONTRACTURE OF ELBOW BURN SCARS: AN ANATOMIC AND CLINICAL APPROACH. *Plast. Reconstr. Surg.* 2002. Número 109. Páginas 130-136.
37. Hayashi A, Maruyama Y. ANATOMICAL STUDY OF THE RECURRENT FLAPS OF THE UPPER ARM. *Br J Plast. Surg.* Livingstone 2009 Diciembre 16. Volumen 10. Suplemento digital e2.
38. Frost-Arner, Lieselotte MD, PhD ; Bjorgell, Ola MD, PhD. LOCAL PERFORATOR FLAP FOR RECONSTRUCTION OF DEEP TISSUE DEFECTS IN THE ELBOW AREA. *Annals of Plastic Surgery.* May 2003 Tomo 50. Número 5. Páginas 491-497.
39. Stevanovic, Milan MD; Sharpe, Frances MD; Itamura, John M. MD TREATMENT OF SOFT TISSUE PROBLEMS ABOUT THE ELBOW. *Clinical Orthopaedics & Related Research.* January 2000. Número 370. Páginas 127-137.
40. Marc P. Revlo MD, Laurente Lantieri MD. VASCULAR ANATOMY OF THE FOREARM MUSCLES. A STUDY OF 50 DISSECTIONS. Paris-Francia. 1990. *Plastic and Reconstructive surgery,* Diciembre 1991. Volumen 88. N°6. Páginas 1031-1033.
41. S. Morris MD, M. Tang MD; VASCULAR ANATOMICAL BASIS OF PERFORATOR SKIN FLAPS. *Cirugía plástica ibero-latinoamericana.* 2006. Volumen 32. Número 4. Páginas 23-27.
42. Williams, P. L.I, and Warwick, R. (Eds.). GRAY'S ANATOMY 35TH ED. London: Longmans. 1973. Páginas 654-672
43. Coleman S. S and Anson B. J. ARTERIAL PATTERNS IN THE HAND

- BASED UPON A STUDY OF 650 SPECIMENS. Surg. Gynecol. Obstet. 1961. Tomo 113. Página 409-412.
44. Rodríguez-Baeza, J. Nebot, B. Ferreira, F. Reina: AN ANATOMICAL STUDY AND ONTOGENETIC EXPLANATION OF 23 CASES WITH VARIATIONS IN THE MAIN PATTERN OF THE HUMAN BRACHIO-ANTEBRACHIAL ARTERIES. J. Anat. 1995. Páginas 473-479.
45. Lippert H, Pabst. Munchen: JF Bergmann Verlag BRACHIAL AND SUPERFICIAL BRACHIAL ARTERY IN ARTERIAL VARIATIONS IN MAN. 1985. Páginas 63-73.
46. Morris S .Tang M. Geddes, C.R. BASES ANATÓMICAS VASCULARES DE LOS COLGAJOS PERFORANTES CUTÁNEOS. Cir. Plástica Ibero-latinoamericana. Volumen 32. Número 4. Páginas 225-236.
47. Taylor G I, Palmer JH. THE VASCULAR TERRITORIES (ANGIOSOMES) OF THE BODY: EXPERIMENTAL STUDY AND CLINICAL APPLICATIONS. Br J Plast Surg 1987; Volumen 40: Páginas 113-119.
48. Taylor GI., Razaboni R. (Eds.) SALMON'S ARTERIES OF THE LIMBS AND THE TRUNK AND THE ANASTOMOTIC PATHWAYS OF THE LIMBS. St. Louis: Quality Medical Publishers, 1993. Páginas 1145-1149.
49. Lohr JM, Paget DS, Smith JM et al. UPPER EXTREMITY HEMODYNAMIC CHANGES AFTER RADIAL ARTERY HARVEST FOR CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING. Ann. VAsc. Surg. 2000; Número 14; Páginas 56-62.
50. Dumanian, G., Segalman, K. Et al. ANÁLISIS OF DIGITAL PULSE. VOLUMEN RECONRDINGS WITH RADIAL AND ULNAR ARTERY COMPRESSION. Plast. Reconst. Surg. 1993. Número 102. Páginas 1998-2001.
51. Iida Y, Numata T, Shiba K, Nagata H, Terada N, Konno A. HEMODYNAMIC CHANGES OF THE HAND AFTER RADIAL FOREARM FLAP HARVESTING. Ann. Plast. Surg. 2002. Número 49. Páginas 156-160.

52. Husum B, Palm T. ARTERIAL DOMINANCE IN THE HAND. Br. J. Anaesth. 1978. Número 50. Páginas 913-916.



53. Lovie MJ, Duncan GM, Glasson SW. THE ULNAR ARTERY FOREARME FREE FLAP. *Br. J. Plast. Surg.* 1984. Número 37. Páginas 486-92.
54. Koshima I, Iino T, Fukada H, Soeda S. THE FREE ULNAR FOREARM FLAP. *Ann Plast Surg* 1987, Volumen 18. Páginas 24-29.
55. Haerle M, Häfner HM, Dietz K, Schaller HE, Bunelli F. VASCULAR DOMINANCE IN THE FOREARM. *Plast. Reconst. Surg.* 2003. Número 111. Páginas 1891-1898.
56. Devanish. SUPERFICIAL ULNAR ARTERY FLAP. *Plast. Reconstr. Surg.* 1996. Número 97. Páginas 420-426.
57. Little, J. M., Zylstra, P. L., West, J. CIRCULATORY PATTERNS IN THE NORMAL HAND. *Br. J. Surg.* 1973. Número 60. Páginas 652-653.
58. Tonks AM, Lawrence J, Lovie MF. COMPARISON OF ULNAR AND RADIAL ARTERIAL BLOOD-FLOW AT THE WRIST. *J Hand Surg* 1995. Suplemento 20B. Páginas 240-242.
59. Lamberty BG, Cormack GC. THE ANTECUBITAL FASCIOCUTANEOUS FLAP. *Br J Plast Surg* 1983. Número 36. Páginas 428-233.
60. Pannier, B. M., Avolio, A. P., Hoeks, A., et al. METHODS AND DEVICES FOR MEASURING ARTERIAL COMPLIANCE IN HUMANS. *Am. J. Hypertens.* 2002. Número 15. Págonas 743-744.
61. Dellon, A. L., Mackinnon, S. E., and Crosby, P. M. RELIABILITY OF TWO-POINT DISCRIMINATION MEASUREMENTS. *J. Hand Surg.(Am.)* 1987. Número 12. Páginas 693-697.
62. Kleinert J. M., Fleming, Abel C. S, and Firrell J. RADIAL AND ULNAR ARTERY DOMINANT IN NORMAL DIGITS. *J. Hand Surg. (Am)* 1989. Número 14. Páginas 504-505.
63. Song, R., Gao, Y., Song, Y., et al. THE FOREARM FLAP. *Clin. Plast.Surg.* 1982. Número 9. Páginas 21-23.
64. Boorman JG, Browna JA, Sykes PJ. MORBIDITY IN THE FOREARM FLAP DONOR ARM. *Br J Plast Surg* 1987. Número 40. Páginas 207-212.

65. Timmons, M. J., Missotten, F. E., Poole, M. D., and Davies, D. M. COMPLICATIONS OF RADIAL FOREARM FLAP DONOR SITES. Br. J. Plast Surg 1986. Número 39. Páginas 176-178.
66. Bardsley, A. F., Soutar, D. S., Elliot, D., and Batchelor, A. G. REDUCING MORBIDITY IN RADIAL FOREARM FLAP DONOR SITE. Plast. Reconstr. 1990. Surg. Número 86. Páginas 287-290.
67. Meland NB, Core GB, Hoverman VR. THE RADIAL FOREARM FLAP DONOR SITE: SHOULD WE VEIN GRAFT THE ARTERY?. A COMPARATIVE STUDY. Plast. Reconstr. Surg. 1993. Número 91. Páginas 865-870. Discusión 871.
68. Sieg P, Bierwolf S. ULNAR VERSUS RADIAL FOREARM FLAP IN HEAD AND NECK RECONSTRUCTION: AN EXPERIMENTAL AND CLINICAL STUDY. Head Neck 2001. Número 23. Páginas 967-971.
69. Ryan J. F. , Raines J., Dalton B., and Mathieu A. ARTERIA DYNAMICS OF RADIAL ARTERY CANNULATION. Anesth. Analg 1973. Número 52. Páginas 1017-1021.
70. Richardson D, Fisher S, Vaughan E. RADIAL FOREARM FLAP DONOR SITE COMPLICATIONS AND MORBIDITY: A PROSPECTIVE STUDY. Plast. Reconstr. Surg. 1997. Número 99. Páginas 109-111.
71. Boorman J G, Brown JA and Sykes PJ. MORBIDITY IN THE FOREARM FLAP DONOR ARM. Br J. Plast. Surg. 1997. Número 40. Páginas 207-209.
72. Heller F, Wei W, Wei FC. CHRONIC ARTERIAL INSUFFICIENCY OF THE HAND WITH FINGERTIP NECROSIS 1 YEAR AFTER HARVESTING A RADIAL FOREARM FREE FLAP. Plast Reconstr Surg 2004. Número 114. Páginas 728-731.
73. Suominen S, Ahovuo J, Asko-Seljavaara S. DONOR SITE MORBIDITY OF RADIAL FOREARM FLAPS. Scand J Plast Reconstr Hand Surg 1996. Número 30. Páginas 57-61.
74. Swanson E, Boyd JB, Manktelow RT. THE RADIAL FOREARM FLAP: RECONSTRUCTIVE APPLICATIONS AND DONOR-SITE DEFECTS IN

35 CONSECUTIVE PATIENTS. *Plast. Reconstr. Surg.* 1990. Número 85.
Páginas 258-266.



75. Lutz, B. S., Wei, F. C., Chang, S. C., et al. DONOR SITE MORBIDITY AFTER SUPRAFASCIAL ELEVATION OF THE RADIAL FOREARM FLAP: A PROSPECTIVE STUDY IN 95 CONSECUTIVE CASES. *Plast. Reconstr. Surg.* 1999. Número 103. Páginas 132-135.
76. Richardson, D., Fisher, S. E., Vaughan, E. D., et al. RADIAL FOREARM FLAP DONOR-SITE COMPLICATIONS AND MORBIDITY: A PROSPECTIVE STUDY. *Plast. Reconstr. Surg* 1997. Número 99. Páginas 109-115.
77. Schoeller, T., Otto, A., Wechselberger, G., et al. RADIAL FOREARM FLAP DONOR-SITE COMPLICATIONS AND MORBIDITY. *Plast. Reconstr. Surg* 1998. Número 101. Páginas 874-875.
78. Yoshiharu i, Taylor GI. THE ANGIOSOMES OF THE FOREARM: ANATOMIC STUDY AND CLINICAL IMPLICATIONS. *Plast Reconstr Surg* 1996. Número 98(2). Páginas 195-210.
79. Brodman, R. F., Hirsh, L. E., and Frame, R. EFFECT OF RADIAL ARTERY HARVEST ON COLLATERAL FOREARM BLOOD FLOW AND DIGITAL PERFUSION. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2002. Número 123. Página 512.
80. H. Gardet *, V. Pinsolle, P. Pélissier, V. Casoli, D. Martin. ANTEBRACHIAL FLAP BASED ON DISTAL PERFORATORS OF THE RADIAL ARTERY: ANATOMIC STUDY OF 10 CASES. *Annales de chirurgie plastique esthétique* 2006. Número 51. Páginas 47-52.
81. E. Rodriguez, S Mithani, R. Bluebond-Langner, P. Manson. HAND EVALUATION FOLLOWING ULNAR FOREARM PERFORATOR FLAP HARVEST: A PROSPECTIVE STUDY. *Plast. And Reconstr. Surg.* Noviembre 2007. Número 120 (6). Páginas 1598-1601.
82. Glasson, D. W., Lovie, M. J., and Duncan, G. M. THE ULNAR FOREARM FREE FLAP IN PENILE RECONSTRUCTION. *Aust. N. Z. J. Surg.* 1996. Número 56. Página 477-482.
83. Koshima, I., Iino, T., Fukuda, H., et al. THE FREE ULNAR FOREARM FLAP. *Ann. Plast. Surg.* 1987. Número 18. Página 24-39.

84. Wax, M. K., Rosenthal, E. L., Winslow, C. P., et al. THE ULNAR FASCIOCUTANEOUS FREE FLAP IN HEAD AND NECK RECONSTRUCTION. *Laryngoscope* 2002. Número 112. Página 2155-2157.
85. Valenti, Ph; Dubert, T. AN ANALYSIS OF DIFFERENT PROCEDURES FOR THE REPAIR OF SKIN LOSS IN THE REGION OF THE ELBOW AND A SUGGESTED STRATEGY FOR TREATMENT. *Journal of Bone & Joint Surgery - British Volumen*. 79-B. Suplemento I:57, March 1997
86. Prantl L, Schreml S, Schwarze H, et al. A SAFE AND SIMPLE TECHNIQUE USING THE DISTAL PEDICLED REVERSED UPPER ARM FLAP TO COVER LARGE ELBOW DEFECTS. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 2008. Número 61. Páginas 546-51.
87. Jon A. Mathy a, Zachary Moaveni a, Swee T. Tan. PERFORATOR ANATOMY OF THE ULNAR FOREARM FASCIOCUTANEOUS FLAP. *Journal of Plast. Reconstr. And Aesth. Surg.* April 2012. Número 65. Páginas 1076-1082.
88. E. Vergara. ANATOMICA STUDY OF THE ULNAR DORSAL ARTERY AND DESIGNO OF A NEW RETROGRADE ULNAR DORSAL FLAP. *Plast. Reconst. Surg.* Volumen 121. Número 5. Páginas 1716-1722.
89. Ioannis A. Ignatiadis, DISTAL RADIAL AND ULNAR ARTERIES PERFORATOR BASED ADIPOFASCIAL FLAPS FOR COVERING HAND TRAUMATIC DEFECTS. *Microsurgery*. DOI 10 . Número 1002. Páginas 372- 377.
90. Cahui Zhang, Shelby G. Topp. ANATOMIC STUDY OF DISTALLY BASED PEDICLE COMPOUND FLAPS WITH NUTRIENT VESSELS OF THE CUTANEOUS NERVES AND SUPERFICIAL VEINS OF THE FOREARM. *Microsurgery* DOI. Número 10. Páginas 373-385.
91. Angrigiani C. , Grilli D. POSTERIOR INTEROSSEOUS REVERSE FOREARM FLAP: EXPERIENCIE WITH 80 CONSECUTIVE CASES. *Plast Reconstr Surg.* 1993 Agosto, Volumen 92. Número 2. Página 285-293.



92. Cormack GC, Lamberty BGH. FASCIOCUTANEOUS WESSEL IN THE UPPER ARM: APPLICATION TO THE DESIGN O NEW FASCIOCUTANEOUS FLAPS. *Past. Reconst. Surg.* 1984. Número 74. Página 144-249.
93. Yoshiko Iwahira, Yu Maruyama, Akiteru Hayasi. THE SUPERFICIAL BRACHIAL FLAP. *Annals of Plastic Surgery.* Julio 1996. Volumen 37. Número 1. Páginas 48-54.
94. Karamu rsel S, Bagdath D, Demir Z, Tu ccar E, Celebioglu S (2005) USE OF MEDIAL ARM SKIN AS A FREE FLAP. *Plast. Reconstr. Surg.* Número 115. Páginas 2025-2031.
95. Liu DX, Zheng CY, Li XD, Wang H, Du SX. CLINICAL APPLICATION OF THE FLAP BASED ON THE DISTAL CUTANEOUS BRANCH OF THE ULNAR ARTERY. *J Trauma* 2011. Número 70. Páginas E93-E97.
96. Bhattacharya S, Bhagia SP, Bhatnagar SK, et al. THE MEDIAL UPPER ARM FASCIOCUTANEOUS FLAP. AN ALTERNATIVE FLAP TO COVER PALMAR DEFECTS OF HAND AND DISTAL FOREARM. *J Hand Surg [Br].* 1991. Número 16. Páginas 342e-5e.
97. Dolman S. Guimberteau JC, Baudet J. THE UPPER ARM FLAP .*J. Microsurg* 1979. Número 1. Páginas 162-165.
98. Gao X, Mao Z, Yang Z, Wang B (1985) MEDIAL UPPER ARM SKIN FLAP: VASCULAR ANATOMY AND CLINICAL APPLICATIONS. *Ann. Plast. Surg.* Número 15. Páginas 348-351
99. Hentz VR, Pearl RM, Kaplan EN (1980) USE OF THE MEDIAL UPPER ARM SKIN AS AN ARTERIALISED FLAP. *Hand.* Número 12. Páginas 241-247
100. Budo J, Finucan T, Clark J. THE INNER ARM FASCIOCUTANEOUS FLAP. *Plast Reconstr Surg.* 1984. Volumen 73. Número 4. Páginas 629-632.
101. Hwang K, Lee WJ, Jung CY, Chung IH (2005) CUTANEOUS PERFORATORS OF THE UPPER ARM AND CLINICAL APPLICATIONS. *J Reconstr. Microsurg.* Número 21. Páginas 463-469.

102. Wolff KD, Kesting M, Mücke T, Rau A, Hölzle F. THIEL EMBALMING TECHNIQUE: A VALUABLE METHOD FOR MICROVASCULAR EXERCISE AND TEACHING OF FLAP RAISING. *Microsurgery* 2008. Volumen 28 Número 4. Páginas 273-278.
103. Thiel W. THE PRESERVATION OF THE WHOLE CORPSE WITH NATURAL COLOR. *Ann Anat.* 1992. Número 174. Páginas 185-195.
104. Comellas Melero, N. , Salvador-Sanz, J.F., Terol Calpena, F. , Almenar García, V. , Pérez Cano, R. ANATOMICAL STUDY OF THE ARTERIAL VASCULARIZATION OF THE FLEXOR DIGITORUM SUPERFICIALIS MUSCLE. *Br. J. Plast. Surg.* 2005 Dec. Volumen 58, Número 8. Páginas 1079-1085.
105. Sheng-hua Chen, Da-chuan Xu, MEASUREMENT AND ANÁLISIS OF THE PERFORATOR ARTERIES IN UPPER EXTREMITY FOR THE FLAP DESIGN. *Surg. Radiol. Anato.* 2009. Número 31. Páginas 687-693.
106. Samuel W. Parry y Stephen J. Mathes. BLOOD SUPPLY OF THE UPPER EXTREMITY MUSCLES AS RELATED TO FUNCTIONAL TENDON TRANSFERS. *Clinics in Plastic Surgery.* Julio 1989. Volumen 16, Número 3. Páginas 531-536.
107. Yu P, Chang EI, Selber JC, Hanasono MM. PERFORATOR PATTERNS OF THE ULNAR ARTERY PERFORATOR FLAP. *Plast. Reconstr. Surg.* 2012. Número 129. Páginas 213-220.
108. Mark Schaveriem M.R. C., Michel Saint-Cyr MD, Gary Arbique PhD. THREE- AND FORU DIMENSIONAL COMPUTED TOMOGRAPHIC ANGIOGRAPHY AN VENOGRAPHY OF THE ANTEROLATERAL THIGH PERFORATOR FLAP. *Plastic and reconstructive surgery.* Mayo 2012. Número 121. Tomo 5. Páginas 1685-1696.
109. Sang Wha Kim, MD, Sung-No Jung, MD, PhD, Won Il Sohn, MD, Ho Kwon, MD, PhD, and Suk-Ho Moon, MD. ULNAR ARTERY PERFORATOR FREE FLAP FOR FINGER RESURFACING. *Annals of Plastic Surgery* July 2013. Volumen 71. Número 1. Páginas 72-75.

110. Chao Sun, M.D., Ph.D. Zhi-dian Hou, M.D., Ph.D. Bing Wang. An ANATOMICAL STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF CUTANEOUS BRANCHES-CHAIN PERFORATOR FLAP WITH ULNAR ARTERY PEDICLE. *Plastic and Reconstructive Surgery* February 2013, Volumen 131. Número 2. Páginas 329-336.
111. Becker C, Gilbert A. THE ULNAR FLAP. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 1988. Número 20. Páginas 180-183.
112. Yakup Cil, MD,a Necdet Kocabiyik, MD,b Serdar Ozturk, MD,c Selcuk Isik, MD,c and Hasan Ozan, MDb. A NEW PERFORATOR FLAP FROM DISTAL MEDIAL ARM: A CADAVERIC STUDY. *Eplasty.* 2010. Número 10. Página e65.
113. Culbertson JH, Mutimer K. THE REVERSE LATERAL UPPER ARM FLAP FOR ELBOW COVERAGE. *Ann Plast Surg* 1987. Número 18. Página 62.
114. Le Huec JC, Liquois F, Leger O, Chauveaux D, Midy D, Le Rebeller A (1995) A STUDY OF THE FASCIOCUTANEOUS VASCULARISATION OF THE ARM. SURGICAL APPLICATIONS. *Surg Radiol Anat.* Número 17. Páginas 121-128.
115. D. Perignon, E. Havet, R. Sinna. PERFORATOR ARTERIES OF THE MEDIAL UPPER ARM: ANATOMICAL BASIS OF A NEW FLAP DONOR SITE. *Surg. Radiol. Anat.* 2013. Número 35. Páginas 39-48.
116. Breidenbach WC, Adamson W, Terzis JK (1987) MEDIAL ARM FLAP REVISITED. *Ann. Plast. Surg.* Número 18. Páginas 156-163.
117. Mathes SJ, Nahai F (1996) RECONSTRUCTIVE SURGERY. PRINCIPLES, ANATOMY AND TECHNIQUE. Editorial Elsevier, Oxford. Páginas 747-748.
118. Dr. Bernardo Baltazar Rendón, Dra. Krystell Padilla Martín, Dr. Raymundo Priego Blancas, Dr. Rafael Reynoso Campo. COLGAJO BRAQUIAL POSTERIOR. ESTUDIO ANATÓMICO Y APLICACIÓN CLÍNICA. *CIRUGÍA PLÁSTICA.* Enero-Diciembre 2009. Volumen 19. Número 1-3. Páginas 29-34.

119. Weathersby HT. UNUSUAL VARIATION OF THE ULNAR ARTERY. *Anat. Res.* 1956. Número 124. Páginas 245-248.
120. Devansh MS. SUPERFICIAL ULNAR ARTERY FLAP. *Plast. Reconstr. Surg.* 1996. Número 97. Páginas 420-426.
121. Unal C, Ozdemir J, Hasdemir M. CLINICAL APPLICATION OF DISTAL ULNAR ARTERY PERFORATOR FLAP IN HAND TRAUMA. *J Reconstr. Mi- crosurg.* 2011. Número 27. Páginas 559-565.







CAPÍTULO DÉCIMO

ANEXOS



X. ANEXOS

X.1 Gráfica de registro de datos.

GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 1:

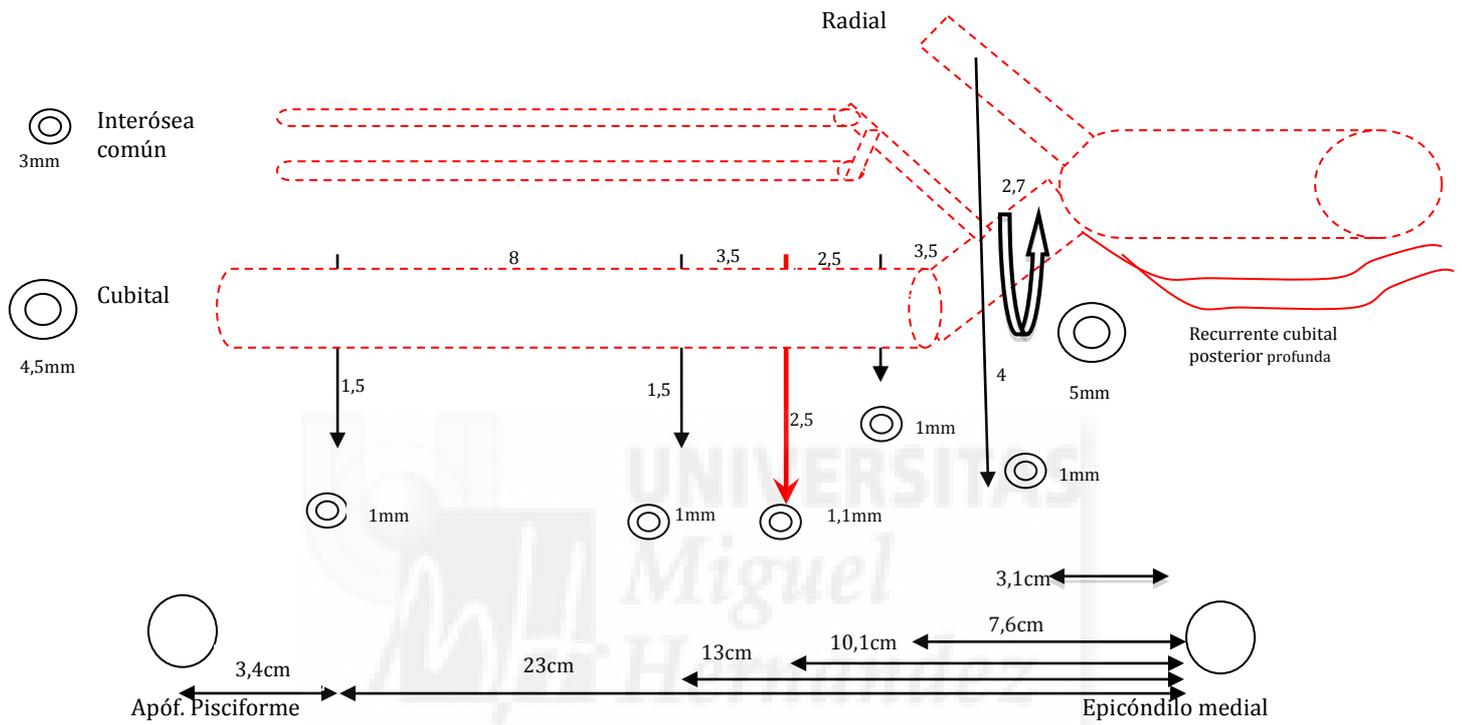


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 1:

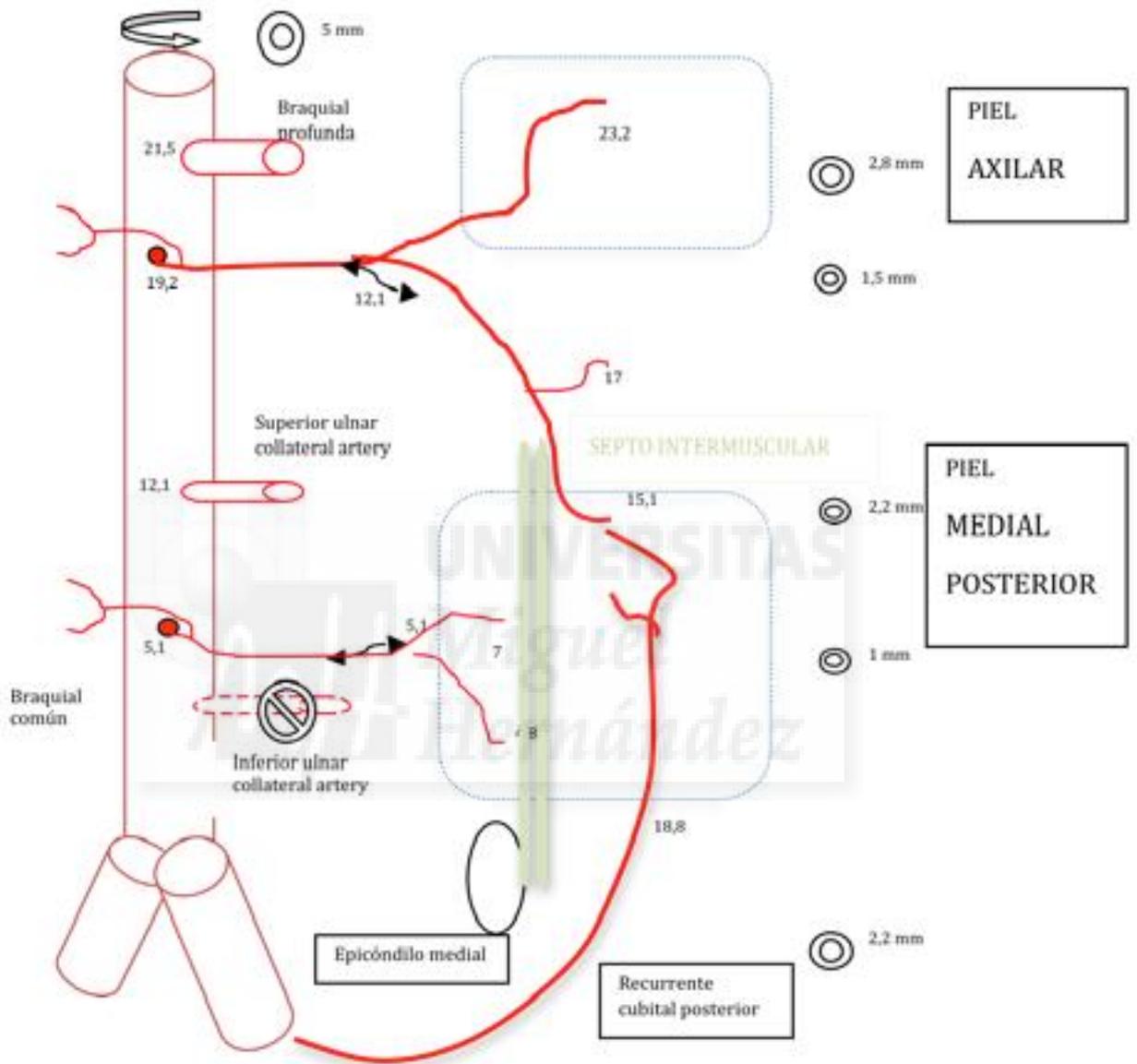


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 2:

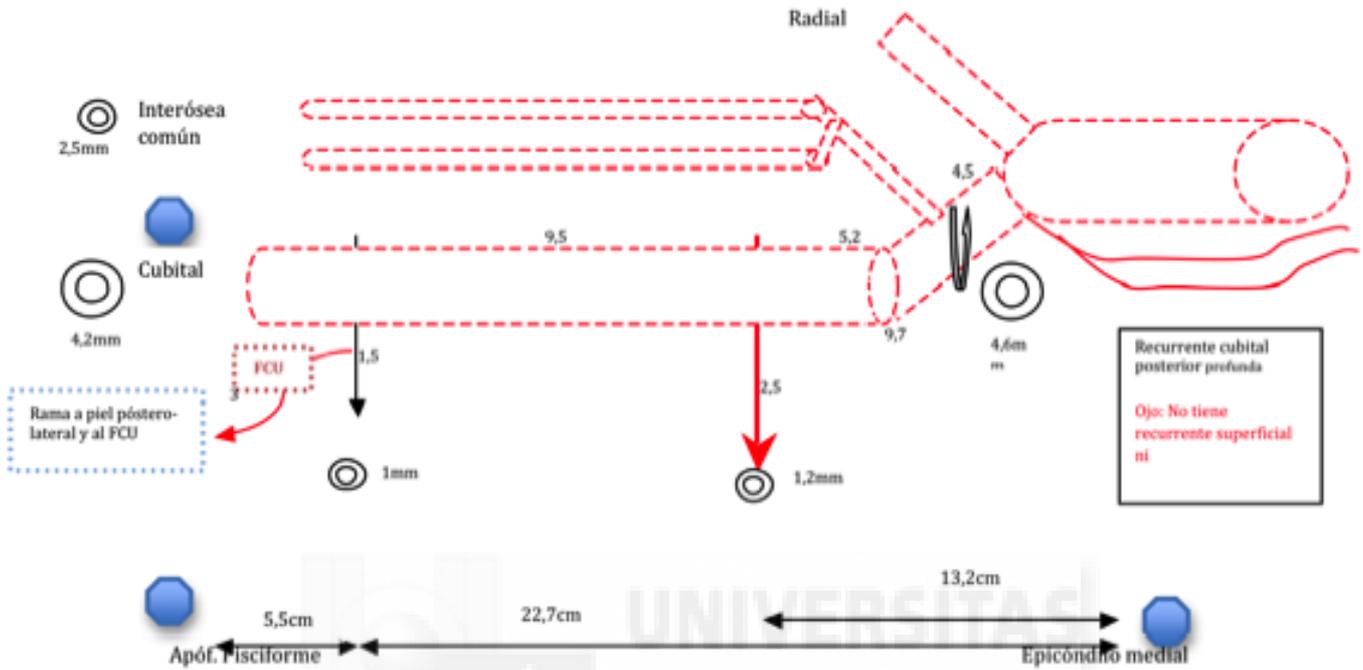


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 2:

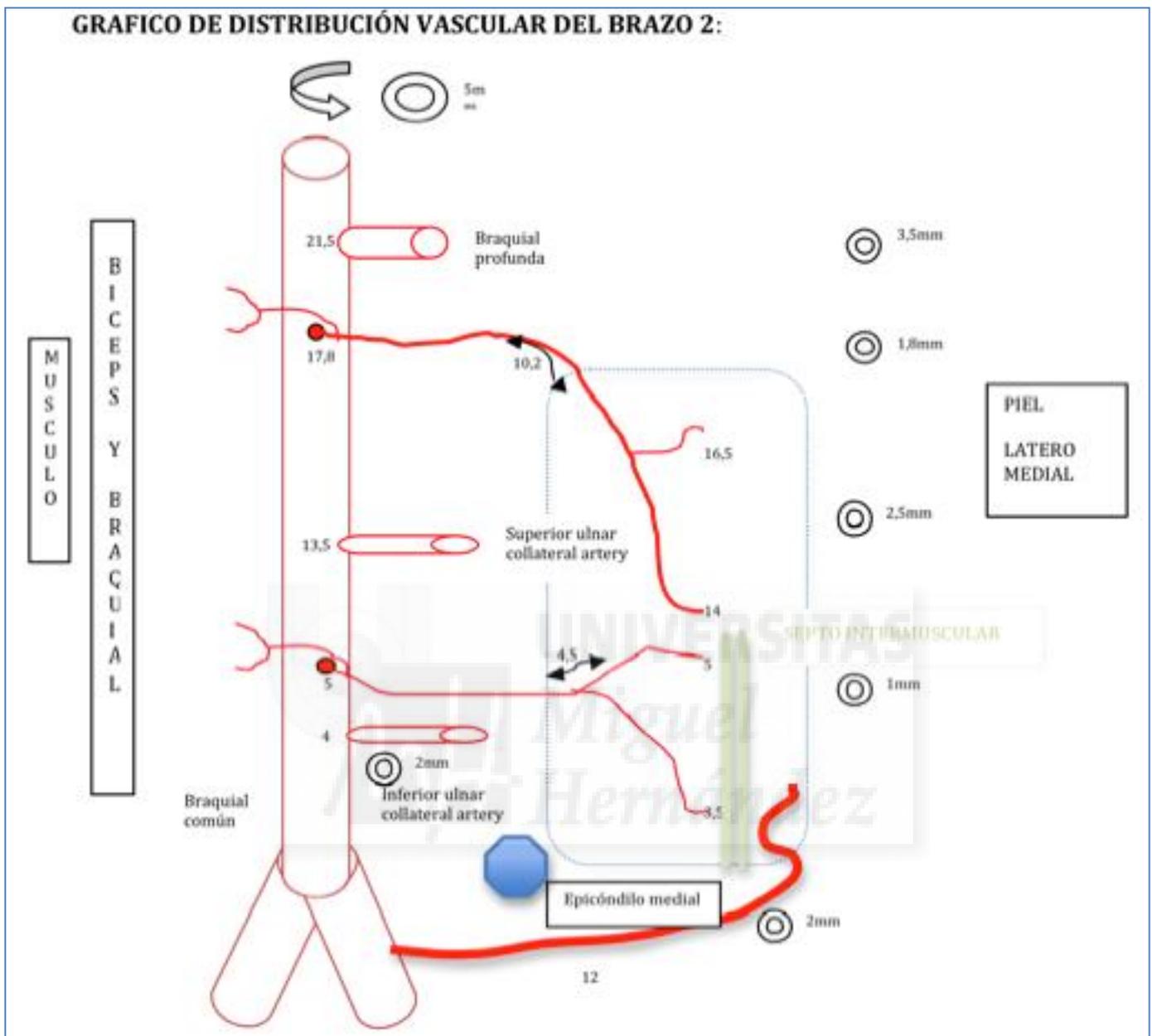


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 3:

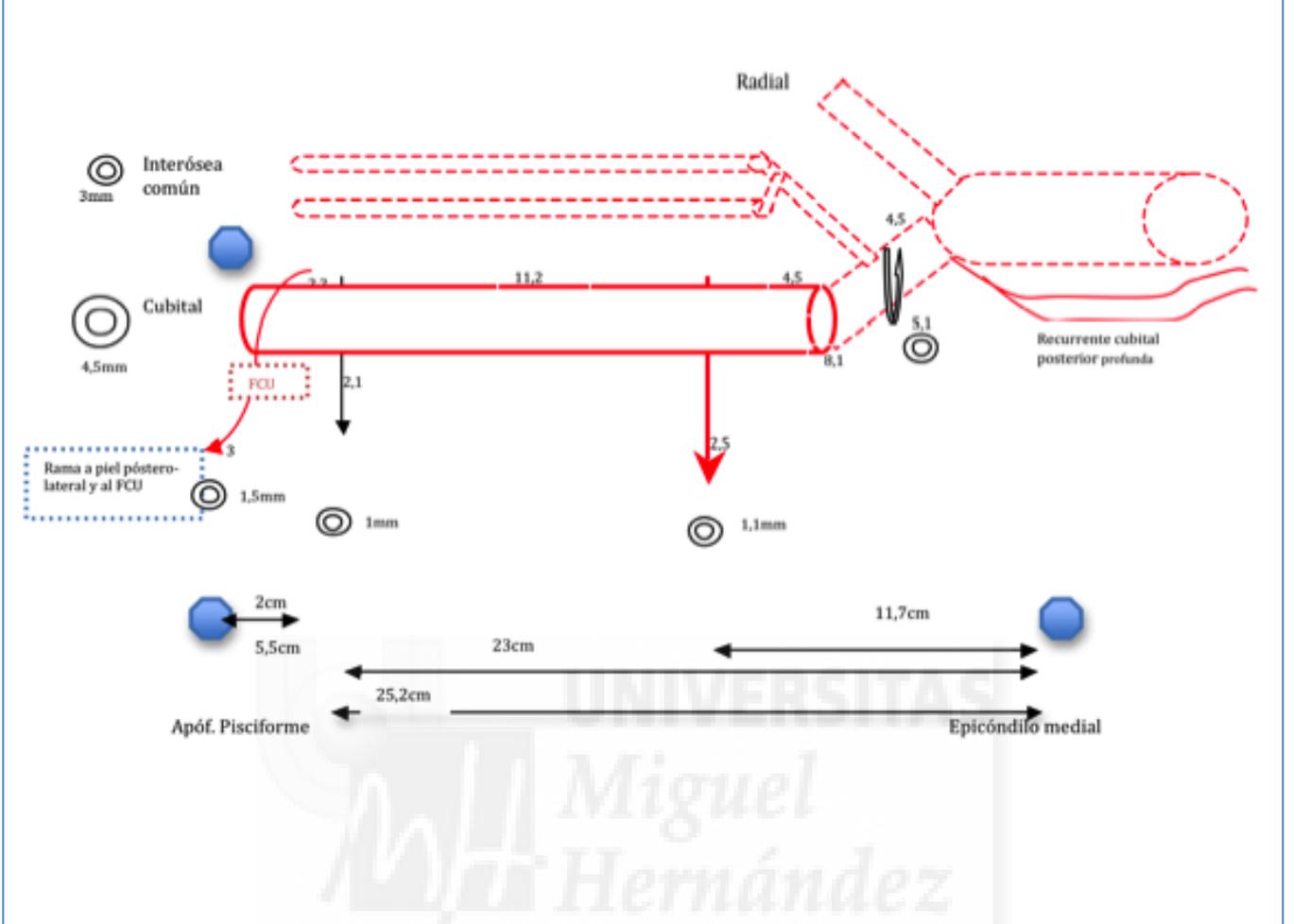


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 3:

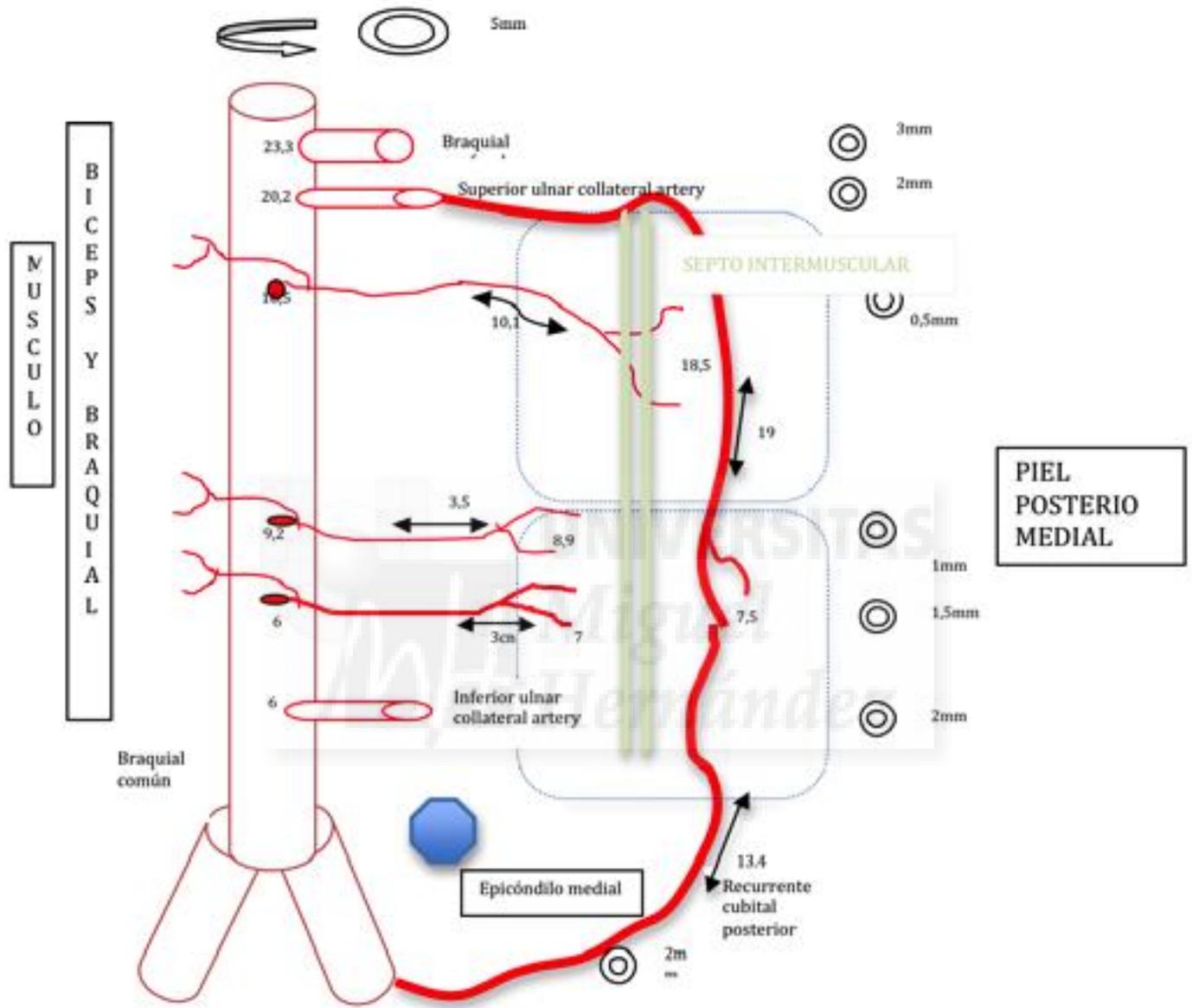


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 4:

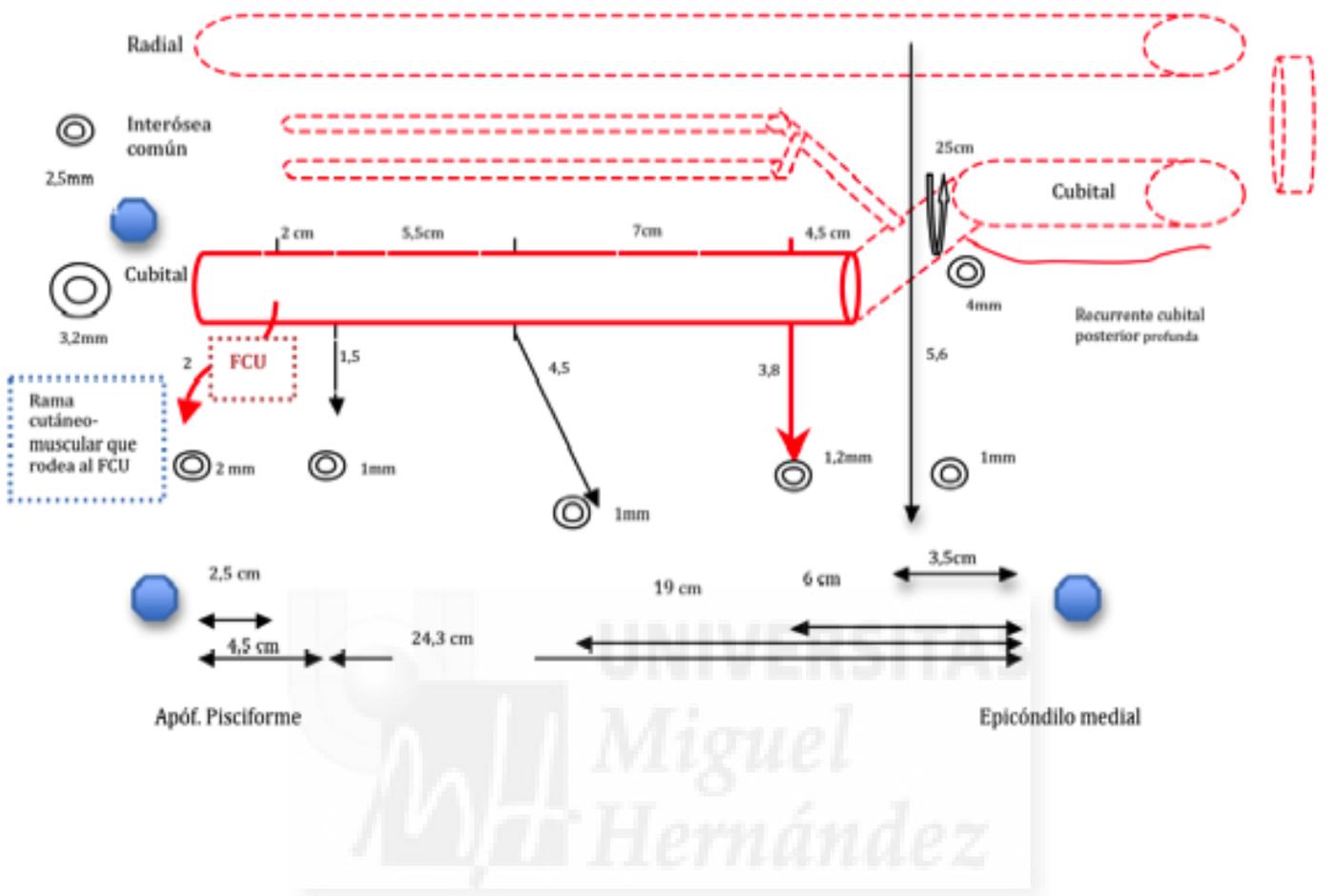


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 4:

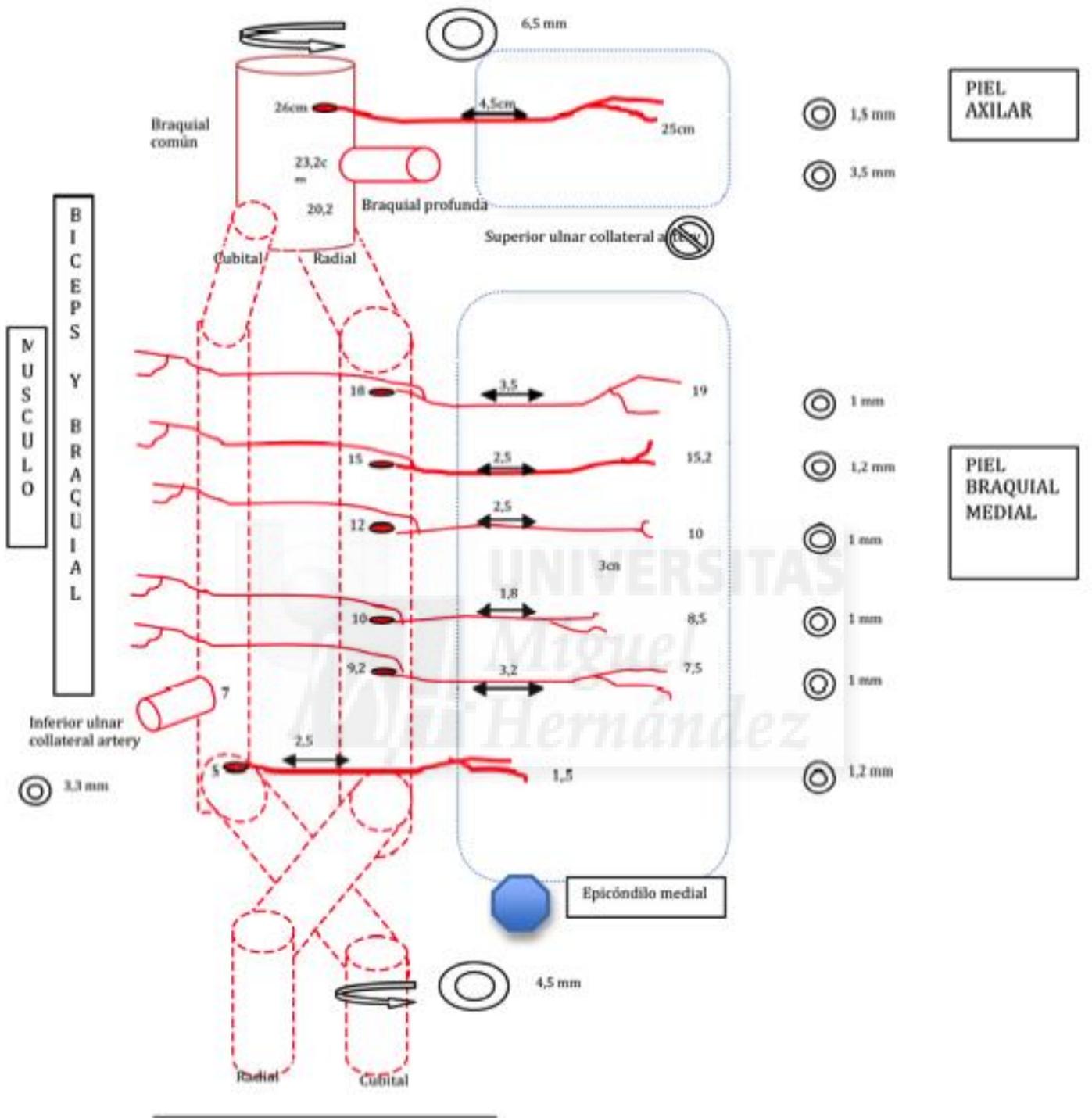


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 5:

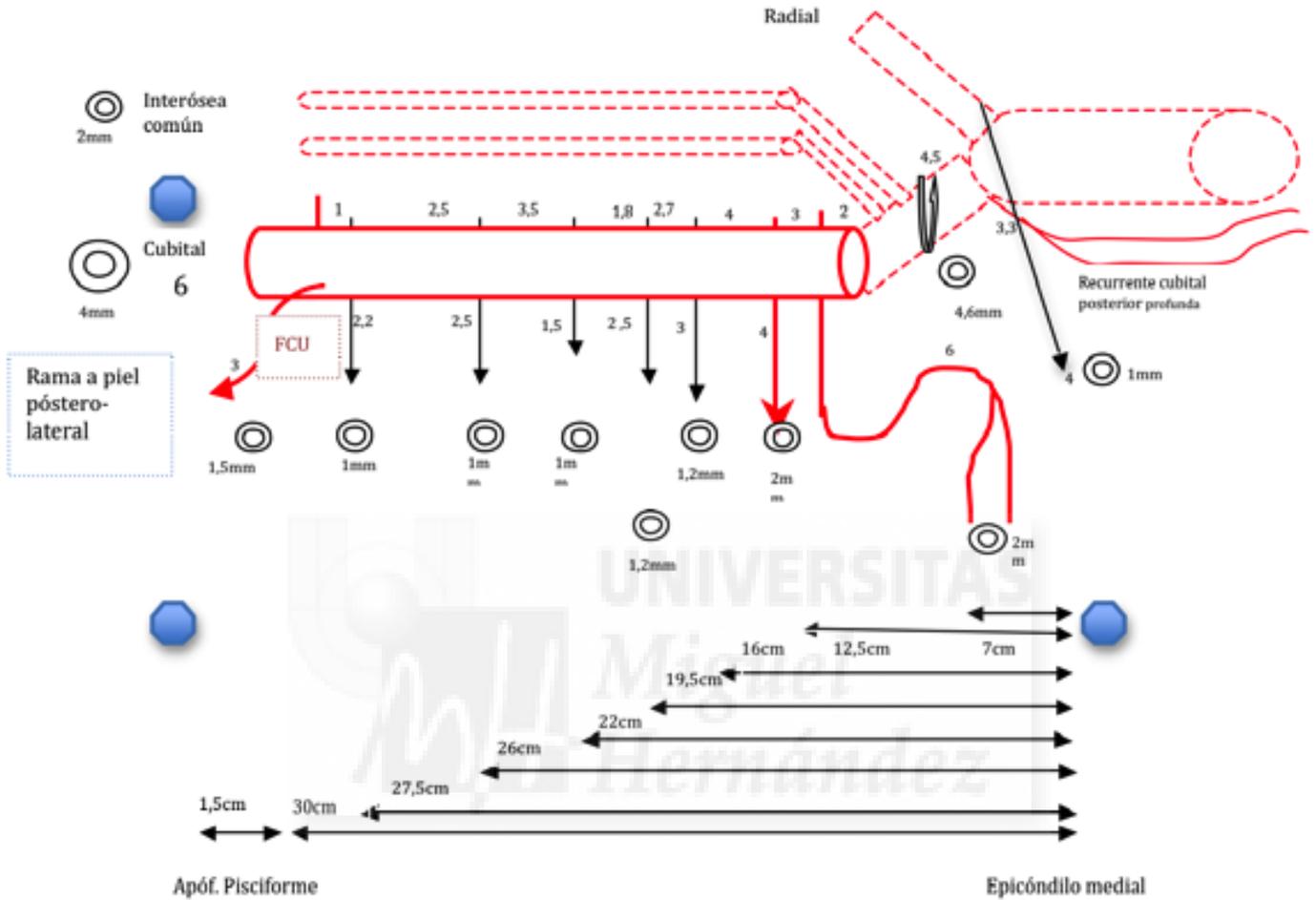


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 5:

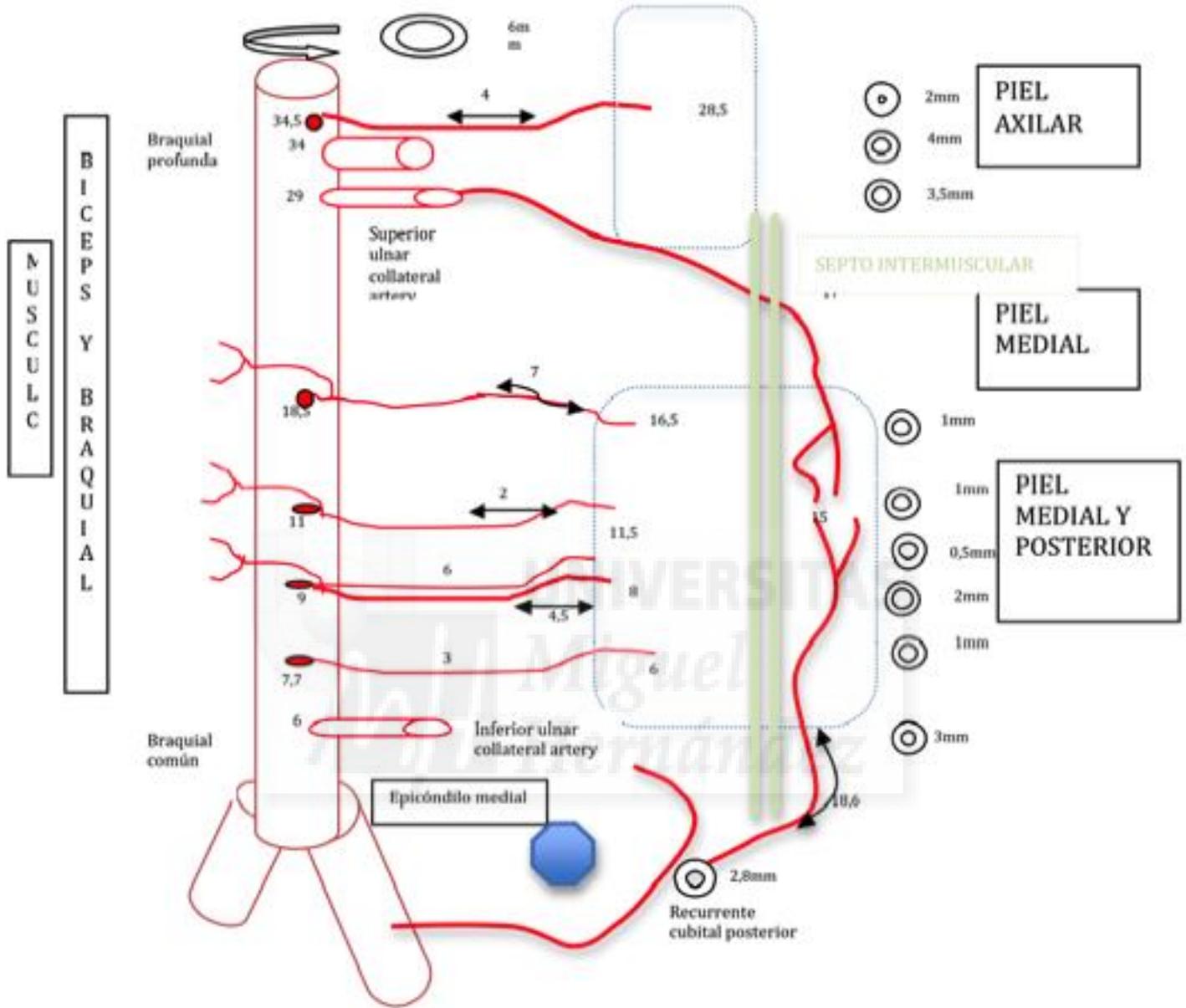


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 6:

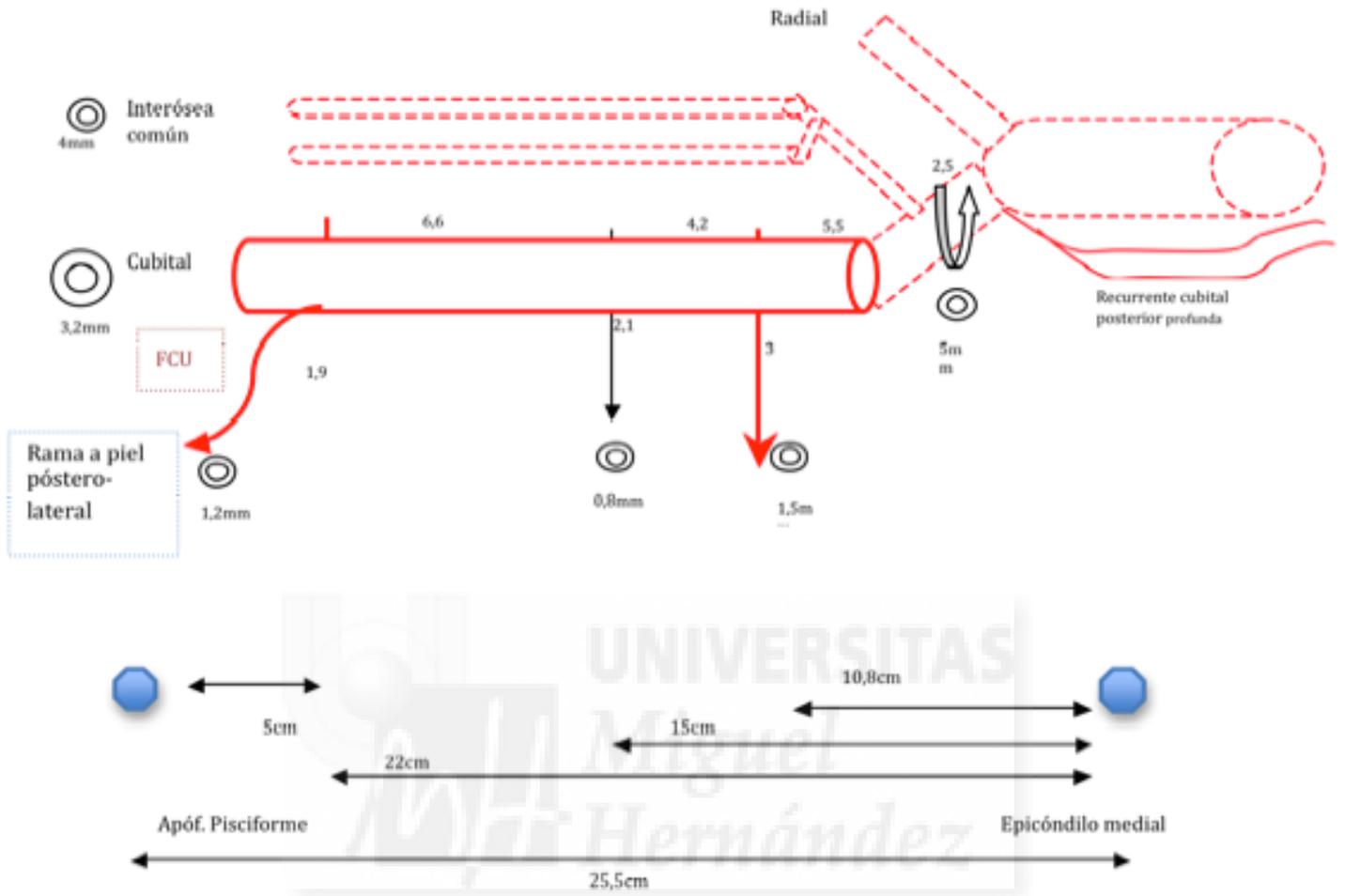


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 6:

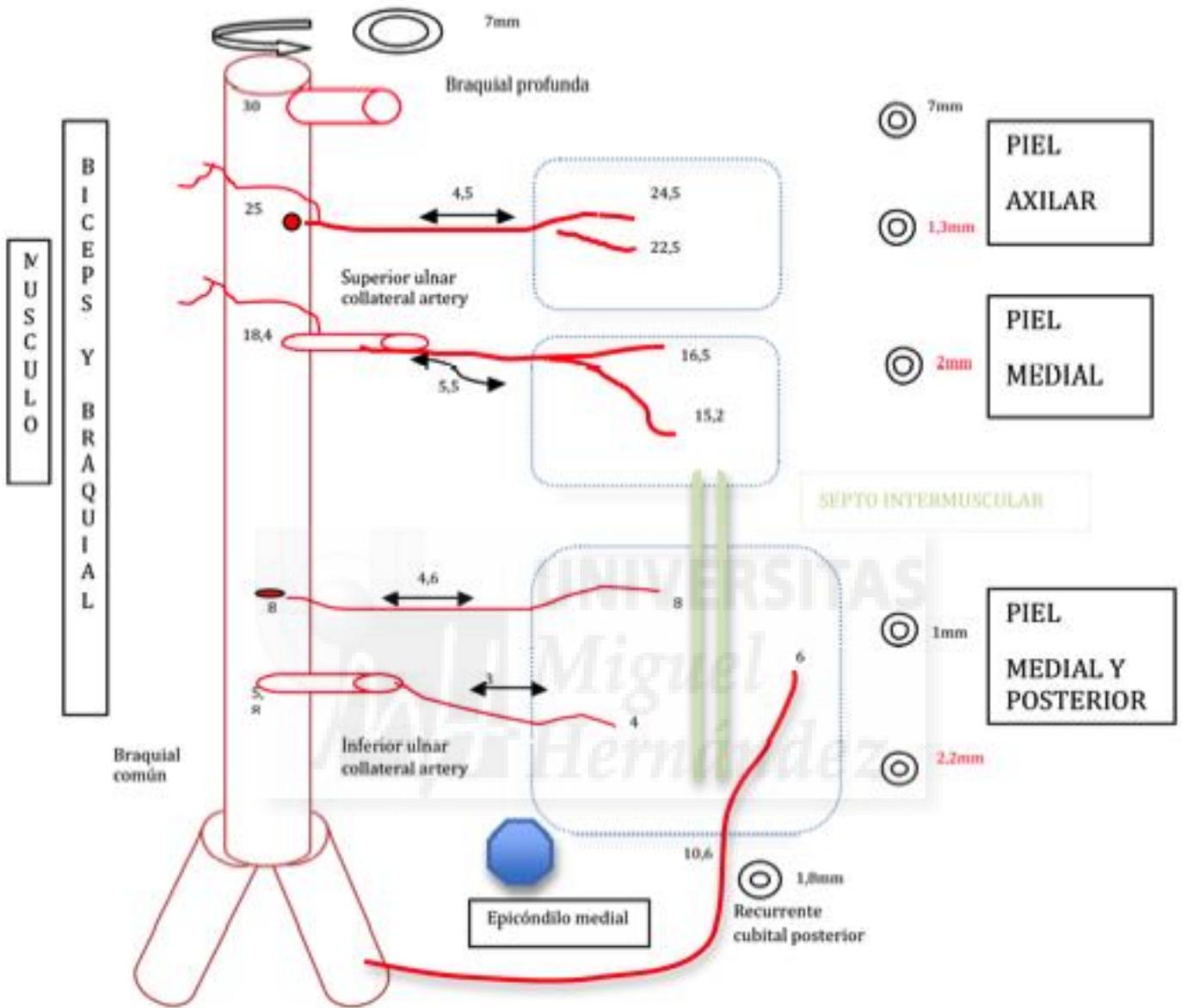


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 7:

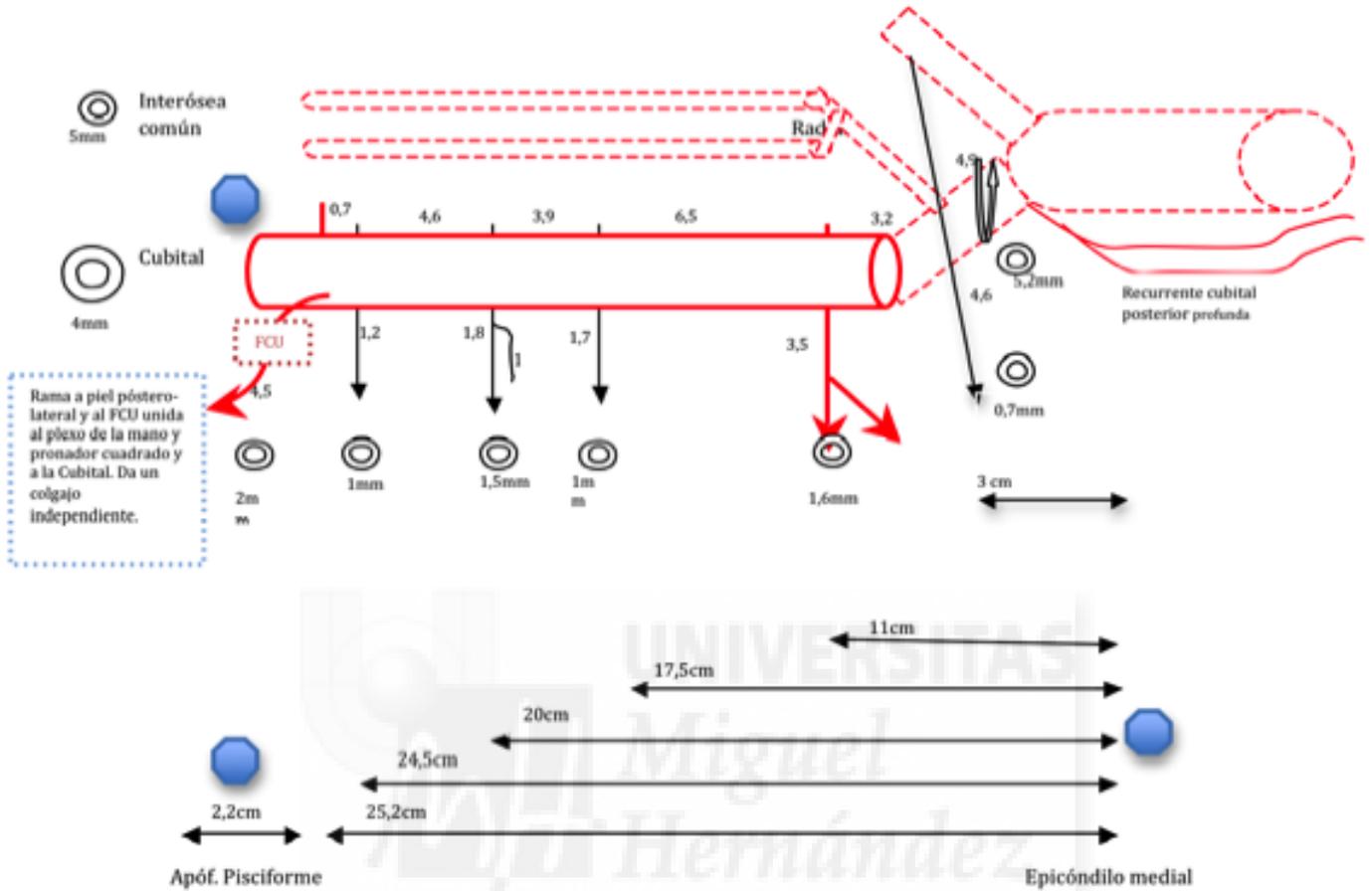


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 7:

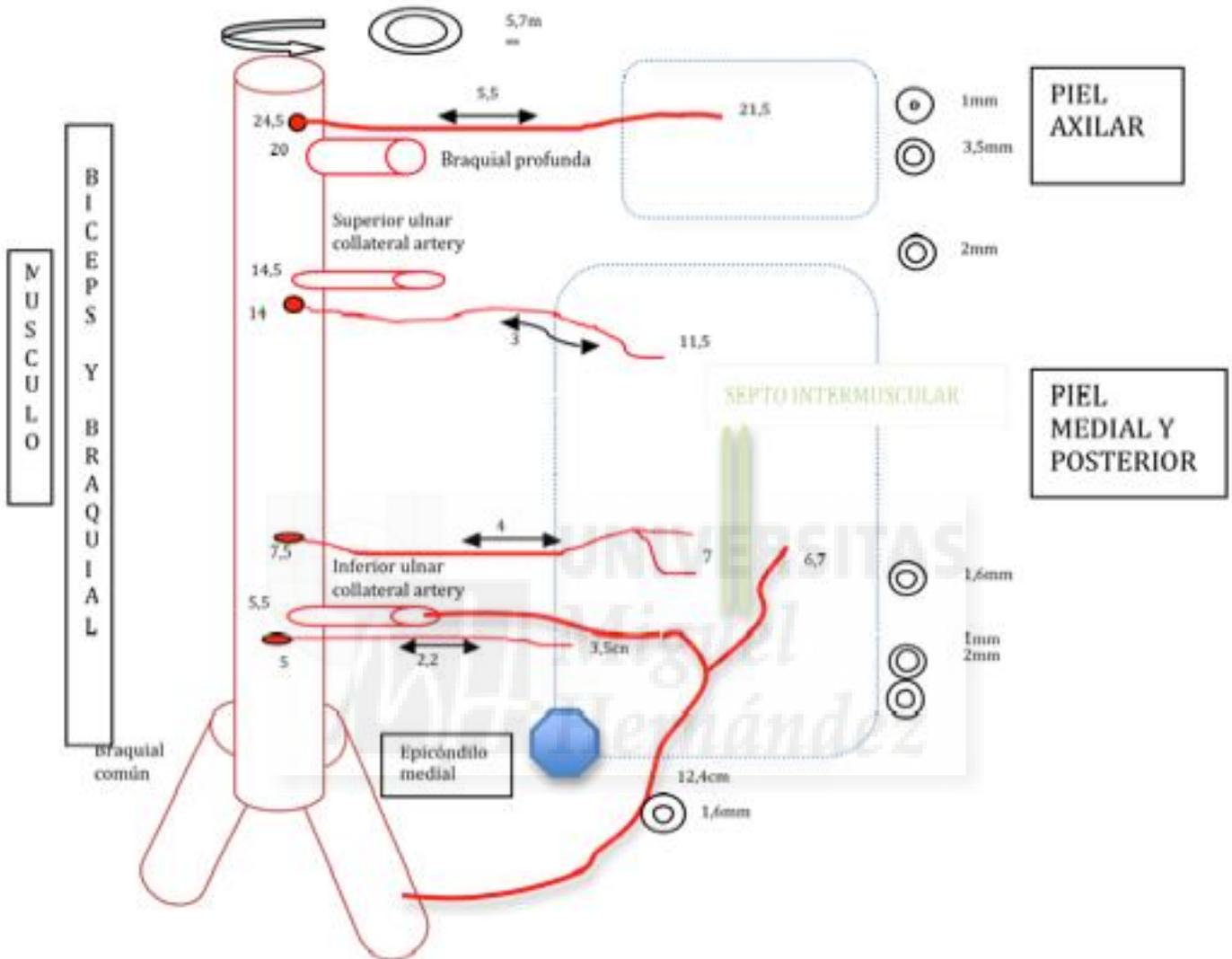


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 8:

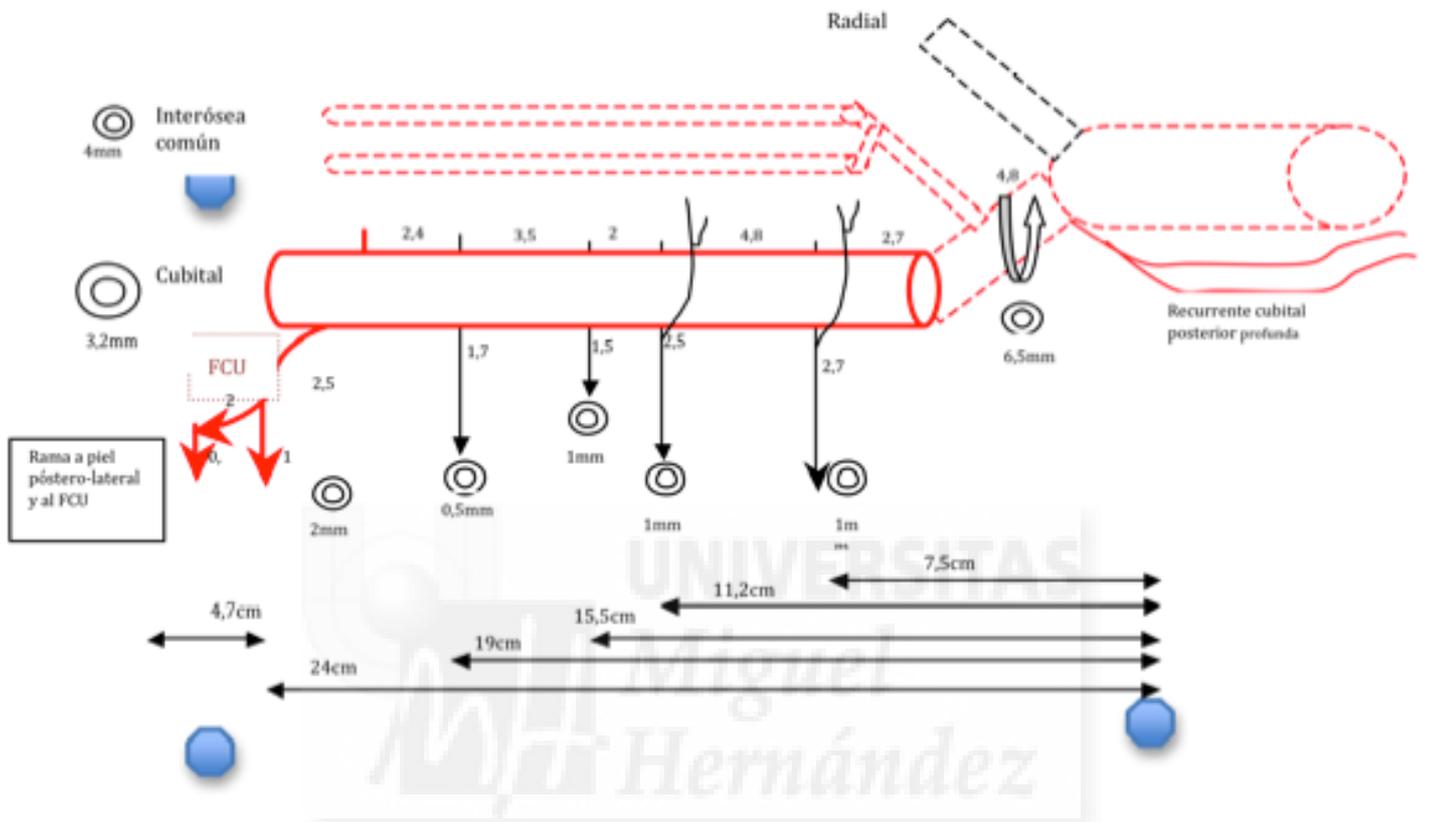


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 8:

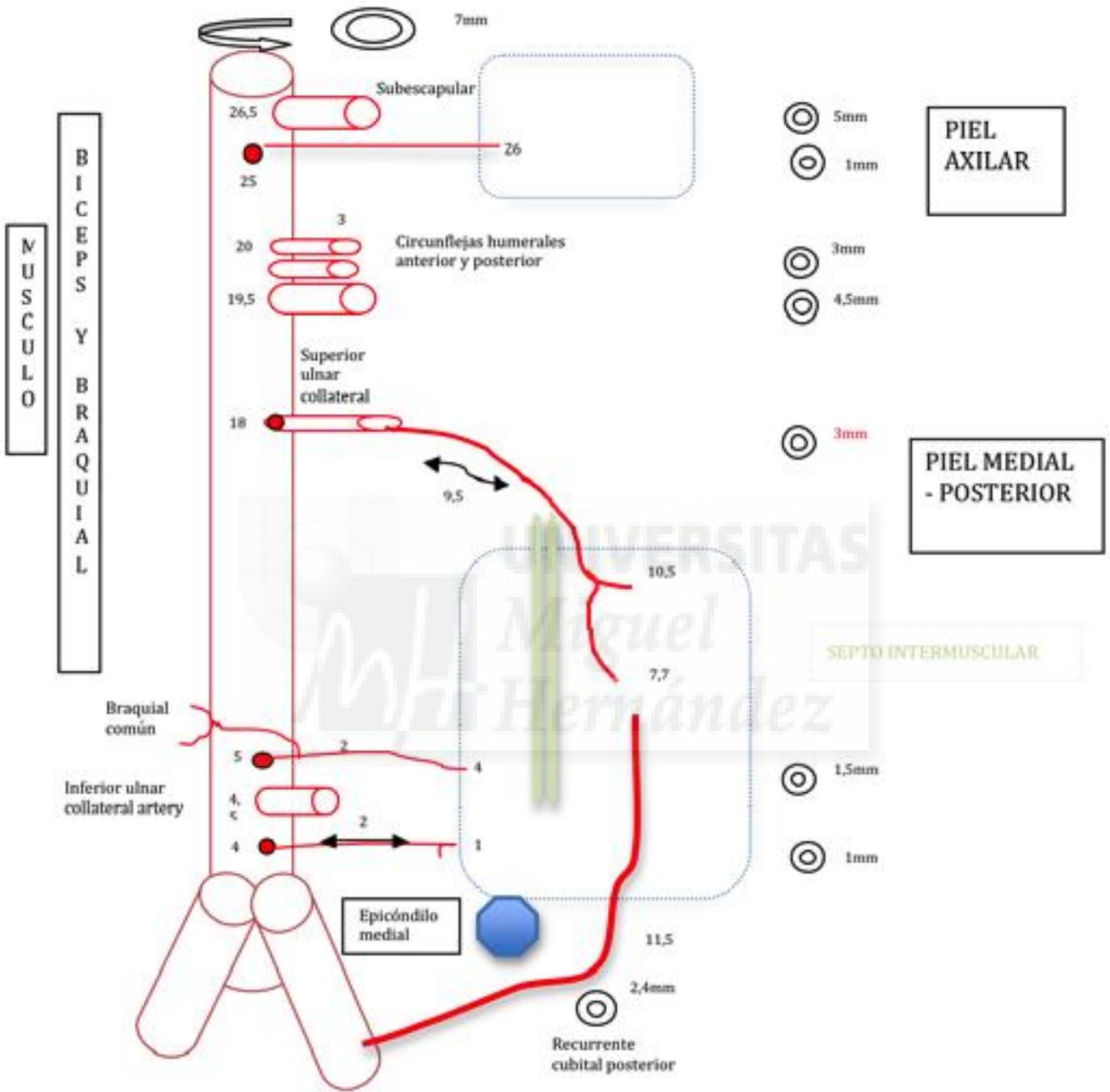


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 9:

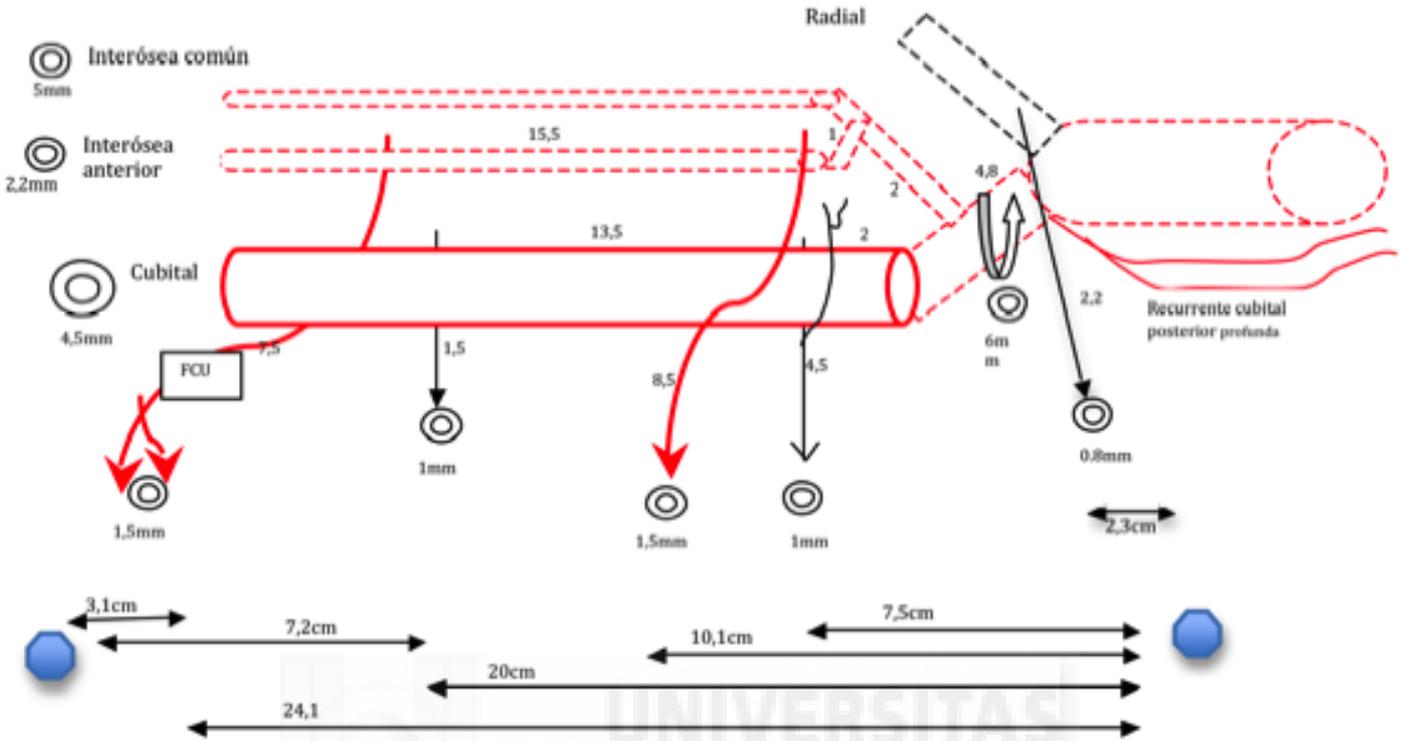


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 9:

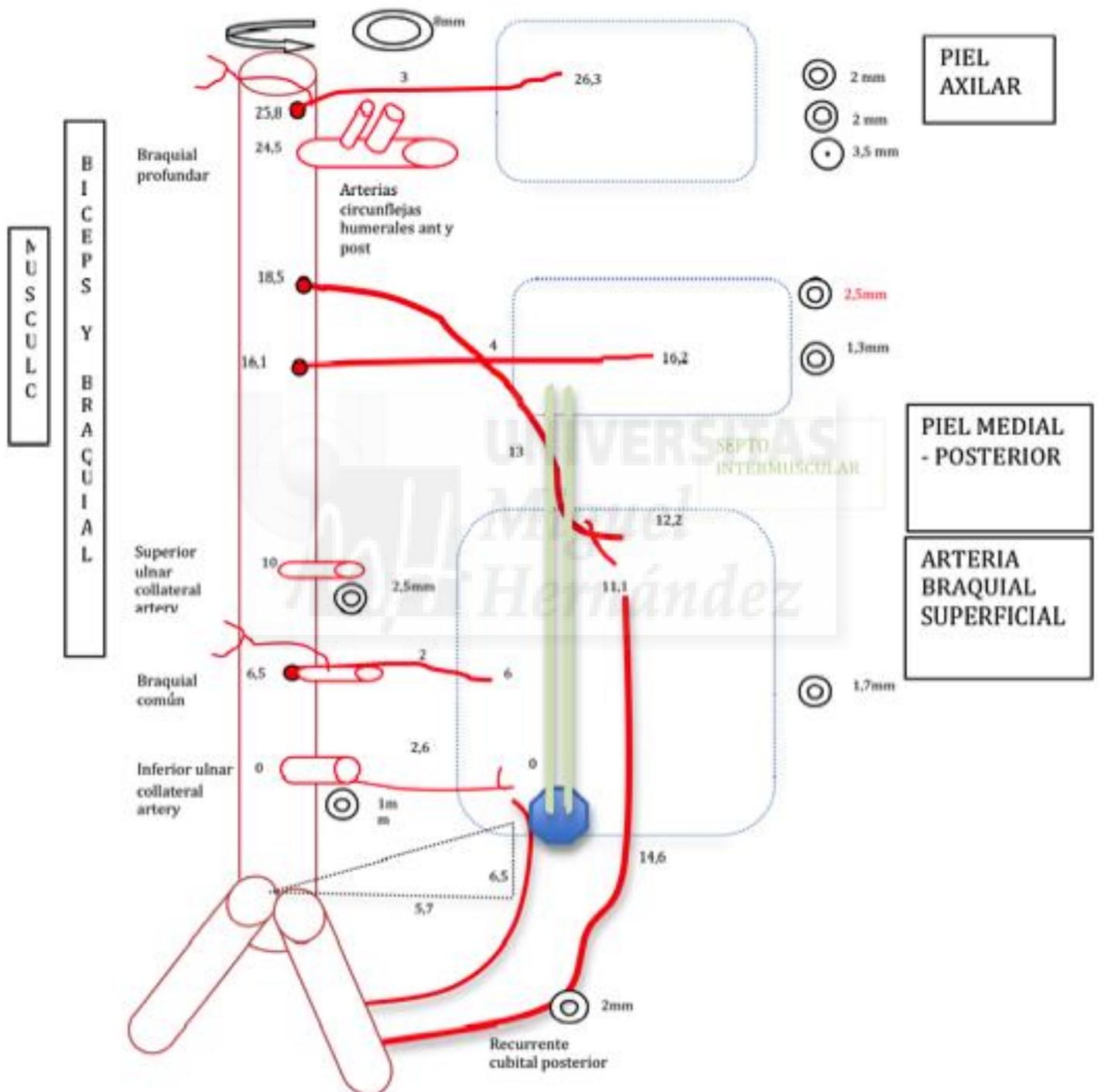


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 10:

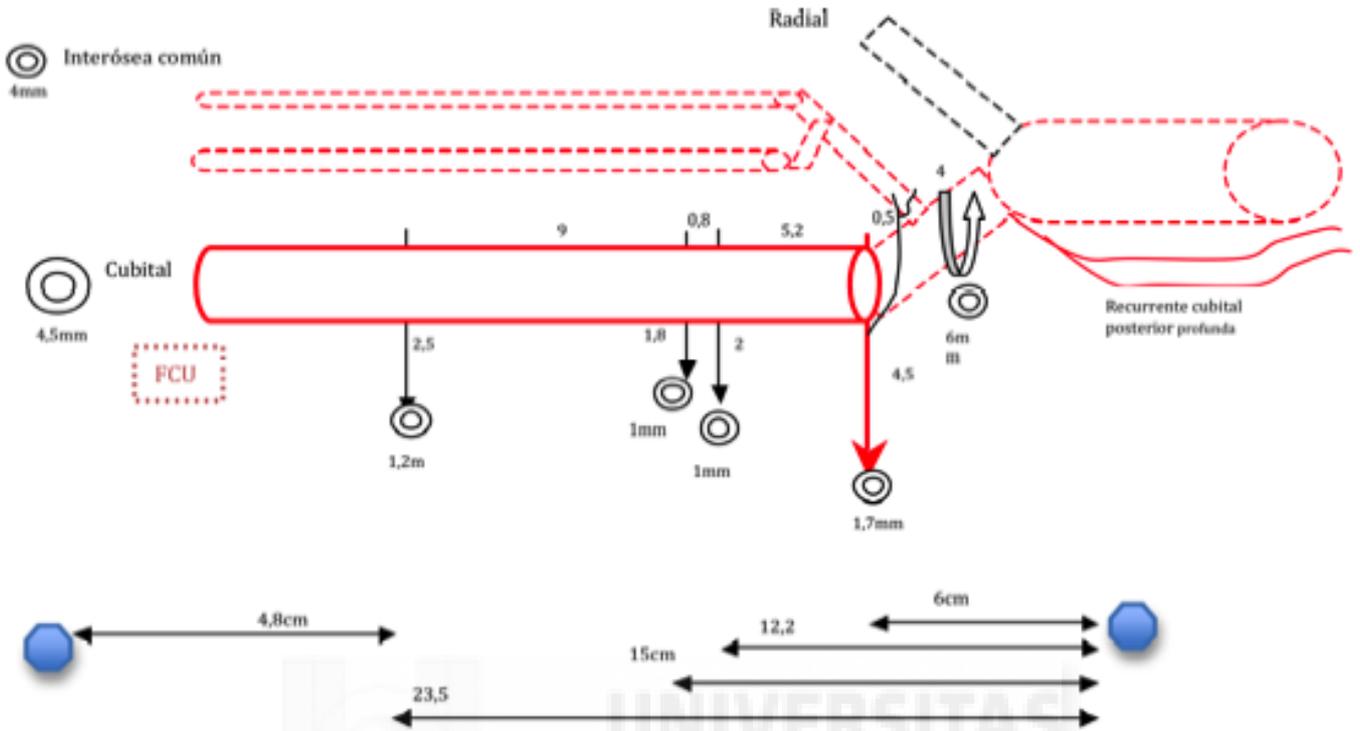


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 10:

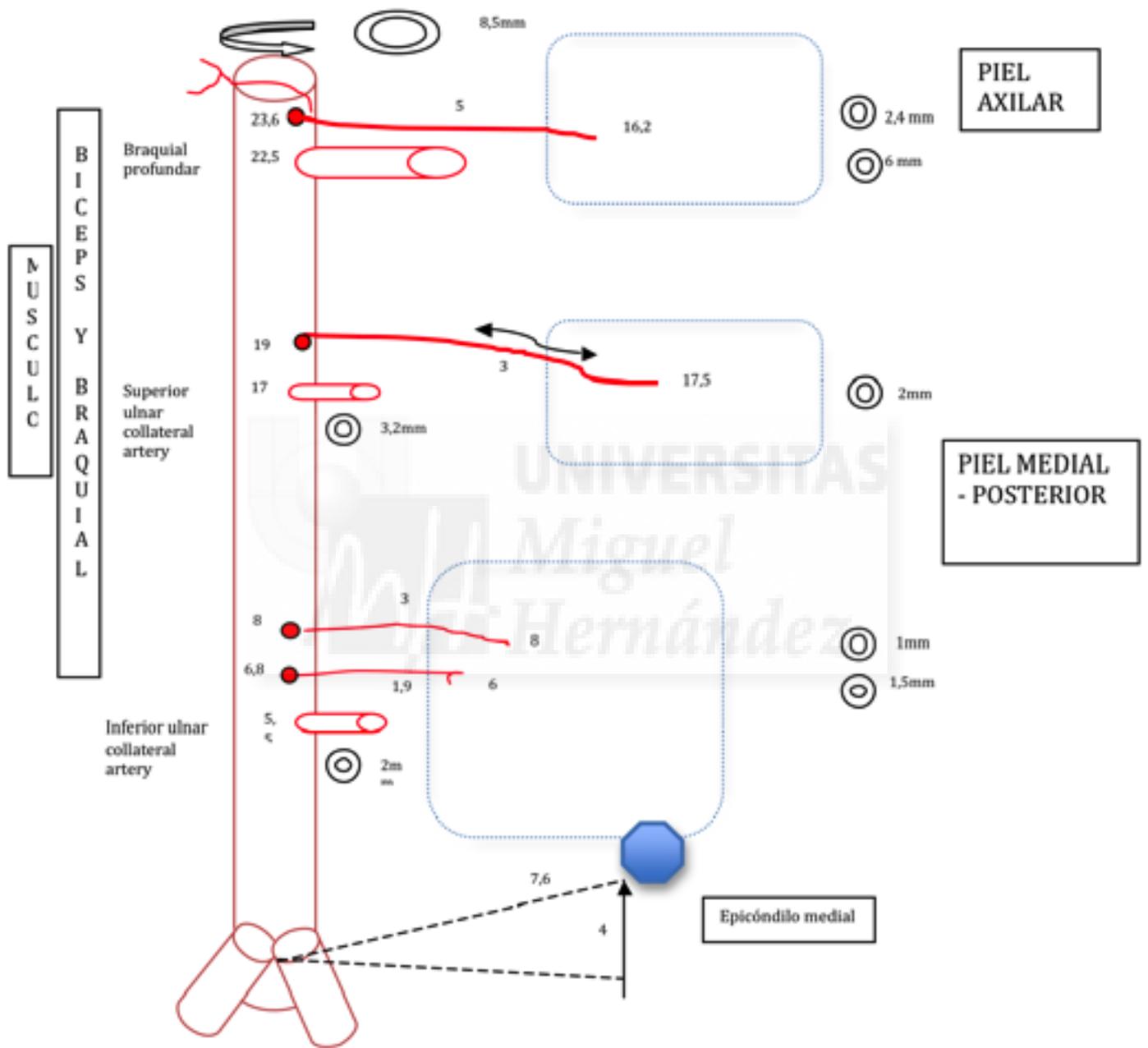


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 11:

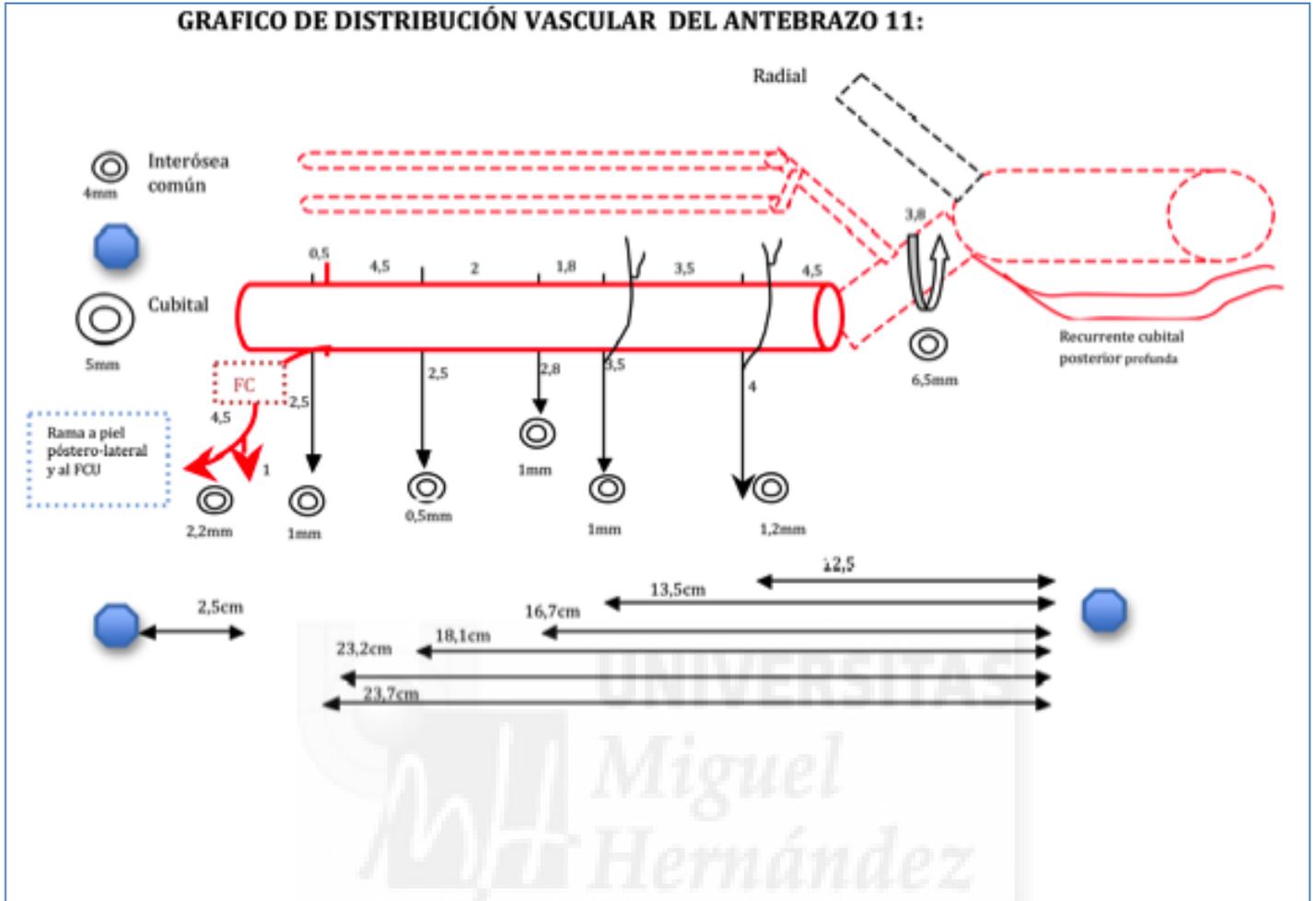


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 11:

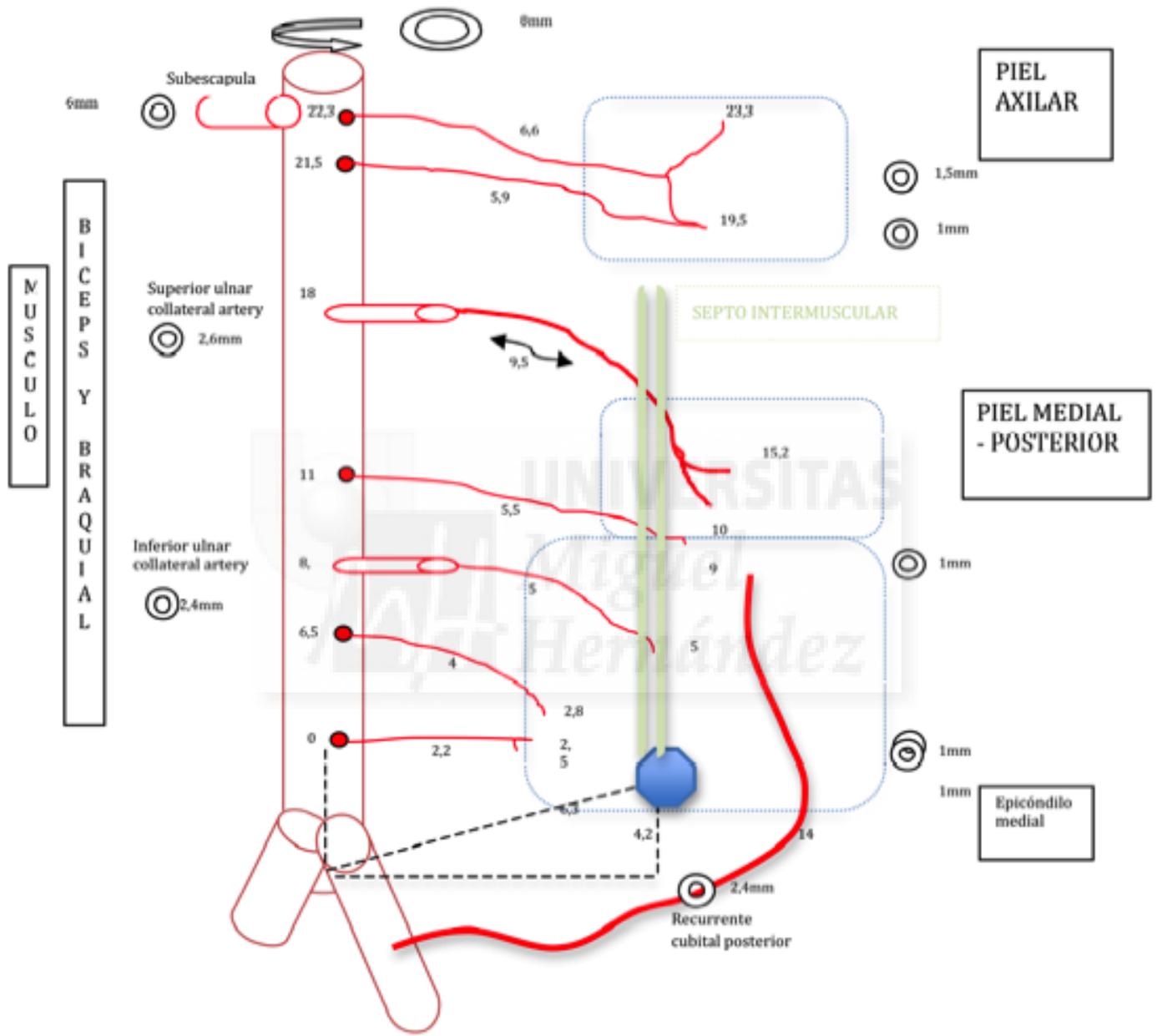


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 12:

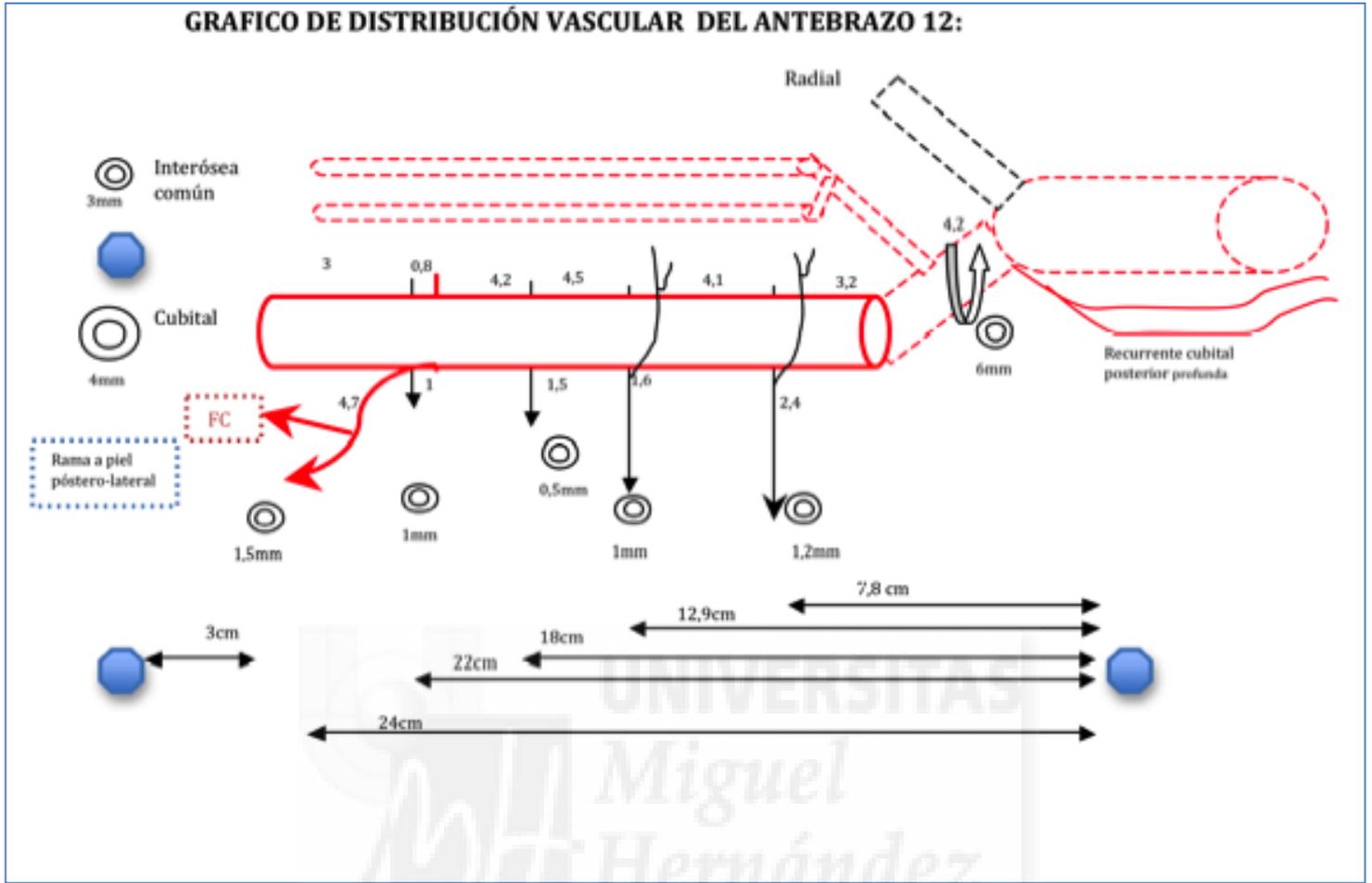


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 12:

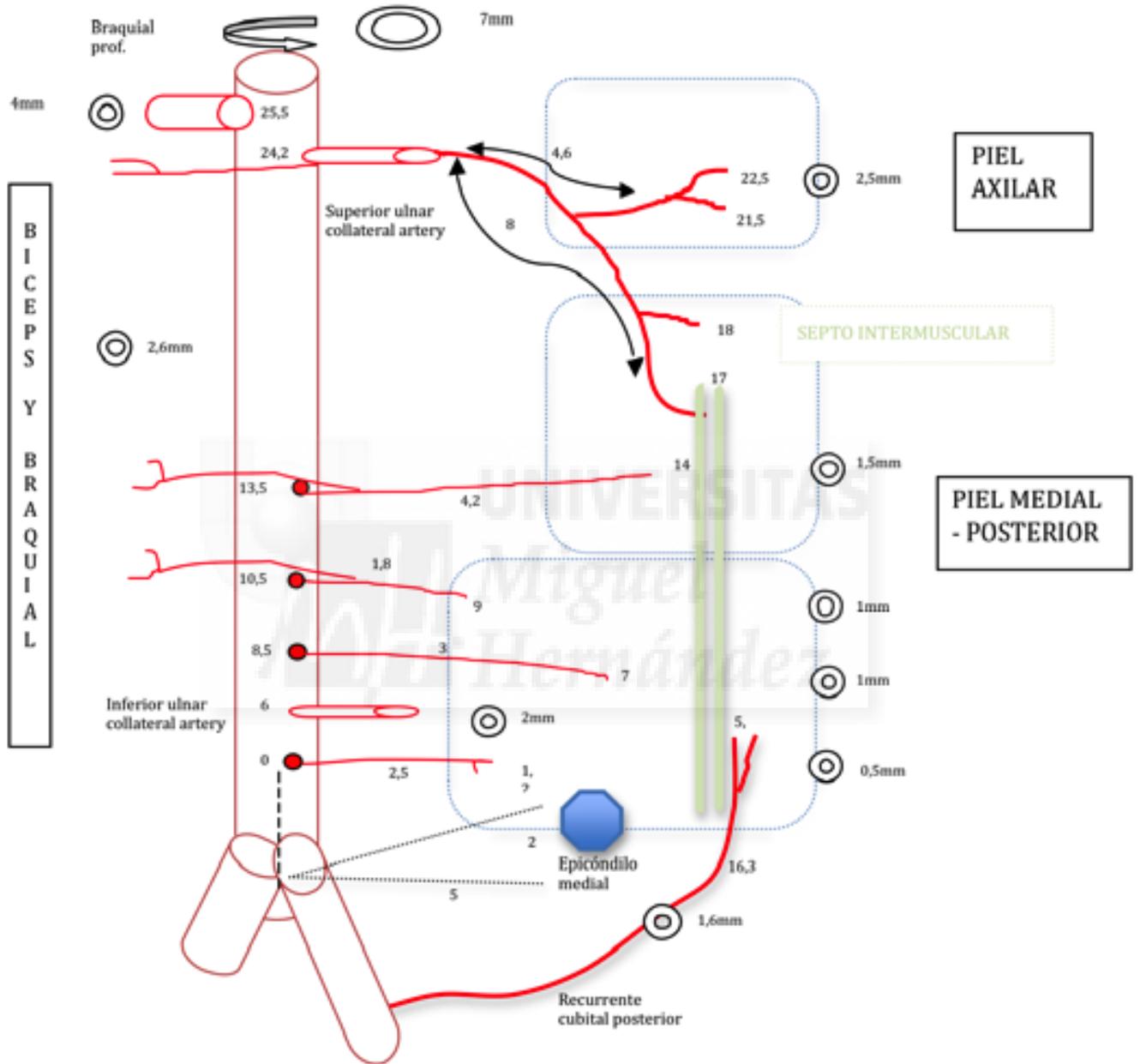


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 13:

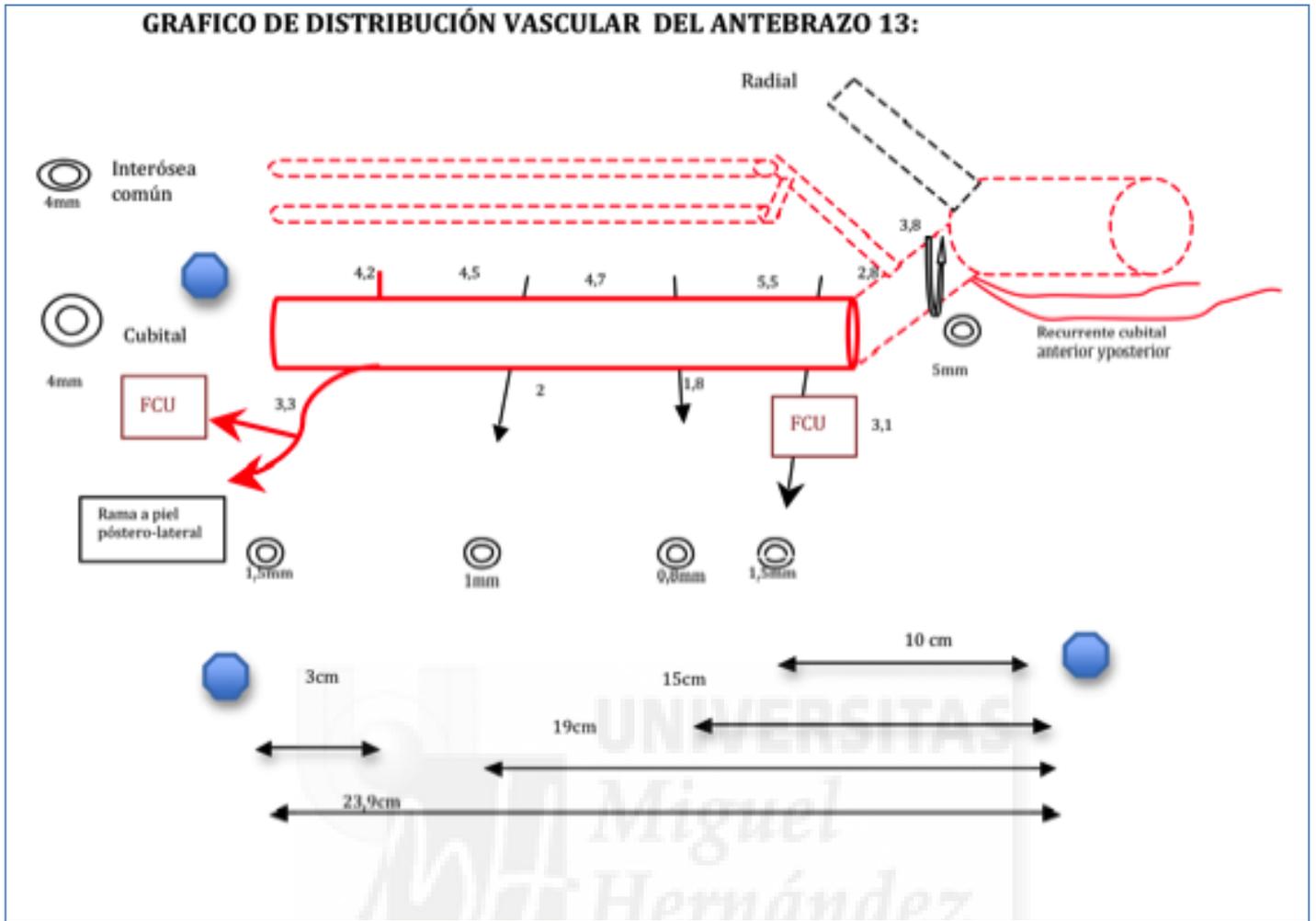


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO, 13:

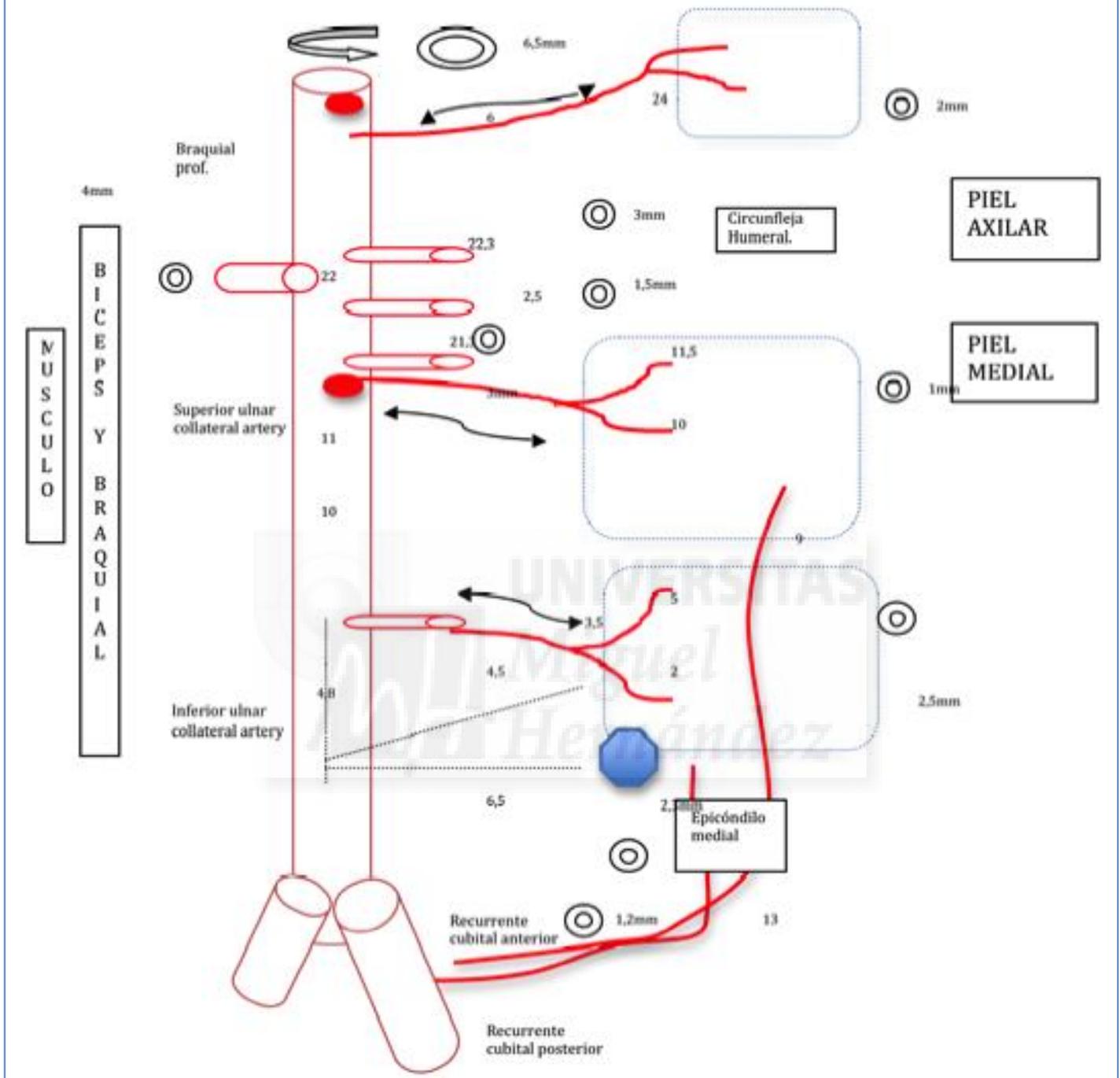


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 14:

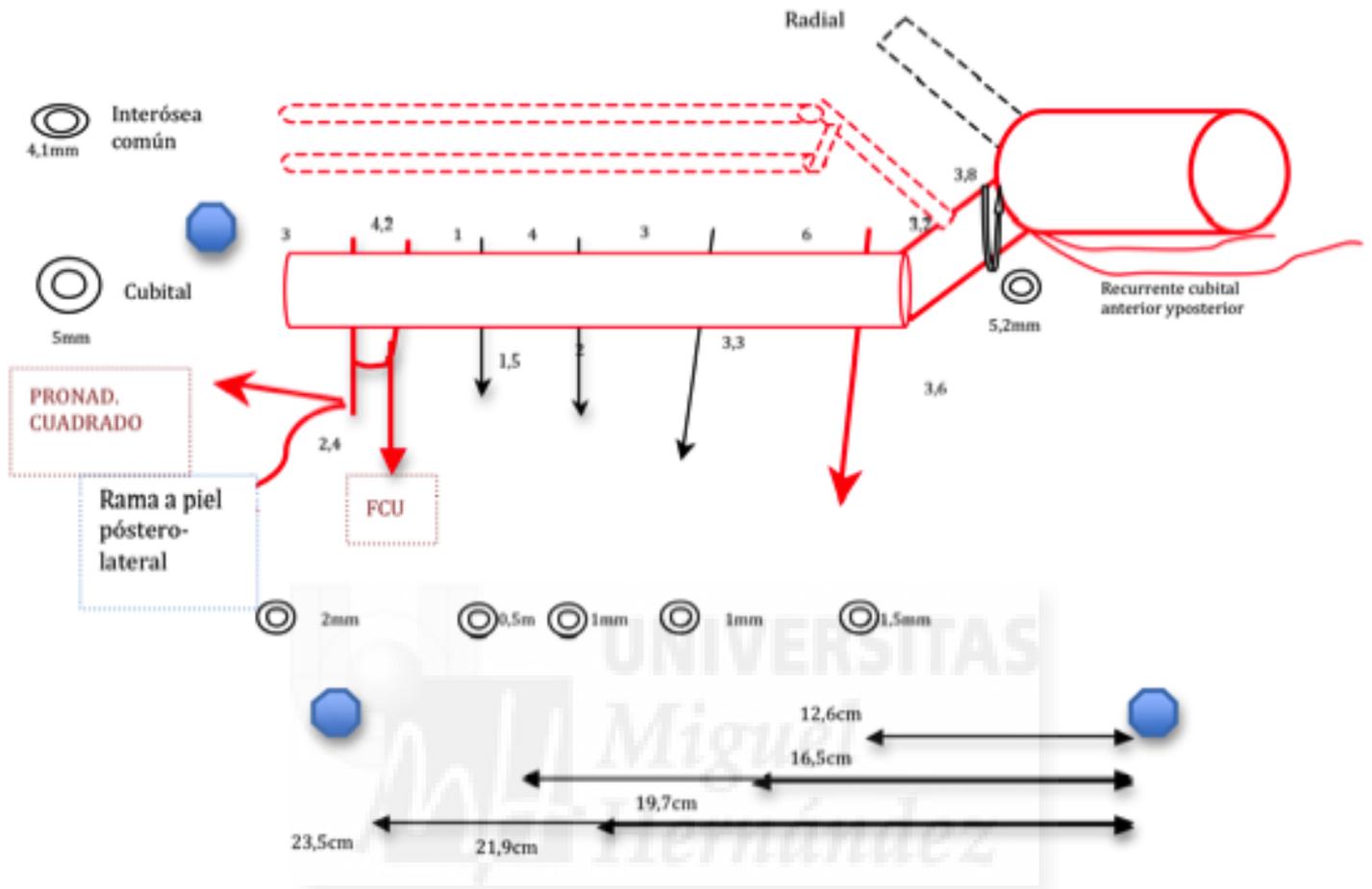


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 14:

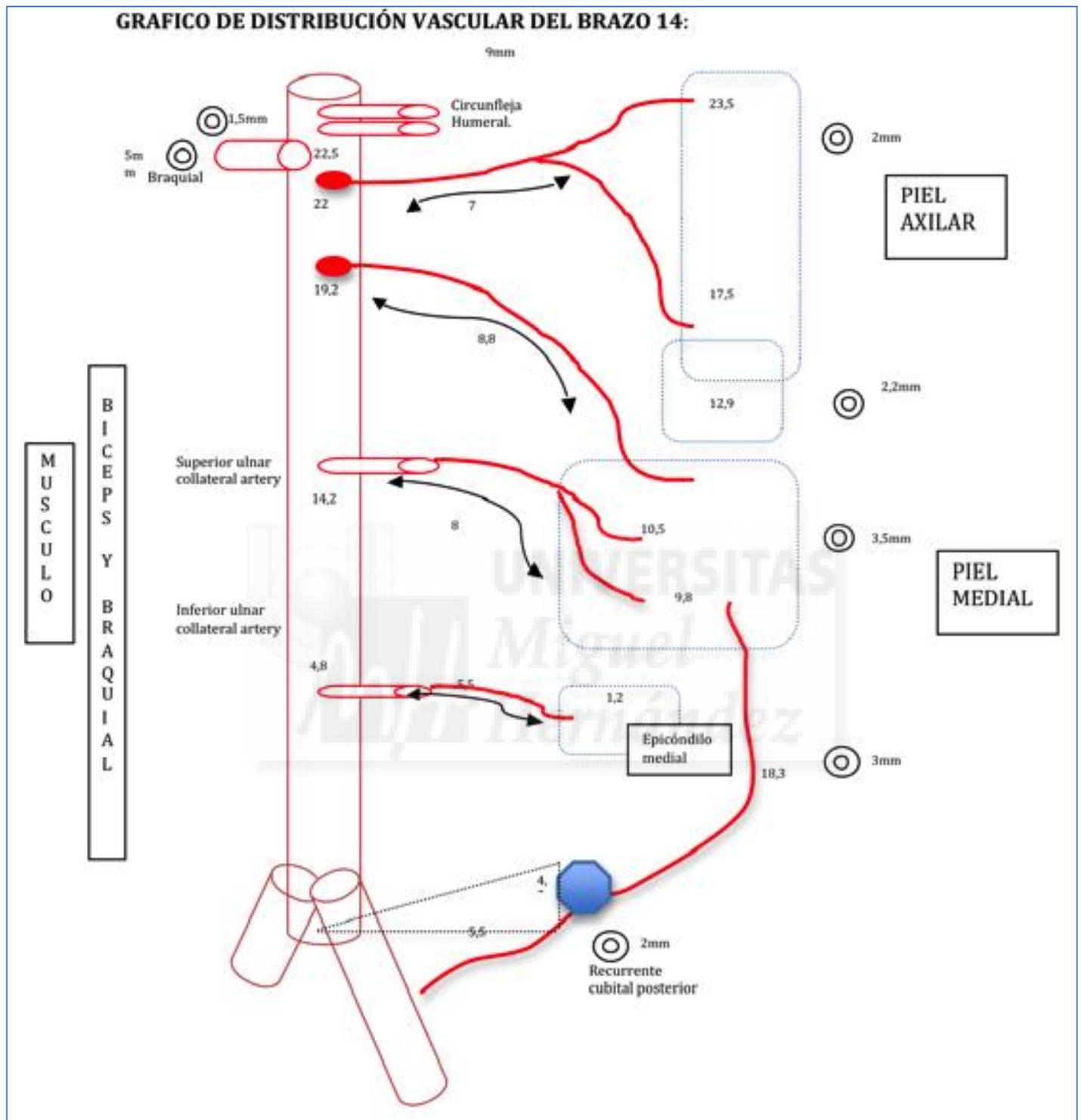


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 15:

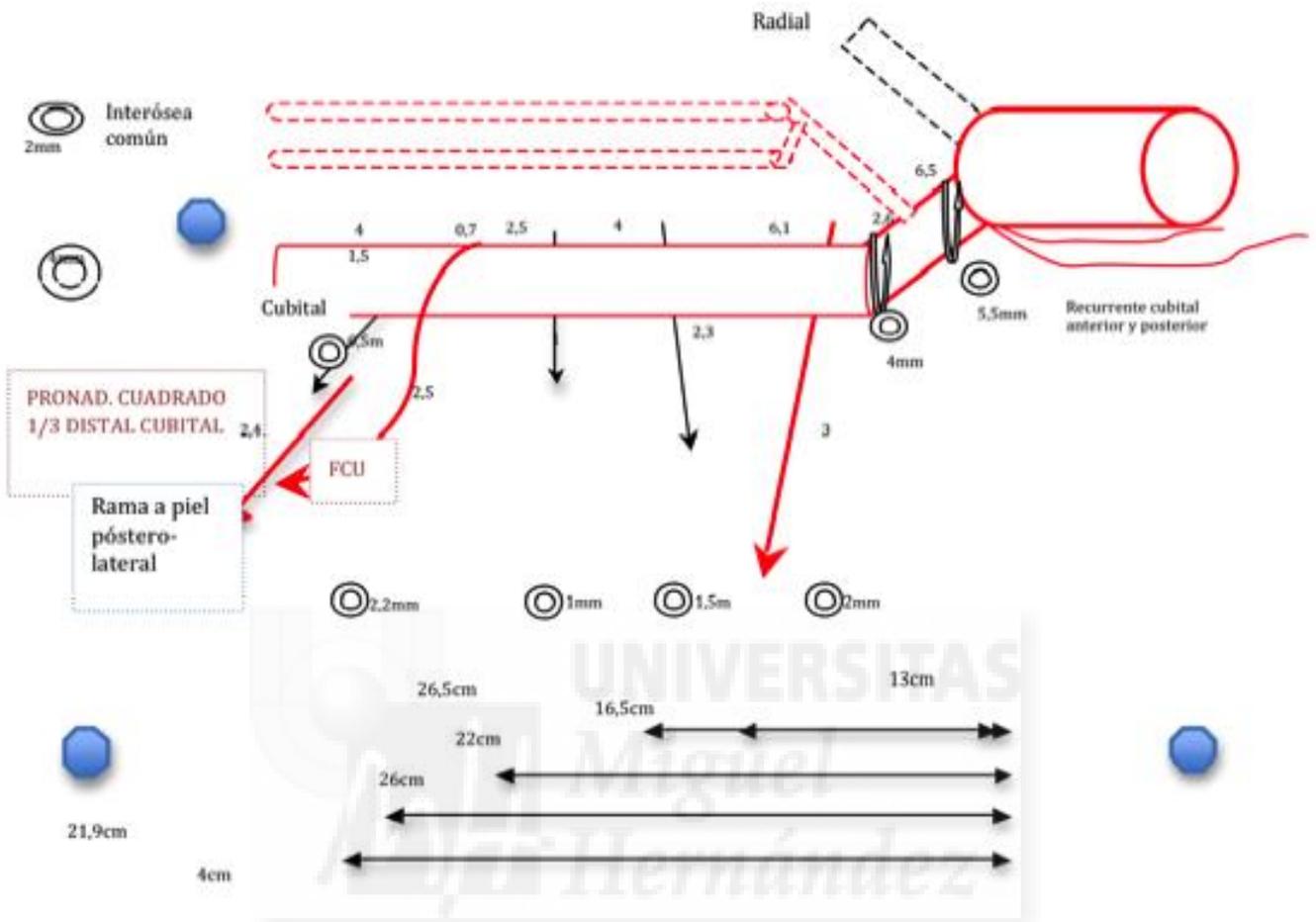


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 15:

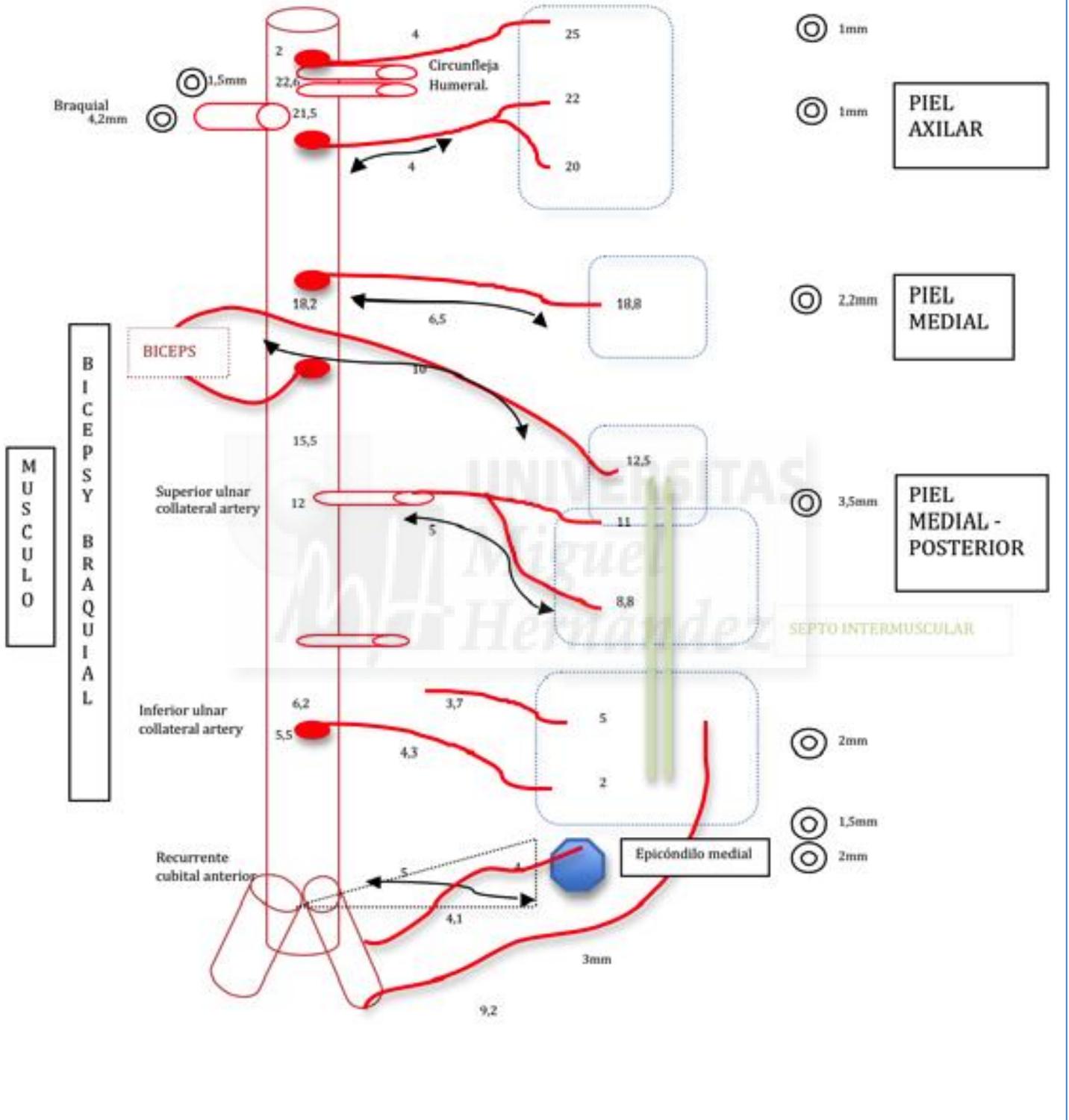


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL ANTEBRAZO 16:

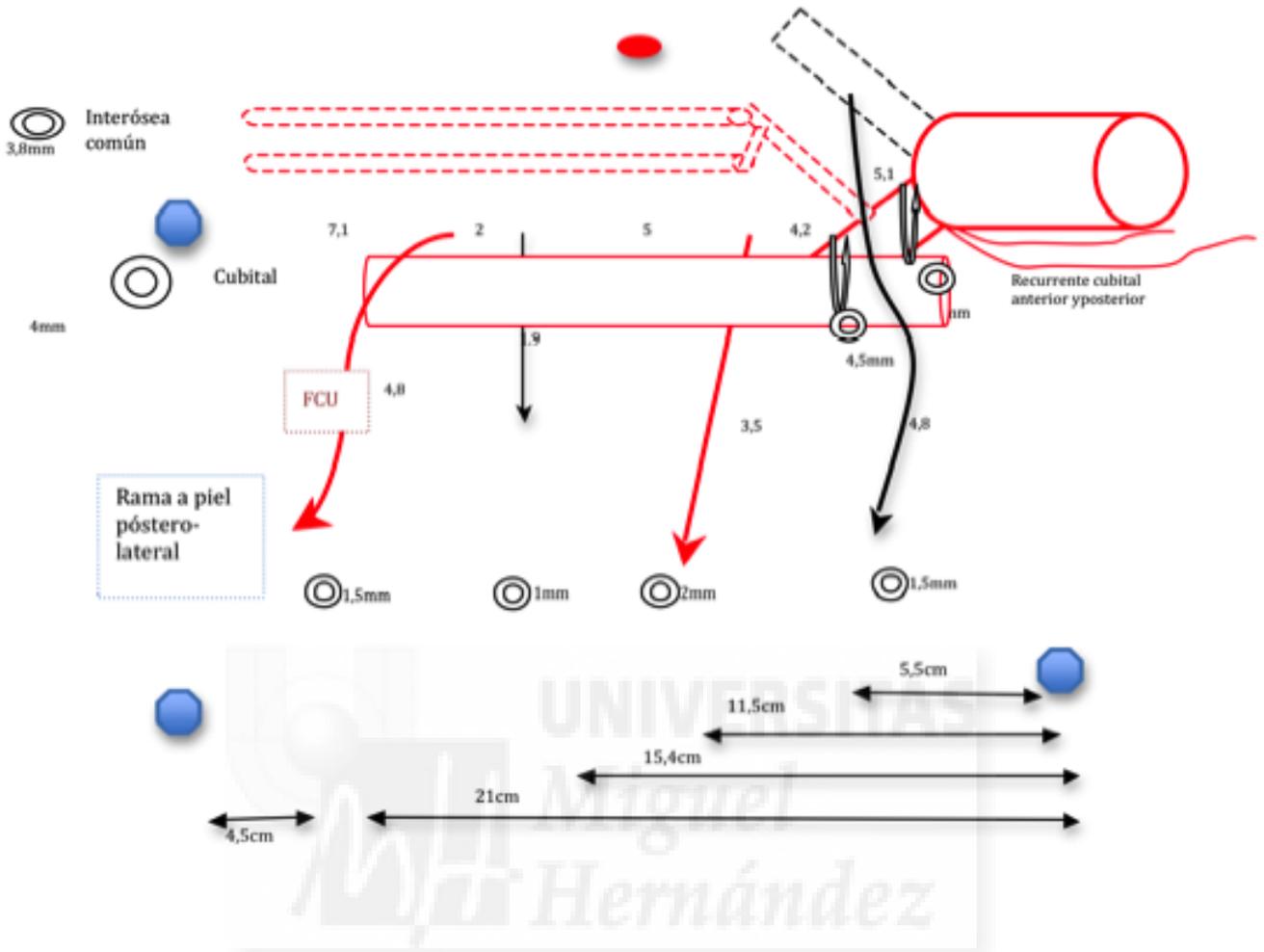
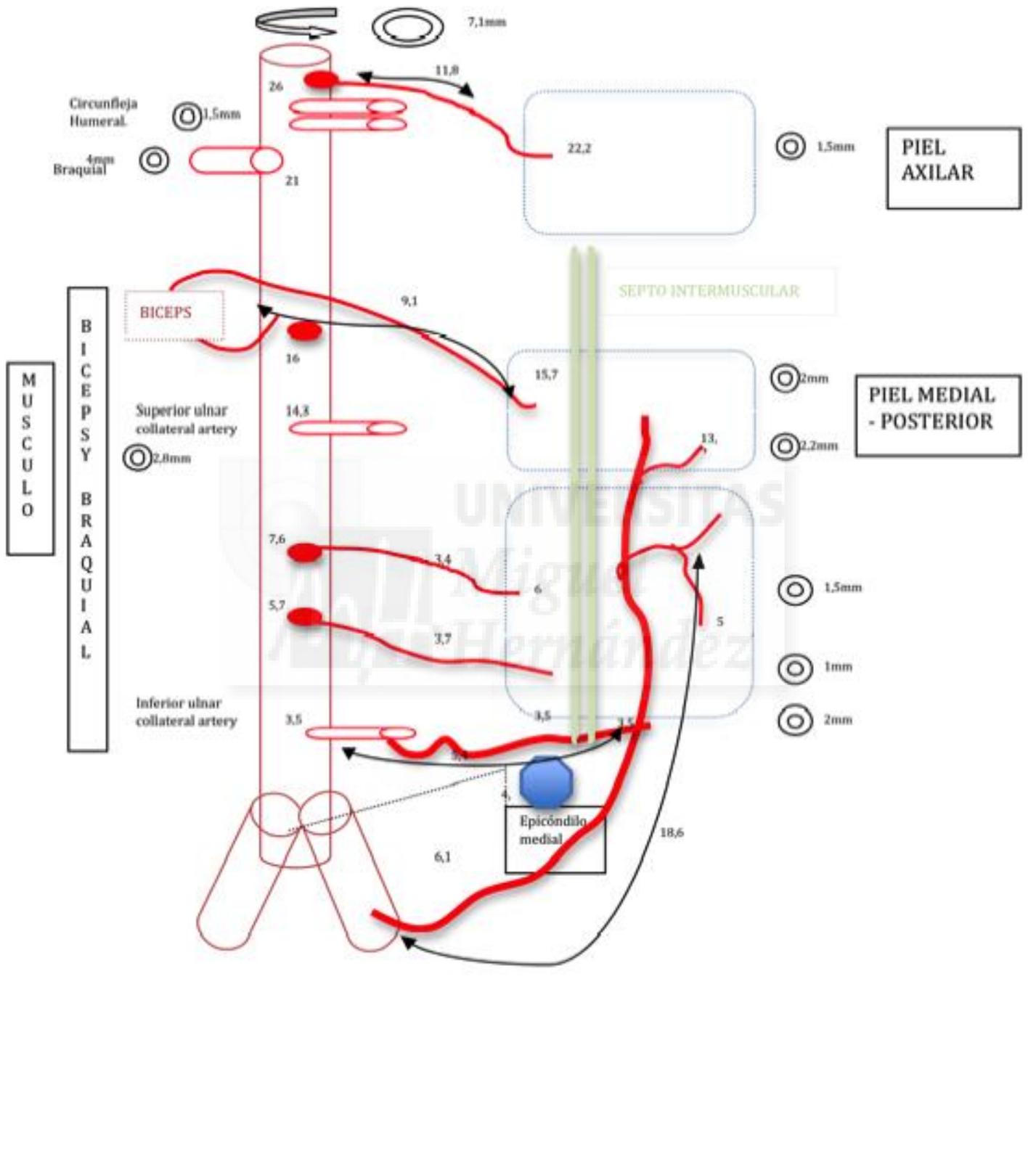


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN VASCULAR DEL BRAZO 16:



X.2 Semiología utilizada y abreviaturas

Colgajo: Se define como tejido simple o compuesto (de una o más estirpes celulares) susceptible de ser transferido o desplazado de una zona donante, a una zona receptora.

Zona donante: Área del organismo, de la cual se obtiene un colgajo o tejido.

Zona receptora: Área del organismo, donde se colocará un colgajo para sustitución o incremento de los elementos estructurales carentes o poco funcionales.

Colgajo Perforante: Tejido simple o compuesto basado en un eje vascular no troncular o dominante, si no, por una rama secundaria a dicho eje vascular. Se define también, como aquel colgajo que presenta una vascularización basada en un eje vascular que atraviesa una estructura muscular o fascial al partir de un eje vascular nominado y llegar al lecho subdérmico.

Perforante dominante: Es aquella perforante de mayor diámetro y longitud en la zona anatómica estudiada.

Perforante septocutánea: Vaso perforante que atraviesa los septos intermusculares circundantes antes de llegar al lecho subdérmico.

Perforante músculo cutánea o verdadera: Perforante que atraviesa una estructura muscular circundante, antes de llegar al lecho subdérmico.

Colgajo libre: Tejido simple o compuesto que, por sus características vasculares, puede ser trasladado y colocado en una zona distinta y lejana de la anatomía corporal, en base al uso de sistemas de unión vascular microquirúrgica.

Compliance vascular: Capacidad de distensión y adaptabilidad de los sistemas vasculares arteriales o venosos.

Adaptabilidad vascular del miembro: Capacidad de redistribución del flujo sanguíneo de un miembro al cortarse o eliminarse uno de sus troncos vasculares principales. Dicha capacidad esta asociada a la presencia de vasos comunicantes dependientes de presión y volumen, en la zona estudiada.

AB: Arteria Braquial

ABP: Arteria Braquial Posterior

ACCS: Arteria Colateral Cubital Superior

ACCI: Arteria Colateral Cubital Inferior

AC: Arteria Cubital

AR: Arteria Radial

EPIC: Epicóndilo

PISC: Pisciforme

FCU: Flexor Carpi Ulnaris

FDC: Flexor Digitorum Communis

FCS: Flexor Común Superficial de los dedos

FCP: Flexor Común Profundo de los dedos

PFB: Perforante Braquial Directa

RCP: Recurrente Cubital Posterior

LONG: Longitud

DIAM: Diámetro

IC: Intervalo de confianza

X.3 Registro fotográfico de las piezas anatómicas:

Pieza 1:



Ilustración 40:

Izquierda: Señalización de puntos de referencia. Derecha: Incisión inicial

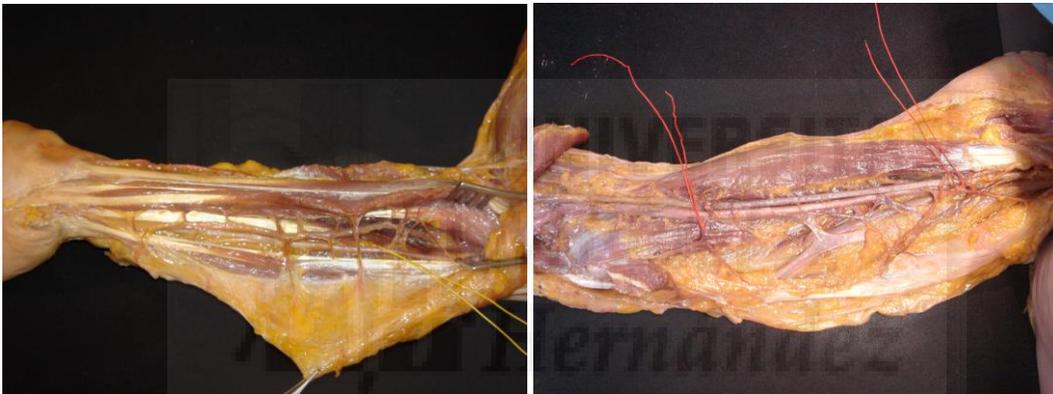


Ilustración 41:

Izquierda: disección de perforantes antebraquiales. Derecha: disección de perforantes braquiales.

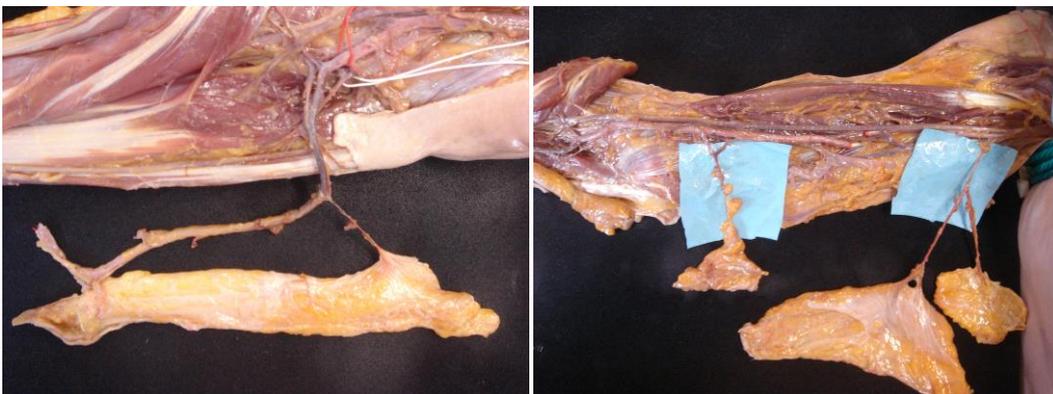


Ilustración 42:

Izquierda: Diseño de colgajos perforantes cubitales proximales. Derecha: Diseño de colgajos braquiales a nivel proximal y distal.

Pieza 2:

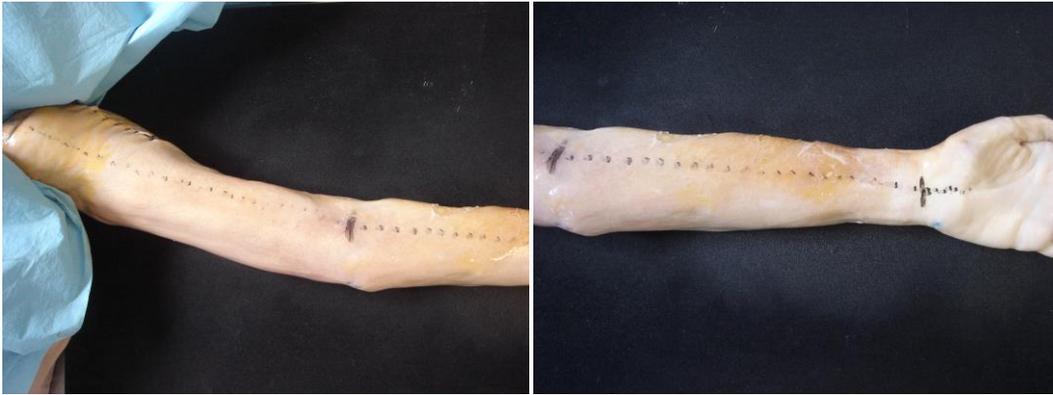


Ilustración 43:

Izquierda/derecha: Localización de puntos de referencia y líneas de incisión inicial.

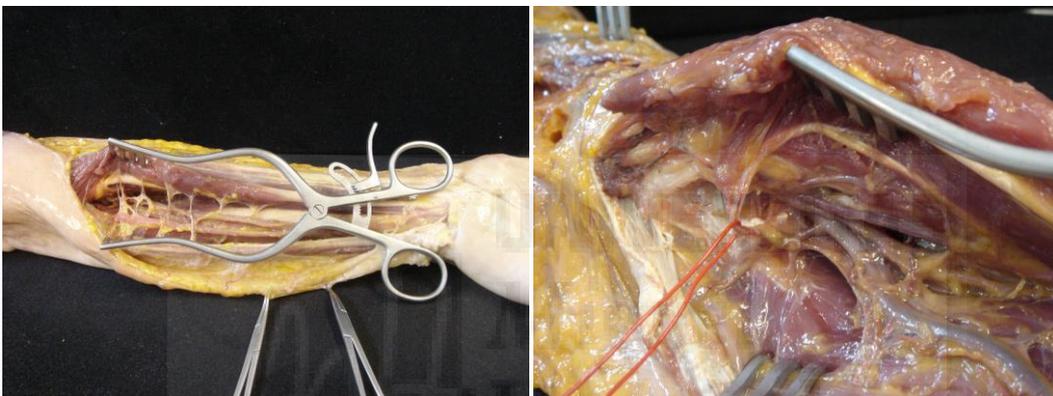


Ilustración 44:

Izquierda: Disección de perforantes antebraquiales.

Derecha: Disección de perforantes braquiales, con señalización de perforante braquial directa al músculo bíceps braquial.

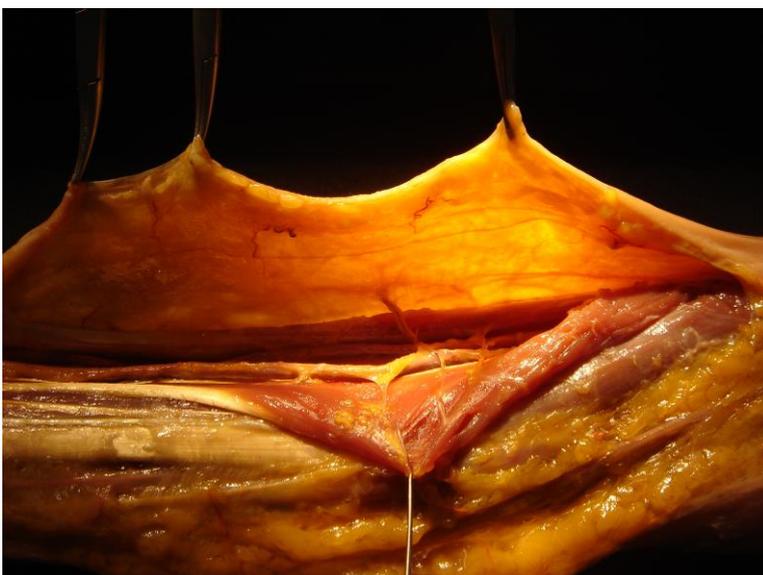


Ilustración 45: Señalización de perforantes braquiales por transiluminación.

Pieza 3:



Ilustración 46:

Izquierda: Señalización de puntos de referencia. Derecha: visión panorámica de disección braquial y antebraquial



Ilustración 47:

Disección de perforantes braquiales distales. Alfiler blanco en ACCI, amarillo: nervio cubital, rojos: PFB directa.

Imagen izquierda: detalle de disección de plexo braquial.



Ilustración 48:

Izquierda: Disección de perforantes antebraquiales: Puntos rojos: perforantes cutáneas directas. Punto blanco: Arteria interósea común.

Derecha: Ampliación a punto de división de la arteria cubital común a arteria interósea y pedículo cubital.



Ilustración 49:

Diseción de perforantes braquiales. Puntos rojos: PFB. Puntos blancos: ACCS y ACCI, Punto amarillo: Nervio cubital

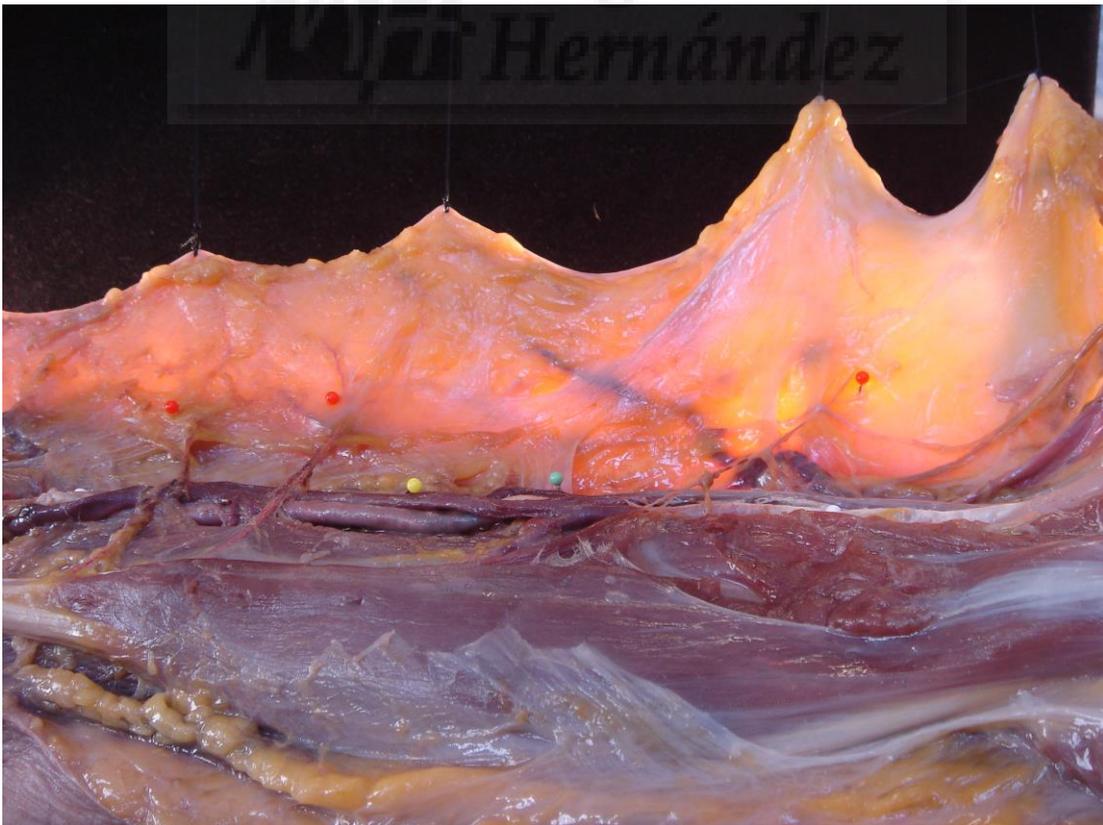


Ilustración 50: Marcaje de perforantes braquiales directas por transluminación

Pieza 4:



Ilustración 51:

Izquierda: puntos de referencias e incisiones antebraquiales y braquiales.

Derecha: Disección braquial con descubrimiento de división anómala de la arteria braquial en su tercio medio. Dos puntos negros: Arteria radial (interna). Dos puntos rojos: arteria cubital (externa). Puntos blancos: ACCS.

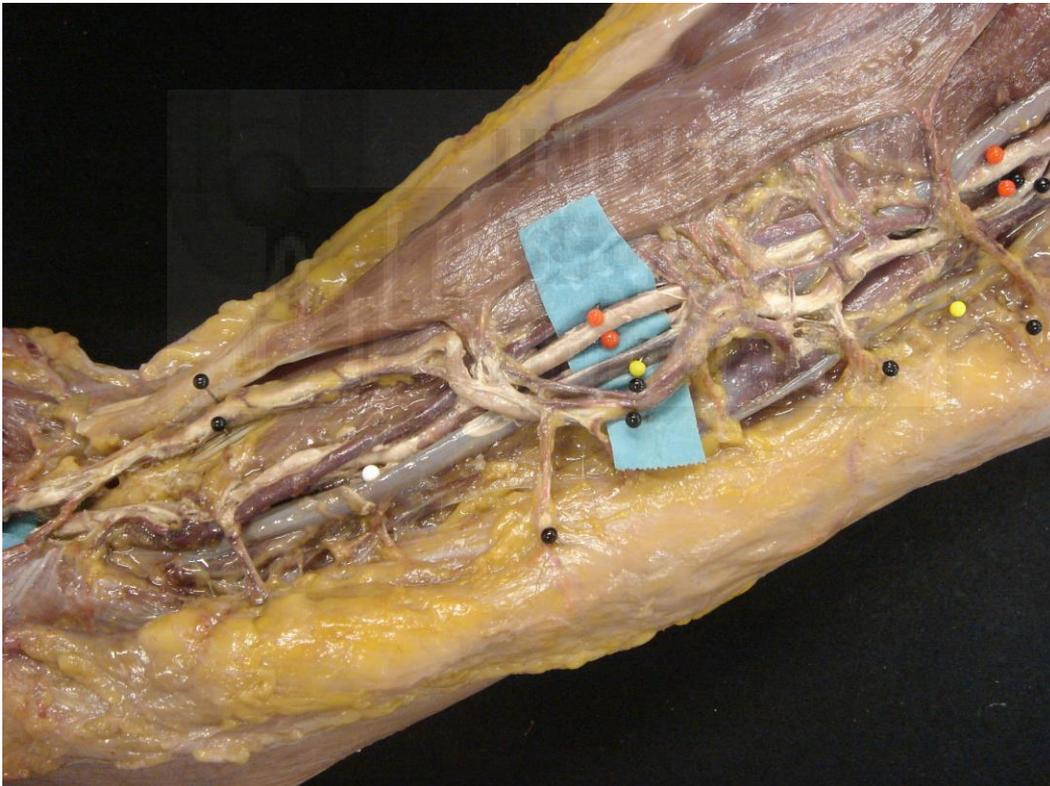


Ilustración 52: Entrecruzamiento distal de la arteria radial y cubital. Dos puntos negros: arteria radial. Dos puntos rojos: arteria cubital. Punto blanco: ACCI.

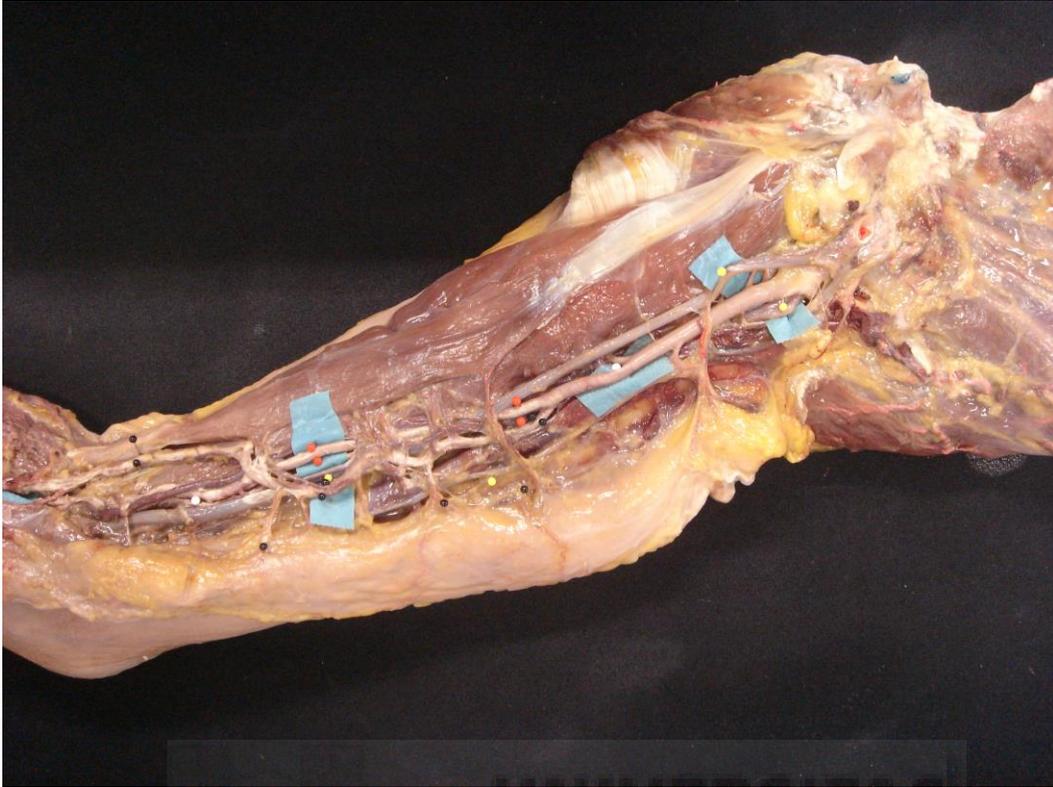


Ilustración 53: Visión panorámica braquial con variante anatómica de división.



Ilustración 54: Disección antebraquial. Dos puntos rojos: eje cubital. Dos puntos amarillos: nervio cubital. Puntos rojos: perforantes cutáneas directas. Dos puntos negros: arteria radial.

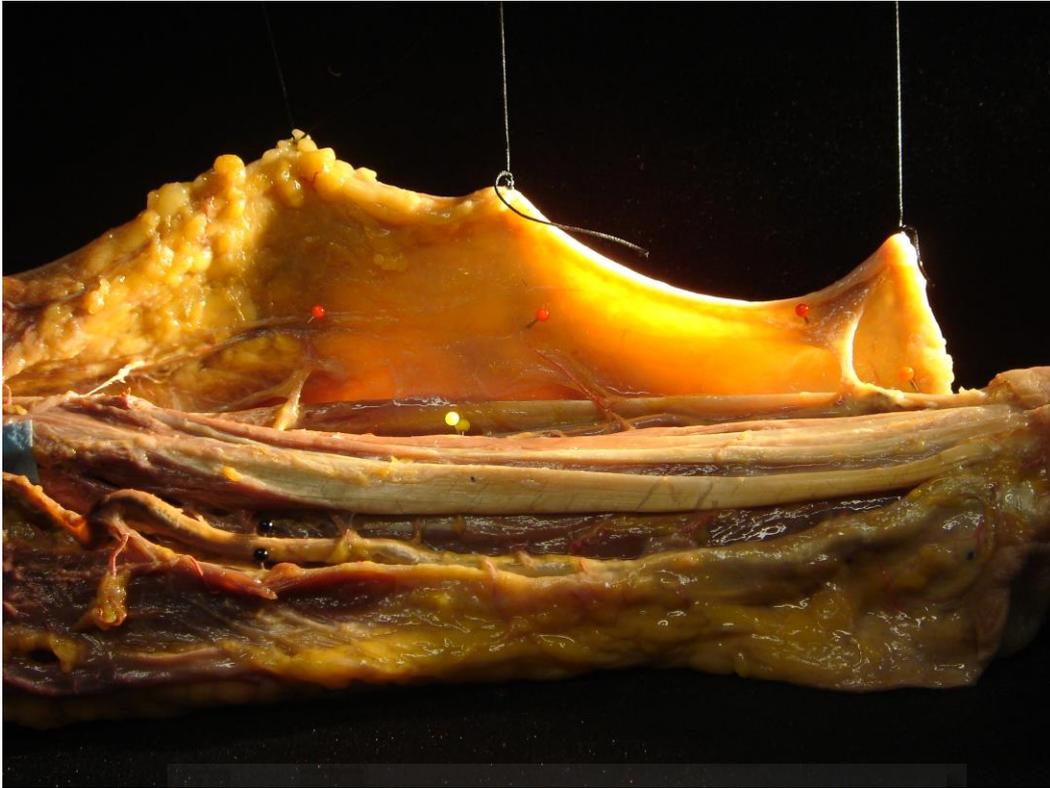


Ilustración 55: Perforantes cubitales directas, señalizadas por transiluminación (puntos rojos).

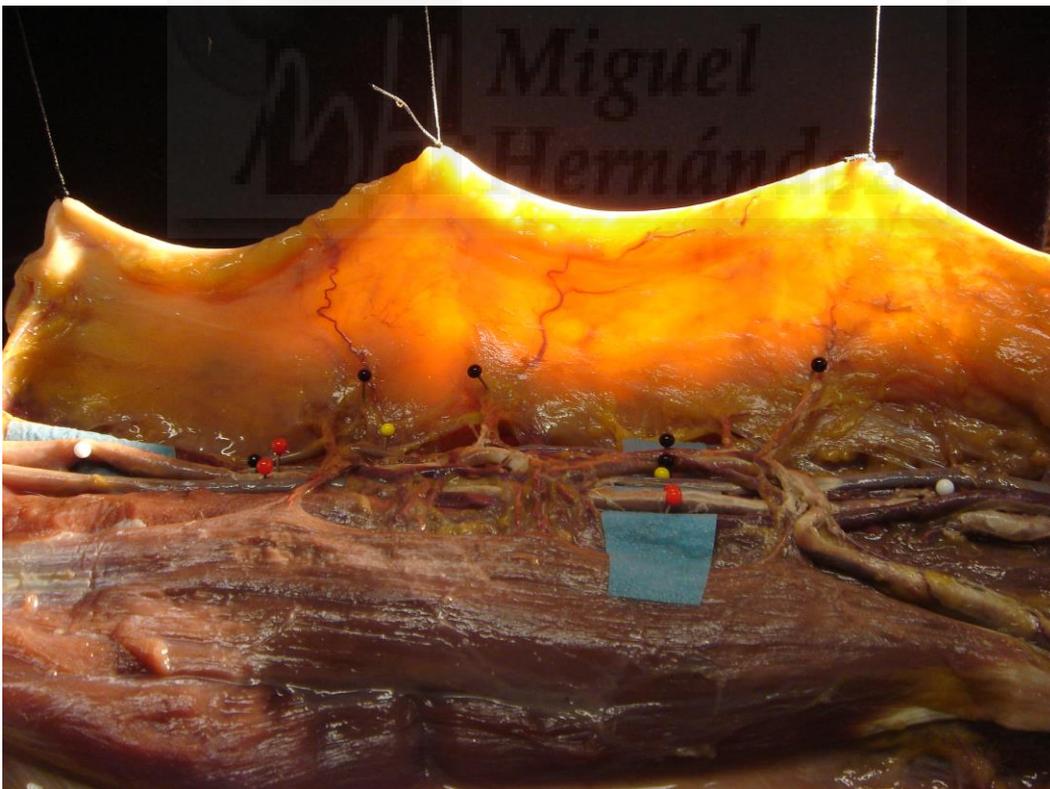


Ilustración 56: Perforantes procedentes de la división proximal braquial. Puntos negros: ramas perforantes de la arteria radial. Puntos rojos: ramos de arteria cubital.

Pieza 5:



Ilustración 57: Izquierda: Marcaje de puntos de referencia. Derecha: visa panorámica de la disección braquial y antebraquial.



Ilustración 58: Disección antebraquial. Puntos rojos: PF cubitales directas. Punto amarillo: Nervio cubital. Dos puntos rojos: AC. Dos puntos blancos: Arteria interósea.

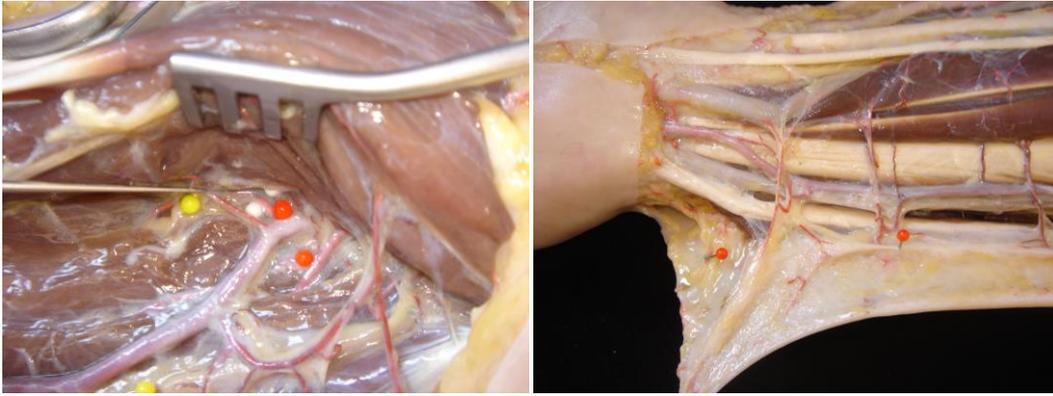


Ilustración 59:

Izquierda: Origen del pedículo cubital (dos puntos rojos) y de la arteria interósea común (dos puntos blancos).

Derecha. Perforante distal dominante por delante del FCU.

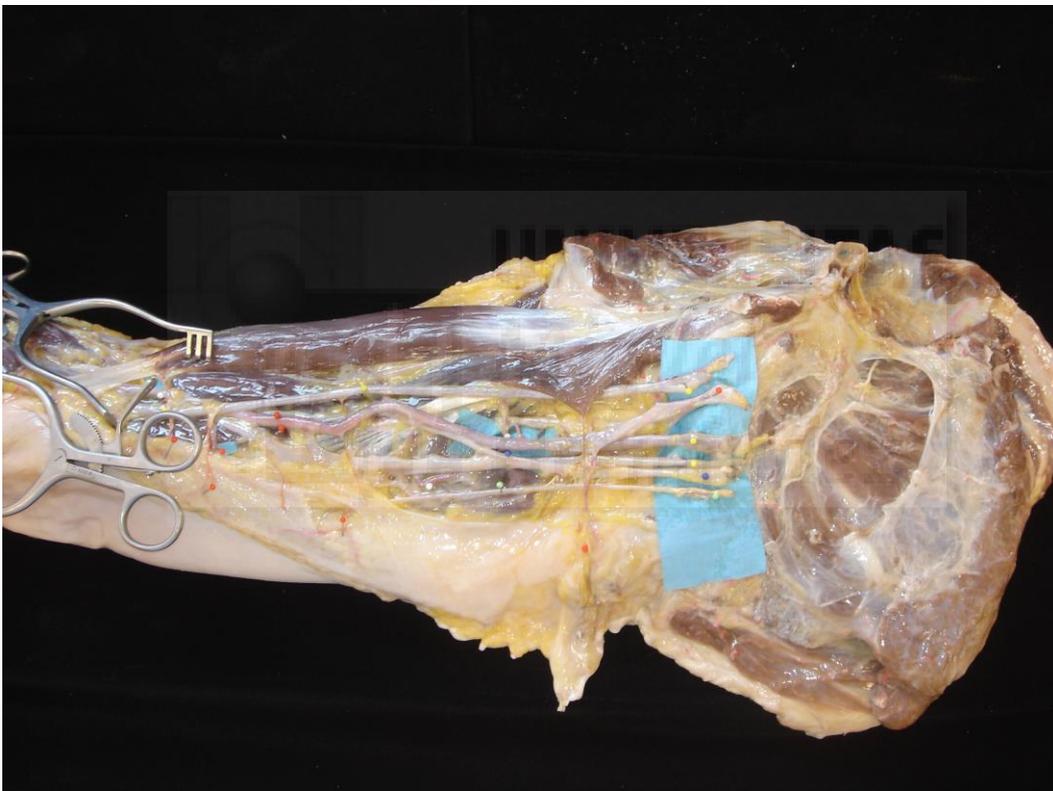


Ilustración 60: Vista panorámica de disección braquial

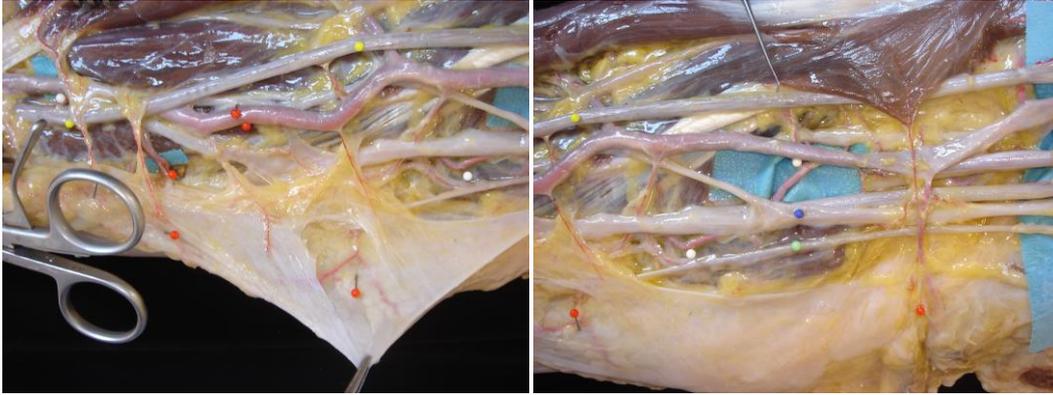


Ilustración 61:

Izquierda: Disección braquial distal. Dos puntos rojos: AB. Dos puntos blancos: ACCI y ACCS. Punto rojo: PFB.

Derecha: Disección braquial proximal. Punto azul: Vena basilíca. Punto verde: nervio cubital. Punto rojo: PFB

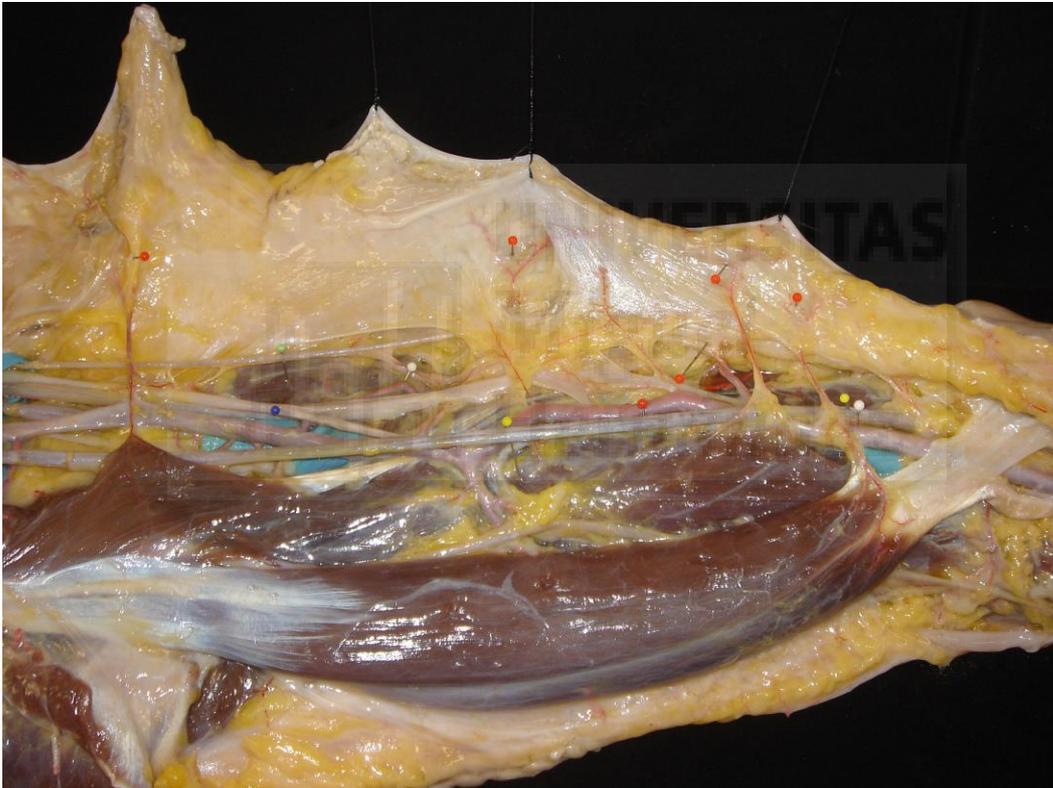


Ilustración 62: Señalización de perforantes braquiales directas por transiluminación (punto rojo).



Ilustración 63: Señalización de perforantes antebraquiales directas cubitales, por transiluminación (punto rojo). Nótese el desarrollo del plexo subdérmico comunicante entre las perforantes.



Pieza 6:



Ilustración 64:

Izquierda: Señalización de puntos de referencia e incisión inicial. Derecha: Vista panorámica de la disección braquial y antebraquial.

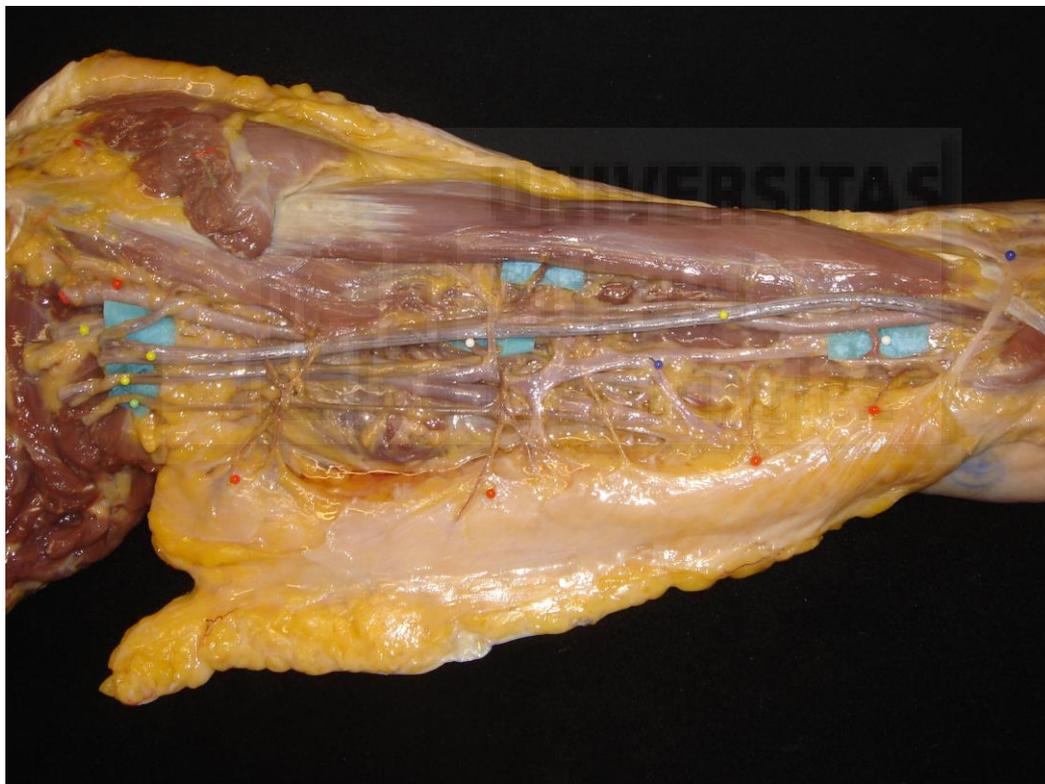


Ilustración 65: Disección de perforantes braquiales directas (punto rojo). Puntos blancos: ACCS y ACCI. Punto verde: Nervio cubital. Punto amarillo: Ramas del plexo braquial.

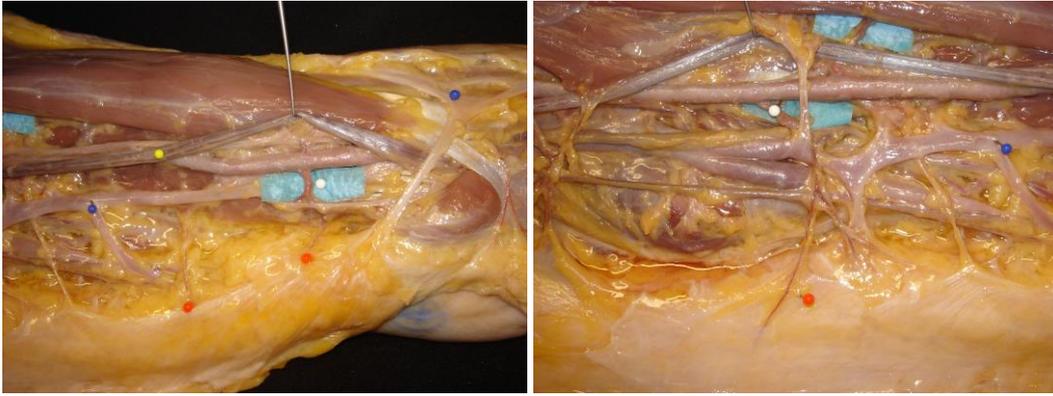


Ilustración 66:

Izquierda: Detalle de la ACCI (punto blanco). Punto amarillo: Nervio cubital. Derecha: Detalle de la ACCS y origen de perforante dominante en dicho vaso.

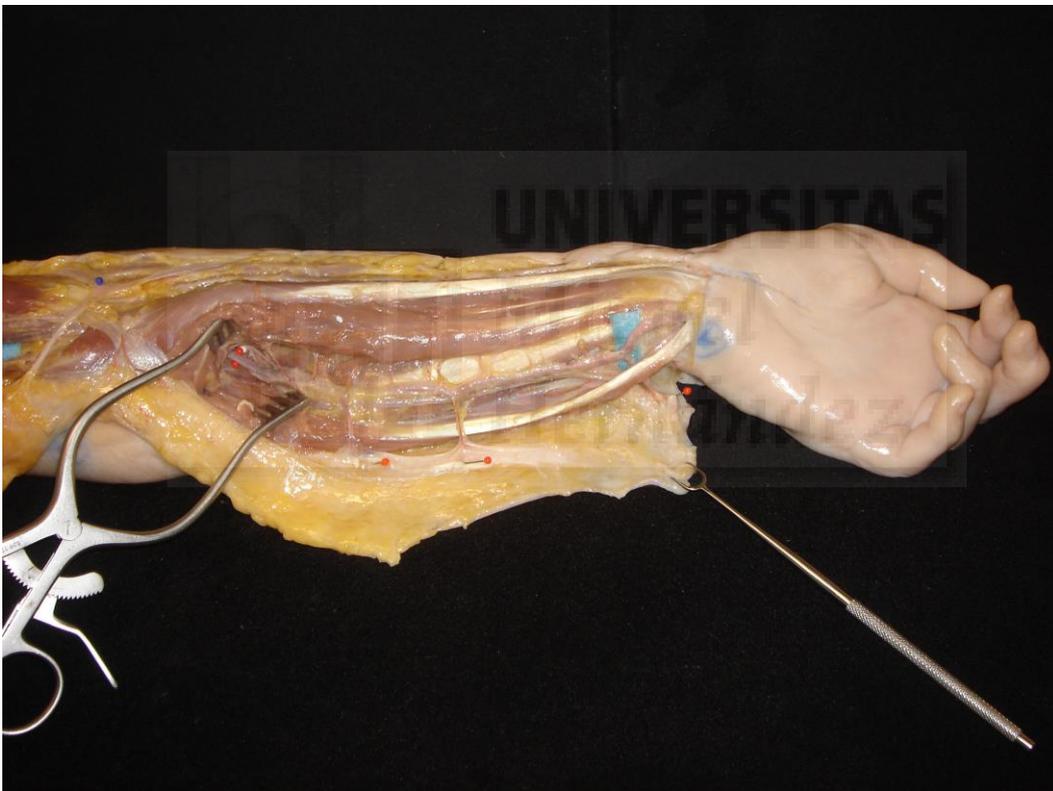


Ilustración 67: Disección antebraquial. Punto rojo: Perforantes cubitales directas. Dos puntos rojos: AC.

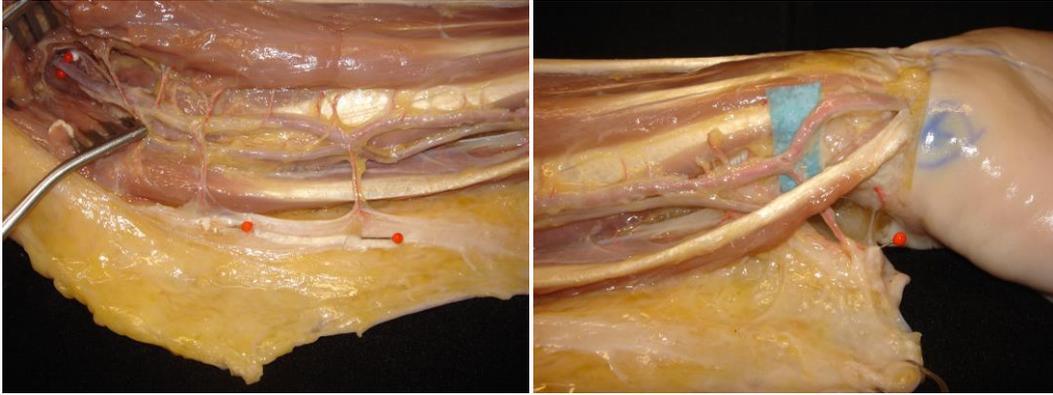


Ilustración 68:

Izquierda: Perforantes cubitales proximales (punto rojo). Derecha: perforante cubital distal dominante con comunicación con el plexo del músculo pronador cuadrado, por detrás del FCU.

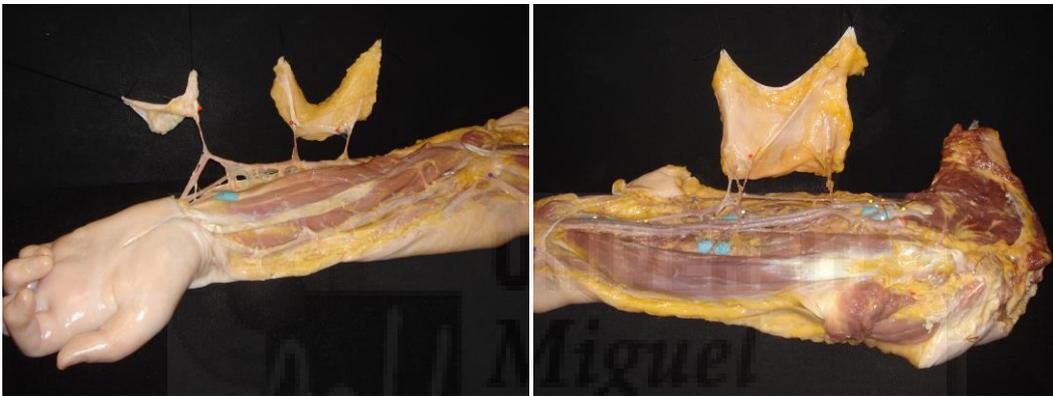


Ilustración 69:

Izquierda: representación de posibles colgajos fasciocutáneos basados en los vasos perforantes directos de la AC.

Derecha: Representación de colgajo fasciocutáneo basado en las perforantes braquiales directas disecadas.

Pieza 7:



Ilustración 70:

Izquierda: marcaje y línea de incisión inicial. Derecha: Visión panorámica de disección braquial y antebraquial medial



Ilustración 71: Disección antebraquial. Puntos rojos: Perforantes cubitales directas. Dos puntos rojos: eje de AC.

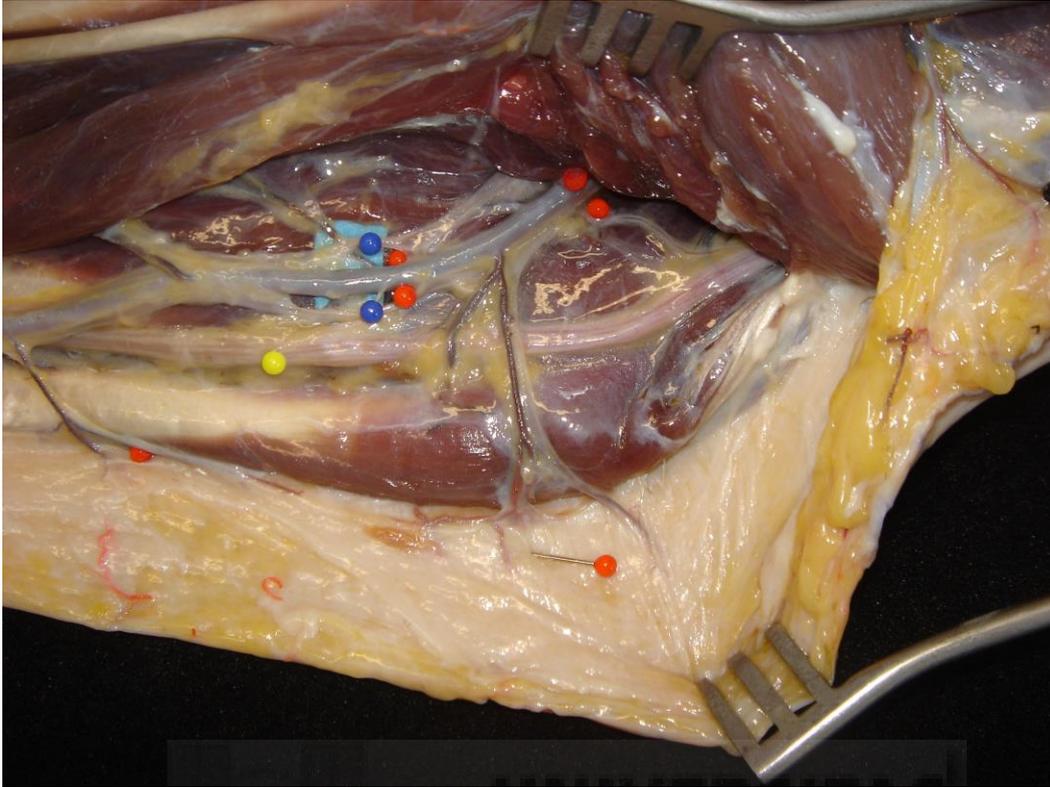


Ilustración 72: Perforante cubital directa dominante a nivel proximal (punto rojo). Punto amarillo: Nervio Cubital. Dos puntos rojos: AC.

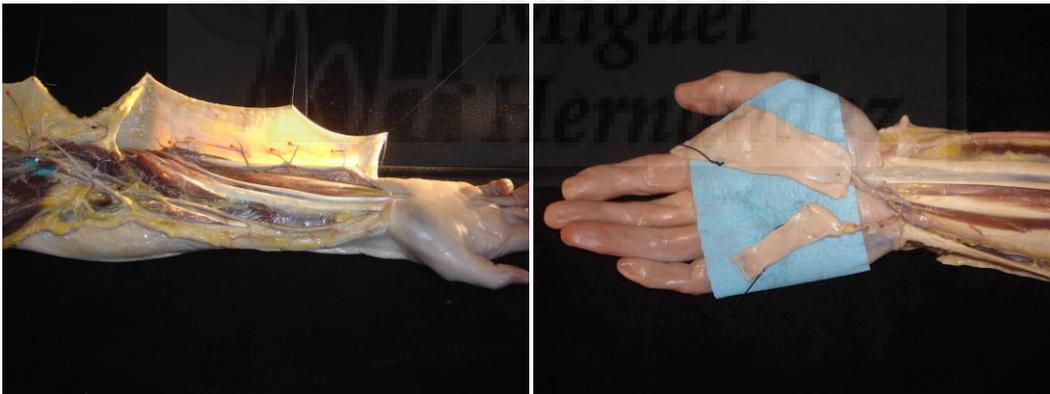


Ilustración 73: Izquierda: Señalización por transiluminación de perforantes cubitales directas en el antebrazo. Derecha: Ejemplificación de colgajos simples o dobles, basados en la rama dominante distal del eje cubital.

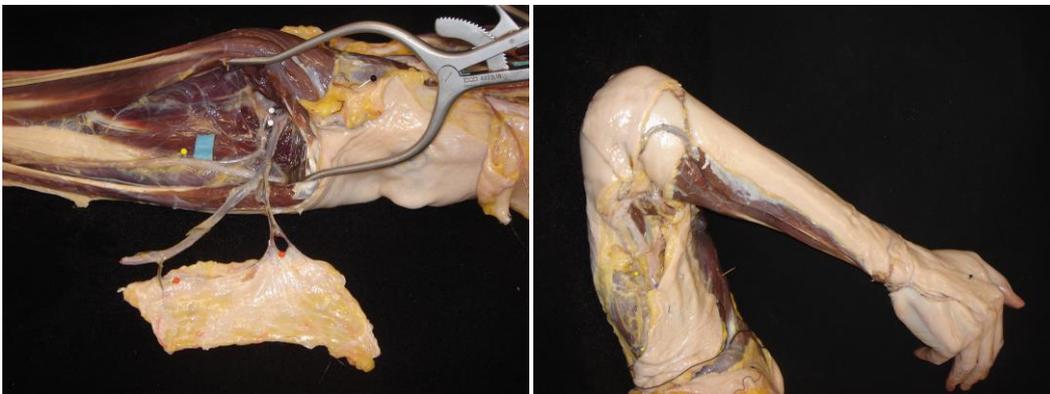


Ilustración 74: Ejemplo de colgajo cubital proximal pediculado con doble pedículo perforante, sobre al AC.



Ilustración 75: Colgajos fasciocutáneo braquiales mediales basados en PFB directa.



Ilustración 76:

Izquierda: Colgajo fasciocutáneo doble basado en la comunicante con el plexo del pronador redondo y la arteria cubital seccionada (flujo reverso). Derecha: Detalle de la comunicación del sistema de la AC y su perforante cutánea directa, con M. Pronador.



Ilustración 77:

Izquierda: Ejemplo de aplicabilidad clínica. Derecha: Ejemplo de múltiples colgajos fasciocutáneos perforantes directos de la arteria cubital.

Pieza 8:



Ilustración 78:

Izquierda: Puntos de referencia e incisión inicial. Derecha: vista panorámica de la disección braquial y antebraquial.

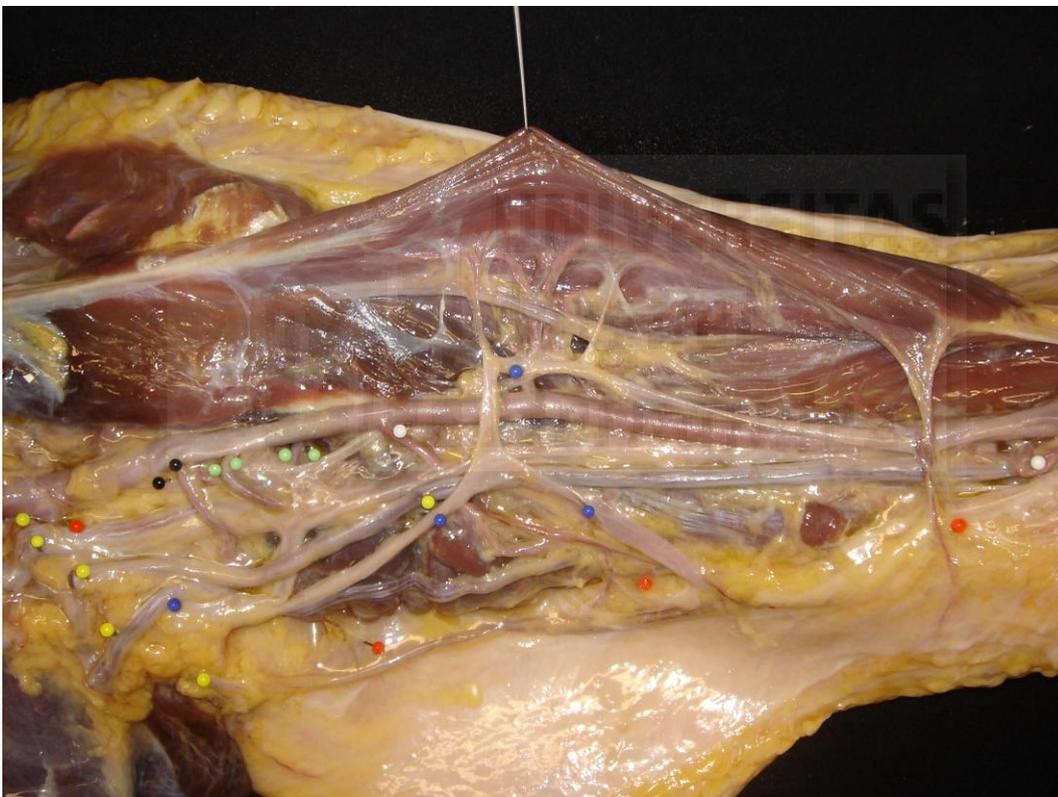


Ilustración 79: Disección braquial. Punto azul vena basilica. Puntos amarillos: Nervio cubital y plexo braquial. Puntos rojos: perforantes braquiales directas. Puntos blancos: arterias CCS y CCI.

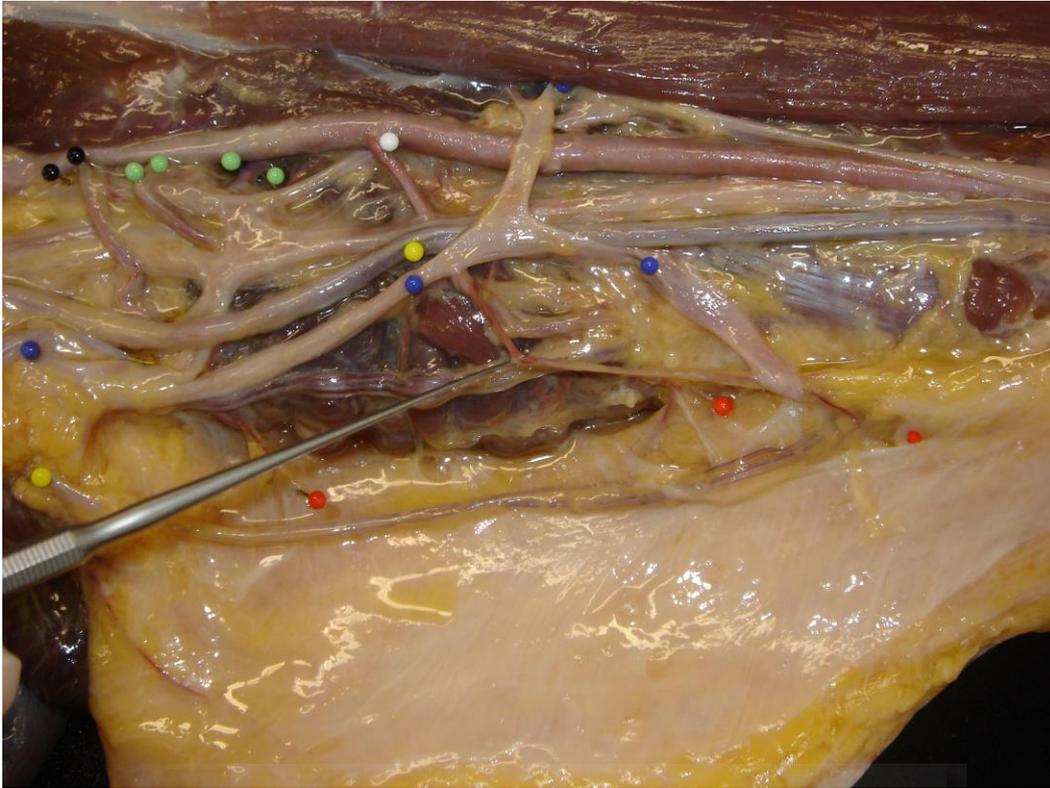


Ilustración 80: Señalización de PFB directa, procedente de la ACCS

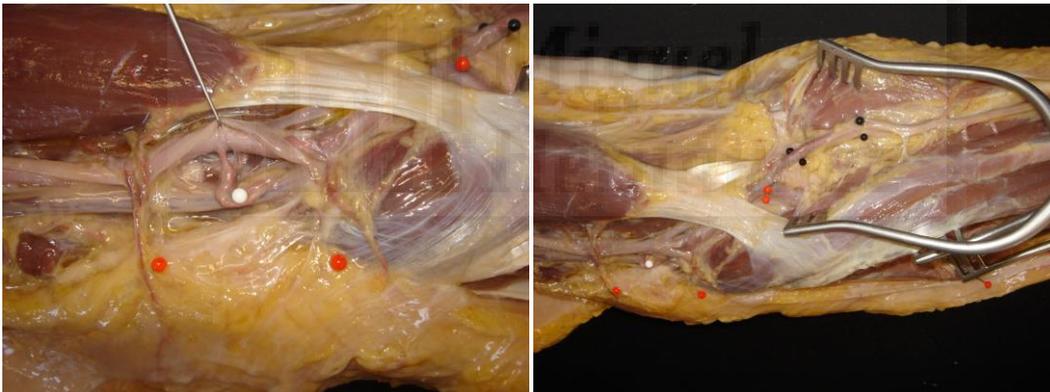


Ilustración 81:

Izquierda: Detalle anatómico, ACCI (punto blanco) y APB directas que no se originan en la ACCI. Derecha: División radio cubital a nivel de la inserción bicipital. Puntos negros: AR, Puntos rojos: AC.

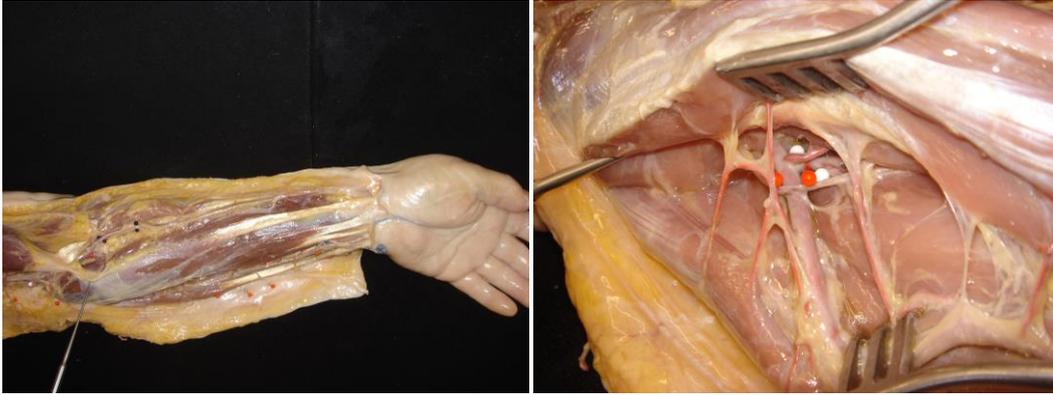


Ilustración 82: Tronco común cubital tras la división de la arteria interósea.

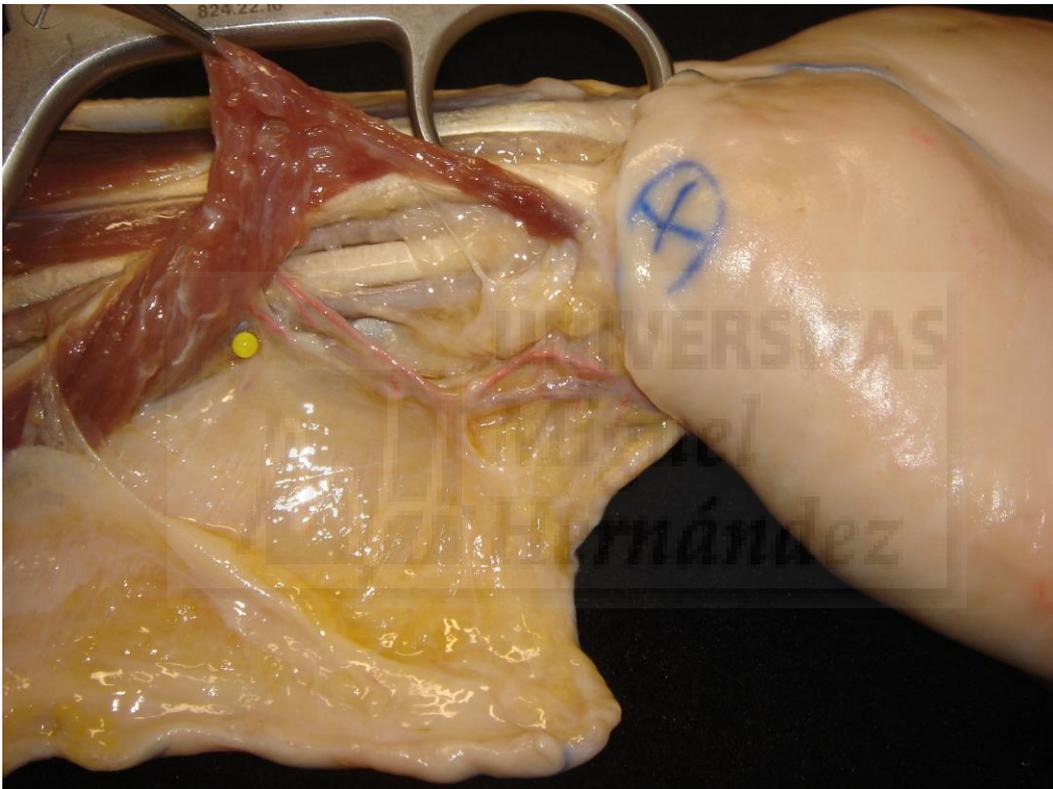


Ilustración 83: Rama perforante cubital distal directa dominante.

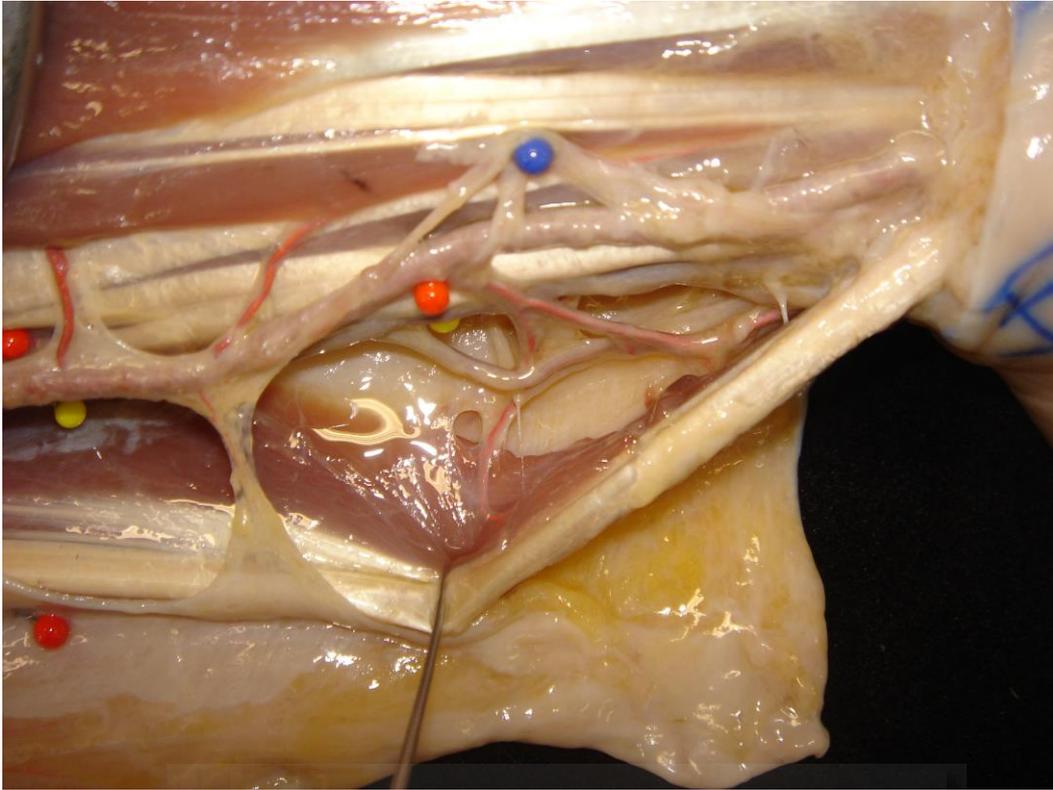


Ilustración 84: Interrelación de la rama perforante cubital distal, el músculo FCU y el sistema vascular del músculo pronador cuadrado.



Pieza 9:



Ilustración 85:

Izquierda: Señalización de puntos de referencia e incisión inicial. Derecha: Origen de la primera perforante antebraquial, en el tronco interóseo común. Variante anatómica.

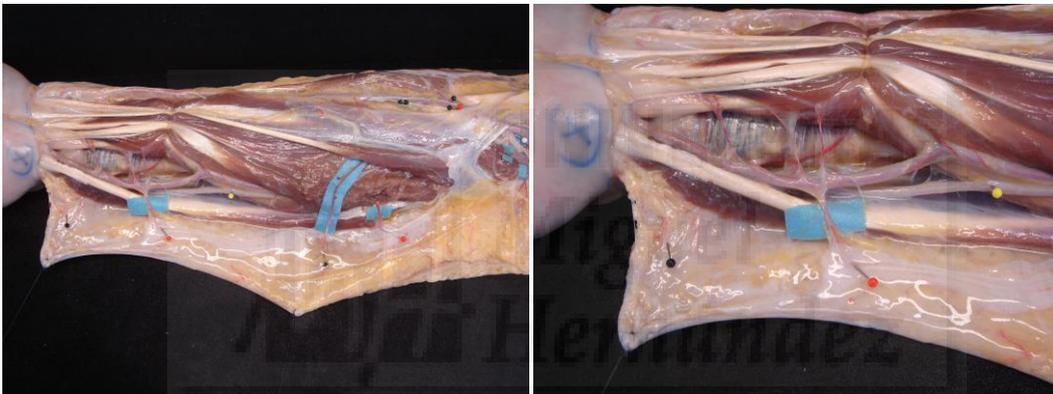


Ilustración 86:

Izquierda: Disección de perforantes cutáneas antebraquiales. Derecha: Perforante dominante distal y relación con el plexo del músculo pronador cuadrado.



Ilustración 87: Transiluminación de ramas perforantes antebraquiales.



Ilustración 88: Disección braaquia. Dos puntos rojos: AB, Puntos blancos: ACCS y ACCI. Punto rojo simple: PFB. Puntos amarillos: NC y Plexo braquial.

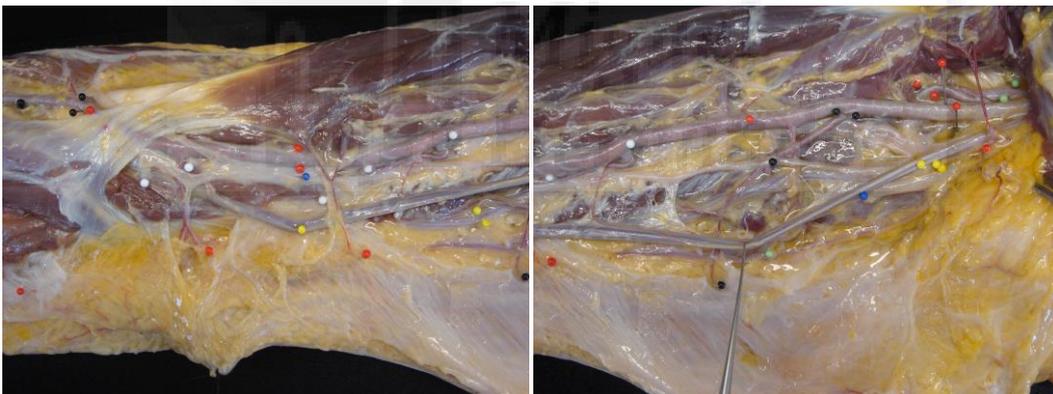


Ilustración 89: Izquierda: Disección braquial distal. Derecha: Disección braquial proximal. Puntos negros: arteria dominante braquial directa.



Ilustración 90: Ejemplo de diseño de colgajos fasciocutáneos perforantes del brazo y antebrazo

Pieza 10:



Ilustración 91: Pieza anatómica 10. Esta pieza anatómica fue utilizada para un estudio de imagen previo, por lo que fue tintada con líquido de contraste. Pese a que la disección anatómica e identificación de estructuras fue posible, las carecen de relevancia.

Pieza 11:

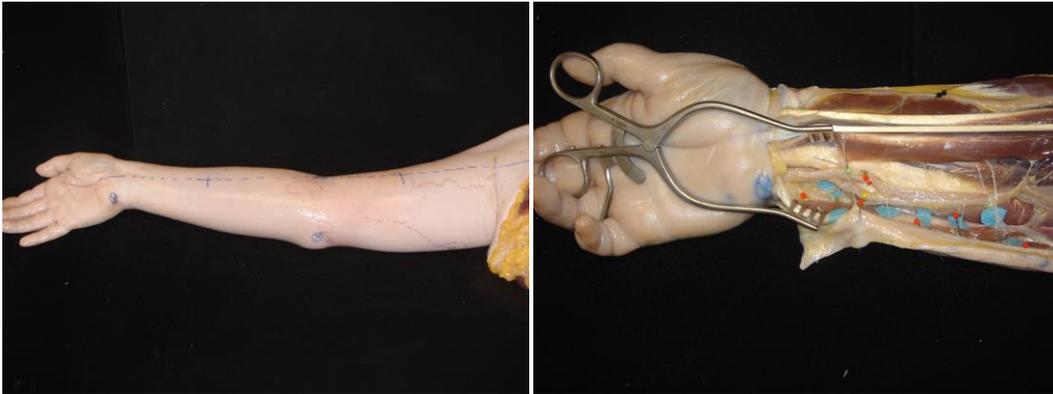


Ilustración 92: Izquierda: Puntos de referencia e incisiones. Derecha: Disección ramas perforantes cubitales a nivel distal.

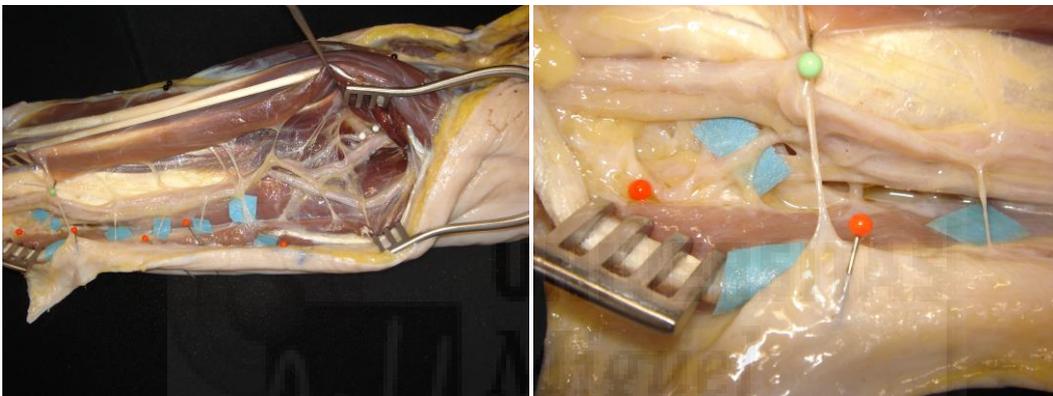


Ilustración 93: Izquierda: Disección antebraquial próxima. Derecha: Disección antebraquial de perforante dominante cubital (punto rojo).

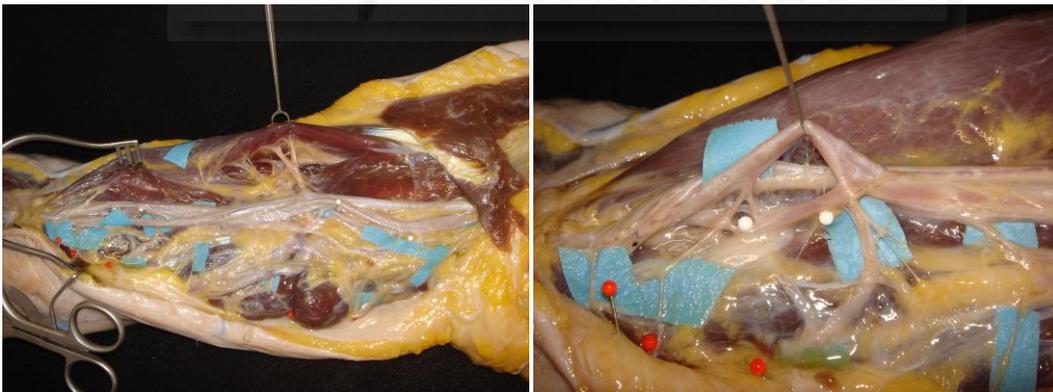


Ilustración 94: Izquierda: Disección per perforantes braquiales. Derecha: Punto rojo: PFB. Puntos blancos ACCS y ACCL.

Pieza 12:

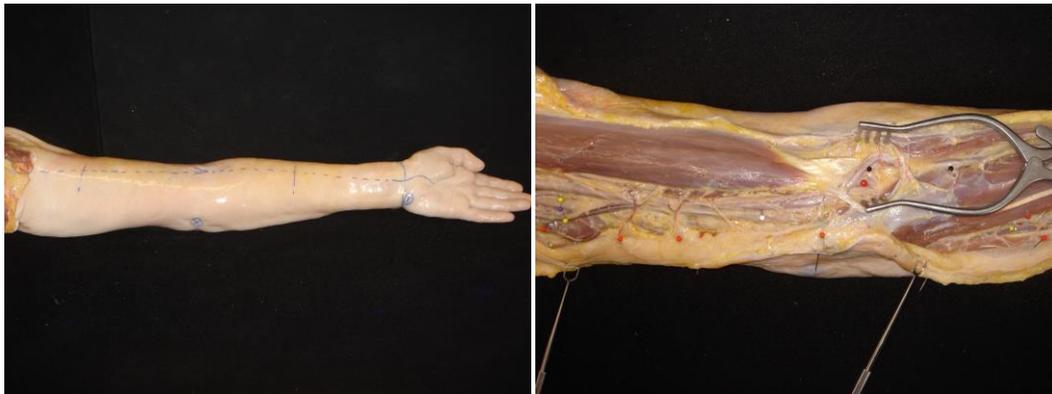


Ilustración 95: Izquierda: Referencias anatómicas y línea de disección. Derecha: Disección braquial y antebraquial panorámica.



Ilustración 96: Disección braquial amplia. Dos punto rojos: Arteria Braquial. Puntos amarillos: Nervios cubital y plexo braquial. Puntos rojos simples: PFB directas. Puntos blancos: ACCS y ACCI.

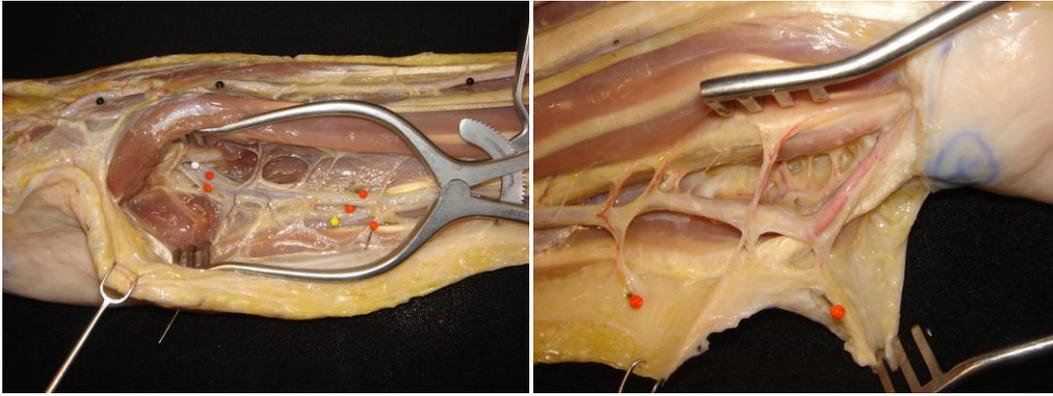


Ilustración 97: Izquierda: División de tronco común cubital en AC (dos puntos rojos) y arteria Interósea (dos puntos blancos). Derecha: Perforantes distales cubitales.

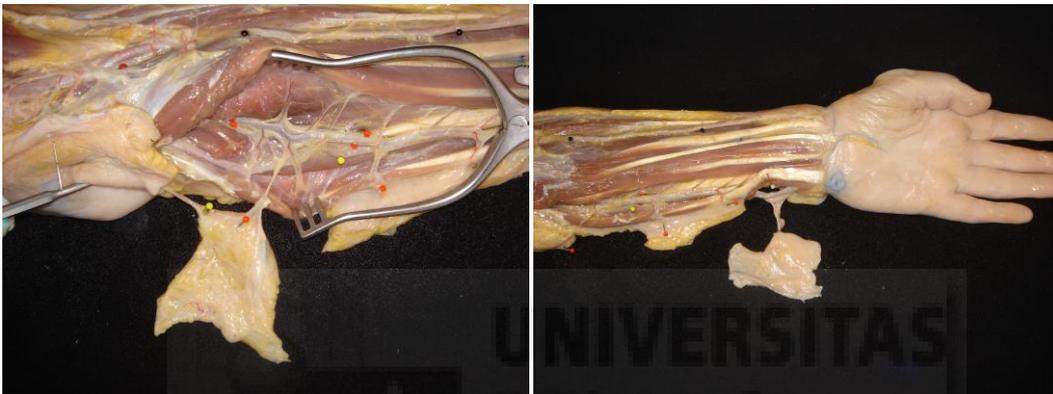


Ilustración 98: Izquierda: Perforantes cubitales proximales. Derecha: Perforante cubital distal. Ejemplos de disección de colgajos fasciocutáneo.

UNIVERSITAS
Miguel
Hernández

Pieza 13:



Ilustración 99: Izquierda: Localización de puntos de referencia y línea de incisión inicial. Derecha: Vista panorámica de disección braquial y antebraquial.

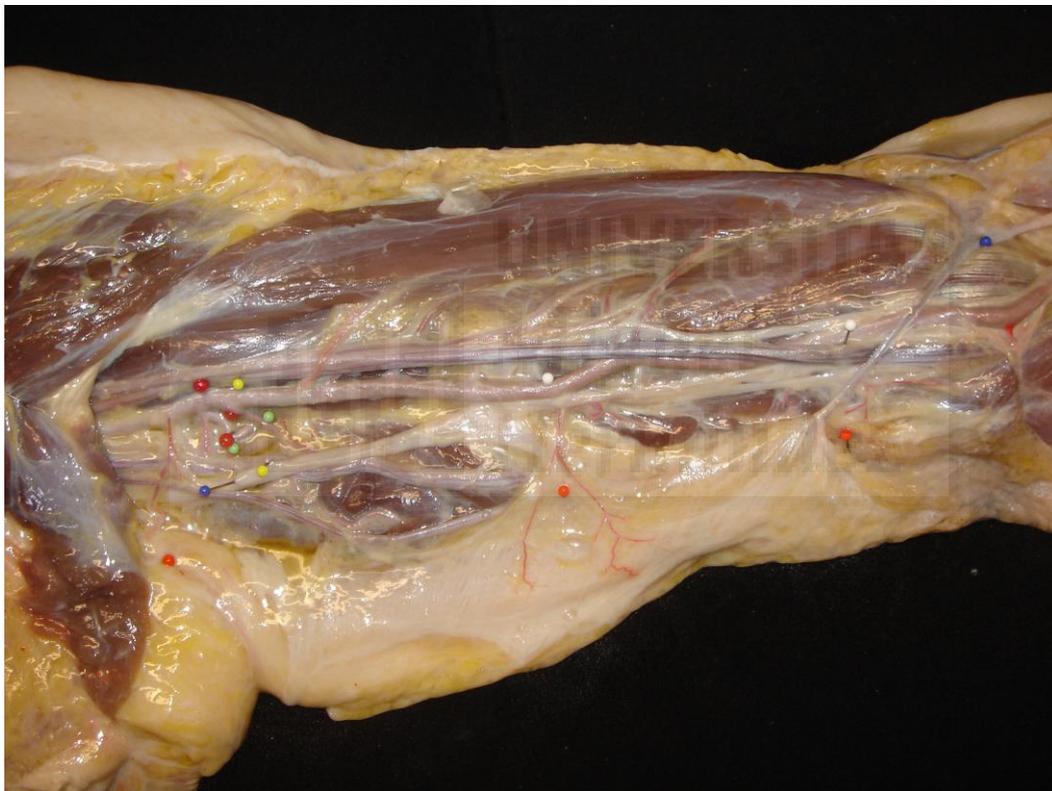


Ilustración 100: Disección braquial. Dos puntos rojos: AB. Puntos blancos: ACCS y ACCI. Punto amarillo: NC. Punto azul: Vena cefálica. Punto rojo: PFB directa dominante.



Ilustración 101: Disección antebraquial del eje cubital. Dos puntos rojos: AC. Dos puntos blancos: A. Interósea. Punto rojo simple: PFC. Punto amarillo: NC.



Pieza 14:

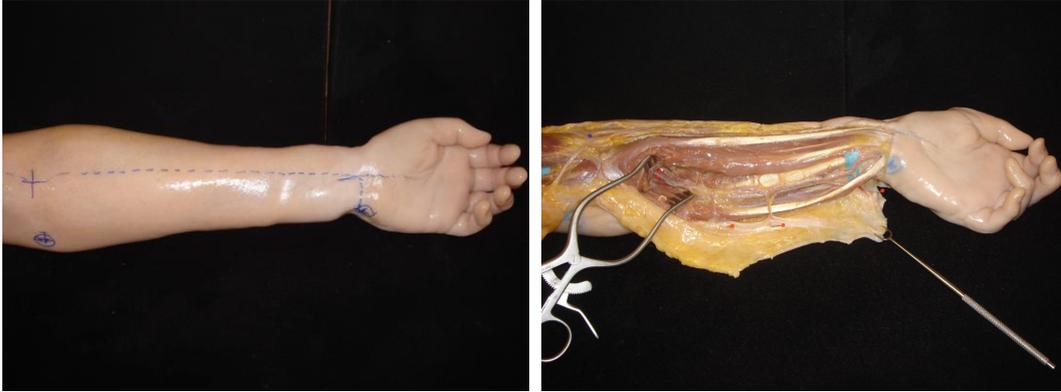


Ilustración 102: Izquierda: Diseño de incisiones y puntos de referencia. Derecha: Diseción antebraquial amplia.

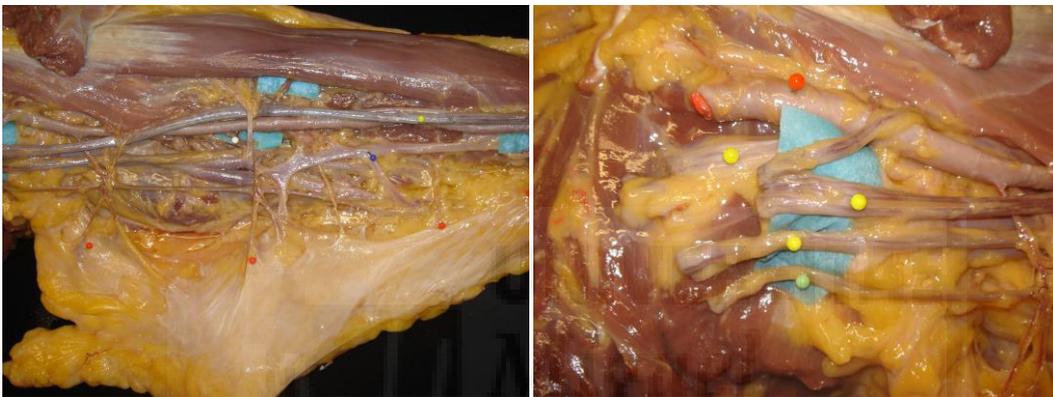


Ilustración 103: Izquierda: Diseción braquial amplia. Puntos rojos: PFB. Punto blanco: ACCS. Derecha: Detalle anatómico del plexo braquial.

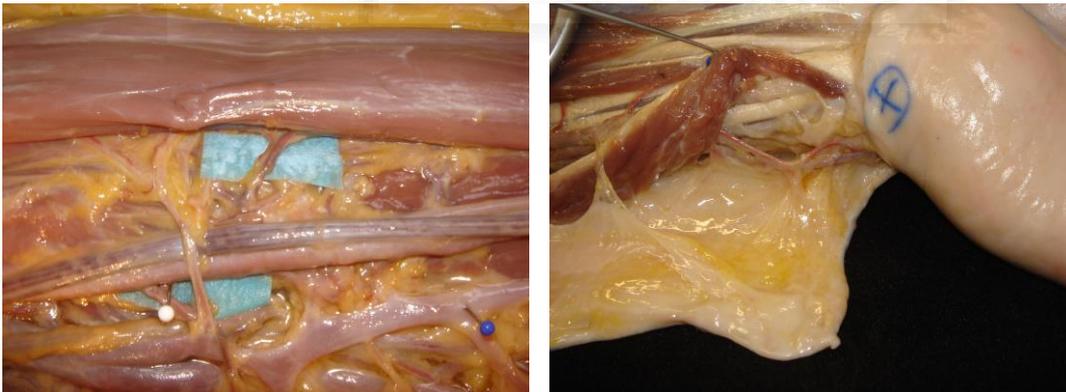


Ilustración 104: Izquierda: Detalle anatómico del pedículo dominante del músculo bicipital. Derecha: Perforante cubital distal cutánea directa.



Ilustración 105: Izquierda: Relación entre la rama perforante cubital distal dominante y el músculo FCU y Pronador cuadrado, así como con el nervio cubital. Derecha: Ejemplo de disección de colgajo antebraquial medial perforante cubital.



Ilustración 106: Ejemplo de aplicabilidad clínica de colgajo perforante cubital distal.

Pieza 15:

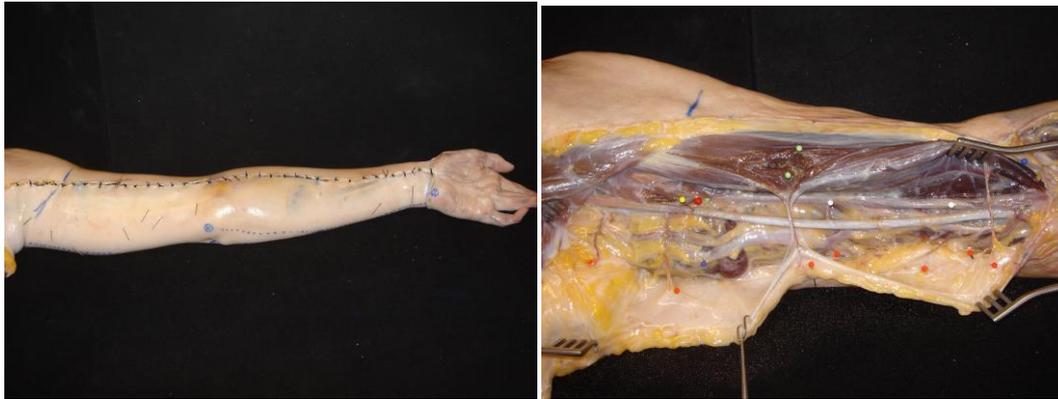


Ilustración 107: Izquierda: Diseño de incisiones y puntos de referencia. Se aprecian los puntos de salida de las perforantes braquiales y antebraquiales mediales ya disecadas. Derecha: Diseccción de región braquial.

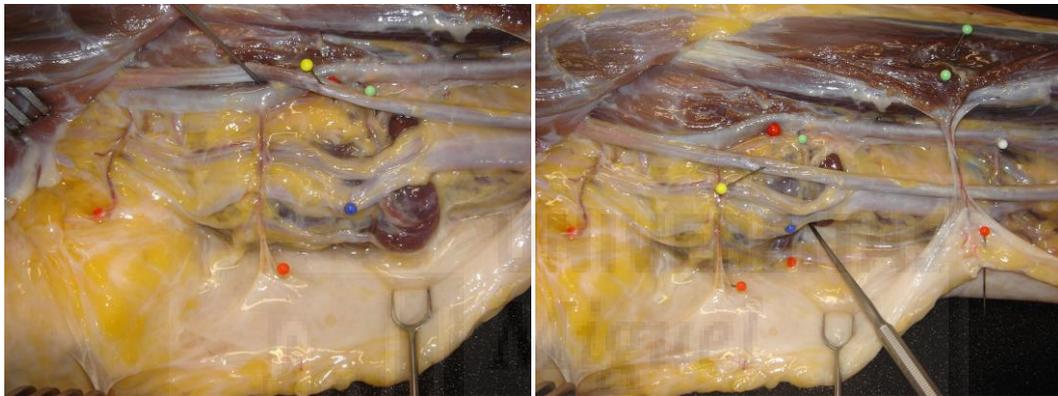


Ilustración 108: Detalle anatómico de rama perforante verdadera, procedente del pedículo principal del músculo bicipital en su tercio medio (puntos verdes). Relación con el NC (punto amarillo).

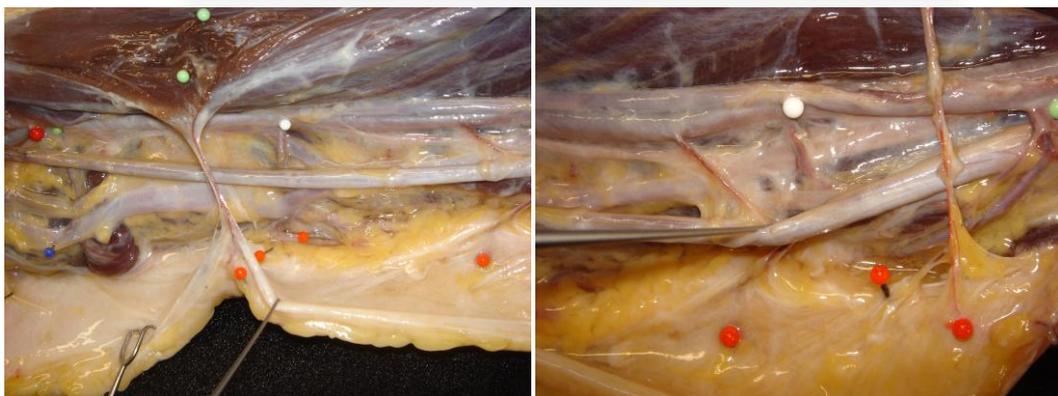


Ilustración 109: Izquierda y derecha: Independencia de la perforante dominante con la ACCS y ACCI respectivamente.

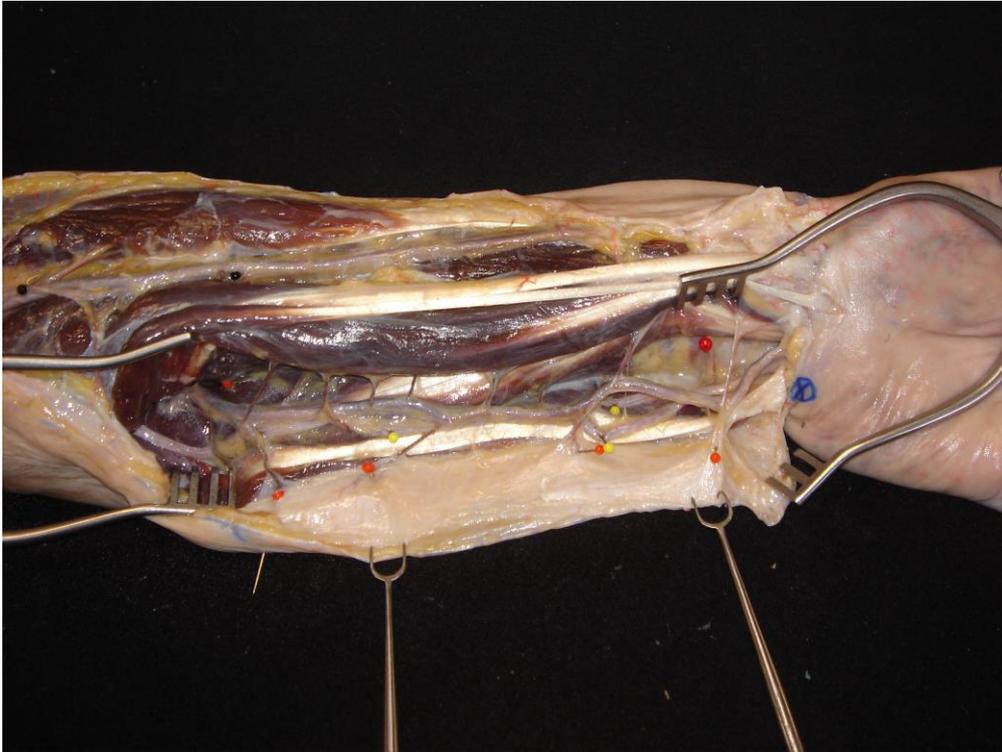


Ilustración 110: Disección antebraquial. Puntos rojos: ramas perforantes cubitales. Punto amarillo: NC.

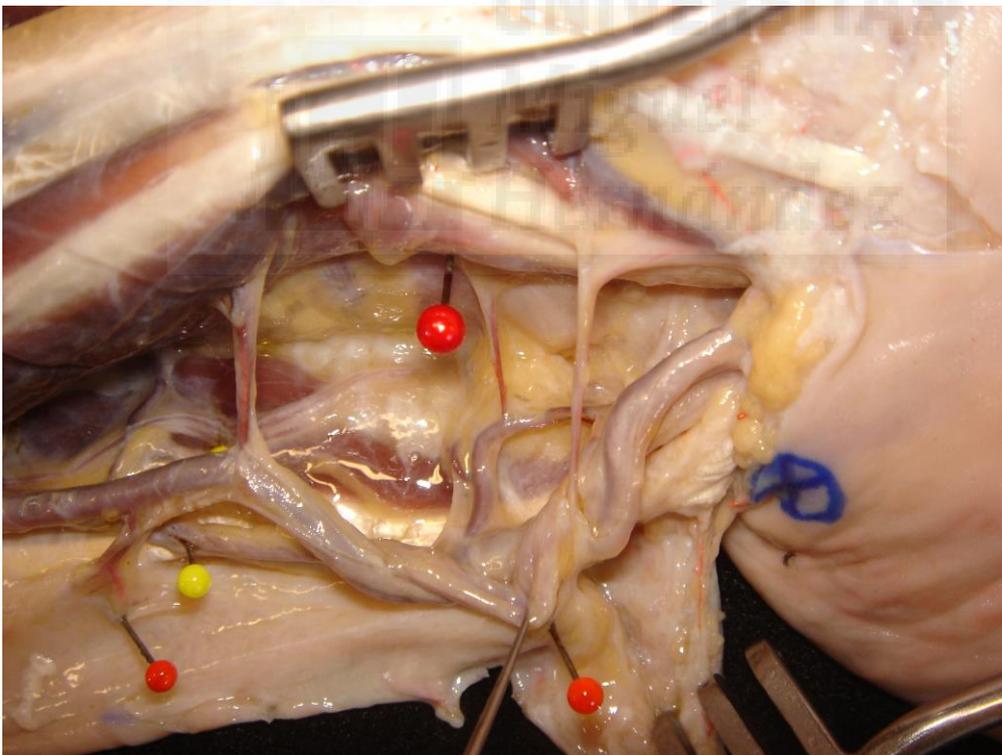


Ilustración 111: Detalle anatómico del sistema vascular cubital distal, en correlación con el músculo FCU, el músculo pronador cuadrado y el NC.

Pieza 16:

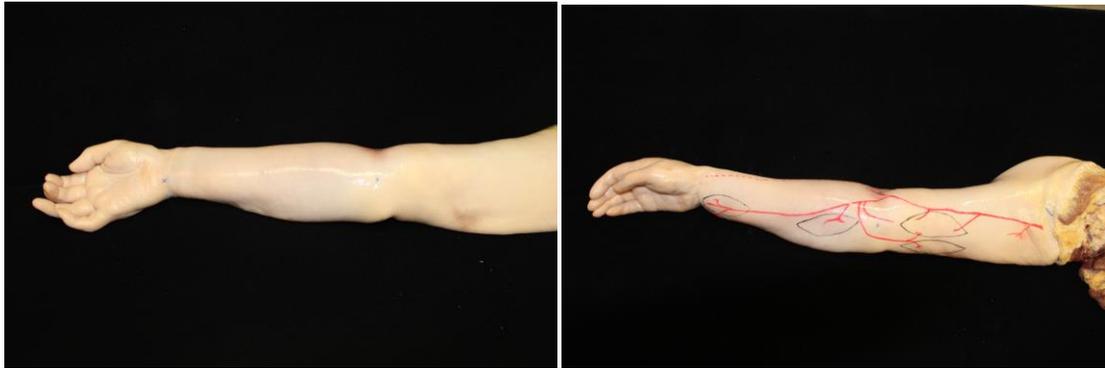


Ilustración 112: Izquierda: Puntos de referencia anatómicos. Derecha: Diseño de sistema vascular esperado en base al conocimiento anatómico adquirido. Diseño de colgajos cutáneos fasciocutáneos del eje braquial y antebraquial medial.

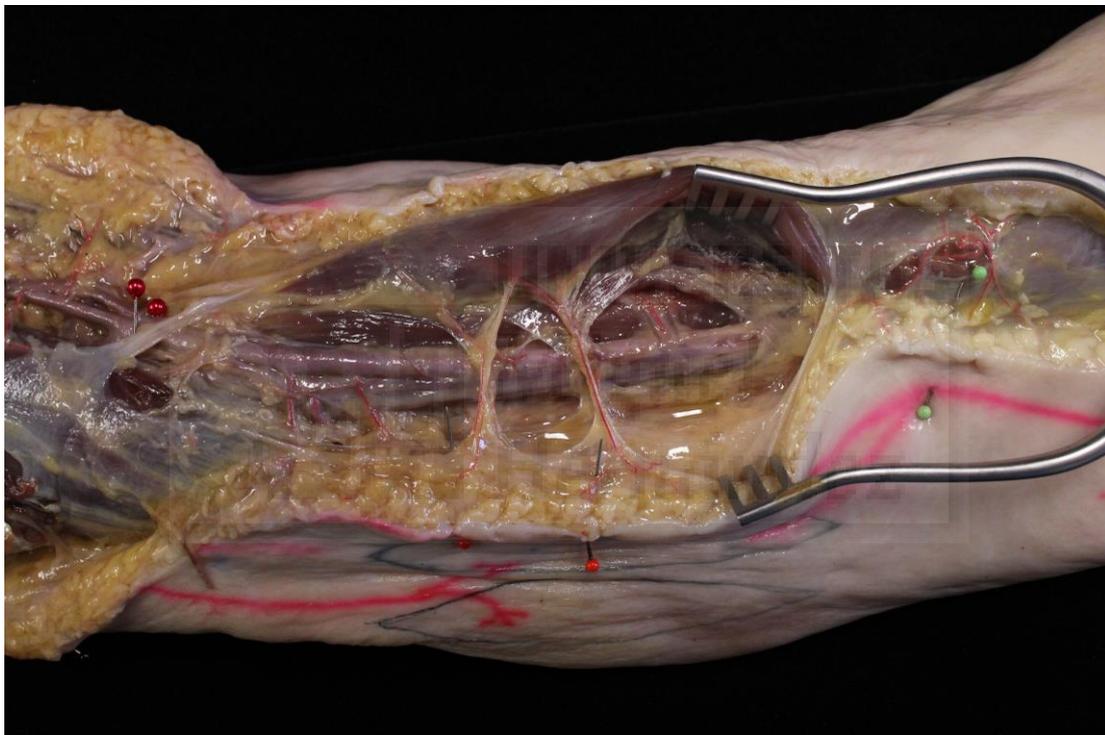


Ilustración 113: Perforantes braquiales directas y ramas colaterales al músculo bíceps.



Ilustración 114: Correlación entre las zonas graficadas donde esperamos la presencia de perforantes antebraquiales cubitales y la constatación de dichas perforantes cubitales.



Ilustración 115: Disección antebraquial. Dos puntos rojos: AC. Puntos rojos simples: Perforantes braquiales directas. Puntos amarillos: NC. Derecha: Colgajos fasciocutáneos basados en las perforantes cubitales estudiadas.



Ilustración 116: Diseño de colgajo de doble isla basada en las perforantes cubitales directas (punto rojo) y cortando el pedículo cubital en proximal.

