

Universidad de Barcelona

Facultad de Medicina

Departamento de Obstetricia y Ginecología, Pediatría, Radiología, Medicina Física y

Anatomía Humana

Programa de Doctorado Cirugía y Especialidades Quirúrgicas

Bienio 2000-2002

**ESTUDIO DE LA VASCULARIZACIÓN CUTÁNEA DEL 4º ESPACIO
INTERMETACARPIANO DORSAL. APLICACIÓN EN CIRUGÍA
RECONSTRUCTIVA DE LA MANO.**

Memoria presentada para optar al Título de Doctor en Medicina y Cirugía por:

TAI- SIK YOON KIM

Directores: Dr. Jesús Benito Ruiz

Dra. Anna Carrera Burgaya

Tutor: Dr. Josep María Potau Ginés

Barcelona, 2009

A mis padres, por su apoyo y su ánimo
constante durante este largo camino.

A Montse, por su ayuda y comprensión.

« Qu'ils n'oublient jamais que sans anatomie il n'y a point de physiologie, point de chirurgie, point de medecine »

J. Cruveilhier

Este trabajo ha sido financiado gracias a una **beca FIS (Ref N° PI003242)** concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia en el año 2003, para la elaboración del trabajo: “**Reconstrucción de mano traumática con colgajo de perforantes del dorso de la mano**”.

Parte de este trabajo fue presentado en el XL Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Plástica, Reparadora y Estética, celebrado en A Coruña, del 1 al 4 de Junio de 2005, siendo merecedor del **Accésit al Premio Mentor de Médicos Internos Residentes** por el trabajo titulado: “Estudio de la vascularización cutánea del 4º espacio intermetacarpiano dorsal. Aplicación en cirugía reconstructiva de la mano”.

Este trabajo ha dado origen a dos publicaciones internacionales (incluidas en el anexo):

- Yoon, T., Benito-Ruiz, J., Carrera, A., Ferreres, A., Serra-Renom, J.M.
“The anatomical basis of the 4th dorsal metacarpal flap: A cadaveric dissection”. *Journal of Hand Surgery (American Volume)*, 2006; 31 (5): 711-716.
- Yoon, T., Benito-Ruiz, J., Carrera, A., Ferreres, A., Serra-Renom, J.M.
“Cutaneous perforators of the fourth dorsal interosseous space: anatomic study”. *Journal of Hand Surgery (American Volume)*, 2007; 32 (2): 246-251.

AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Jesús Benito y la Dra. Anna Carrera directores de esta tesis, por su inestimable ayuda y constante apoyo durante este largo camino. Dr. Benito, gracias por estimularme desde el principio y darme la idea para la elaboración de este trabajo. Dra. Carrera, gracias por abrirme las puertas del Departamento de Anatomía y por confiar en este proyecto.

- Al Dr. Serra, gracias por transmitirme una parte de esa energía inagotable que posee para el trabajo y por animarme a realizar la tesis.

- A mis compañeros del Servicio de Cirugía Plástica por permitirme una flexibilidad en mi horario para poder realizar las disecciones anatómicas y su constante apoyo y ánimo.

ABREVIACIONES.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Etiología y Epidemiología de las lesiones digitales y de las manos.....	9
1.2 Anatomía general del dorso de la mano.....	13
1.3 Anatomía vascular general de la mano.....	17
1.4 Opciones reconstructivas.....	21
1.4.1 Cicatrización por 2ª intención.....	22
1.4.2 Injerto de piel.....	23
1.4.3 Colgajos Pediculados.....	25
1.4.3.1 Colgajos a distancia.....	25
1.4.3.2 Colgajos regionales.....	27
1.4.3.3 Colgajos locales.....	30
1.4.4 Colgajo libre microvascularizado.....	34
1.5 El colgajo metacarpiano dorsal.....	39
1.5.1 Experiencia clínica con el colgajo metacarpiano dorsal.....	39
1.5.2 Bases anatómicas del colgajo metacarpiano dorsal de base distal. Anatomía vascular de las arterias metacarpianas dorsales (AMDs).....	47
2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	63

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	67
3.1 Hipótesis.....	69
3.2 Objetivos.....	70
4. MATERIAL Y MÉTODO.....	73
4.1 Diseño del estudio.....	76
4.2 Tamaño muestral.....	76
4.3 Preparación de los especímenes anatómicos.....	76
4.4 Disección anatómica.....	79
4.4.1 Diseño del colgajo.....	80
4.4.2 Incisión de la paleta cutánea y elevación de colgajos cutáneos distales.....	81
4.4.3 Fase I del estudio: Estudio de la 4ª arteria metacarpiana dorsal (AMD) y sus principales conexiones vasculares utilizando una técnica de disección Subfascial..	82
4.4.4 Fase II del estudio: Estudio de la vascularización cutánea del 4º espacio intermetacarpiano dorsal (EIMD) de la mano. Estudio de la 4ª arteria metacarpiana dorsal (AMD) y sus principales conexiones vasculares utilizando una técnica de disección suprafascial.....	83
4.5 Recogida de datos.....	87
4.5.1 Recogida de datos de la Fase I del estudio.....	87
4.5.2 Recogida de datos de la Fase II del estudio.....	88
4.6 Método estadístico.....	89

5. RESULTADOS	91
5.1 Determinación de la presencia o ausencia de la arteria metacarpiana dorsal (AMD) a nivel del 4º espacio intermetacarpiano dorsal (EIMD). En el caso de que existiera la arteria, determinar el plano de localización de dicha arteria en relación a la fascia del músculo interóseo dorsal; y de si su calibre permite la disección a lo largo de toda su longitud desde proximal a distal.....	93
5.2 Determinación de la presencia y localización exacta de las ramas comunicantes proximales (RCP) en relación a la articulación carpometacarpiana (ACMC), y de las ramas comunicantes distales (RCD) en relación a la articulación metacarpofalángica (AMF).....	96
5.3 Determinación de la presencia de la rama cutánea recurrente distal (RRD) descrita inicialmente por Quaba.....	100
5.4 Determinación de conexiones vasculares y de otras ramas de la 4ª arteria metacarpiana dorsal (AMD).....	105
5.5 Determinación de la presencia y localización exacta de las ramas perforantes cutáneas de la 4ª arteria intermetacarpiana dorsal (AMD).....	117
6. DISCUSIÓN	131
7. CONCLUSIONES	163
8. BIBLIOGRAFÍA	167
ANEXO	181

ABREVIACIONES

AC:	Arteria Comisural
ADD:	Arteria Digital Dorsal
AMD:	Arteria Metacarpiana Dorsal
ACMC:	Articulación Carpometacarpiana
AMF:	Articulación Metacarpofalángica
D:	Derecha
EIMD:	Espacio Intermetacarpiano Dorsal
I:	Izquierda
IOD:	Interóseo Dorsal
MC:	Metacarpiano
Nº:	Número
PCD:	Perforante cutánea Distal
PCP:	Perforante cutánea Proximal
RCD:	Rama Comunicante Distal
RDP:	Rama Comunicante Proximal
RM:	Ramas Musculares
RPO:	Ramas Periostales
RRD:	Rama Recurrente Distal
RT:	Ramas Tendinosas
Red CD:	Red Carpiana Dorsal

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento preciso de la anatomía vascular de una determinada región anatómica resulta fundamental en Cirugía Reconstructiva para poder diseñar y elevar un colgajo viable y seguro. El estudio anatómico en cadáver proporciona esta valiosa información.

Existen en la literatura médica un gran número de técnicas quirúrgicas para la reconstrucción de defectos de piel del dorso de la mano y los dedos. Ello viene determinado por el elevado volumen de lesiones de la mano que se producen fundamentalmente en el ámbito laboral. La tendencia es a utilizar técnicas basadas en colgajos locorreregionales que permiten una recuperación más rápida, con menor impacto laboral y socioeconómico. En los últimos 5 años por ejemplo, se pueden encontrar más de 100 referencias sobre técnicas reconstructivas de la mano en la literatura médica. Entre ellas, la técnica del colgajo metacarpiano dorsal ha demostrado una gran utilidad y versatilidad. Este colgajo puede tener su aporte vascular tanto a nivel proximal como distal, siendo este último el que ha suscitado más interés. El interés por la técnica del colgajo metacarpiano dorsal con aporte vascular distal se debe a dos razones principales: la primera porque los dedos son la parte que más frecuentemente se ven afectados en una lesión de la mano; la segunda porque ha habido una profusa discusión en la literatura médica acerca de su patrón vascular. Se han descrito dos patrones diferentes que explican su aporte vascular, pero sin embargo no existen estudios anatómicos detallados acerca de la importancia real de cada uno de ellos.

Por otro lado, así como el 1° y 2° EIMD se han utilizado frecuentemente como zonas donantes de colgajos locales debido a su constancia desde el punto de vista de la anatomía vascular clásica, el resto de los espacios no han merecido esa popularidad, debido a la supuesta variabilidad interindividual.

1.1 Etiología y Epidemiología de las lesiones digitales y de las manos

Las lesiones adquiridas digitales y de las manos pueden clasificarse atendiendo a diversos parámetros^{1,2} :

- Etiología de la lesión:
 - Traumatismo (tráfico, laboral, lúdico, doméstico)
 - Cirugía (tumoral, secuela de quemaduras o cicatriciales)
 - Infección (fascitis necrotizante)

- Localización:
 - Superficie:
 - Dorsal (incluyendo uña)
 - Volar (incluyendo pulpejo)
 - Radial
 - Cubital
 - Nivel:
 - Carpo
 - Metacarpiano
 - Articulación Metacarpofalángica
 - Falange Proximal
 - Articulación Interfalángica Proximal
 - Falange Media
 - Articulación Interfalángica Distal

- Falange Distal
- Pulpejo
- Elementos lesionados:
 - Simple (únicamente defecto cutáneo)
 - Compuesto:
 - Piel
 - Tendón
 - Hueso
 - Nervio
 - Vaso (arterial y/o venoso)
- Mecanismo lesional:
 - Herida incisa
 - Herida contusa
 - Herida con pérdida de sustancia
 - Simple
 - Compuesta
 - Quemaduras/Congelación
 - Por electricidad
 - Estallido
 - Avulsión
 - Aplastamiento
 - Amputación

La incidencia real de lesiones que afectan a la extremidad superior y especialmente a la mano y a los dedos resulta muy variable en función de la fuente de información. Se calcula que la incidencia real es superior a la publicada debido a que existe un gran número de lesiones que no constituyen un motivo de consulta a los servicios de urgencias y por tanto no existe la posibilidad de registrarlos. Para Mc Carthy¹ el traumatismo doméstico constituye probablemente la causa más frecuente de lesiones digitales y de la mano en nuestro medio. Sin embargo, el traumatismo localizado en las manos y en los dedos que se produce en el ámbito laboral (industrial, construcción) suele asociarse con una mayor gravedad, debido al manejo de maquinaria industrial potencialmente peligrosa, por lo que estos traumatismos sí constituyen un motivo de consulta en los Servicios de Urgencias^{3,4}.

Según datos disponibles en países con un desarrollo sociosanitario similar al nuestro, la incidencia de las lesiones localizadas en las manos y dedos se situaría entre 6.3 y 12.5 nuevos casos/1000 habitantes/ año^{5,6}; lo que representaría el 12% de los pacientes que acuden a un Servicio de Urgencias⁶. Se estima que un tercio de todas las lesiones traumáticas producidas en los Estados Unidos involucra las extremidades superiores. Ello implica que cada año se producen 6 millones de visitas a salas de urgencias y 12 millones de visitas a consultas médicas por lesiones localizadas en la extremidad superior¹.

El pico de incidencia de las lesiones traumáticas de la mano y dedos se localiza en la población joven de entre 10 y 30 años, con una prevalencia ligeramente superior (60%) en el hombre frente a la mujer^{5,6}.

La extremidad superior, y en concreto las manos y los dedos, constituye la parte anatómica más frecuentemente afectada en los accidentes laborales, contribuyendo de manera significativa a la elevada incidencia de la siniestralidad laboral en nuestro país. El 25% de los accidentes laborales se localizan en la mano^{3,4,6}. Según datos disponibles en el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, en España, se produjeron 225.489 lesiones de mano (la mayoría con pérdida de sustancia con o sin afectación ósea), siendo responsables del 23.8% de las bajas laborales. De estas lesiones, 222.912 correspondieron a lesiones catalogadas como leves, 2576 lesiones como graves y hubo 1 caso mortal. De la totalidad de las lesiones laborales catalogadas como graves, la lesión de las manos fue la localización anatómica más frecuente con el 23.1%³.

Las lesiones más frecuentes fueron las heridas abiertas, y las heridas superficiales de los dedos y la muñeca⁵. Teniendo en cuenta el mecanismo lesional, la laceración constituye el tipo de lesión más frecuente (62,6%) seguido del aplastamiento (13,1%); pero si tenemos en cuenta el número de elementos lesionados, la lesión simple que afecta a la piel es la más frecuente con un 83,4 % de los casos⁴. La localización distal o de la punta del dedo (porción digital distal al pliegue interfalángico distal), es la más frecuente (45-57,6%). Tras la punta de los dedos, tanto el dorso de la mano como de los dedos constituye otra de las localizaciones frecuentes de las lesiones. A menudo las manos se

encuentran en pronación o semipronación mientras realizamos trabajos manuales o manipulamos objetos, y el dorso de las manos queda expuesto hacia el exterior siendo el primer punto de impacto. Asimismo el 3º radio es el más afectado por las lesiones, debido a su localización y a su longitud⁷. La mano no dominante es la que se lesiona con más frecuencia: el 55,4% de los diestros se lesionó la mano izquierda y el 57,4% de los zurdos se lesionó la mano derecha⁴.

Se calcula que el coste anual para la sociedad americana de todos los problemas derivados de la extremidad superior, incluyendo las bajas laborales, asciende aproximadamente a 10000 millones de dólares¹; según Larsen⁵, las lesiones de la mano representaron el 14% del coste económico total de las lesiones causadas por accidentes laborales. Asimismo, los accidentes que tuvieron lugar dentro del ámbito laboral supusieron un mayor número de días de ingreso hospitalario y de baja laboral⁶.

1.2 Anatomía general del dorso de la mano.

En el dorso de la mano se pueden identificar varios planos⁸.

- Plano superficial
- Fascia dorsal
- Plano tendinoso
- Fascia interósea dorsal
- Músculos interóseos y lumbricales

El plano superficial contiene una densa red venosa anastomótica, formada por las venas metacarpianas dorsales y las venas intercapitulares⁹. Los ramos nerviosos superficiales son también muy numerosos y proceden de la rama dorsal del nervio cubital, y de la rama superficial del nervio radial (rama sensitiva dorsal del nervio radial). Estos ramos nerviosos se dividen en filetes para inervar el dorso de la mano y el territorio cutáneo dorsal correspondiente a las primeras falanges de los dedos. La zona central proximal del retináculo extensor está inervada por el nervio cutáneo posterior antebraquial¹⁰.

La fascia dorsal o aponeurosis dorsal superficial es delgada pero resistente. Presenta continuidad superiormente con el retináculo de los músculos extensores. A través de ella podemos observar las estructuras miotendinosas subyacentes. Lateralmente se fija a los huesos metacarpianos^{8,10}.

El plano tendinoso está formado por los tendones de los músculos de la región posterior del antebrazo con una distribución variable (Figura 1). Encontramos los tendones del músculo extensor de los dedos, que divergen y se hallan unidos entre sí por las conexiones intertendinosas transversales u oblicuas, y los tendones del extensor propio del índice y del 5º dedo^{8,11}. Los tendones del extensor de los dedos están conectados por unas láminas aponeuróticas más o menos engrosadas e incluso por verdaderas conexiones de tipo tendinoso (*connexus intertendineus o juncturae tendinum*)

que pueden limitar el desplazamiento lateral y la excursión de los tendones durante la flexoextensión de los dedos¹⁰.



Figura 1. Vista dorsal cubital del dorso de la mano. Se ha elevado todo el plano superficial del dorso de la mano dejando expuesto el plano tendinoso, donde se puede apreciar la distribución de los tendones del extensor común de los dedos y del extensor propio del 5º dedo.

Profundamente a los tendones se encuentran los principales vasos de la región. Las ramas dorsales del carpo procedentes de la arteria radial y cubital corren transversalmente a nivel de la 1ª hilera de los huesos del carpo y se anastomosan para formar, juntamente con una contribución de las arteria interóseas, el arco dorsal del carpo. Este arco da origen a las arterias metacarpianas dorsales de los 3 espacios interóseos^{8,11}.

La fascia interósea dorsal es una lámina fibroreticular muy delgada que recubre la cara dorsal de los músculos interóseos dorsales⁸, insertándose desde el primer al quinto metacarpianos¹⁰.

El grupo medio de los músculos de la mano corresponde a los músculos interóseos y a los lumbricales. Los músculos interóseos ocupan los espacios interóseos del metacarpo y pueden ser dorsales y palmares. Los músculos dorsales son cortos con forma de prisma triangular. Son cuatro y ocupan los espacios interóseos del metacarpo. Se extienden desde los huesos metacarpianos hasta la falange proximal y el tendón extensor del dedo correspondiente. Cada uno de ellos se inserta en la cara lateral y medial de los dos huesos metacarpianos que limitan el espacio interóseo. Se insertan en toda la cara lateral del hueso metacarpiano más proximo al eje de la mano y únicamente en la mitad dorsal de la cara lateral del hueso metacarpiano que se halla más alejado del eje de la mano^{8,9,12}.

En el dorso de la mano se pueden delimitar cuatro espacios intermetacarpianos. Los límites del 4º espacio intermetacarpiano dorsal (EIMD), objeto de nuestro estudio, son^{8,9,11,12} (Figura 2):

- Límite superior o proximal: La interlínea que une las articulaciones carpometacarpianas (ACMC) del 4º y 5º dedos.
- Límite inferior o distal: La interlínea que une las articulaciones metacarpofalángicas (AMF) del 4º y 5º dedos.
- Límites laterales: Lo forman los ejes longitudinales dorsales del 4º y 5º dedos.

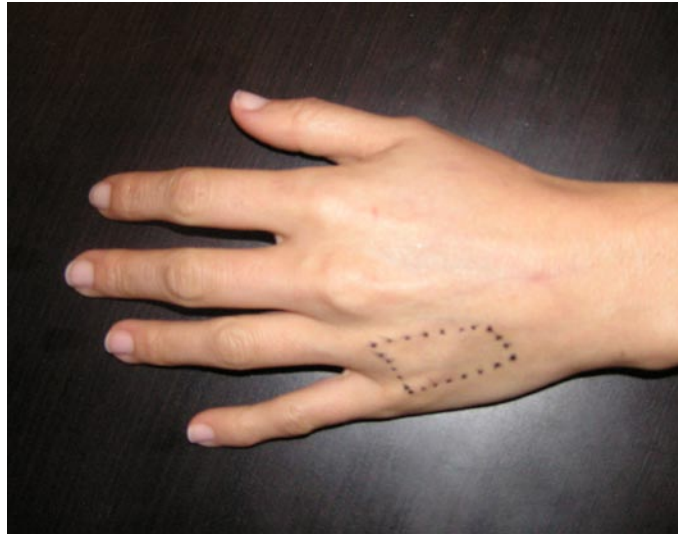


Figura 2. Límites del 4º EIMD. Límite superior o proximal: Interlínea que une las aritculaciones carpometacarpianas de 4º y 5º dedos de la mano. Límite inferior o distal: Interlínea que une las articulaciones metacarpofalángicas de 4º y 5º dedos de la mano. Límites laterales: Ejes longitudinales dorsales de 4º y 5º dedos de la mano.

1.3 Anatomía vascular general de la mano.

La vascularización de la mano depende principalmente de las arterias radial y cubital. Según Latarjet y Ruíz-Liard¹³, a nivel de la articulación radiocarpiana, la arteria radial cruza la cara profunda de los tendones de los músculos abductor largo, extensor corto y extensor largo del pulgar. Se aplica contra el ligamento colateral radial de la articulación radiocarpiana, sobre la cara dorsal del escafoides y luego sobre el trapecio. Sigue el borde lateral del tendón del extensor radial largo del carpo. En la mano, pasa de la región dorsal a la región palmar, atravesando un espacio limitado por los huesos metacarpianos 1º y 2º, por una parte, y las inserciones del músculo primer interóseo dorsal, por otra. La arteria se desliza profundamente bajo el músculo abductor del pulgar y aparece en la celda palmar profunda. En su trayecto, la arteria emite numerosas ramas.

La rama palmar superficial se origina a nivel de la articulación radiocarpiana a la altura del proceso estiloides, desciende por delante del retináculo de los flexores o ligamento anular del carpo, atraviesa las inserciones del músculo abductor corto del pulgar al que irriga, penetra en la celda palmar media, donde se une a la arteria cubital para constituir el arco palmar superficial. La rama palmar superficial es muy variable en su desarrollo, pudiendo terminar en la eminencia tenar sin anastomosarse con la arteria cubital y en ese caso el arco no existe. Por su parte, la arteria cubital pasa por el canal de Guyon. Distalmente al canal, la arteria describe una curva acompañada por la rama palmar superficial del nervio cubital. Inmediatamente distal al retináculo de los flexores, perfora la aponeurosis y penetra en la celda palmar media profundamente a la aponeurosis palmar, discurriendo entre ella y el fondo de saco anterior de la vaina digitocarpiana cubital de los flexores de los dedos. Describe una curva con concavidad superolateral para anastomosarse con la rama palmar superficial. En su trayectoria da ramas musculares, rama dorsal del carpo (que forma el arco dorsal del carpo), rama carpiana palmar y la rama palmar profunda, que tras su origen debajo del pisiforme se profundiza en la eminencia hipotenar, para anastomosarse finalmente delante de los músculos interóseos con la arteria radial formando el arco palmar profundo¹³.

La rama dorsal del carpo se separa de la arteria radial en la tabaquera anatómica, se dirige transversalmente en sentido medial en la cara dorsal del carpo por debajo de los tendones extensores del pulgar, y se anastomosa con la rama dorsal del carpo de la arteria cubital, que junto a la arteria interósea anterior y posterior forman el arco dorsal del carpo, un arco transversal con la concavidad dirigida hacia proximal, en contacto con la

primera fila del carpo debajo del plano de los tendones extensores. Este arco emite dos órdenes de ramas: ramas ascendentes y descendentes^{8,12}.

- Las ramas ascendentes son muy numerosas y delgadas, se dirigen hacia proximal, a la cara posterior de la muñeca y algunas de ellas se anastomosan con ramas terminales de la arteria interósea posterior.
- Las ramas descendentes son 2 o 3, se dirigen distalmente, hacia los 2 o 3 últimos EIMD, que recorren en toda su extensión, tomando el nombre de arterias metacarpianas dorsales (AMD). Una de estas ramas descendentes es la arteria digital dorsal del meñique. Cada una de estas arterias se anastomosa, en el extremo superior del espacio interóseo que las aloja, con el arco palmar profundo o bien con la arteria metacarpiana palmar correspondiente mediante las arterias perforantes proximales. Después de dar origen a algunas arteriolas para la región metacarpiana, las AMD terminan en finos ramitos en la cara dorsal de los dedos, las arterias digitales dorsales. A veces, sin embargo, se las ve bifurcarse y emitir los pequeños troncos que, con el nombre de colaterales dorsales, descienden por los lados de los dedos hasta la 2ª o 3ª falange. Las AMDs se anastomosan distalmente con las arterias digitales palmares del arco palmar superficial mediante las arterias perforantes distales^{8,9,11-13}.

En relación con la vascularización venosa, existe un sistema venoso dorsal superficial y otro profundo^{8,9,13}:

- Las venas profundas de la extremidad superior siguen exactamente el trayecto de las arterias; tienen sus mismos límites, sus relaciones y los mismos nombres. Son generalmente dos venas satélites o comitantes para cada arteria.

- Las venas superficiales, se hallan en el tejido celular subcutáneo por encima de la fascia superficial, contenidas en las vainas que les suministra esta misma fascia. Son venas solitarias, no satélites de ninguna arteria y se comunican por medio de numerosas conexiones con el sistema profundo. Las venas superficiales se pueden dividir en venas digitales y en venas del dorso de la mano.
 - o Las venas digitales comprenden a las venas ungueales y las venas del pulpejo que se fusionan dando las venas digitales dorsales, una interna y otra externa.
 - o Las venas del dorso de la mano presentan múltiples variaciones. Son la continuación de las venas digitales dorsales dando lugar a las venas metacarpianas dorsales que a su vez forman el arco venoso dorsal. Las venas superficiales se encuentran unidas a las venas profundas de la mano por conexiones a nivel de los espacios interóseos.

La red venosa palmar es mucho menos importante que la red dorsal, y drena en la red venosa dorsal de los dedos y de la mano⁸.

1.4 Opciones reconstructivas.

La reconstrucción anatómica del defecto, proporcionando una cobertura cutánea adecuada desde el punto de vista funcional, siendo estéticamente aceptable y duradera, es el objetivo final que se plantea la Cirugía Plástica.

Para reconstruir la piel del dorso de la mano y los dedos, tenemos que aportar una piel fina, elástica y suficientemente laxa para que no limite la flexión, y debe servir de barrera para cubrir tendones y articulaciones¹⁴.

Por otro lado, deben seguirse los principios expuestos por Gillies y Millard, es decir, aportar tejido bien vascularizado, con grasa subcutánea y superficies de deslizamiento que no perturben el movimiento y que suministren cubrimiento abundante y eficiente, sobre prominencias óseas¹.

El abanico de posibilidades reconstructivas a la hora de reparar una lesión localizada en la mano y los dedos es muy amplio, abarcando desde la simple sutura de una herida incisa, hasta la reconstrucción mediante colgajos libres microvascularizados para reconstruir pérdidas de sustancia complejas, siendo el caso más severo el del reimplante tras una amputación traumática, o más actualmente, el trasplante de manos.

En la actualidad, gracias al desarrollo tecnológico, los conocimientos anatómicos y la comprensión de la biología tisular, podemos ofrecer varias posibilidades para llevar a

cabo la reconstrucción. Este hecho nos permite adaptar la técnica quirúrgica a las necesidades reales del defecto y ofrecer en cada caso la mejor opción terapéutica^{1,7}.

Entre las diferentes opciones que disponemos en la actualidad para llevar a cabo la reconstrucción de un defecto localizado en los dedos y el dorso de la mano, podemos destacar lo siguientes:

- Cicatrización por 2ª intención
- Injerto de piel
- Colgajo pediculado
- Colgajo libre microvascularizado

1.4.1 Cicatrización por 2ª intención.

El tratamiento conservador de pequeños defectos cutáneos (hasta 1 cm²) dejando que la herida cicatrice por segunda intención, después de su desbridamiento e irrigación, mediante cambios seriados de apósitos, constituye una opción menos popular pero que aún hoy en día puede tener sus indicaciones^{1,7}.

Consiste en dejar la herida abierta para que se rellene con tejido de granulación (células inflamatorias, fibroblastos y vasos sanguíneos). La cobertura se produce por

migración de células epiteliales desde los bordes del defecto y por aproximación de los bordes de la herida por el proceso de contracción activa^{1,7}.

Está especialmente indicada en defectos cutáneos que afectan a la punta del dedo, con una extensión inferior a 1 cm² y en ausencia de exposición ósea para evitar la osteomielitis. Para algunos autores los resultados pueden llegar a ser superiores a los que se pueden lograr mediante injertos o colgajos. Es una técnica especialmente recomendable para los niños^{1,14}.

Es posible acortar la falange para evitar la exposición ósea pero teniendo en cuenta que acortamientos superiores al 50 % de la longitud de la falange distal pueden producir deformidades ungueales por la destrucción del lecho ungueal. Cuando el defecto inicial es pequeño, la cicatrización da lugar a una cicatriz pequeña con sensibilidad prácticamente conservada, pero si el defecto inicial es extenso, la cicatriz final resulta dolorosa e hipersensible⁷.

1.4.2 Injerto de piel

La primera transferencia biológica de piel se atribuye a Reverdin en el año 1870. Posteriormente, Pollock realizó el primer autoinjerto de piel con éxito para tratar una quemadura. En el año 1929, Blair y Brown publicaron el uso clínico de los injertos de piel de espesor parcial. La aceptación general de la técnica quirúrgica llegó en 1939 con la introducción del dermatomo de Padgett⁷.

Pueden utilizarse tanto los injertos de espesor parcial como los de espesor total. Los injertos de espesor parcial prenden con mayor facilidad pero a su vez están sometidos a un grado de retracción posterior mayor y aportan una piel fina de baja calidad. Por su parte los injertos de espesor total se retraen en menor medida¹. Un injerto grueso aumenta las posibilidades de reinervación de los complejos de Merkel y la restauración de la sensibilidad en la zona receptora, proporcionando una piel de mejor calidad^{1,14}.

Constituye la opción quirúrgicamente más simple y acelera el proceso de curación de la herida en comparación a la cicatrización por segunda intención. Es imprescindible la presencia de un lecho bien vascularizado que garantice la revascularización del injerto. Para ello, un desbridamiento racional debe ser el primer paso de la reconstrucción. Obliga a una inmovilización prolongada que puede derivar en rigidez articular, especialmente si existen lesiones articulares asociadas. No está indicado en los casos en que existe exposición de estructuras nerviosas, vasculares, articulación, hueso desperiostizado o tendón tras perder el paratenon. El pliegue volar de la muñeca o el pliegue antecubital entre otros, pueden ser utilizados como zonas donantes. Otra de sus indicaciones es la cobertura de la zona donante de los colgajos locales. A parte de las discromías y de la retracción del injerto, pueden quedar alteraciones de la sensibilidad como secuela. La cobertura es de mala calidad en cuanto a resistencia y durabilidad^{1,7,14}.

1.4.3 Colgajos Pediculados

La transferencia de piel conservando su vascularización original permite reconstruir el defecto aportando una piel de mejor calidad y mayor durabilidad. Incluso, si es preciso los colgajos pueden aportar sensibilidad. Sin embargo, el resultado estético de dicha reconstrucción no resulta siempre la más óptima¹.

Dentro del grupo de los colgajos pediculados podemos diferenciar tres grandes subgrupos:

- Colgajos a distancia
- Colgajos regionales
- Colgajos locales

1.4.3.1 Colgajos a distancia

Son aquellos colgajos en los que la zona donante está separada de la zona a reconstruir. Pueden tener un patrón vascular aleatorio o axial. Tras su elevación son transferidos al defecto y precisan de un segundo tiempo quirúrgico para autonomizar el colgajo. No son de primera elección y cada vez menos utilizados debido al desarrollo de la microcirugía. Su indicación se limita a problemas de cobertura extensos del dorso de la mano y multidigitales. Obligan a una inmovilización prolongada hasta la autonomización del colgajo, en posiciones poco funcionales, incómodas y forzadas, que puede derivar en

rigidez articular y atrofia muscular. Los colgajos son inicialmente voluminosos por lo que requieren sucesivas intervenciones para su adelgazamiento⁷.

Entre ellos podemos destacar:

- **Colgajo inguinal.** Descrito inicialmente por McGregor y Jackson¹⁵ en 1972, basado en el pedículo circunflejo ilíaco superficial. Se trata de uno de los primeros colgajos axiales descritos. Es un colgajo versátil, con una vascularización fiable y capaz de cubrir defectos extensos de la mano y muñeca, proporcionando un lecho adecuado para procedimientos ulteriores como la reconstrucción tendinosa¹⁶. En ocasiones el colgajo puede ser muy voluminoso pero el uso de la lipectomía aspirativa permite adelgazarlos de una manera sencilla. En los hombres a menudo tiene pelos, lo cual no es lo ideal estéticamente; y por su posición no permite el drenaje venoso de la mano lesionada¹.
- **Colgajo Torácico (o Abdominal).** Se trata de un colgajo cutáneo de patrón vascular randomizado o aleatorio que se eleva a nivel de la pared torácica (o abdominal) a modo de solapa, debajo del cuál se “entierra” el defecto a reconstruir. El colgajo puede levantarse con cualquier orientación por lo que se adaptará a las características del defecto a reconstruir facilitando en la medida de lo posible la posición de inmovilización. En ocasiones puede ser necesario injertar la zona donante tras autonomizar el colgajo^{1,7}. Los

colgajos torácicos contienen menos grasa subcutánea que los colgajos de ingle y en consecuencia se adaptan mejor a la extremidad superior^{1,14}.

1.4.3.2 Colgajos regionales

Para la reconstrucción de lesiones de los dedos y del dorso de la mano, nos referimos básicamente a los colgajos regionales que se obtienen del antebrazo a flujo reverso. A partir de la descripción del colgajo antebraquial radial a flujo reverso, en 1981, en la literatura occidental, se abrió un nuevo abanico de posibilidades para reconstruir defectos distales localizados en las extremidades¹⁷.

El aporte arterial de estos colgajos se justificó en base a la gran riqueza de anastomosis que existen entre los ejes vasculares principales de la extremidad superior: la arteria radial, la arteria cubital, la arteria interósea anterior y posterior^{8,9,12,17}.

El uso de estos colgajos se reserva para la reconstrucción de defectos del dorso de la mano extensos y multidigitales. De todos modos, pueden presentar dificultades para alcanzar y cubrir de manera fiable las falanges distales. Implican el sacrificio de uno de los ejes vasculares principales de la extremidad superior. No poseen el inconveniente de la inmovilización prolongada del grupo anterior. Aportan una piel de características similares a las del defecto original, sin embargo en las mujeres puede conllevar la aparición de vello en el dorso de las manos y los dedos. La elevación de una paleta cutánea obliga, en la mayoría de las ocasiones, a injertar la zona donante. Los colgajos

fasciocutáneos son superiores a los musculares para la reconstrucción del dorso de la mano y de los dedos ya que proporcionan una piel fina con una superficie profunda deslizante para los músculos y tendones subyacentes, disminuyendo la morbilidad de la zona donante al evitar sacrificar un músculo^{7,17}.

Entre los colgajos regionales a flujo distal destacan los siguientes:

- **Colgajo antebraquial radial a flujo reverso.** La introducción del colgajo “chino” a principios de los años 80 por parte de Song¹⁸ trajo consigo tres novedades principales¹⁷:
 - o Un nuevo sistema de vascularización basado en la presencia de un meso que contiene vasos perforantes que unen el eje vascular axial con el colgajo.
 - o Posibilidad de utilizar el colgajo como pediculado o libre.
 - o Posibilidad de utilizar el colgajo con un flujo arterial retrógrado revolucionando las posibilidades para la reconstrucción de defectos de la mano¹⁹⁻²¹.

Se trata de un colgajo fasciocutáneo elevado a partir de la cara anterior del antebrazo. Es un colgajo basado en las perforantes septocutáneas de la arteria radial y las anastomosis vasculares distales entre los principales ejes vasculares de la extremidad superior⁷.

Este colgajo, indicado principalmente para reconstruir la región dorsoradial, puede tener dificultades para alcanzar a reconstruir las

regiones dorsocubitales distales. Se trata de un colgajo versátil con la posibilidad de obtenerse de forma compuesta (hueso, tendón, nervio, vaso). La morbilidad de la zona donante, que frecuentemente tiene que ser injertada, es una de las desventajas junto al sacrificio de la arteria radial¹.

A lo largo de los años se han desarrollado modificaciones, elevando un colgajo fascio-graso^{22,23} basado en una perforante cutánea de la arteria radial, para disminuir la morbilidad de la zona donante al preservar el eje vascular^{24,25}.

- **Colgajo interóseo posterior a flujo reverso.** Colgajo fasciocutáneo de gran utilidad basado en perforantes septocutáneas de la arteria interósea posterior, gracias a la anastomosis distal que se establece con la arteria interósea anterior^{17,26}. Recientemente, se ha postulado que el tercio distal de la cara dorsal del antebrazo está irrigado directamente por la rama recurrente de la arteria interósea anterior con un flujo anterógrado, en lugar de tener un flujo retrógrado, tal y como se había descrito inicialmente²⁷. Este colgajo puede utilizarse para cobertura del dorso de la mano así como de defectos digitales dorsales muy distales²⁸. Se ha descrito también una modificación a modo de colgajo fasciograsso²² para disminuir la morbilidad de la zona donante.

El vello presente en la paleta cutánea puede ser un inconveniente a la hora de plantearse una reconstrucción del dorso de la mano o de dedos en mujeres. Así mismo, la disección resulta tediosa debiendo evitar lesionar el nervio interóseo posterior¹⁷.

- **Colgajo cúbitodorsal de Becker.** Colgajo fasciocutáneo basado en la rama cutánea de la rama cúbitodorsal de la arteria cubital, que se obtiene de la cara cubital de la muñeca y antebrazo²⁹. Está indicado principalmente para la reconstrucción de la cara anterior de la muñeca para cubrir el nervio mediano. Así mismo puede ser utilizado para la cobertura de defectos de la región dorsal y cubital de la muñeca, mano y falanges proximales¹⁷.

1.4.3.3 Colgajos locales

La utilización de tejidos locales para llevar a cabo la reconstrucción del defecto cutáneo, posee la ventaja de que aporta una piel con un color parecido al original así como una piel fina, dando lugar a una reconstrucción más funcional y cosméticamente aceptable. Es por ello que son los colgajos de elección para la reconstrucción de defectos de pequeño mediano tamaño¹⁴. Por otro lado, la utilización de tejidos locales evita disecciones extensas y procedimientos secundarios. La rehabilitación puede iniciarse precozmente contribuyendo a mejorar el resultado funcional³⁰.

A lo largo de las dos últimas décadas hemos sido testigos de un renacimiento de la anatomía, permitiendo a la cirugía reconstructiva de los colgajos escapar de las normas geométricas del pasado en el diseño de los colgajos, hasta alcanzar el estado de sofisticación y refinamiento actual. Los colgajos ya no son diseñados atendiendo a un

patrón vascular aleatorio limitado por la relación longitud/amplitud, sino atendiendo a un patrón vascular axial basado en el conocimiento de la anatomía vascular de la región³¹.

Disponemos en la actualidad de una gran variedad de posibilidades reconstructivas a este nivel. Esto es una consecuencia de la falta de consenso sobre una técnica quirúrgica ideal y a la gran riqueza vascular de la región que permite el diseño de múltiples técnicas reconstructivas.

Haremos referencia a aquellos colgajos utilizados más frecuentemente en la actualidad para la reconstrucción del dorso de la mano y de los dedos, excluyendo aquellos utilizados para la reconstrucción de la punta y del pulpejo de los dedos.

- Colgajos heterodigitales. Requieren inmovilización prolongada que puede condicionar rigidez articular y precisan un 2º tiempo quirúrgico para autonomizar el colgajo⁷.

- **Colgajo digital cruzado desepitelizado.** Se trata de una modificación del colgajo cruzado estándar para reconstruir defectos digitales dorsales pequeños. Se diseña un colgajo cruzado estándar sobre el dorso de la falange media de un dedo contiguo al del defecto y se desepidermiza. Se eleva el colgajo y es volteado 180°, como la página de un libro, para cubrir el defecto. La cara expuesta del colgajo se cubre mediante un injerto de piel de espesor parcial. Como inconvenientes destacan la

formación de quistes de inclusión y la deformidad de la zona donante^{1,32}.

- **Colgajo en boomerang.** Inicialmente descrito por Leguillard, se trata de un colgajo a flujo reverso utilizando como zona donante la piel dorsolateral de la falange proximal de uno de los dedos adyacentes al dedo reconstruido. El pedículo vascular está compuesto por dos arterias digitales dorsales contiguas y la arteria metacarpiana dorsal que las origina. La vascularización procede de la arteria digital palmar a través de la ramas cutáneas dorsales. Se obtiene un colgajo con un amplio arco de rotación³³.
- Colgajos homodigitales. Permiten una movilización más precoz evitando la rigidez articular. Un único tiempo quirúrgico puede ser suficiente⁷.
 - **Colgajo lateral de dedo.** Indicado para cobertura de defectos dorsales a nivel de la articulación interfalángica proximal (en ausencia de dedo “donante” adyacente para un colgajo cruzado). Se utiliza la superficie palmar lateral del dedo afecto (falange proximal y media). Se levanta el colgajo con base a nivel de la comisura interdigital incluyendo la arteria colateral pero excluyendo el nervio. La zona donante se cubre con un injerto de piel total inguinal. Se debe realizar un test de Allen o Doppler

previo para comprobar la permeabilidad de ambas arterias colaterales digitales antes de sacrificar una de ellas¹.

- **Colgajo dorsodigital reverso en isla.** Colgajo que se basa en las ramas dorsales que comunican la red vascular digital dorsal y volar, existentes en las tres falanges. Cuatro de estas ramas comunicantes son de mayor calibre y constancia, pudiendo ser punto de rotación de colgajos reversos. Son colgajos fiables y fáciles de elevar con mínima morbilidad de la zona donante^{1,14}.

- **Colgajo laterodigital subcutáneo reverso.** Colgajo que combina las ventajas del colgajo dorsodigital reverso en isla y las del colgajo subcutáneo “turnover”. Se basa en las ramas dorsales distales de las arterias digitales sin comprometer el pedículo vasculonervioso colateral. Se realiza en un único tiempo quirúrgico pero presenta una elevada tasa de pérdida del injerto cutáneo (30%) sobre el colgajo^{1,14}.

- **Colgajo intercomisural.** Inicialmente descrito por Valenti³⁴, se diseña un colgajo cutáneo a flujo reverso sobre el área intercomisural, próximo al defecto a reconstruir. La zona donante cierra directamente. El punto de rotación se localiza teniendo en cuenta la ubicación del defecto así como de las ramas cutáneas dorsales de las arterias digitales palmares³⁵, que tienen una distribución predecible a nivel de cada falange³⁶.

1.4.4 Colgajo Libre Microvascularizado

El desarrollo de la Microcirugía en los años 60 y 70, ha permitido incorporar los colgajos libres como una nueva opción reconstructiva en la cirugía de las extremidades, muy especialmente para la reconstrucción de grandes defectos de partes blandas y para la cirugía de reimplante de miembros.

Los trabajos iniciales de Bunke dieron paso a la primera transferencia libre de tejido por parte de Taylor y Daniel en 1973. Desde entonces, los colgajos libres han revolucionado la cirugía reconstructiva aumentando en gran medida las opciones terapéuticas³⁷.

En la actualidad, la microcirugía ofrece una tasa de éxitos superior al 90%, y en manos de un equipo experimentado ofrece un porcentaje de éxito similar al que pueden ofrecer las técnicas de colgajos pediculados. La microcirugía ofrece la posibilidad de cubrir el defecto en un solo tiempo quirúrgico, aportando su propia irrigación al área dañada en lugar de actuar como parásito de los tejidos locales^{1,14}.

El colgajo libre microvascularizado posee el inconveniente de que precisa un equipo (humano y material) con experiencia en técnicas microquirúrgicas y requiere un tiempo operatorio prolongado. Por otro lado, posee la ventaja de que podemos seleccionar el colgajo que mejor se adapte a la zona a reconstruir, en función de los

requerimientos de ésta, seleccionando una determinada zona donante. Esta ventaja permite obtener resultados funcionales y cosméticos superiores a otras opciones reconstructivas^{1,7,14}.

Entre los colgajos libres más comúnmente utilizados para la reconstrucción de partes blandas de la mano y los dedos destacan:

- **Colgajo de fascia temporoparietal.** Colgajo fascial descrito inicialmente para la reconstrucción en la cirugía de cabeza y cuello. Aporta un tejido altamente vascularizado, muy fino que se adapta fácilmente a casi cualquier superficie, dejando una zona donante aceptable. Es un colgajo cuyo pedículo principal está formado por los vasos temporales superficiales, en los que la arteria y la vena no siempre van juntas. Dada su extensión, permite realizar la cobertura de todo el dorso de la mano. Tiene el inconveniente de que la superficie externa debe ser injertada con un injerto de piel parcial. Otras de las posibles complicaciones asociadas a este colgajo son la lesión de la rama frontal del nervio facial y la alopecia a nivel de la zona donante^{1,38}.
- **Colgajo inguinal libre.** Este colgajo que tiene como pedículo principal la arteria circunfleja ilíaca superficial fue considerado uno de los grandes avances en la cirugía reconstructiva, especialmente en la cirugía de la mano. Sin embargo su uso como colgajo libre ha disminuido debido a la

irregularidad del calibre de su pedículo y por el hecho de tener un tejido subcutáneo voluminoso en algunos pacientes¹⁷.

- **Colgajo anterolateral del muslo (ALT).** Se trata de un colgajo cutáneo (o fasciocutáneo) basado en una perforante septocutánea o musculocutánea de la rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral. Permite preservar la función del músculo vastus lateralis disminuyendo la morbilidad de la zona donante. Con él pueden obtenerse paletas cutáneas de grandes dimensiones y que además pueden elevarse como colgajo finos (*ultrathin flap*) para su mejor adaptación en la reconstrucción de la mano y dedos^{37,39}.
- **Colgajo de perforante de la arteria toracodorsal (TAP).** Descrito inicialmente por Angrigiani⁴⁰ en 1995, se trata de un colgajo fasciocutáneo basado en una perforante musculocutánea de la arteria toracodorsal, que se puede obtener preservando el músculo latissimus dorsi, disminuyendo de esta manera, la morbilidad de la zona donante. Permite obtener grandes extensiones de piel con un grosor aceptable para la reconstrucción del dorso de la mano. La longitud del pedículo es considerable, lo que incrementa la versatilidad del colgajo a la hora de reconstruir grandes defectos de la mano y los dedos³⁷.

- **Colgajo dorsal del pie.** El colgajo fue inicialmente descrito por O'Brien y Shaunmugan¹ en 1973, utilizado como colgajo pediculado por Mc Craw y Furlow⁴¹ en 1975, y como colgajo libre por Ohmori y Harii⁴² en 1976. Se trata de uno de los primeros colgajos neurovasculares descritos, sin embargo, el desarrollo de nuevas opciones reconstructivas y la significativa morbilidad de la zona donante (pérdida del tendón del extensor largo del dedo gordo del pie, pérdida del injerto), han hecho que esté en desuso. Aún así, aporta una piel fina muy parecida a la del dorso de la mano provista de rama sensitiva, que debe tenerse en cuenta como opción reconstructiva. Su disección es compleja. El pedículo principal es la arteria pedia. La anatomía de la primera arteria metatarsiana dorsal es variable^{1,17}.
- **Colgajo de dorsal ancho.** Colgajo descrito inicialmente por Bailey y Godfrey⁴³ en 1982 que probablemente constituye uno de los colgajos más utilizados y más fiables de todo el cuerpo. La morbilidad y el déficit funcional que provoca su disección son despreciables. El músculo dorsal ancho es un músculo extenso y “fino”, susceptible de hacerse más fino con la atrofia muscular tras la denervación, que permite la cobertura de defectos extensos. Corresponde a un tipo V según la clasificación de Mathes y Nahai, en el que su pedículo principal es la arteria toracodorsal. Permite obtener un colgajo muscular o bien compuesto según las necesidades de la reconstrucción³⁸.

- **Colgajo de serrato anterior.** Colgajo descrito inicialmente por Takayanagi⁴⁴ en 1982. No se trata de un colgajo de primera elección. Únicamente se pueden utilizar las 3 últimas digitaciones del serrato anterior para evitar producir la escápula alada tras su elevación. Aporta un tejido relativamente fino fácil de adaptar que puede proporcionar una buena cobertura al dorso de la mano y con una zona donante con baja morbilidad^{45,46}. Precisa un injerto de piel parcial. Su disección resulta muy tediosa. El pedículo principal es la rama torácica de los vasos toracodorsales¹⁷. Con el objetivo de reducir el espesor del colgajo se ha descrito un colgajo de la fascia del serrato, basado en el pedículo toracodorsal⁴⁵.
- **Colgajo de Gracilis.** Se trata de uno de los primeros colgajo libres musculocutáneos descrito inicialmente por Harii en 1976. Se trata de un músculo largo y fino, tipo II según la clasificación de Mathes y Nahai, cuyo pedículo principal es una rama de la arteria circunfleja femoral medial o una rama directa de la arteria femoral. Existe la posibilidad de incluir la rama anterior del nervio obturador en el pedículo por lo que ha sido utilizado con éxito en reconstrucciones funcionales (en lesiones del plexo braquial). Permite obtener colgajos musculocutáneos con una mínima morbilidad de la zona donante. La escasa longitud del pedículo es su mayor limitación³⁸.

1.5 El colgajo metacarpiano dorsal

1.5.1 Experiencia clínica con el colgajo metacarpiano dorsal (Tabla 1).

Disponemos en la actualidad de un gran número de colgajos locales que se pueden obtener tanto del dorso de la mano como del dorso de los dedos, pero el colgajo metacarpiano dorsal de base distal es especialmente interesante dado que permite reconstruir defectos con localización muy distal pudiendo alcanzar incluso la región palmar de la mano así como la articulación interfalángica distal.

En la década de los 60, **Kuhn y Holevitch**¹⁷ popularizaron la utilización de la piel dorsal de la falange proximal del dedo índice como zona donante de colgajos. Posteriormente en 1979, **Foucher y Braun**⁴⁷ demostraron que una isla de piel del dorso del dedo índice podía obtenerse basado en un pedículo neurovascular formado por la primera AMD y describieron así el colgajo en cometa (“kite flap” o “cerf volant”)⁴⁸.

Lister⁴⁹ describió su colgajo axial “en bandera” basado en la segunda AMD. Lister elevó el colgajo sobre el dorso de la falange proximal del segundo dedo con un pedículo proximal, incluyendo en él las ramas dorsales de las arterias digitales palmares y la AMD⁵⁰.

Earley y Milner⁵⁰ demostraron que los colgajos metacarpianos dorsales obtenidos del dorso de la falange proximal sin extensión a la falange media, basados en la 1ª y 2ª AMDs, podían ser elevados sin riesgo de necrosis.

Posteriormente en 1990 y de manera simultánea, **Quaba y Davison**⁵¹ describieron el **colgajo metacarpiano dorsal de base distal** y por su parte **Maruyama**⁵² describió el **colgajo metacarpiano dorsal reverso**. Los autores describían un colgajo procedente de la misma zona donante pero con un patrón y una fisiología vascular diferentes, con implicaciones técnicas a la hora de levantar el colgajo y llevar a cabo la reconstrucción.

Quaba y Davison⁵¹, basándose en un estudio anatómico realizado en 18 manos procedentes de cadáver fresco, describieron un colgajo metacarpiano dorsal de base distal (localizado en el tercio distal de la mano) y con un flujo anterógrado. Presentaron asimismo 21 casos clínicos, 2 de los cuales se elevaron en el 4º EIMD con 1 caso de necrosis completa del colgajo (50%). Definieron el punto de rotación del colgajo como el punto en que la rama cutánea recurrente penetraba en la piel, lo que se producía a unos 0.5-1 cm proximal a la articulación metacarpofalángica. Por lo tanto, el plano de disección era superficial a la fascia del músculo interóseo dorsal y a los tendones extensores. Durante la disección del plano, las ramas que surgían a través de la fascia y entre los tendones extensores, y se dirigían a la piel dorsal de la mano eran seccionadas sin perjudicar la vascularización del colgajo. Para los autores, el flujo sanguíneo se produce en sentido anterógrado a través de la rama cutánea que “recurrer” proximalmente a lo largo del eje longitudinal del espacio intermetacarpiano dorsal. Los autores

incorporaron un segmento de uno de los tendones del extensor común de los dedos, obteniendo un colgajo compuesto y permitiendo una reconstrucción funcional del aparato extensor de la mano en un único tiempo quirúrgico.

Por su parte, **Maruyama**⁵² describió un colgajo metacarpiano dorsal con flujo reverso y presentó una serie clínica de 8 casos, de los cuales sólo uno se elevaba sobre el 4º EIMD con buen resultado final. La elevación de este colgajo incluía la fascia del músculo interóseo dorsal y la AMD junto a sus 2 venas comitantes, que se hallan justo debajo de la fascia y por encima del vientre muscular del interóseo dorsal. El punto de rotación se localizó a nivel de la comisura en base a las anastomosis que se establecen entre la AMD y el sistema vascular palmar y digital. En el colgajo de Maruyama, el sentido del flujo se invierte tanto a nivel arterial como venoso, es decir posee un flujo reverso.

A partir de las descripciones iniciales de Maruyama y de Quaba y Davison, muchos autores continuaron estudiando las bases anatómicas y la aplicación clínica de los colgajos metacarpianos dorsales de base distal o reversos, siguiendo estas dos “escuelas” diferenciadas.

Según la literatura china, **Lai-jin y Xu**⁵³ describieron el colgajo metacarpiano dorsal reverso en 1990. Los autores presentaron 153 casos clínicos, de los cuales siete estaban basados en la 4ª AMD, sin especificar el resultado final de dichos colgajos. Los autores realizaron una disección suprafascial de la isla cutánea y además realizaron una

dissección subfascial para incluir la arteria metacarpiana dorsal en el colgajo, localizando el punto de rotación a 1,5 cm proximal al extremo distal del espacio interdigital, punto en el que la AMD se anastomosa con las arterias digitales palmares propia o común. Los autores presentaron un caso de colgajo compuesto tendocutáneo incluyendo un segmento de tendón extensor.

Dautel y Merle⁵⁴, en 1991, aportaron nuevas nociones anatómicas acerca del 1º y 2º espacios intermetacarpianos. Apoyaban la necesidad de incluir la fascia del músculo interóseo dorsal así como la AMD en el colgajo. Establecieron como límite proximal de la paleta cutánea del colgajo metacarpiano dorsal el punto de divergencia de los tendones extensores en el dorso de la mano y volvieron a incidir en la necesidad de seccionar en ocasiones la juntura tendinosa de los tendones extensores para conseguir un arco de rotación lo suficientemente amplio como para alcanzar a cubrir defectos distales. Localizaron el punto de rotación a nivel del cuello del hueso metacarpiano. Presentaron una casuística de siete pacientes, en los que se elevó el colgajo metacarpiano dorsal reverso sobre el 4º EIMD en tres de ellos, sin ninguna complicación aparente. Los autores justificaron estos resultados en base a la rica red anastomóstica ente la circulación dorsal y palmar de la mano, precisamente a nivel del área intermetacarpiana distal.

La posibilidad de obtener un colgajo compuesto incluyendo un segmento de los tendones extensores aprovechando su vascularización dependiente de la arteria metacarpiana dorsal fue confirmada por los mismos autores posteriormente⁵⁵.

Chang et al⁵⁶ presentaron su trabajo en 1994, en el que describieron la elevación del colgajo metacarpiano dorsal reverso según la técnica de Maruyama⁵². Estos autores fueron los primeros en hacer hincapié en que la inclusión de la AMD en el colgajo, por tanto privando al músculo interóseo dorsal de su principal fuente de vascularización, no provocaba secuelas a nivel de la zona donante. Asimismo, apuntaron la opción de situar el punto de rotación proximal a la articulación metacarpofalángica o bien distal a ella según las necesidades reconstructivas, basándose en la rica red anastomótica alrededor de dicha articulación. Estos autores presentaron una casuística de 14 casos, de los que tres estaban basados en la 4ª AMD que evolucionaron sin ningún tipo de complicaciones. Posteriormente, **Koch et al**⁵⁷ también hicieron hincapié en la escasa morbilidad de la zona donante asociada a la elevación del colgajo metacarpiano dorsal, presentando su casuística basada en 12 casos clínicos.

Santa-Comba et al⁵⁸ presentaron en 1997 la posibilidad de elevar un colgajo metacarpiano dorsal reverso compuesto, incluyendo un fragmento de hueso metacarpiano corticoesponjoso. Partiendo de la base de que la vascularización de los huesos metacarpianos depende, en parte, de las AMD, la inclusión de ramas periostales y de segmentos de hueso metacarpiano, debería permitir obtener un colgajo compuesto viable. Para ello, proponían elevar el colgajo según la técnica de Maruyama, es decir incluyendo la fascia del músculo interóseo dorsal y la AMD correspondiente en continuidad con las ramas periostales y el hueso metacarpiano. El límite proximal de la paleta cutánea se situó a nivel del pliegue dorsal de la muñeca. El punto de rotación se ubicó entre 5 y 10 mm de la articulación metacarpofalángica adyacente. El autor presentó un caso clínico

basado en la 4ª AMD incluyendo una porción del 5º hueso metacarpiano, con buen resultado final. Tras la descripción inicial de Santa-Comba, varios autores ampliaron la indicación del colgajo partiendo de estudios anatómicos más detallados, pero centrados fundamentalmente en la 2ª AMD^{59,60}.

Benito-Ruiz et al⁶¹ presentaron en 2000 una serie clínica de nueve pacientes en los que se realizó el colgajo metacarpiano dorsal reverso según la técnica descrita inicialmente por Maruyama⁵², basado en la 4ª AMD, con un único caso de necrosis, presentando la serie más larga de colgajos metacarpianos dorsales del 4º EIMD hasta la fecha. El autor expuso la necesidad de seccionar la expansión intertendinosa desde el tendón extensor del 4º dedo hacia el del 5º dedo, para completar la elevación del colgajo y transferirlo distalmente. El límite proximal de la isla cutánea se localizó a nivel de la línea carpiana distal. El punto de rotación se situó a nivel de la comisura, en concreto a nivel de la cabeza de los huesos metacarpianos, distal a la juntura tendinosa.

Yang y Morris³³ realizaron en el 2001 un estudio angiográfico de la circulación del dorso de la mano. En base a dicho estudio afirmaron que atendiendo a las conexiones vasculares que se establecían entre las ramas cutáneas dorsales de las arterias digitales palmares con las arterias digitales dorsales, ramas terminales de las AMDs, el punto de rotación de los colgajos metacarpianos dorsales reversos podía localizarse en el tercio medio de las falanges proximales incrementando de manera significativa su arco de rotación. Asimismo afirmaron que no es necesario incluir en el colgajo la AMD en toda su longitud, ya que el origen de las perforantes cutáneas se sitúa principalmente en las

arterias metacarpianas palmares, a nivel del cuello de los huesos metacarpianos, en el 2º, 3º y 4º espacios intermetacarpianos. Uno de los ocho casos presentados por los autores se basó en la 4ª AMD sin ninguna incidencia.

Katerinaki y Chakrabarty³⁰, en el 2004, presentaron una casuística de siete reconstrucciones, una de ellas basada en el 4º espacio intermetacarpiano que se resolvió favorablemente, utilizando la técnica descrita previamente por Quaba⁵¹, es decir, excluyendo del colgajo la AMD y la fascia del músculo interóseo dorsal. Basaron el colgajo en la rama cutánea recurrente y situando el punto de rotación a 0,5-1 cm proximal a la articulación metacarpofalángica. Revisaron el concepto de que el colgajo metacarpiano dorsal descrito por Quaba presenta un flujo ortogrado mientras que el colgajo descrito por Maruyama⁵² presenta un flujo reverso basado en las conexiones vasculares distales entre la circulación digital, y palmar y dorsal de la mano. Situaron el límite proximal de la paleta cutánea sobre el pliegue dorsal de la muñeca. Asimismo recomendaron la utilización del Doppler preoperatorio para las reconstrucciones de la región cubital debido a la inconstancia de la AMD en dichos espacios.

En el 2004, **Vuppalapati et al**⁶² presentaron un estudio anatomoclínico basado en ocho disecciones anatómicas y 48 casos clínicos, cinco de ellos basados en el 4º espacio intermetacarpiano. Los autores diferenciaron tres tipos de “colgajos dorsales de la mano de base distal”: el colgajo metacarpiano dorsal reverso, el colgajo metacarpiano dorsal reverso extendido y el colgajo digital dorsal reverso. Presentaron cuatro casos de colgajo metacarpiano dorsal reverso con resultados satisfactorios y presentaron además un caso

de colgajo metacarpiano dorsal reverso extendido con buen resultado. El colgajo metacarpiano dorsal reverso se elevó según la técnica descrita por Quaba⁵¹, basado en una rama perforante cutánea. Introdujeron la posibilidad de obtener colgajos tanto fasciocutáneos como adipofasciales. El límite proximal de la paleta cutánea se definió sobre el pliegue dorsal de la muñeca, habiéndose observado necrosis distales en los casos en los que se sobrepasaba dicho límite. Según el nivel de situación del punto de rotación se obtiene, según el autor, el colgajo metacarpiano dorsal reverso (basado en la perforante cutánea situada 10 mm proximal a la articulación metacarpofalángica) o el colgajo metacarpiano dorsal reverso extendido (basado en las conexiones entre las ramas terminales de la arteria metacarpiana dorsal, que debe ser incluida en este caso, y las “ramas comunicantes dorsales” de las arterias digitales propias, a nivel de la falange proximal).

Como hemos podido observar, el uso del colgajo metacarpiano dorsal a nivel del 4º EIMD no ha sido muy extendido por los diferentes autores. Este hecho se debe a la supuesta variabilidad anatómica en relación con la presencia de la AMD en dicho espacio, previamente descrita en la literatura médica^{17,56,58,63}.

Autores	Nº de casos totales	Nº de casos en 4º EIMD	Técnica quirúrgica Q/M	Necrosis colgajo
Earley y Milner ⁵⁰	2	0	M	0
Quaba y Davison ⁵¹	21	2	Q	1
Maruyama ⁵²	8	1	M	0
Lai-jin y Xu ⁵³	153	7	M	NE
Dautel y Merle ⁵⁴	7	3	M	0
Chang et al ⁵⁶	14	3	M	0
Santa-Comba et al ⁵⁸	1	1	M	0
Benito et al ⁶¹	9	9	M	1
Yang y Morris ³³	8	1	M	0
Katerinaki y Chakrabarty ³⁰	7	1	Q	0
Vuppalapati et al ⁶²	49	5	Q	0

Tabla 1. Resumen de la experiencia quirúrgica con los colgajos metacarpianos dorsales de base distal a nivel del 4º espacio intermetacarpiano dorsal.

EIMD: Espacio InterMetacarpiano Dorsal; **Q:** Quaba; **M:** Maruyama; **NE:** No especificado

1.5.2 Bases anatómicas del colgajo metacarpiano dorsal de base distal. Anatomía vascular de las arterias metacarpianas dorsales (AMDs) (Tabla 2).

El arco dorsal del carpo, constituido por las ramas carpianas dorsales provenientes de las arterias radial y cubital, da dos tipos de ramos:

- ramos ascendentes, delgados y numerosos que se anastomosan con ramas de la arteria interósea posterior
- ramos descendentes hacia los 2º, 3º y 4º espacios interóseos; que reciben el nombre de arterias intermetacarpianas o interóseas dorsales^{8,9,11-13}, o también denominadas arterias metacarpianas dorsales (AMD), según la nomenclatura anatómica internacional vigente⁶⁴.

Las AMD se anastomosan en la extremidad proximal del espacio interóseo con el arco palmar profundo o con la arteria metacarpiana palmar (AMP) correspondiente. Estas anastomosis se efectúan por medio de una rama muy corta, que atraviesa en sentido sagital los músculos interóseos y se denomina por esta razón “arteria perforante”^{8,9,11,13,64}. Otros autores describen también otra anastomosis a través de una arteria perforante más distal, a nivel de la bifurcación de la AMD en las arterias digitales dorsales, que comunica esta arteria con las ramas digitales palmares del arco palmar superficial¹².

Las AMD terminan en la cara dorsal de los dedos, bifurcándose y dando las arterias digitales dorsales o anastomosándose con las arterias digitales palmares. Pueden descender hasta la falange media o distal^{8,9,11-13,48}.

Paralelamente al desarrollo de la anatomía descriptiva sobre la vascularización de la mano, se produjo el desarrollo del estudio de los diferentes patrones vasculares de la circulación cutánea, y muy especialmente a partir de la publicación por parte de **Taylor** en el año 1988 de la versión inglesa de la obra de **Michel Salmon**⁶⁵, titulada “Arterias de la piel”.

Hasta finales del siglo XIX, el interés de los anatomistas de la época se centraba en la “gross anatomy” de los vasos, en el estudio del origen, el recorrido, las relaciones, variaciones y la distribución macroscópica de las arterias cutáneas. El desarrollo de la “minute anatomy”, es decir el estudio detallado de la distribución de las arterias cutáneas y sus anastomosis llegó con la obra de **Carl Manchot**¹⁷ titulada “Die Hautarterien des

Menschlichen Körpers” en 1889. Sin embargo, Manchot no acabó de conceder la importancia suficiente a los pequeños vasos que emergían de las arterias principales y vascularizaban directamente la piel.

En 1936, Michel Salmon publicó su obra “Les artères de la peau”. Con la ayuda de la técnica de inyección de óxido de plomo y la radiología, completó el estudio detallado de la vascularización cutánea, aportando nuevos conceptos que todavía hoy en día continúan teniendo validez. No obstante, la obra de *Salmon* no fue divulgada debido a que en su momento no se apreció el valor real de la misma y permaneció en el olvido durante más de 50 años hasta la publicación de su versión inglesa por **Taylor**⁶⁵ en 1988. Según Salmon⁶⁵, las arterias cutáneas del dorso de la mano poseen un patrón más regular que las de la región palmar. Cada una de las AMD emite de *dos a tres pequeñas ramas* entre los tendones extensores hasta alcanzar la piel del dorso de la mano, donde se dividen a su vez en dos o más ramas de menor calibre. A nivel de la comisura interdigital, varias ramas pequeñas se originan de las AMDs y se dirigen retrógradamente hacia el dorso de la mano. Radiológicamente se puede observar la disposición lineal de las ramas cutáneas dorsales, en un número entre dos y tres, que se originan desde las AMD a lo largo de cada espacio interóseo,. Se establecen numerosas anastomosis finas entre las ramas cutáneas formando una red vascular dorsal ricamente vascularizada. Por ello, en el dorso de la mano no se observan áreas hipovascularizadas.

Coleman y Anson⁶³ presentaron en 1961 un estudio anatómico sobre la vascularización de la mano, basado en la disección de 650 cadáveres, haciendo especial

hincapié en la prevalencia de diferentes patrones vasculares. Según estos autores, el arco carpiano dorsal está constituido por ramas carpianas de las arterias radial y cubital, con contribuciones procedentes de las arterias interóseas anterior y posterior. Sin embargo atribuyen el origen de las AMD del 2º al 4º espacio, mayoritariamente a partir de *ramas perforantes* procedentes del arco palmar profundo o de las AMP correspondientes. Las AMP emiten una rama perforante en un punto próximo a su origen, que atravesando los músculos interóseos, se anastomosa con la AMD correspondiente. En algunos casos, las AMD se originan del arco carpiano dorsal. Asimismo estos autores defienden que estas AMD pueden estar ausentes. En su serie de casos, la 4ª AMD se halla ausente en el 17,3% de las disecciones. La AMD es más constante en los demás espacios: en el 1º espacio está presente en el 89,3% de los casos, en el 2º en el 98,7% y en el 3º espacio en el 92% de los casos. Los autores describen una 5ª AMD presente en el 81,3% de los casos, que se origina de la rama carpiana dorsal de la arteria cubital y se extiende hasta el lado cubital de la 5ª articulación interfalángica proximal. Los autores afirman que la función principal de las arterias perforantes es la de nutrir el dorso de la mano.

Earley y Milner⁵⁰ describieron con detalle las bases anatómicas del colgajo metacarpiano dorsal en el 1º y 2º espacio. Realizaron un estudio a partir de la disección de 30 manos de cadáver identificando en el 1º espacio, una AMD superficial o tipo fascial (por encima de la fascia del músculo interóseo posterior) presente en el 90% de los casos, y una arteria profunda o muscular presente en el 40% de los casos. En el 2º espacio se identificó la AMD en el 97% de los casos con cinco subtipos en función del origen del vaso, pero en todos ellos, la AMD discurría incluida en *la fascia* del músculo

interóseo dorsal. Asimismo confirmaron la ausencia de las arterias digitales dorsales. La vascularización distal a las AMD según estos autores, tiene lugar a través de un plexo vascular con una disposición longitudinal, lo que permite la elevación de colgajos de la piel dorsal de las falanges proximal y media con seguridad.

Quaba y Davison⁵¹, basándose en la disección anatómica de 18 manos, observaron que en los dos tercios proximales del dorso de la mano no existían ramas cutáneas significativas originadas a partir de las AMDs. Estas ramas cutáneas se concentraban de manera constante en el tercio distal de la mano y las comisuras interdigitales. A partir de cada una de las AMDs del 2º al 4º espacio interóseo, se originaba un ramillete de vasos sanguíneos, distal a la juntura tendinosa, para alcanzar la piel a 0.5-1 cm proximal a la articulación metacarpofalángica. De entre el ramillete vascular, se identificó una pequeña rama (0.3-0.5 mm) que se originaba de la AMD o bien en su ausencia, de la perforante de la circulación palmar, que se dirigía proximalmente formando un plexo vascular con una orientación longitudinal, en un plano profundo al del sistema venoso dorsal.

Maruyama⁵² no realizó ningún estudio anatómico previo. El autor tomó como base anatómica las descripciones previas de **Cormack y Lamberty**⁴⁸. Presentó ocho casos clínicos en los que identificó la AMD en un plano subfascial, tras incidir la fascia del músculo interóseo dorsal.

Valenti³⁴, en 1990, realizó un estudio anatómico basado en 15 manos de cadáver inyectados con látex, y describió que las AMDs discurrían por debajo de la aponeurosis

del músculo interóseo dorsal y se originaban a partir de la rama carpiana dorsal de la arteria radial. La AMD fue un hallazgo constante en el 2° y 3° espacios intermetacarpianos, mientras que en el 4° espacio en muchas ocasiones la arteria estaba sustituida por una red vascular anastomótica. Durante su recorrido estas arterias emitían ramas musculares. A la altura de la cabeza de los metacarpianos, la AMD daba de dos a tres ramas cutáneas para la piel dorsal de la mano. Próximo a la comisura, la arteria se anastomosaba con la circulación palmar profunda y superficial a través de las ramas perforantes, antes de su división en dos arterias digitales dorsales, las cuales existían como tales sólo en el tercio proximal de las falanges proximales para luego continuarse en forma de un plexo vascular subcutáneo sobre el aspecto dorsal de las falanges proximal y media.

También en 1990, **Healy**⁶⁶ estudió la prevalencia de las AMDs mediante la utilización de un Doppler de onda pulsada de alta frecuencia (20 MHz) con una capacidad para detectar vasos con un calibre de hasta 0.2 mm, confirmando la variabilidad anatómica en función del espacio intermetacarpiano estudiado. En concreto, identificó la 4ª AMD tan solo en 37 de las 50 manos estudiadas (74%).

Dautel y Merle⁵⁵ estudiaron la anatomía del sistema vascular utilizado por los colgajos metacarpianos dorsales directos y reversos, especialmente en el 1° y 2° espacios intermetacarpianos. Los autores diferenciaron en el dorso de la mano, una red arterial estructurada tridimensionalmente en cuatro capas o planos vasculares: vasos cutáneos directos, red fascial superficial, red fascial profunda y red muscular.

- *Vasos cutáneos directos*: Los autores encontraron estos vasos principalmente en el 1º y 2º espacios intermetacarpianos, siendo ramas directas de la arteria radial.
- *Red fascial superficial*: La AMD podía estar por encima o por debajo de la fascia del músculo interóseo dorsal. Los autores destacaron la existencia de una AMD “doble”, únicamente en el 1º espacio intermetacarpiano. En el resto de los espacios, cuando la arteria existía, se halló por encima de la fascia.
- *Red fascial profunda*: en el 1º espacio intermetacarpiano la arteria podía encontrarse por debajo de la fascia del músculo interóseo dorsal.
- *Red muscular*: Esta red estaba formada por ramas arteriales que nutrían el músculo. En el 1º espacio, estas ramas se originaban de la arteria radial mientras que en el resto de los espacios, estas ramas musculares se originaban de la rama perforante que comunica el sistema arterial palmar con el dorsal, a la altura del extremo proximal del espacio intermetacarpiano. Asimismo, los autores describieron la presencia de ramas tendinosas y ramas periostales. Las AMD no se extendían más allá de la AMF y se continuaban con un plexo localizado en la vaina de los tendones extensores sin apreciarse la presencia de arterias digitales dorsales. Por otro lado, estos mismos autores confirmaron la inconstancia de la AMD en el 4º espacio. Los autores identificaron tres tipos de conexiones vasculares dorso-palmares distales de manera constante en el 1º y 2º espacios intermetacarpianos: anastomosis directas, red anastomótica profunda y otra superficial⁵⁴.

Por su parte **Cormack y Lamberty**⁴⁸, describieron que aunque clásicamente el origen de las AMDs se localiza en el arco carpiano dorsal, en realidad las AMDs tienen

cuatro posibles orígenes: la arteria radial, el arco carpiano dorsal, el arco palmar profundo y otra AMD. Apuntaron que a medida que nos desplazamos por el dorso de la mano, de radial a cubital, el origen de las AMD sigue esta secuencia. Estos autores indican que, en términos generales, todas las arterias se disponen profundamente en la fascia profunda o interósea por encima del músculo interóseo posterior, entre los tendones extensores, y discurren junto a venas comitantes. Cada arteria, en su recorrido hacia la comisura interdigital correspondiente, *emite de cuatro a cinco ramas cutáneas extremadamente pequeñas que se disponen longitudinalmente a lo largo de los espacios interóseos formando filas*, que pueden estar ausentes. Aproximadamente a 1 cm proximal a la cabeza de los huesos metacarpianos, en el 2º, 3º y 4º espacios, las AMD emiten una rama cutánea mayor. Las AMD se dividen, a nivel de la comisura, en ramas digitales dorsales para cada lado de las falanges proximales del 2º, 3º, 4º y 5º dedos. Estas ramas no se extienden más allá de la base de las falanges proximales y se anastomosan con las ramas dorsales de las arterias digitales palmares. Las AMD del 2º al 4º espacio poseen conexiones profundas en la porción proximal de cada espacio intermetacarpiano con el arco palmar profundo, y en la porción distal de cada espacio con la arteria digital palmar común correspondiente. La 4ª AMD es mayor que la del 3º espacio y emite ramas cutáneas tanto en la porción distal del 4º espacio (la más significativa) como en porciones más proximales del mismo.

Según **Del Bene et al**⁶⁷, la AMD se continúa distalmente con las *arterias digitales dorsales* únicamente en la mitad proximal de la falange proximal. Distalmente a este punto, se continúa en forma de una red arterial longitudinal que recibe múltiples ramas

dorsales procedentes de las arterias digitales palmares. Las *ramas dorsales de las arterias digitales palmares* siguen una distribución uniforme en cada una de las falanges: rama condilar, rama metafisaria, rama cutánea dorsal y un arco palmar transversal, en íntima relación con los ligamentos cruciformes³⁶.

Chang et al⁵⁶ describieron la presencia de comunicaciones colaterales entre las AMDs contiguas. Para estos autores, la 4ª y 5ª AMD pueden estar ausentes entre el 10 y el 20% de los pacientes. Asimismo destacan que la arteria puede localizarse tanto por encima como por debajo de la fascia del músculo interóseo dorsal. Comentan que la AMD, aún siendo la fuente de vascularización principal de los músculos interóseos puede ser sacrificada sin riesgo de secuelas a nivel de la zona donante. Finalmente, y a diferencia del resto de los autores, Chang et al postulan que las AMDs no van acompañadas de venas comitantes.

Olave et al⁶⁸ destacan la importante contribución de las ramas perforantes en la formación de las AMDs. A partir de la disección de 50 manos, describen que en la mayoría de los espacios intermetacarpianos y muy especialmente en el 3º y 4º espacios, los vasos perforantes contribuyen de manera significativa al nacimiento de las AMDs. Esta contribución puede variar en función del espacio considerado, de tal forma que a nivel del 4º espacio destaca que en el 30% de los casos, la AMD procede exclusivamente de los vasos perforantes; en el 48% la AMD se origina de la rama perforante y recibe una pequeña contribución de la red carpiana dorsal; y tan sólo en el 8% de los casos la vascularización predominante procede de la red carpiana dorsal. La AMD se completa

con una pequeña contribución distal (rama de pequeño calibre) procedente de la arteria intermetacarpiana palmar. La rama perforante del 4º espacio se origina del arco palmar profundo en el 50% de los casos y de la arteria intermetacarpiana palmar en el 18% de los especímenes. La 4ª AMD está presente en todas las piezas anatómicas, si bien es cierto que en algunos casos la arteria aparece con un calibre pequeño y en un plano profundo en la porción proximal del espacio interóseo.

Santa-Comba et al⁵⁸ describen que cuando la 3ª y 4ª AMD existen, éstas se hallan por encima de la fascia del músculo interóseo dorsal. Por otro lado, cuando la AMD no existe como tal, en su lugar aparece una red vascular metacarpiana dorsal que da ramas periostales.

Benito et al⁶¹ identificaron la AMD en el 4º espacio en nueve de las 10 disecciones anatómicas realizadas, originándose a partir de una rama perforante procedente de la circulación palmar a nivel de la base de los huesos metacarpianos, y siempre en un plano subfascial.

Yang y Morris³³ realizaron un estudio anatómico y angiográfico de 16 manos para estudiar las conexiones vasculares que se establecen entre la circulación palmar y dorsal, tanto en la mano como en los dedos. Para los autores, la piel dorsal de la mano posee una doble irrigación. La porción proximal de la mano se nutre a partir de las AMD, mientras que la porción distal de la mano y proximal dorsal de los dedos se nutre a partir de las ramas perforantes procedentes del arco palmar profundo. Indican que las AMD del 2º al

4° espacio se originan del arco carpiano dorsal y discurren distalmente por sus respectivos espacios, en un plano profundo al de los tendones extensores de la mano mientras emiten pequeñas ramas cutáneas. Las ramas perforantes del arco palmar profundo se dirigen dorsalmente para irrigar la piel dorsal y se ramifican para anastomosarse proximalmente con la AMD de cada espacio y distalmente con las ramas cutáneas dorsales de las arterias digitales palmares. Existen de una a dos ramas perforantes en cada espacio que generalmente se originan a nivel del cuello de los huesos metacarpianos.

Uysal et al⁶⁹ realizaron un estudio anatómico basado en 18 disecciones centrado en la anatomía vascular de los huesos metacarpianos y los músculos interóseos del 2° al 4° espacio intermetacarpiano. Según estos autores, la AMD discurre distalmente por encima del músculo interóseo, próxima al borde cubital del hueso metacarpiano adyacente, y distalmente se continua con las arterias digitales dorsales. En su recorrido la arteria emite varias ramas musculares y musculoperiósticas segmentarias de manera inconstante. En cada espacio intermetacarpiano, destaca la presencia de una rama perforante con un calibre superior al de la propia AMD, que se origina del arco palmar profundo y atraviesa el músculo interóseo dorsal, al cual irriga, antes de anastomosarse con la AMD.

Para **Katerinaki y Chakrabarty**³⁰, la AMD discurre distalmente envuelta por la fascia del músculo interóseo dorsal entre los tendones extensores. Habitualmente la AMD se origina de la red dorsal del carpo pero en ocasiones puede originarse de la arteria radial, del arco palmar profundo o bien de una AMD adyacente. En su recorrido emite ramas perforantes para la piel del dorso de la mano así como para los tendones

extensores. Su presencia es constante únicamente en el 1º espacio intermetacarpiano. Dos venas comitantes acompañan a cada AMD.

De **Rezende et al**⁷⁰ presentaron en el año 2004 un estudio anatómico basado en 26 disecciones de manos, en el que la 4ª AMD se identificó en el 92,3 % de los especímenes, mientras que en el 1º y 2º espacios, la AMD se identificó en el 100% de los casos. Sin embargo, identificaron, en el 100% de los casos, una rama recurrente distal como la descrita inicialmente por Quaba, originada a una media de 1,2 cm proximal a la AMF. Por otro lado, la rama comunicante proximal y distal también fueron un hallazgo constante en todos los espacios, contribuyendo de manera significativa a la formación de la AMD.

Vuppalapati et al⁶² presentaron en el año 2004 un trabajo anatomoclínico (disección en cadáver de ocho manos y 49 casos clínicos), en el que la AMD fue hallada de manera constante en todos los EIMD, con un calibre constante a lo largo de su trayecto y dando ramas segmentarias para nutrir los tendones extensores, los huesos metacarpianos y los músculos interóseos posteriores. Para los autores, la primera y la única rama cutánea dorsal significativa (en su defecto un ramillete de pequeñas ramas cutáneas) se origina a partir de la AMD cuando ésta alcanza el borde distal de la juntura tendinosa, situado a unos 10 mm proximal a la AMF, punto en el que a su vez recibe una rama perforante de la arteria metacarpiana palmar. Esta *rama perforante de Quaba* se encontró en todos los casos excepto en uno, en el 4º espacio intermetacarpiano dorsal. Posteriormente, las ramas perforantes se ramifican en sentido retrógrado en varias ramas

terminales y se anastomosan con ramas de calibre similar procedentes de la red carpiana dorsal, a nivel del tercio medio del dorso de la mano. Por su parte, la AMD continúa distalmente y a la altura de la articulación metacarpofalángica, emite una rama radial y otra ulnar para el dorso de los dedos adyacentes. Finalmente, continúa su recorrido hacia distal y palmar, y se anastomosa con la circulación palmar, a nivel de la bifurcación de la arteria digital común en las digitales propias. Esta comunicación, llamada arteria comisural, se encontró en todos los casos en el 2º y 3º espacio intermetacarpiano, y en seis de ocho casos en el 4º espacio.

Omokawa et al⁷¹ realizaron un estudio anatómico en 20 manos, analizando los cuatro EIMD, mediante disección anatómica y la técnica de transparentación de Spalteholtz. Identificaron la AMD a nivel del 4º espacio en el 100% de los casos. Describieron que la 3ª y 4ª AMD se originaban a partir de la rama comunicante proximal, encontrándose en el mismo plano de la fascia del músculo interóseo dorsal. Asimismo, identificaron de cuatro a ocho ramas perforantes cutáneas que se originaban de cada AMD a lo largo del hueso metacarpiano, con un calibre inferior a 0,2 mm. A nivel del tercio proximal identificaron una media de 1,6 perforantes localizadas entre 2 y 28 mm de la base del hueso metacarpiano; en el tercio medio 1,2 perforantes ubicadas entre 23 y 54 mm de la base del hueso metacarpiano; y en el tercio distal 3,4 perforantes localizadas entre 44 y 83 mm de la base del hueso metacarpiano.

Lai-jin y Xu⁵³ presentaron su experiencia de 153 casos clínicos de colgajos metacarpianos dorsales reversos, siete de ellos en el 4º EIMD. Para los autores, la AMD

es un hallazgo constante en todos los espacios. Dicha arteria se origina del arco palmar profundo y de la red arterial dorsal de la muñeca. El arco palmar profundo da tres ramas o perforantes dorsales que atraviesan la parte proximal de los EIMDs y forman la AMD. Cada AMD tiene comunicaciones con la red arterial dorsal de la muñeca. La AMD se halla sobre el epimisium de dos músculos interóseos contiguos. A 1,5 cm del extremo distal del espacio, la AMD se anastomosa con las arterias digitales palmares propia o común. Cada AMD se acompaña de dos venas concomitantes de 0,2-0,3 mm. La 4ª AMD da una media de 6,8 ramas cutáneas, 3,4 ramas tendinosas y 1,6 ramas óseas a lo largo de su trayecto. Para estos autores, la 4ª AMD es más pequeña que el resto de las arterias de los demás espacios y no es del todo fiable como pedículo de un colgajo.

Beldame et al⁷² presentaron un estudio basado en la disección anatómica de siete manos, tras una técnica de inyección retrógrada de la circulación dorsal de la mano, a partir de la circulación palmar, intentando simular la dinámica del flujo sanguíneo que tiene lugar en los colgajos reversos in vivo. Identificaron la 4ª AMD en tres de las siete piezas anatómicas, así como dos o tres ramas cutáneas septales para los EIMD 1º y 2º. Estas ramas septales se encontraron distal a la juntura tendinosa y dispuestas en forma de estrella. Estas ramas no se encontraron en el 3º y 4º espacios.

Autores	4ª AMD	Origen AMD	RR Quaba	Plano AMD	PC
Salmon ⁶⁵	-	-	Presente	-	2 a 3
Coleman y Anson ⁶³	82,70%	RC	-	-	-
Quaba y Davison ⁵¹	-	-	Presente	Subfascial	-
Maruyama ⁵²	-	-	-	Subfascial	4 a 5
Valenti et al ³⁴	-	RCD	-	Subfascial	2 a 3
Healy et al ⁶⁶	74%	-	-	-	-
Dautel y Merle ⁵⁴	-	RC	-	Suprafascial	-
Cormack y Lamberty ⁴⁸	-	RC	Presente	Subfascial	4 a 5
Chang et al ⁵⁶	80-90%	RCD	-	Sub/Supra	-
Santa-Comba et al ⁵⁸	-	-	-	Suprafascial	-
Olave et al ⁶⁸	100%	RC	-	Subfascial	-
Benito et al ⁶¹	90%	RC	-	Subfascial	-
Yang y Morris ³³	-	RCD	-	-	-
Uysal et al ⁶⁹	-	-	-	Suprafascial	-
Katerinaki y Chakrabarty ³⁰	-	RCD	Presente	Intrafascial	-
De Rezende et al ⁷⁰	92,30%	RC	Presente	Subfascial	-
Vuppalapati et al ⁶²	100%	-	87,50%	Subfascial	-
Omokawa et al ⁷¹	100%	RC	-	Intrafascial	4 a 8
Lai-jin y Xu ⁵³	100%	RC	-	Subfascial	6,8
Beldame et al ⁷²	42,85%	-	-	-	0

Tabla 2. Resumen de los hallazgos anatómicos relacionados con la 4ª AMD.

AMD: Arteria Metacarpiana Dorsal; RR: Rama recurrente; PC: Perforantes Cutáneas; RC: Rama comunicante; RCD: Red Carpiana Dorsal; (-): Información no disponible

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El área metacarpiana dorsal de la mano ha sido y continúa siendo una zona donante popular para la elevación de colgajos cutáneos locales para reconstruir pérdidas de sustancia de pequeño a mediano tamaño, localizadas en los dedos y otras zonas de la mano. Sin embargo, no todos los EIMD han sido utilizados con la misma popularidad ni frecuencia. A excepción de los dos primeros espacios, el 3º espacio y especialmente el 4º espacio han sido poco utilizados como zona donante debido a un patrón vascular inconstante según estudios anatómicos previos^{17,56,58,63}. Los diferentes estudios existentes no coinciden en cuanto a la constancia del patrón vascular del 4º EIMD, y además contrastan con nuestra experiencia en la práctica clínica en cuanto a colgajos metacarpianos dorsales de base distal elevados en dicho espacio⁶¹. Nuestro interés en este espacio se debe al hecho de necesitar un colgajo fiable en el área cubital de la mano para la reconstrucción de defectos en la cara dorsal del 4º y 5º dedos, y para la cara volar del 5º dedo tras realizar una dermofasciectomía de Hueston⁷³ en casos severos de la enfermedad de Dupuytren. Es por ello que decidimos realizar un estudio anatómico descriptivo del patrón vascular del 4º EIMD.

Por otro lado, la rica vascularización de la región metacarpiana dorsal de la mano con numerosas redes anastomóticas entre los ejes vasculares principales ha permitido el desarrollo de una gran variedad de colgajos locales, incluyendo los colgajos de base distal o reversos. A partir de una revisión bibliográfica hemos podido observar que el colgajo metacarpiano dorsal de base distal fue descrito simultáneamente con dos bases anatómicas y patrones vasculares diferentes. En un caso se describe como un colgajo de flujo reverso⁵² y en el otro se describe como un colgajo de base distal pero con un flujo

anterógrado⁵¹. A partir de estas descripciones originales se han desarrollado dos líneas para la elevación de dicho colgajo, cada una de ellas adoptando uno de los patrones vasculares previamente descritos. Es por ello que decidimos realizar un estudio anatómico descriptivo centrándonos en el patrón vascular dominante del colgajo metacarpiano dorsal de base distal a nivel del 4º espacio, más concretamente en el estudio de las ramas perforantes cutáneas que se originan de la AMD y que finalmente irrigan el colgajo, para tratar de definir de una manera definitiva el patrón vascular del colgajo metacarpiano dorsal de base distal.

Creemos que la descripción del patrón vascular del colgajo metacarpiano dorsal de base distal a nivel del 4º espacio, teniendo en cuenta que se trata del espacio más inconstante desde el punto de vista vascular según descripciones previas, podría ser extrapolable al resto de los EIMD, en los que la anatomía es más constante.

3. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPÓTESIS

Nuestra experiencia en la práctica clínica con colgajos elevados a nivel del 4º EIMD de la mano, contrasta con los resultados publicados hasta la fecha en la literatura médica existente. En nuestra hipótesis de trabajo planteamos que “el 4º EIMD de la mano resulta tan fiable como cualquier otro espacio a la hora de actuar como zona donante para un colgajo intermetacarpiano dorsal, ya sea de base proximal o distal”.

Por otro lado, el colgajo metacarpiano dorsal de base distal, fue descrito inicialmente y de manera simultánea con dos patrones vasculares diferentes, uno con flujo retrógrado y otro con flujo anterógrado. La trascendencia de este hecho es que para elevar el colgajo a flujo retrógrado, debemos incluir la AMD en el seno del colgajo lo que dificulta la elevación del mismo e incrementa la morbilidad de la zona donante durante su disección. En nuestra hipótesis de trabajo planteamos que el mismo colgajo se puede elevar a flujo anterógrado sin necesidad de incorporar la AMD en el colgajo, basándonos en la rama recurrente distal que se origina de la propia AMD.

3.2 OBJETIVOS

Con el objetivo de verificar nuestras hipótesis de trabajo, nos planteamos los siguientes objetivos:

1. Determinar la presencia o ausencia de la AMD a nivel del 4° espacio. En el caso de que existiera la arteria, determinar su plano de localización en relación a la fascia del músculo interóseo dorsal y determinar si su calibre permite la disección a lo largo de toda su longitud, de proximal a distal.
2. Determinar la presencia o ausencia de las ramas comunicantes proximal (RCP) y distal (RCD) a nivel del 4° EIMD que comunican la red vascular dorsal con la red vascular palmar de la mano, así como sus relaciones anatómicas.
3. Determinar las bases anatómicas, en cuanto al flujo vascular, del colgajo metacarpiano dorsal de flujo reverso (CMDR) descrito por Maruyama⁵² y del colgajo metacarpiano dorsal de flujo anterógrado (CMDA) descrito por Quaba⁵¹.
 - 3.1. Determinar la presencia o ausencia de ramas perforantes cutáneas que se originen de la 4ª AMD, así como sus relaciones anatómicas.
 - 3.2. Determinar la presencia o ausencia de la rama recurrente distal (RRD) descrita inicialmente por Quaba⁵¹, así como sus relaciones anatómicas.

- 3.3. Describir otras conexiones vasculares (o ramas tributarias) que se originen a partir de la 4ª AMD de la mano.

4. MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio ha sido realizado en dos fases:

- Fase I del estudio. Estudio de la 4ª AMD y sus principales conexiones vasculares utilizando una técnica de disección subfascial.
- Fase II del estudio. Estudio de la vascularización cutánea del 4º EIMD de la mano. Estudio de la 4ª AMD y sus principales ramas y conexiones vasculares utilizando una técnica de disección suprafascial.

Tanto la fase I como la fase II del estudio poseen un apartado de material y método en común (diseño, tamaño muestral, preparación de las piezas anatómicas, parte de la disección anatómica y el estudio estadístico), diferenciando únicamente en la técnica de disección anatómica final y en la recogida de datos, incluyendo la hoja de recogida de datos. Es por ello que la parte inicial del apartado de material y método es común en ambas fases del estudio, destacando finalmente los aspectos diferenciales entre ambos.

4.1 Diseño del estudio.

Estudio descriptivo de la vascularización del 4º EIMD de la mano a partir de disecciones anatómicas realizadas en cadáver criopreservado.

4.2 Tamaño muestral

Las disecciones anatómicas se realizaron en 40 manos procedentes de cadáveres criopreservados procedentes del Servicio de Donación de Cuerpos del Departamento de Anatomía y Embriología Humana de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona. Los especímenes fueron seleccionados de manera aleatoria al igual que la lateralidad (derecha, izquierda) de las manos a disecar.

Se excluyeron del estudio aquellas piezas anatómicas que presentaban traumatismos, cicatrices previas o heridas a nivel de la cara dorsal de las manos y antebrazos.

4.3 Preparación de los especímenes anatómicos

Cada uno de los especímenes anatómicos fue extraído del congelador 24 horas antes de realizar su disección.

El antebrazo de cada preparación fue seccionado a nivel de la unión entre el tercio proximal y tercio medio del antebrazo.

Posteriormente, en el plano de sección se localizaron y canularon la arteria radial y la arteria cubital que fueron canuladas (Figura 3). Se realizaron cortes de 1 centímetro de longitud en sentido transversal a nivel subungueal de los 5 dedos, hasta alcanzar la superficie perióstica de la falange distal. Esta maniobra se realizó con el objetivo de constatar que en el proceso de inyección vascular el contraste alcanzaría las porciones más distales de la extremidad.



Figura 3. Detalle del espécimen anatómico objeto de estudio tras localizar y posteriormente canular la arteria cubital para la inyección del árbol vascular.

Utilizando una jeringa de 20 centímetros cúbicos, la arteria radial y cubital fueron inyectadas con látex natural líquido, negro o rojo, previamente calentado (Figura 4). Esta sustancia permite, por su coloración, que las estructuras vasculares resalten de manera clara y sencilla facilitando su identificación y disección. Su viscosidad permite la replección de vasos de pequeño calibre como las perforantes cutáneas. Transcurridos pocos minutos desde su inyección, el látex líquido coagula y adquiere una consistencia

elástica permitiendo proceder con la disección casi de manera inmediata sin riesgo de extravasación del contraste.

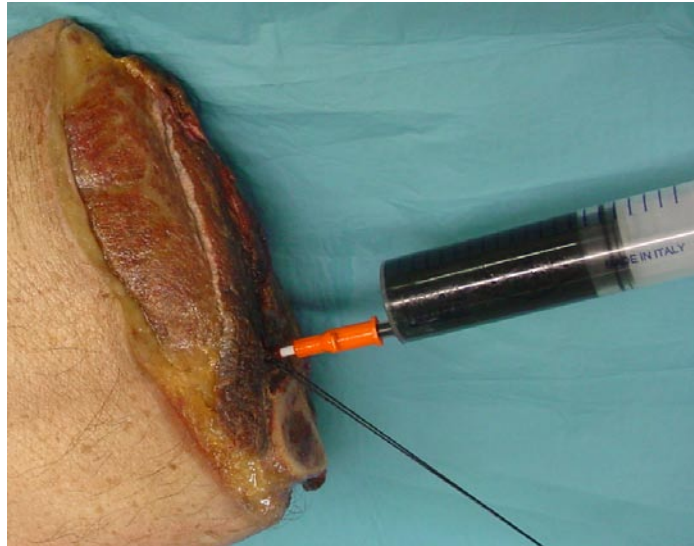


Figura 4. Una vez que la arteria ha sido canulada procedemos a inyectar el árbol vascular con látex natural líquido negro o rojo, de manera pulsátil sin realizar presiones extremas para evitar lesionar los vasos. Se realiza un “masaje” a lo largo del trayecto vascular, para mejorar la calidad de la inyección.

Inicialmente se procedió a inyectar la arteria cubital con presión manual y de forma pulsátil, evitando niveles de presión hidrostática muy elevados para no lesionar el árbol vascular. La inyección se realizó hasta observar la salida del líquido contraste a través de las incisiones subungueales, especialmente del 4° y 5° dedos. En ese momento interrumpimos la inyección para realizar un “masaje” de proximal a distal por la cara dorsal y volar, en la mitad cubital del antebrazo para garantizar una replección homogénea del árbol vascular⁷⁴. Seguidamente retomamos la inyección vascular, esta vez a través de la arteria radial. Se realizó igualmente de forma manual y pulsátil, hasta observar la salida del líquido contraste a través de las incisiones subungueales del resto de los dedos y hasta observar que el líquido contraste reflúa a través de la arteria cubital.

Por último, se realizó nuevamente el “masaje”, en esta ocasión en la mitad radial del antebrazo.

Aproximadamente entre 15 y 20 ml de contraste son suficientes para completar la inyección del árbol vascular de la preparación anatómica objeto de estudio.

Transcurridos 20-30 minutos de la inyección vascular se puede proceder a la disección anatómica sin riesgo de extravasación del contraste pues éste ya ha solidificado en su totalidad.

4.4 Disección anatómica

Se realizó la disección anatómica en 40 especímenes.

Esta disección anatómica se realizó siguiendo tres pasos fundamentales:

- Diseño del colgajo
- Incisión de la paleta cutánea y elevación de colgajo cutáneos distales
- Identificación de la AMD

Los dos primeros pasos son comunes tanto para la fase I como la fase II del estudio. A partir de ese punto de la disección anatómica, las dos fases difieren en su desarrollo.

4.4.1 Diseño del colgajo

Inicialmente se identificaron los puntos de referencia (Figura 5):

- las cabezas del 4° y 5° huesos metacarpianos
- la apófisis estiloides cubital



Figura 5. Diseño inicial de la paleta cutánea del colgajo con las referencias anatómicas: las cabezas del 4° y 5° hueso metacarpianos, y la apófisis estiloides cubital.

Con la preparación anatómica colocada en decúbito prono, se diseñó una paleta cutánea centrada en el eje longitudinal medio del 4° EIMD. El límite proximal de la paleta cutánea se situó a nivel del pliegue dorsal de la muñeca. El límite distal de la paleta cutánea se situó 1 cm proximal a la línea imaginaria que une la cabeza del 4° y 5° metacarpianos. La anchura del colgajo se determinó por la posibilidad de cerrar directamente la zona donante, que valoramos mediante la realización del “pinch test”.

Desde el límite distal de la paleta cutánea se diseñó una incisión en zigzag hasta alcanzar el pliegue comisural.

4.4.2 Incisión de la paleta cutánea y elevación de colgajos cutáneos distales

Se procedió a incidir los márgenes de la paleta cutánea y a levantar los dos colgajos cutáneos distales a la paleta cutánea, a cada lado de la incisión en zigzag, hasta alcanzar el pliegue comisural. Estos colgajos deben ser levantados en un plano muy superficial incluyendo únicamente epidermis y dermis. Posteriormente fueron rechazados lateralmente para exponer ampliamente el tejido celular subcutáneo que contiene el pedículo del colgajo así como las conexiones vasculares entre los territorios dorsal y volar (Figura 6).

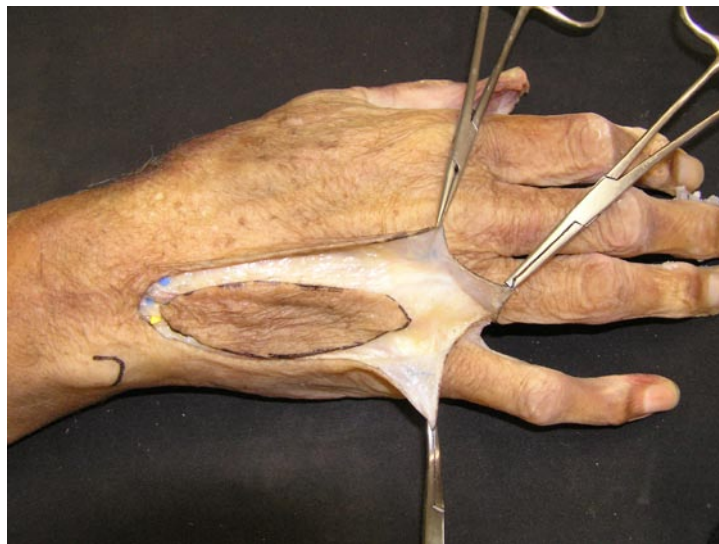


Figura 6. Incisión alrededor de la paleta cutánea. Elevación de colgajos cutáneos distales en un plano subdérmico. Identificación de venas dorsales superficiales (marcador azul) y de la rama cutánea dorsal del nervio cubital (marcador amarillo) a nivel proximal.

En esta misma fase pudimos localizar a nivel del borde proximal de la paleta cutánea venas superficiales que posteriormente fueron seccionadas a la hora de

transferir el colgajo distalmente. Igualmente pudimos identificar y aislar la rama dorsal del nervio cubital a nivel del mismo borde proximal de la paleta cutánea, que discurre por el 4° EIMD.

4.4.3 Fase I del estudio: Estudio de la 4ª arteria metacarpiana dorsal (AMD) y sus principales conexiones vasculares utilizando un técnica de disección subfascial.

Para la fase I del estudio, se realizó la disección anatómica en 20 especímenes según la técnica descrita inicialmente por Maruyama⁵².

Disección del plano subfascial e identificación de la 4ª AMD.

Seguidamente se procedió a la identificación de la AMD. Tras realizar la incisión alrededor de la paleta cutánea, la incisión se profundizó hasta alcanzar el periostio de los huesos metacarpianos o bien hasta alcanzar la fascia profunda del músculo interóseo dorsal. Esta incisión se inició a nivel del tercio medio del borde radial de la paleta. Con cuidado se elevó la fascia del músculo IOD, separándola de las fibras musculares subyacentes, intentando identificar la presencia de la AMD. Una vez identificada la arteria, la fascia se incidió a lo largo de toda su longitud para exponer completamente el vaso (Figura 7). Seguidamente, se incidió la fascia en toda su longitud por el borde cubital de la paleta cutánea. Cuidadosamente elevamos la fascia y la separamos de las fibras musculares subyacentes.



Figura 7. Tras incidir la fascia del músculo IOD en su borde radial, elevamos cuidadosamente la fascia, intentando visualizar la AMD. Una vez localizada, abrimos la fascia en toda su extensión de proximal a distal para exponer todo el trayecto de la AMD.

La incisión a nivel del borde proximal de la paleta cutánea se profundizó hasta el plano de los huesos carpianos. A continuación el colgajo fasciocutáneo se elevó de proximal a distal, tras seccionar el tendón del extensor común para el 5° dedo así como la juntura tendinosa. Durante la disección, las ramas originadas de la AMD así como sus conexiones vasculares con la circulación palmar fueron preservadas y disecadas minuciosamente. Posteriormente, la región próxima a la cabeza de los metacarpianos fue disecada intentando identificar la presencia de la rama recurrente descrita por Quaba⁵¹.

4.4.4 Fase II del estudio: Estudio de la vascularización cutánea del 4° EIMD de la mano. Estudio de la 4ª AMD y sus principales conexiones vasculares utilizando una técnica de disección suprafascial.

Para la fase II del estudio, se realizó la disección anatómica en 20 especímenes según la técnica descrita inicialmente por Quaba⁵¹.

La primera parte de este estudio es prácticamente igual a la fase I del estudio que hemos visto en el apartado anterior. El aspecto que varía de un estudio al otro es el plano de disección, que en la fase I del estudio es subfascial mientras que en la fase II, el plano de disección es suprafascial. En la segunda parte de esta fase, el estudio se centra en la identificación de ramas perforantes cutáneas que se originan de la 4ª AMD.

Disección del plano suprafascial

A diferencia de la técnica descrita por Maruyama⁵², en este caso, una vez realizada la incisión alrededor de la paleta cutánea se procedió a realizar una disección en el plano suprafascial y por encima del plano de los tendones extensores, intentando preservar el paratenon. Inicialmente se incorporó en el seno del colgajo la rama dorsal del nervio cubital que discurre por el 4º EIMD con la intención de preservar al máximo la disposición anatómica de todas las estructuras de la región. La disección suprafascial se inició desde el borde cubital de la paleta cutánea y de forma muy cuidadosa para evitar seccionar las posibles ramas perforantes cutáneas, que en el caso de existir, se originarían a partir de la AMD y atravesarían la fascia del músculo IOD a través de un ojal para penetrar finalmente la piel (Figura 8).

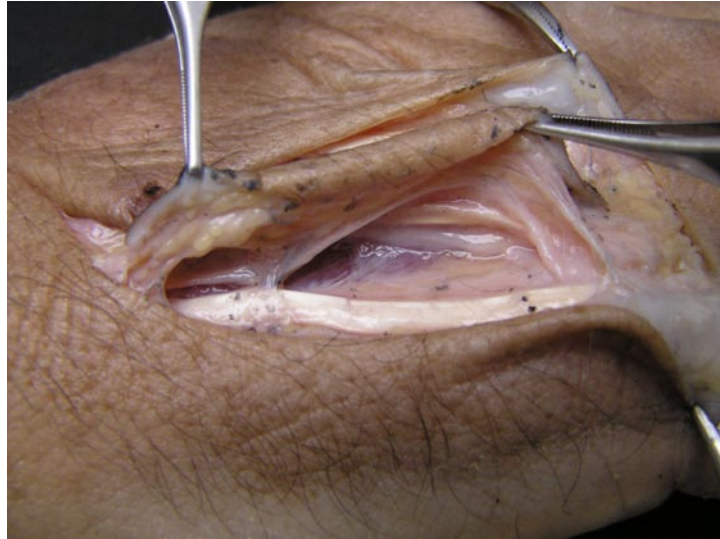


Figura 8. Discección del plano suprafascial del colgajo a partir de su borde cubital y por encima del plano del paratenon, de manera cuidadosa para evitar seccionar las posibles las ramas perforantes cutáneas, que en el caso de que existan, se originarían a partir de la AMD y atravesarían la fascia del IOD a través de un ojal para penetrar finalmente la piel.

Identificación de la 4ª AMD.

Una vez realizada la disección del plano suprafascial, se incidió la fascia del músculo IOD a nivel del tercio medio del espacio interóseo, en su borde radial.

Seguidamente, se levantó la fascia separándola de las fibras musculares subyacentes intentando identificar la AMD (Figura 9). Una vez identificada la arteria, procedimos a seccionar la fascia en toda su longitud. Con el objetivo de exponer la AMD así como todas sus conexiones vasculares, seccionamos el tendón del extensor común de los dedos para el 5º dedo, así como la juntura tendinosa en caso de existir. En cirugía, esta sección debe ser reparada posteriormente.



Figura 9. Paleta cutánea rechazada hacia el borde cubital de la mano. Sección y retracción del tendón del extensor común para el 5º dedo a ambos lados. Apertura de la fascia del músculo IOD a nivel del tercio medio del espacio interóseo y a nivel del borde radial de la paleta cutánea, intentando identificar la presencia de la AMD.

Disección de los vasos perforantes cutáneos.

En los casos en los que existían las ramas perforantes cutáneas, se procedió a su disección y aislamiento desde la piel hasta su punto de origen en la AMD, a través de la fascia del músculo IOD (Figura 10).

A continuación, se midió el punto en el que las ramas perforantes cutáneas atravesaban la fascia del músculo IOD:

- si se hallaban en la mitad proximal del espacio, el punto de referencia fue la ACMC del 5º dedo.
- si se hallaban en la mitad distal del espacio, el punto de referencia fue la AMF del 5º dedo.

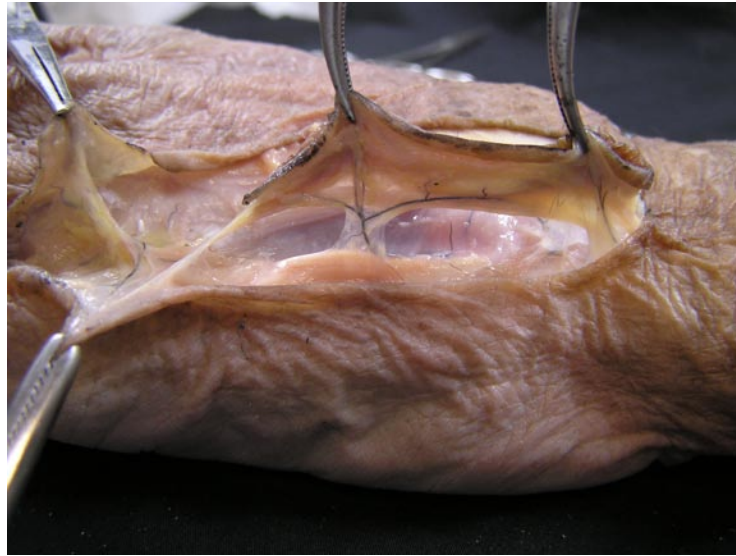


Figura 10. Durante la disección del plano suprafascial a lo largo del 4º EIMD identificamos las ramas perforantes cutáneas que existan. Una vez identificada, seguimos su trayectoria hasta el origen de la misma.

4.5 Recogida de datos

Se tomaron fotografías digitales de cada uno de los hallazgos y detalles anatómicos relevantes, mediante una cámara digital Olympus Camedia C-750 Ultra Zoom, de 4 Megapixels, 4x de zoom digital y 10x de zoom óptico. Las fotografías se tomaron en proyecciones regladas a una distancia focal de 30 cm.

4.5.1 Recogida de datos de la Fase I del estudio

La información se registró sistemáticamente en una hoja de recogida de datos (ver hoja de registro de datos). Las variables registradas fueron:

- Presencia de la 4^a AMD; su plano de localización en relación a la fascia del músculo IOD; y la posibilidad de diseccionar dicha arteria a lo largo de toda su extensión de proximal a distal.
- Presencia y localización exacta de las RCP en relación a la ACMC, y de las RCD en relación a la AMF.
- Presencia de la RRD descrita inicialmente por Quaba.
- Otras conexiones vasculares de la 4^a AMD.

4.5.2 Recogida de datos de la Fase II del estudio

La información se registró sistemáticamente en una hoja de recogida de datos. Se utilizó la misma hoja de recogida de datos que en el estudio de la vascularización primaria del apartado anterior. Las variables registradas fueron:

- Presencia de la 4^a AMD; su plano de localización en relación a la fascia del músculo IOD; y la posibilidad de diseccionar dicha arteria a lo largo de toda su extensión de proximal a distal.
- Presencia y localización exacta de las RCP en relación a la ACMC, y de las RCD en relación a la AMF.
- Presencia de la RRD descrita inicialmente por Quaba.
- Determinación de la presencia y localización exacta de las ramas perforantes cutáneas de la AMD. Si se hallaban en la mitad proximal del espacio, el punto

de referencia fue la ACCM del 5º dedo, y si se hallaban en la mitad distal del espacio, el punto de referencia fue la AMF del 5º dedo.

4.6 Método estadístico

El resultado de las variables estadísticas cualitativas dicotómicas (presencia o ausencia de ramas, plano subfascial o suprafascial, arteria disecable o no) se midió utilizando una escala nominal y se ha expresado en forma de tanto por ciento (%) en relación al número total de casos.

Las variables estadísticas cuantitativas discretas (número de ramas) y continuas (origen de las ramas en relación a los puntos de referencia anatómicos) se han expresado en forma de media aritmética y desviación estándar.

El software estadístico utilizado para estas aplicaciones ha sido el SPSS® Statistics (SPSS Inc. 2006. Versión 14.0.2 para Windows. Chicago, Illinois).

Hoja de recogida de datos:

Número	Fecha	/	/	
Mano:	D	I		
Material de Inyección:	Látex Negro	Látex Rojo		
Técnica de disección:	Maruyama	Quaba		
4ª AMD	{ Presencia Ausencia Subfascial Suprafascial Calibre (mm) Disecable			
Perforantes Cutáneas (de Maruyama)		Si / No		
Ramas de la 4ª AMD		Muscular	Periostal	Tendinosa
		Rama recurrente	Si	No
Conexiones de 4ª AMD	Red Carpiana Dorsal	Si	No	Calibre: <AMD >AMD
	A. Digitales Dorsales	Si	No	
	A. Comisurales	Si	No	
Comunicantes palmares	Proximal (desde ACM, en mm)	Calibre (mm)		
	Distal (desde AMF, en mm)	Calibre (mm)		
Noras:				

5. RESULTADOS

5.1 Determinación de la presencia o ausencia de la AMD a nivel del 4º espacio. En el caso de que existiera la arteria, determinación del plano de localización de dicha arteria en relación a la fascia profunda del músculo interóseo dorsal; y de si su calibre permite la disección a lo largo de toda su longitud desde proximal a distal.

En todos los especímenes que se han disecado para el estudio (100%) se ha podido identificar la AMD (40 de 40 especímenes) (Figura 11). Se han disecado 22 manos derechas (55 %) y 18 manos izquierdas (45 %).

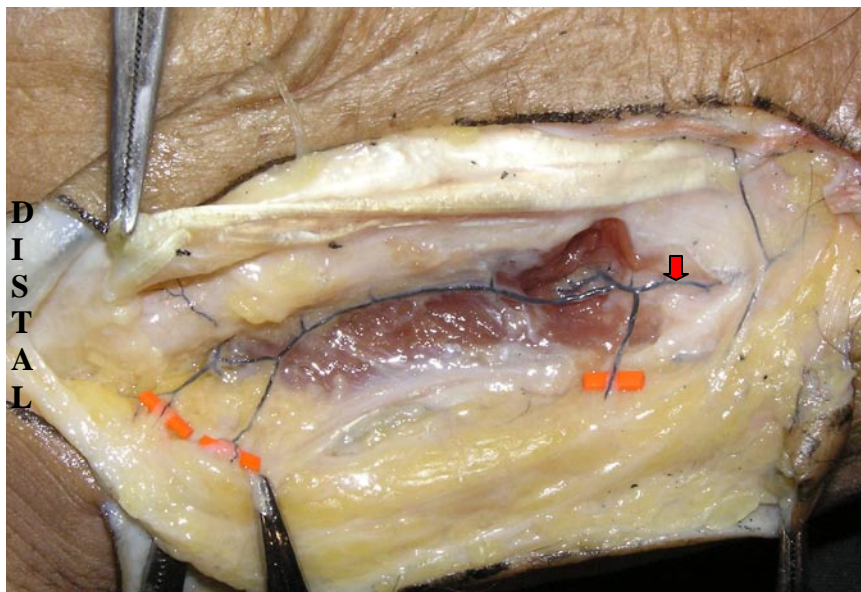


Figura 11. Caso 40. Mano izquierda. El colgajo metacarpiano dorsal ha sido elevado y rechazado hacia cubital, y posteriormente la fascia profunda ha sido abierta longitudinalmente. Podemos observar la AMD en toda su extensión desde la rama comunicante proximal a la distal, las perforantes cutáneas (marcadores naranjas), ramas periostales y una comunicación con una rama del arco dorsal del carpo (flecha roja).

Así mismo en todos ellos, la AMD se ha identificado en un plano subfascial, por debajo de la fascia del músculo IOD (Figura 12). En algunos especímenes la AMD se ha

hallado recubierta por algunas fibras musculares mientras que en la mayoría de los casos la AMD se ha encontrado sobre el vientre muscular.



Figura 12. Caso 28. Mano derecha. El colgajo metacarpiano dorsal ha sido elevado en un plano suprafascial y posteriormente rechazado hacia cubital. La pinza sostiene la fascia del músculo IOD que ha sido abierta. Debajo de ella podemos observar el recorrido de la AMD.

En todos los casos, la AMD pudo ser disecada bajo magnificación (x 3,5) en toda su longitud, desde su extremo más proximal, donde se identificó de manera constante una comunicación con la red carpiana dorsal, hasta el punto de anastomosis con la RCD. En el 40 % de los casos, la disección de la AMD a nivel distal fue compleja debido a que el calibre de la misma disminuyó hasta hacerse filiforme. En estos casos, el calibre de la AMD volvió a incrementarse tras anastomosarse con la RCD (Figura 13 y 14).

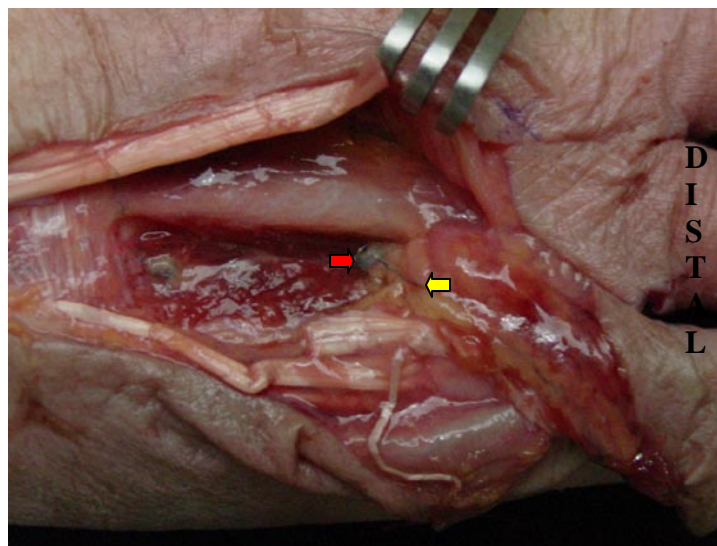


Figura 13. Caso 4. Mano derecha. El colgajo metacarpiano dorsal ha sido elevado y posteriormente rechazado hacia distal y cubital. En este caso podemos observar como la rama comunicante distal (flecha roja) tiene un calibre significativamente superior a la AMD (flecha amarilla), que aparece filiforme en la mayor parte de su trayecto en la cara profunda del colgajo.

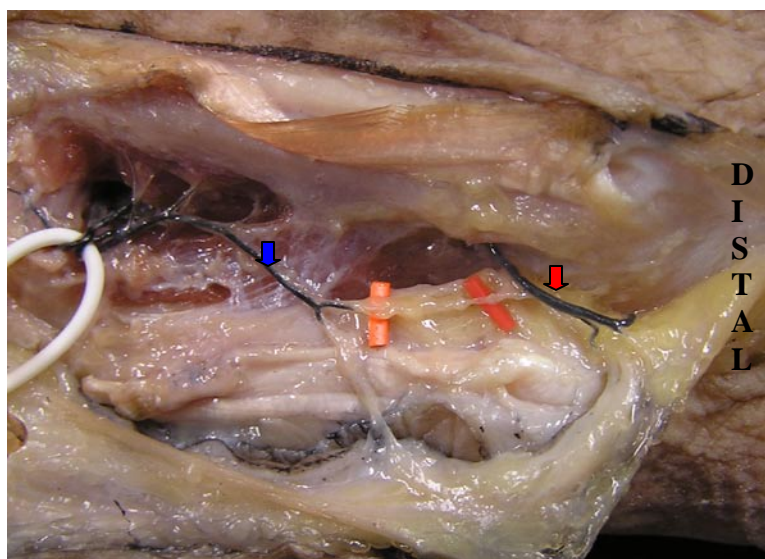


Figura 14. Caso 31. Mano derecha. El colgajo metacarpiano dorsal ha sido elevado y rechazado hacia cubital. Podemos observar todo el recorrido de la AMD (flecha azul) desde su origen en la rama comunicante proximal (marcador blanco) hasta la rama comunicante distal (flecha roja). Vemos como la AMD, en su origen tiene un calibre mayor y que a medida que se va haciendo distal, su calibre disminuye hasta hacerse filiforme. En este caso, el tercio distal de la AMD (marcadores naranjas) se pudo disecar aunque no estaba completamente inyectado.

5.2 Determinación de la presencia y localización exacta de las ramas comunicantes proximales (RCP) en relación a la ACMC, y de las ramas comunicantes distales (RCD) en relación a la AMF.

En todos los especímenes que se han disecado para este estudio se ha identificado la RCP (Figura 15 y 16).

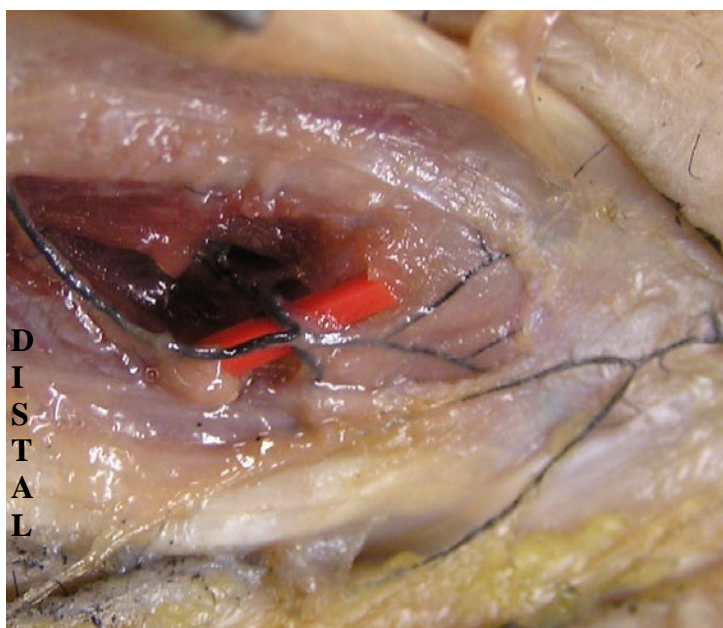


Figura 15. Caso 23. Mano izquierda. Vista dorsal del tercio proximal del dorso de la mano a nivel del 4º espacio intermetacarpiano. El colgajo metacarpiano dorsal ha sido elevado y rechazado a cubital. Observamos como la rama comunicante proximal (marcador naranja) se hace dorsal a través de los músculos interóseos dorsales. En sentido distal (a la izquierda) se origina la AMD y hacia proximal (a la derecha) recibe una rama procedente del arco dorsal del carpo.

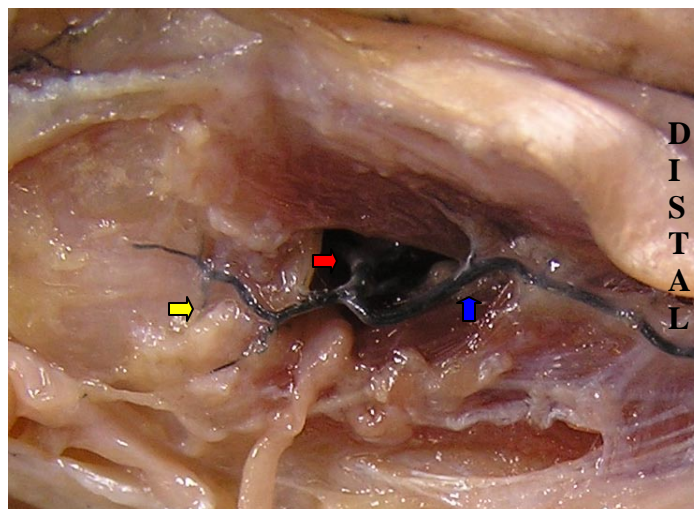


Figura 16. Caso 31. Mano derecha. Vista dorsal del origen de la rama comunicante proximal. Podemos observar como la rama comunicante (flecha roja) se hace dorsal, y en ese punto forma una horquilla con una prolongación distal que es la AMD (flecha azul) y otra proximal que recibe la contribución procedente del arco dorsal del carpo (flecha amarilla).

La RCP procedente de la vascularización palmar, atraviesa los vientres musculares de los interóseos para hacerse dorsal. Se localiza a una distancia media de 11,29 mm distal a la línea articular CMC, con una desviación típica (DT) de 1,65 mm, y un rango que oscila entre 8 mm y 15 mm (DT: 1,65; rango 8-15) (Tabla 3). En el caso de la mano derecha, la RCP se origina a una distancia media de 11,38 mm distal a la línea articular CMC (DT: 1,52; rango: 8-14). Para la mano izquierda, la RCP se origina a una distancia media de 11,16 mm distal a la línea articular CMC (DT: 1,83; rango: 8-15).

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
RCP a ACM	40	8.00	15.00	11.2875	1.65207
N válido (según lista)	40				

Tabla 3. Cuadro resumen sobre el punto en el que la RCP se hace dorsal atravesando los vientres musculares de los músculos interóseos dorsales, en relación a la articulación carpometacarpiana (ACM).

En todos los especímenes que se han diseccionado para este estudio, excepto en un caso (1 de 40), se ha identificado la RCD (Figura 17).

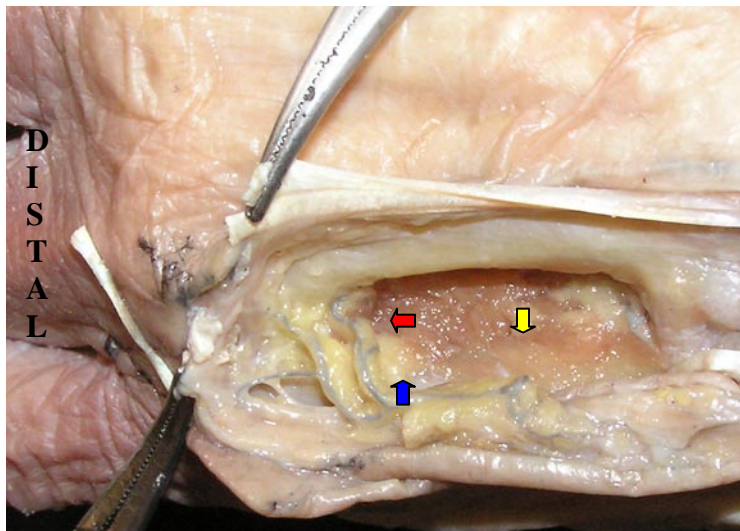


Figura 17. Caso 11. Mano izquierda. Tras rechazar el colgajo hacia el lado cubital de la mano, y seccionar la base de la rama comunicante proximal (flecha amarilla), podemos observar como la rama comunicante distal (flecha roja) se hace dorsal atravesando los músculos interóseos dorsales. Podemos ver como tras hacerse dorsal, se anastomosa con la AMD (flecha azul) y da una rama periostal.

La RCD atraviesa los vientres musculares de los interóseos procedente de la vascularización volar para hacerse dorsal, y se localiza a una distancia media de 10.67 mm proximal a la línea articular MF (DT: 1,87; rango: 7-15) (Tabla 4). En el caso de la mano derecha, la RCD se origina a una distancia media de 10.62 mm proximal a la línea articular MF (DT: 1,83; rango: 7-14). Para la mano izquierda, la RCD se origina a una distancia media de 10.72 mm proximal a la línea articular MF ((DT: 1,96; rango: 8-15).

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
RCD a AMF	39	7.00	15.00	10.6667	1.86848
N válido (según lista)	39				

Tabla 4. Cuadro resumen sobre el punto en el que la RCD se hace dorsal atravesando los vientres musculares de los músculos interóseos dorsales, en relación a la articulación metacarpofalángica.

Ambas ramas comunicantes atraviesan el espacio intermetacarpiano a través de los músculos interóseos, próximas al borde cubital del 4° EIMD (Figura 18).

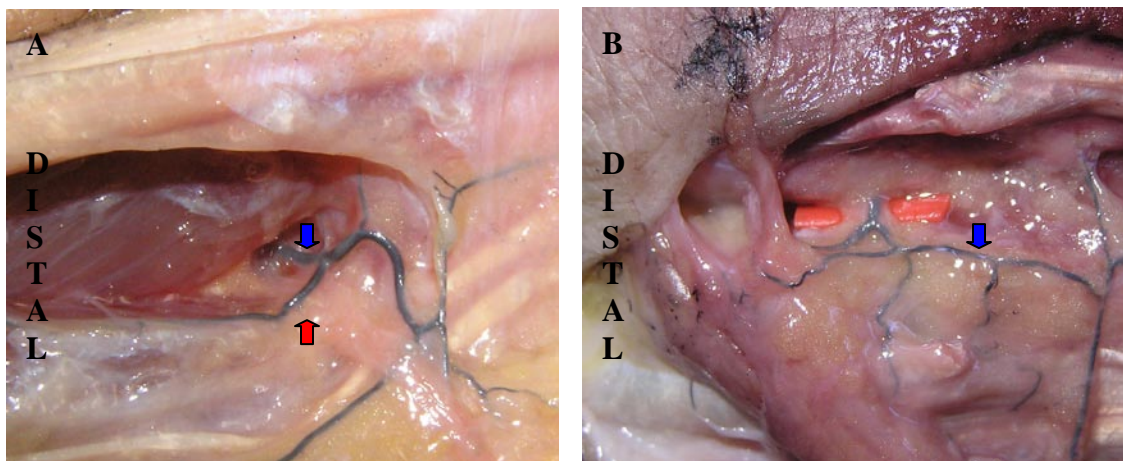


Figura 18. Izquierda A: Caso 39. Mano izquierda. Vista dorsal del 4° espacio intermetacarpiano. La rama comunicante proximal (flecha azul) se hace dorsal y da 2 ramas, una distal (flecha roja) que da origen a la AMD y otra proximal que se anastomosa con una rama del arco dorsal del carpo, dirigiéndose desde el borde cubital del 4° hueso metacarpiano hacia el borde radial del 5°. Derecha B: Caso 35. Mano izquierda. Vista dorsal de la región de la comisura interdigital del 4° espacio. El colgajo metacarpiano dorsal ha sido elevado y rechazado hacia cubital. Observamos como la rama comunicante distal (marcador naranja) se hace dorsal procedente de la circulación palmar y desde el borde cubital del 4° hueso metacarpiano, dividiéndose en dos ramas, una distal que se continúa más distalmente, y otra proximal que se anastomosa con la AMD (flecha azul).

El calibre de estas ramas comunicantes, tanto la proximal como la distal, suele ser similar o superior al calibre de la propia AMD. En 24 casos, el calibre de la RCP ha sido superior al calibre de la propia AMD. En 21 casos, el calibre de la RCD ha sido superior al calibre de la AMD (Figura 19).

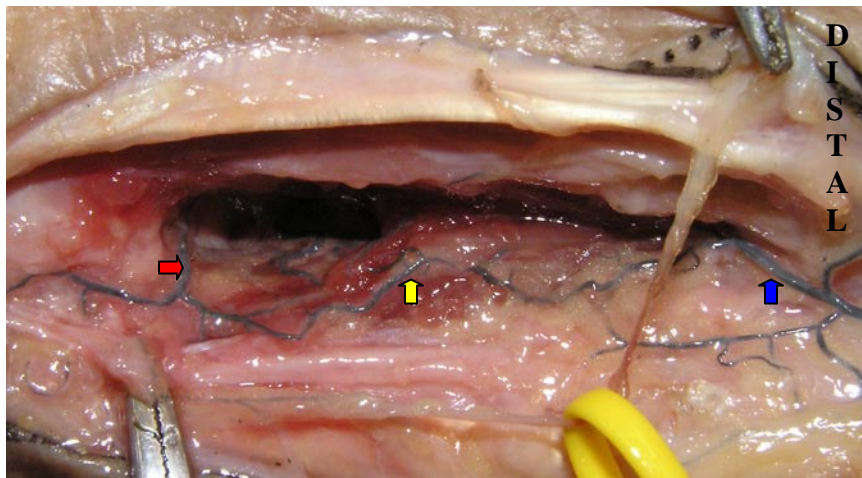


Figura 19. Caso 38. Mano derecha. Vista dorsal del 4º espacio intermetacarpiano. En este caso podemos observar como el calibre de tanto la rama comunicante proximal (flecha roja) como la rama comunicante distal (flecha azul) son significativamente superiores al de la AMD (flecha amarilla), que tiene un trayecto tortuoso.

5.3 Determinación de la presencia de la rama cutánea recurrente distal (RRD) descrita inicialmente por Quaba.

La RRD se ha identificado en todos los especímenes que han sido disecados en este estudio, originándose a partir de la cara dorsal de la AMD, distal al punto de anastomosis con la RCD, o bien originándose a partir de la cara dorsal de la propia RCD (Figura 20, 21).

En un caso, la ausencia de la RRD se ha asociado también a la ausencia de la RCD.

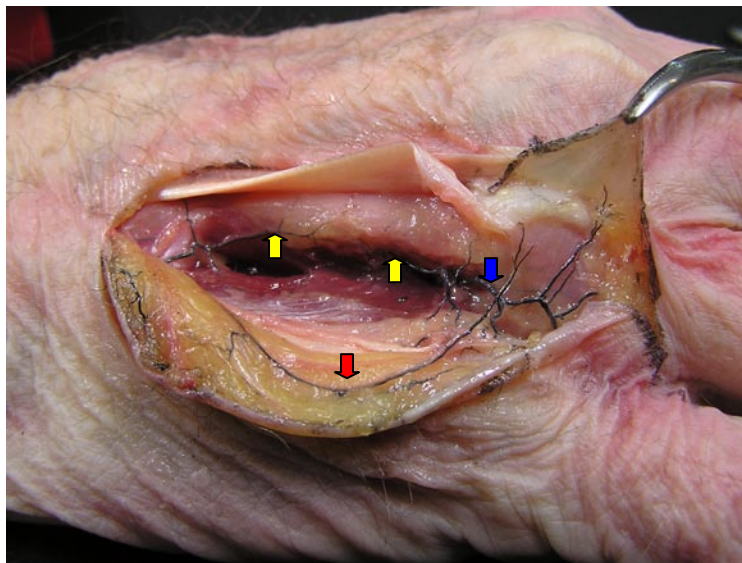


Figura 20. Caso 33. Mano derecha. Vista dorsal cubital del 4º espacio intermetacarpiano. Detalle del origen de la RRD (flecha roja) a partir de la cara dorsal de la RCD (flecha azul) tras anastomosarse con una AMD filiforme (flechas amarillas).

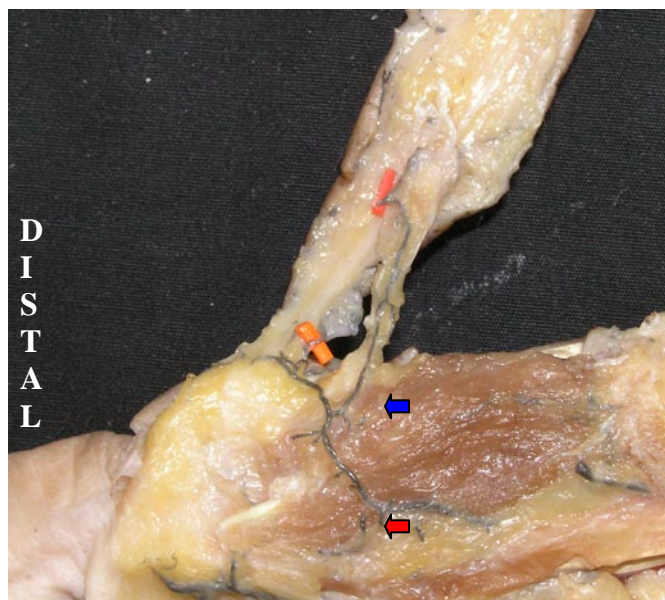


Figura 21. Caso 13. Mano derecha. Vista desde radial de un corte sagital a lo largo del eje longitudinal del 4º EIMD, tras elevación del colgajo metacarpiano dorsal reverso según la técnica de Maruyama. La RCD (flecha roja) se hace dorsal y se anastomosa con la AMD (flecha azul). Distalmente al punto de anastomosis, se originan varias ramas cutáneas y una de ellas (marcador naranja) posee un sentido retrógrado penetrando nuevamente la base del colgajo, la RRD.

Desde su origen, la RRD se dirige en sentido distal, pasando por debajo del tendón para el 5° dedo del extensor común de los dedos. Después esta rama se refleja sobre el mismo tendón del extensor común y adopta un sentido proximal, recurrente, y sigue su recorrido a lo largo del eje longitudinal medio del 4° EIMD (Figura 22).

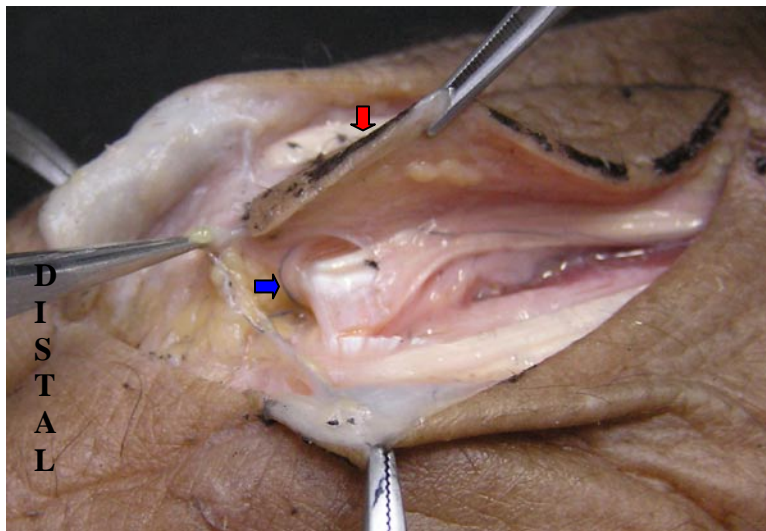


Figura 22. Caso 15. Mano izquierda. El colgajo metacarpiano dorsal (flecha roja) ha sido elevado al igual que los colgajos cutáneos distales. El tendón del extensor común para el 5° dedo está parcialmente seccionado. Más distalmente podemos observar como la RRD (flecha azul), una vez se origina de la AMD se dirige hacia dorsal reflejándose en la junta tendinosa a modo de polea para dirigirse en sentido proximal y penetrar la base del colgajo.

Este trayecto recurrente se realiza en un plano superficial al plano de la fascia de los músculos IOD y al plano de los tendones extensores (Figura 23).

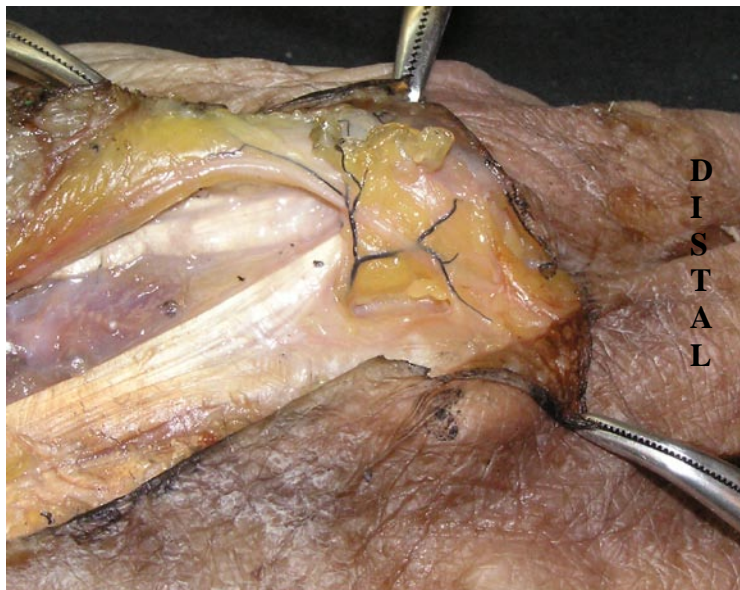


Figura 23. Caso 27. Mano izquierda. Vista lateral de la región comisural del 4º EIMD. Observamos como la rama recurrente, una vez se origina, se dirige hacia dorsal, y tras reflejarse en el tendón del extensor común de los dedos para el 5º dedo y la juntura tendinosa que une los tendones extensores del 4º y 5º dedos, a modo de polea adopta un trayecto longitudinal por el dorso de la mano hacia la región proximal, por un plano superficial al de la fascia profunda y al plano tendinoso.

A lo largo de su recorrido y especialmente a nivel de su origen, RRD se relaciona íntimamente con la rama sensitiva dorsal del nervio cubital y sus ramas terminales (Figura 24). Durante este recorrido es posible observar como a partir de la RRD se originan ramas perineurales para la rama sensitiva dorsal del nervio cubital (Figura 25).



Figura 24. Caso 19. Mano derecha. Vista dorsal de la región de la comisura interdigital del 4º espacio intermetacarpiano. El colgajo metacarpiano dorsal ha sido elevado y rechazado hacia cubital. Podemos observar como la rama recurrente (flecha roja) rodea el tendón del extensor común para el 5º dedo para iniciar su recorrido en sentido proximal a lo largo del eje longitudinal del 4º espacio. En ese tramo inicial, se relaciona íntimamente con la porción terminal de la rama dorsal del nervio cubital (marcadores amarillos).

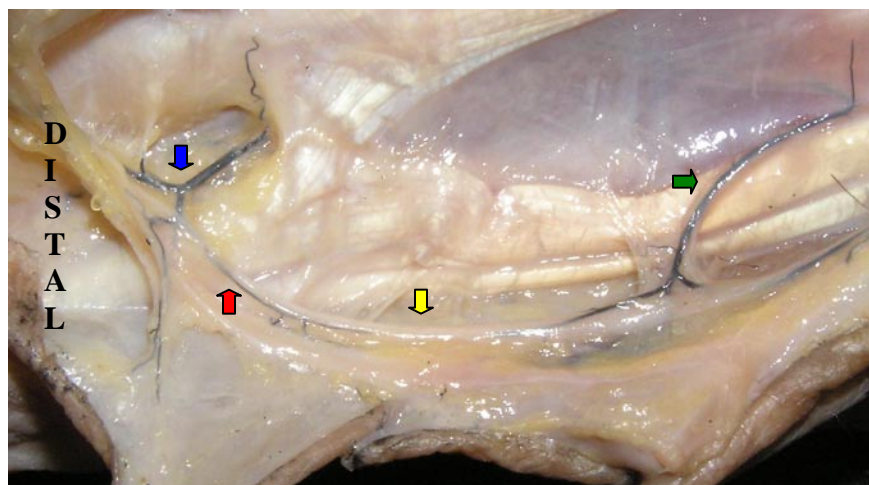


Figura 25. Caso 30. Mano izquierda. Vista dorsal de la región de la comisura y la mitad distal del 4º EIMD. La RRD (flecha roja) se origina de la RCD (flecha azul) y sigue un trayecto hacia proximal tras bordear el tendón del extensor común del 5º dedo siguiendo el recorrido de la rama sensitiva dorsal del nervio cubital (flecha amarilla). En su recorrido ascendente, la rama recurrente se anastomosa con una rama perforante (flecha verde) de la AMD. Podemos observar como a lo largo de su recorrido la rama recurrente da ramas perineurales.

5.4 Determinación de otras conexiones vasculares y otras ramas de la 4ª AMD

Durante la disección anatómica de los especímenes se han podido identificar otras conexiones vasculares y otras ramas de la 4ª AMD:

- conexiones con ramas procedentes de la red carpiana dorsal. Estas conexiones se han hallado en un plano profundo al plano de los tendones extensores y justo por encima de los huesos carpianos (Figura 26).

- ramas emitidas en el trayecto de la AMD
 - musculares
 - tendinosas
 - periósticas

- ramas emitidas distalmente al punto de anastomosis de la RCD
 - ramas digitales dorsales
 - ramas comisurales

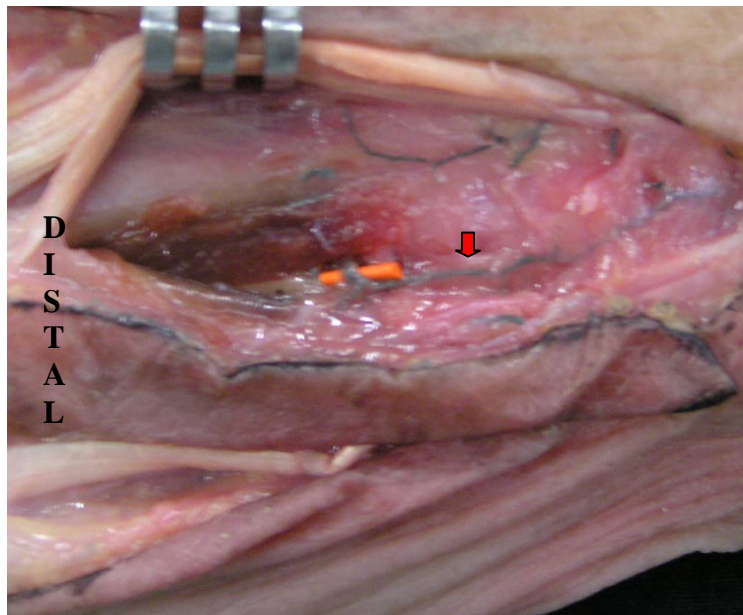


Figura 26. Caso 6. Mano izquierda. Vista dorsal del 4º espacio intermetacarpiano. Podemos observar el punto en el que la RCP (marcador naranja) se hace dorsal a través de los músculos interóseos y como recibe una contribución procedente de la red carpiana dorsal (flecha roja).

- Ramas musculares para los músculos interóseos dorsales:

A nivel del 4º EIMD, se han identificado una media de 3.05 ramas musculares que se originan de la 4ª AMD (Tabla 5) para los músculos IOD (DT: 1,26; rango: 2-7) (Gráfico 1). En el caso de la mano derecha, se han identificado una media de 3.09 ramas musculares (DT: 1,34; rango: 2-7). Para la mano izquierda, con se han identificado una media de 3.00 ramas musculares (DT: 1,18; rango: 2-5). No se ha podido identificar ningún patrón constante de ramificación (Figura 27).

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Musculares	40	2	7	3,05	1,260
N válido (según lista)	40				

Tabla 5. Cuadro resumen de las ramas musculares que hemos identificado en nuestro estudio a nivel del 4º EIMD originándose de la AMD correspondiente.

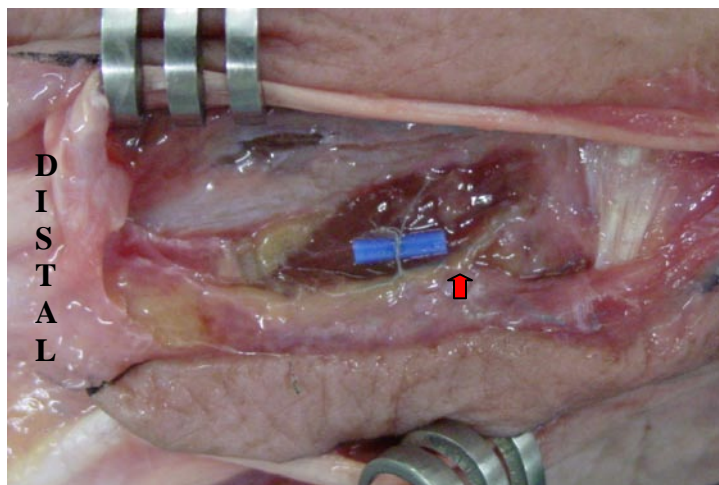


Figura 27. Caso 5. Mano izquierda. El colgajo metacarpiano dorsal ha sido elevado y rechazado hacia dorsal. Podemos observar la presencia de una AMD filiforme (flecha roja) que da origen a una rama muscular (marcador azul) que a su vez se ramifica en pequeñas ramas musculares.

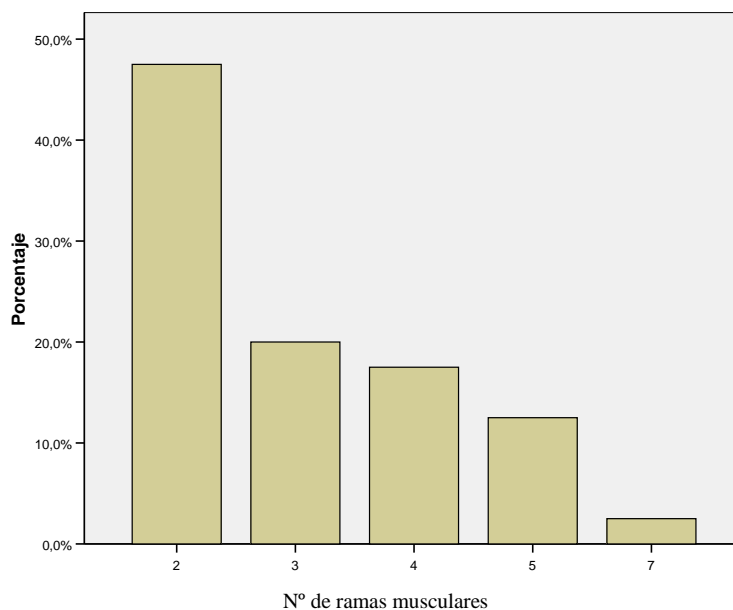


Gráfico 1. Distribución en %, del número de ramas musculares que se originan de la 4ª AMD.

- Ramas tendinosas para los tendones extensores:

A nivel del 4º EIMD, se han identificado una media de 1.73 ramas tendinosas que se originan de la 4ª AMD (Tabla 6) (DT: 0,96; rango: 0-4) (Gráfico 2). En 2 casos no se han podido identificar ramas tendinosas originadas en la 4ª AMD. En el caso de la

mano derecha, se han identificado una media de 1.64 ramas tendinosas (DT: 0,90; rango: 1-4). Para la mano izquierda, se han identificado una media de 1.83 ramas tendinosas (DT: 1,04; rango: 0-4). No se ha podido identificar ningún patrón constante de ramificación (Figura 28).

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Paratenon	40	0	4	1,73	,960
N válido (según lista)	40				

Tabla 6. Cuadro resumen de las ramas tendinosas que hemos identificado en nuestro estudio a nivel del 4º EIMD que se originan de la AMD correspondiente.

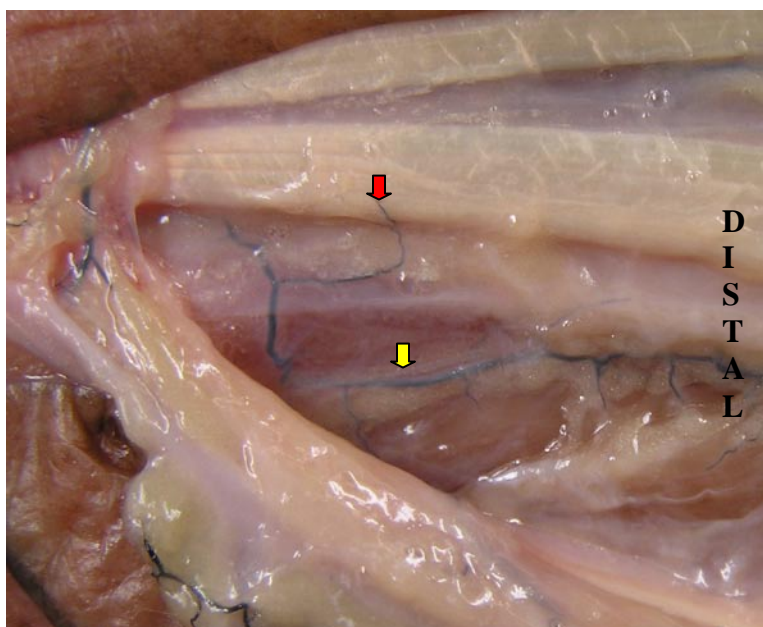


Figura 28. Caso 17. Mano derecha. Vista dorsal cubital del 4º espacio intermetacarpiano. El colgajo metacarpiano dorsal ha sido elevado y rechazado hacia cubital. Podemos observar como a partir de la AMD (flecha amarilla) se origina una rama tendinosa (flecha roja), además de ramas musculares.

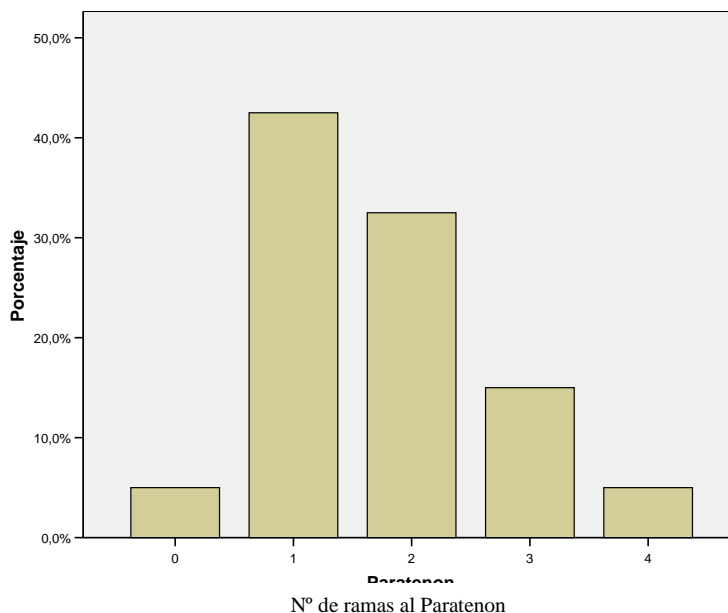


Gráfico 2. Distribución en %, del número de ramas tendinosas que se originan de la 4ª AMD.

- Ramas periósticas para los huesos metacarpianos 4º y 5º:

A nivel del 4º EIMD, se han identificado una media de 2.38 ramas periostales que se originan de la 4ª AMD (Tabla 7) (DT: 0,78; rango: 1-4) (Gráfico 3). En el caso de la mano derecha, se han identificado una media de 2.32 ramas periostales (DT: 0,78; rango: 1-4). Para la mano izquierda, se han identificado una media de 2.44 ramas periostales (DT: 0,78; rango: 1-4). No se ha podido identificar ningún patrón constante de ramificación. Se han observado ramas periostales tanto radiales (para el 4º hueso metacarpiano) como cubitales (para el 5º hueso metacarpiano).

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Periostales	40	1	4	2,38	,774
N válido (según lista)	40				

Tabla 7. Cuadro resumen de las ramas periostales que hemos identificado en nuestro estudio a nivel del 4º espacio intermetacarpiano dorsal que se originan de la AMD correspondiente.

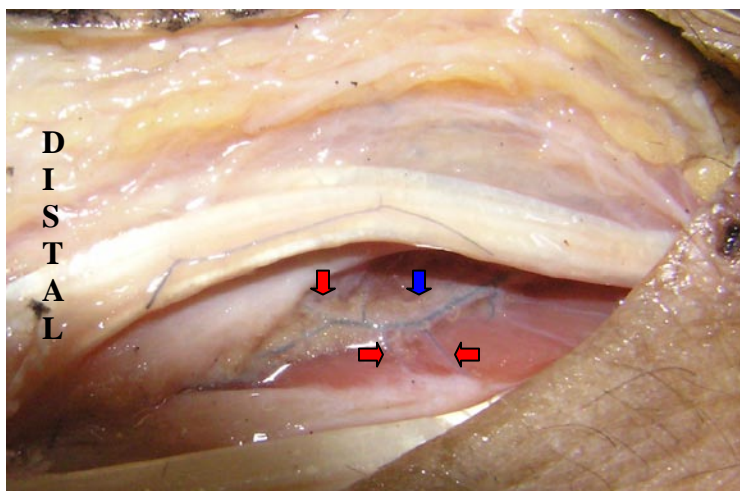


Figura 29. Caso 15. Mano izquierda. Vista dorsal cubital del 4º espacio intermetacarpiano. El colgajo metacarpiano dorsal está elevado y rechazado hacia radial. Podemos observar la presencia de una AMD (flecha azul) que además de ramas musculares da lugar a ramas periosteales (flechas rojas) para el 4º y 5º huesos metacarpianos.

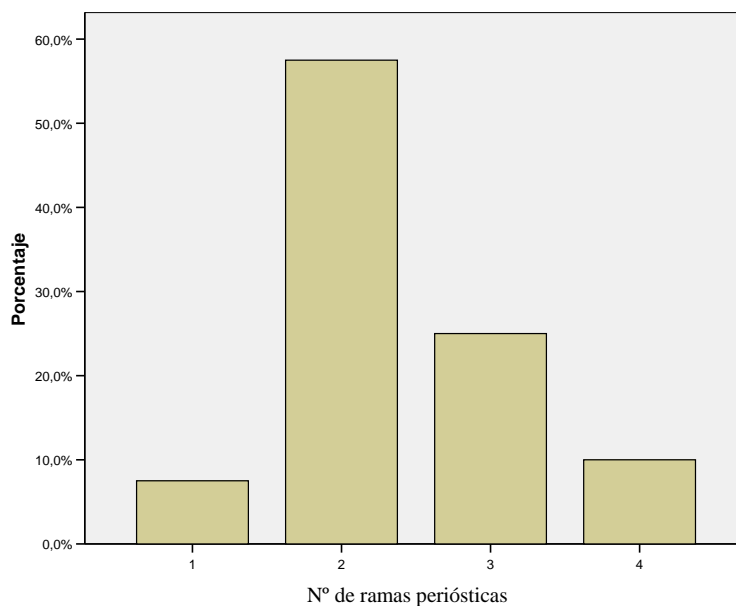


Gráfico 3. Distribución en %, del número de ramas periosteales de la 4ª AMD.

- Ramas digitales dorsales:

Se ha identificado una rama digital dorsal cubital para el 4º dedo y otra rama digital dosal radial para el 5º dedo. Son ramas terminales de la AMD. Se ha observado que, dependiendo de cada caso, estas ramas pueden estar más o menos

desarrolladas, pero han sido un hallazgo constante en nuestras disecciones (Figura 30).

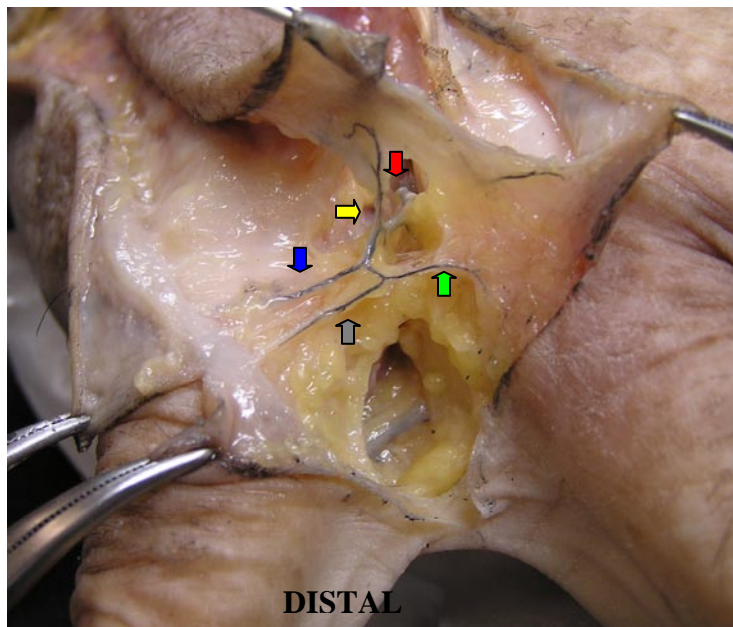


Figura 30. Caso 10. Mano derecha. Visión anterior de la región comisural del 4º espacio interdigital. Podemos observar como a partir de la AMD (flecha roja) se origina la RRD (flecha amarilla), una rama cutánea directa (flecha azul), y dos ramas digitales dorsales, una radial (flecha verde) para el 4º dedo y otra cubital (flecha gris) para el 5º dedo.

- Rama comisural:

Se ha observado una rama comisural originada a partir del punto de bifurcación de la arteria metacarpiana palmar, dirigiéndose hacia dorsal, en un plano muy superficial a nivel del espacio interdigital, para anastomosarse con la rama recurrente distal o bien con la rama comunicante distal. No ha sido un hallazgo constante, identificándose en 32 de los 40 especímenes (80 %) (Figura 31).

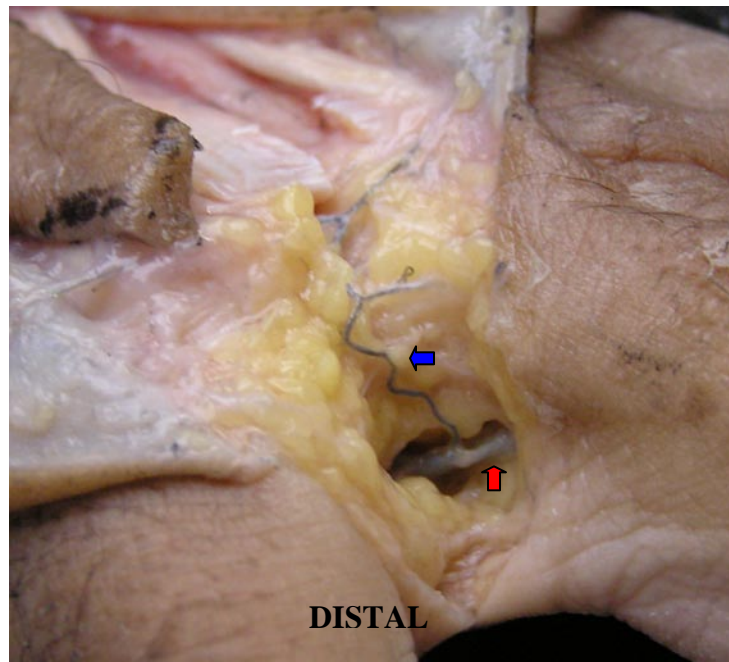


Figura 31. Caso 14. Mano derecha. Visión anterior del 4° espacio interdigital-comisura. El colgajo metacarpiano dorsal ha sido elevado y rechazado hacia cubital. Observamos el origen de la arteria comisural (flecha azul) que se origina en este caso de la arteria digital palmar propia (flecha roja) y se dirige hacia dorsal en un plano muy superficial para anastomosarse con la porción terminal de la AMD.

Caso	Mano	AMD	RCP	RCD	RRD	RCP a ACM (mm)	RCD a AMF (mm)	ADD	Red CD	AC	RM	RPO	RT
1	I	+	+	+	+	10	9	+	+	+	2	2	1
2	D	+	+	+	+	12	12	+	+	+	2	2	1
3	D	+	+	+	+	12	10	+	+	+	3	2	1
4	D	+	+	+	+	9	14	+	+	+	2	3	3
5	I	+	+	+	+	13	9	+	+	+	5	3	1
6	I	+	+	+	+	9	13	+	+	+	2	2	2
7	D	+	+	+	+	12	9	+	+	+	3	2	2
8	D	+	+	+	+	10	10	+	+	+	3	2	1
9	I	+	+	+	+	9	15	+	+	+	2	4	2
10	D	+	+	+	+	12	11	+	+	-	2	2	1

Tabla 8. Cuadro resumen de los resultados obtenidos tras la disección de los 10 primeros casos según la técnica subfascial descrita por Maruyama. AMD: Arteria Metacarpiana Dorsal; RCP: Rama Comunicante Proximal; RCD: Rama Comunicante Distal; RRD: Rama Recurrente Distal; ACM: Articulación Carpo-Metacarpiana; AMF: Articulación Metacarpo-Falángica; ADD: Arterias Digitales Dorsales; Red CD: Red Carpiana Dorsal; RM: Ramas Musculares; RPO: Ramas periostales; RT: Ramas tendinosas; D: Derecha; I: Izquierda; (+): Presencia; (-): Ausencia

Caso	Mano	AMD	RCP	RCD	RRD	RCP a ACM (mm)	RCD a AMF (mm)	ADD	Red CD	AC	RM	RPO	RT
11	I	+	+	+	+	12	10	+	+	+	4	2	2
12	I	+	+	+	+	11	9	+	+	+	2	4	1
13	D	+	+	+	+	13	14	+	+	-	3	2	1
14	D	+	+	+	+	11	13	+	+	+	4	2	1
15	I	+	+	+	+	11	11	+	+	+	2	2	3
16	D	+	+	+	+	12	12	+	+	+	2	3	1
17	D	+	+	+	+	13	9	+	+	+	3	3	2
18	I	+	+	+	+	12	13	+	+	+	3	2	2
19	D	+	+	+	+	10	11	+	+	+	2	2	1
20	D	+	+	+	+	11	11	+	+	-	2	2	1

Tabla 9. Cuadro resumen de los resultados obtenidos tras la disección de los 10 últimos casos según la técnica subfasial descrita por Maruyama. AMD: Arteria Metacarpiana Dorsal; RCP: Rama Comunicante Proximal; RCD: Rama Comunicante Distal; RRD: Rama Recurrente Distal; ACM: Articulación Carpo-Metacarpiana; AMF: Articulación Metacarpo-Falángica; ADD: Arterias Digitales Dorsales; Red CD: Red Carpiana Dorsal; RM: Ramas Musculares; RPO: Ramas periostales; RT: Ramas tendinosas; D: Derecha; I: Izquierda; (+): Presencia; (-): Ausencia.

Caso	Mano	AMD	RCP	RCD	RRD	RCP a ACM(mm)	RCD a AMF(mm)	ADD	Red CD	AC	RM	RPO	RT
21	D	+	+	+	+	11	9	+	+	+	2	1	1
22	I	+	+	+	+	9.5	8	+	+	+	4	2	0
23	I	+	+	+	+	10	10	+	+	-	2	1	1
24	D	+	+	+	+	8	12	+	+	+	2	2	3
25	D	+	+	+	+	9	8	+	+	+	7	1	1
26	D	+	+	+	+	12	11	+	+	+	4	2	4
27	I	+	+	+	+	14	10	+	+	+	5	3	2
28	D	+	+	+	+	12	7	+	+	-	5	2	2
29	I	+	+	+	+	15	10	+	+	+	5	3	2
30	I	+	+	+	+	12.5	14	+	+	-	2	2	3

Tabla 10. Cuadro resumen de los resultados obtenidos tras la disección de los 10 primeros casos según la técnica suprafascial descrita por Quaba. AMD: Arteria Metacarpiana Dorsal; RCP: Rama Comunicante Proximal; RCD: Rama Comunicante Distal; RRD: Rama Recurrente Distal; ACM: Articulación Carpo-Metacarpiana; AMF: Articulación Metacarpo-Falángica; ADD: Arterias Digitales Dorsales; Red CD: Red Carpiana Dorsal; RM: Ramas Musculares; RPO: Ramas periostales; RT: Ramas tendinosas; D: Derecha; I: Izquierda; (+): Presencia; (-): Ausencia

Caso	Mano	AMD	RCP	RCD	RRD	RCP a ACM (mm)	RCD a AMF (mm)	ADD	Red CD	AC	RM	RPO	RT
31	D	+	+	+	+	13.5	11	+	+	+	4	3	2
32	D	+	+	+	+	14	10	+	+	+	5	4	1
33	D	+	+	+	+	12	10	+	+	-	4	4	2
34	I	+	+	+	+	12	9	+	+	+	2	2	2
35	I	+	+	+	+	12	9	+	+	+	4	3	4
36	I	+	+	+	+	11	11	+	+	+	3	2	3
37	D	+	+	-	-	12	-	+	+	+	2	2	1
38	D	+	+	+	+	10	9	+	+	+	2	3	3
39	I	+	+	+	+	10	11	+	+	-	2	3	0
40	I	+	+	+	+	8	12	+	+	+	3	2	2

Tabla 11. Cuadro resumen de los resultados obtenidos tras la disección de los 10 últimos casos según la técnica suprafasial descrita por Quaba. AMD: Arteria Metacarpiana Dorsal; RCP: Rama Comunicante Proximal; RCD: Rama Comunicante Distal; RRD: Rama Recurrente Distal; ACM: Articulación Carpo-Metacarpiana; AMF: Articulación Metacarpo-Falángica; ADD: Arterias Digitales Dorsales; Red CD: Red Carpiana Dorsal; RM: Ramas Musculares; RPO: Ramas tendinosas; D: Derecha; I: Izquierda; (+): Presencia; (-): Ausencia

5.5 Determinación de la presencia y localización exacta de las ramas perforantes cutáneas de la cuarta AMD.

Para nuestro estudio, únicamente se han tenido en cuenta aquellas ramas perforantes que realmente atraviesan la fascia profunda, en este caso la fascia del músculo interóseo dorsal (Figura 32). Todas aquellas ramas cutáneas directas, es decir, ramas que se originan de vasos conocidos y que alcanzan la piel sin atravesar dicha fascia ni músculo, no han sido contabilizadas como ramas perforantes⁷⁵ (Figura 33).



Figura 32. Caso 26. Mano derecha. Vista lateral del 4º EIMD. El colgajo metacarpiano dorsal está elevado y traccionado hacia dorsal. Detalle de una rama perforante cutánea que perfora la fascia profunda del músculo interóseo dorsal antes de ramificarse y penetrar la piel que finalmente vasculariza.

Todas las ramas perforantes identificadas en nuestro estudio han presentado un calibre ente 1,0 y 0,5 mm.

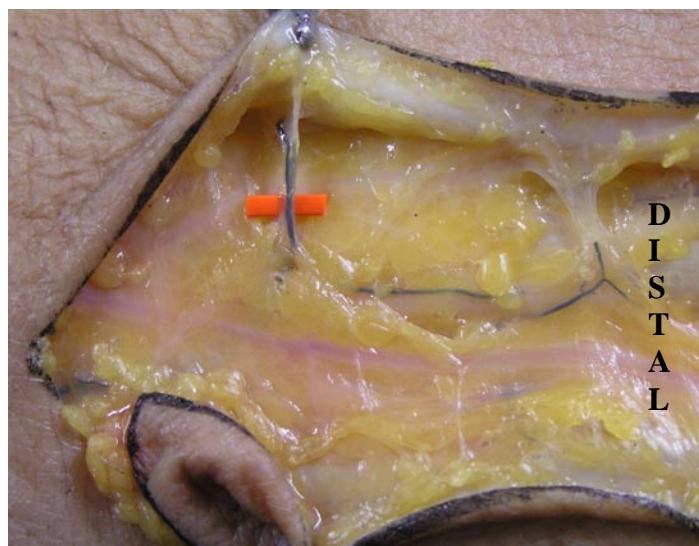


Figura 33. Caso 37. Mano derecha. Vista dorsal del 4º EIMD, distal al pliegue dorsal de la muñeca. Ejemplo de ramas cutáneas directas (marcador naranja) que se hallan en el 4º espacio pero que a efectos de nuestro estudio no se han contabilizado al no ser una rama perforante, es decir que no atraviesan la fascia profunda, ni se originan de la AMD, sino de vasos cutáneos superficiales procedentes del arco dorsal del carpo.

En el 90% de los especímenes (18 de 20) se ha identificado como mínimo una rama perforante, en el 4º EIMD, que atraviesa la fascia del músculo IOD y finalmente alcanza la piel. Se han identificado una media de 1,50 ramas perforantes cutáneas que se originan de la 4ª AMD (DT: 0.946; rango: 0 - 4) (Tabla 12, Gráfico 4).

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
NºPerforantes/4ºEIMD	20	0	4	1,50	0,946
N válido (según lista)	20				

Tabla 12. Cuadro resumen del número de ramas perforantes cutáneas originadas de la 4ª AMD, que hemos identificado en nuestro estudio. Nº: Número; EIMD: Espacio intermetacarpiano dorsal.

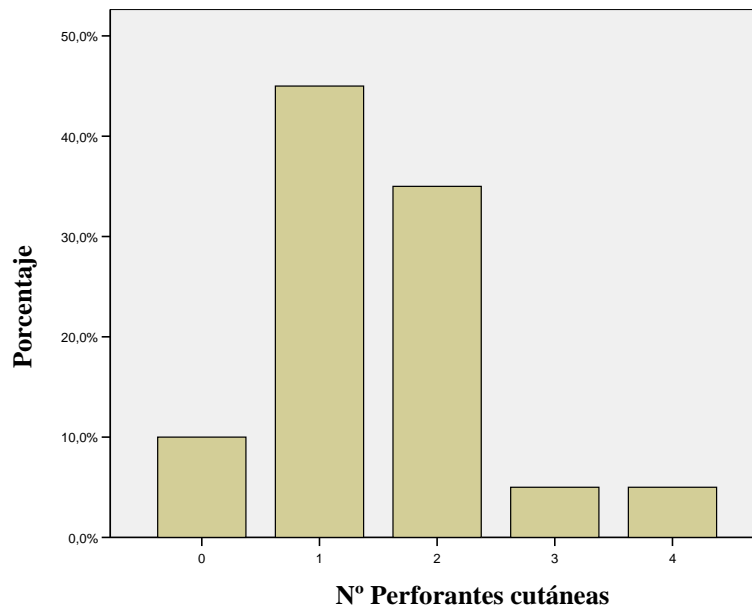


Gráfico 4. Distribución en %, del número de ramas perforantes cutáneas que se originan de la RCP y de la 4ª AMD en nuestro estudio.

En el caso de las manos derechas hemos identificado una media de 1,30 ramas perforantes cutáneas (DT: 0,675; rango: 0- 2), mientras que en el caso de las manos izquierdas hemos identificado una media de 1.70 ramas perforantes cutáneas (DT: 1,16; rango: 0- 4).

En el 10% de los especímenes (2 de 20) no se ha identificado ninguna rama perforante que atravesase la fascia del músculo interóseo dorsal antes de alcanzar la piel. Sin embargo en estos casos, se han identificado ramas cutáneas directas que se originaban de la red carpiana dorsal (Figura 34).

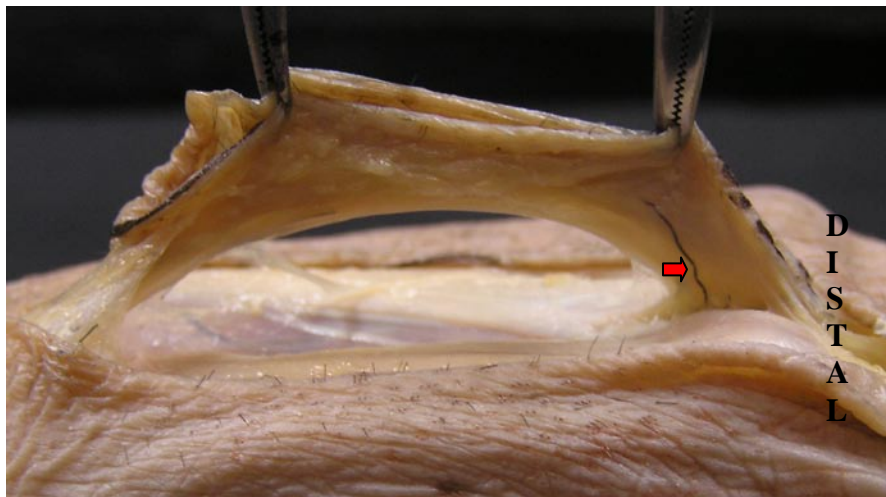


Figura 34. Caso 28. Mano derecha. Vista lateral cubital del 4º EIMD tras la elevación del colgajo metacarpiano dorsal. Se trata del caso en el que no hemos identificado ninguna rama perforante cutánea que atravesara la fascia profunda. En este caso únicamente hemos identificado la rama recurrente distal (flecha roja).

En el 80% de los especímenes (16 de 20) se ha identificado al menos una rama perforante cutánea proximal.

En el 60 % de los especímenes (12 de 20) se ha identificado una rama perforante originada de la RCP (a menos de 1 mm), a una distancia media de 10,87 mm (DT= 2,13; rango: 8-15) de la interlínea articular CMC (Figura 35) A este grupo lo hemos denominado tipo A. En este grupo, la RCP se ha localizado a una distancia media de 10,83 mm (DT= 2,09; rango: 8-15) de la interlínea articular CMC. Dentro de este grupo, el subtipo A1 es el más frecuente (6 de 12) de todos. Este subtipo engloba aquellos especímenes que presentan una única perforante proximal en ausencia de perforantes distales. El subtipo A2 engloba a 4 especímenes (4 de 12), en los que se ha identificado una 2ª rama perforante distal, originada de la 4ª AMD a 14, a 16 (en 2 especímenes) y a 20 mm de la interlínea articular MCF (Figura 36). El subtipo A3 incluye a uno de los especímenes (1 de 12), en el que se han identificado un total de 4 ramas perforantes: 3 perforantes proximales a 12, a 18 y a 23 mm de la interlínea articular CMC y una

perforante distal localizada a 16 mm de la interlínea articular MCF. Finalmente, en el subtipo A4, encontramos un espécimen (1 de 12) en el que se han identificado 2 perforantes cutáneos proximales a 8 y a 10 mm de la interlínea CMC en ausencia de perforante distal. Se da la circunstancia de que la perforante más proximal emerge entre los tendones extensores del 5 ° dedo.

En el 20% de los especímenes (4 de 20) se ha identificado una rama perforante que se origina proximalmente (entre 1-5 mm) a la RCP, localizada a una distancia media de 10,50 mm (DT= 1,00; rango: 10-12) de la interlínea articular CMC. A este grupo lo hemos denominado tipo B. En este grupo, RCP se ha localizado a una distancia media de 13,12 mm (DT= 1,43; rango: 11-14) de la interlínea articular CMC (Figura 37).

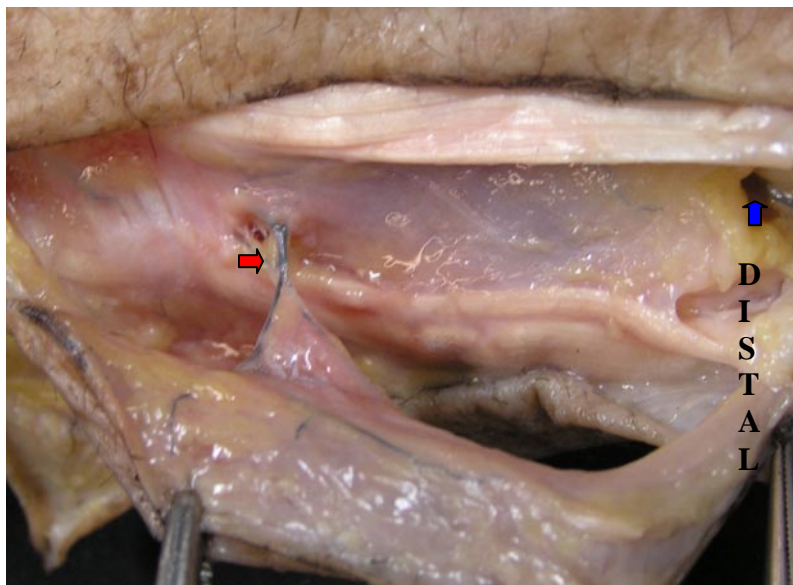


Figura 35. Caso 25. Mano derecha. Vista dorsal radial del 4º espacio intermetacarpiano. Detalle de la única perforante cutánea (flecha roja) que se identifica en este caso. Observamos como perfora la fascia del músculo IOD y posteriormente se ramifica antes de penetrar la piel. En todo el espacio no se identifica ninguna otra rama cutánea, a excepción de la RRD (flecha azul), que al ser una rama cutánea directa no perfora esta fascia. Esta es la disposición que más frecuentemente hemos identificado en nuestro estudio.

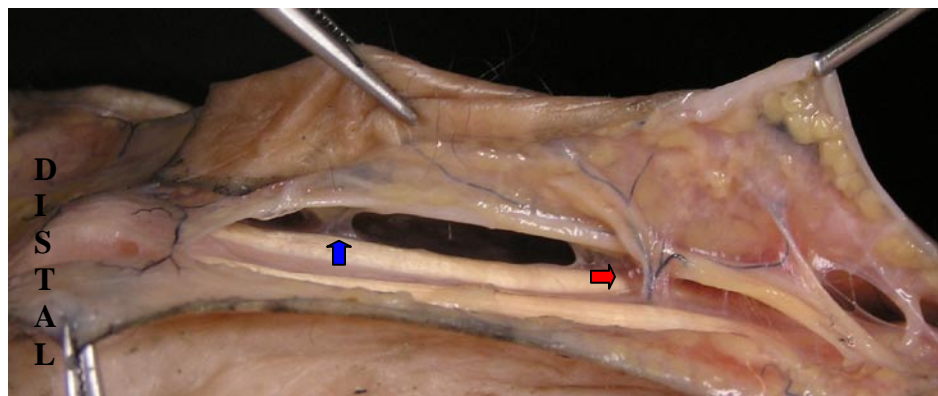


Figura 36. Caso 22. Mano izquierda. Vista lateral cubital del 4º EIMD tras la elevación del colgajo, que está siendo traccionado hacia dorsal. Podemos identificar 2 ramas perforantes cutáneas: una proximal que emerge entre los tendones extensores (flecha roja) y una 2ª rama distal (flecha azul) que emerge proximal a la junta tendinosa.

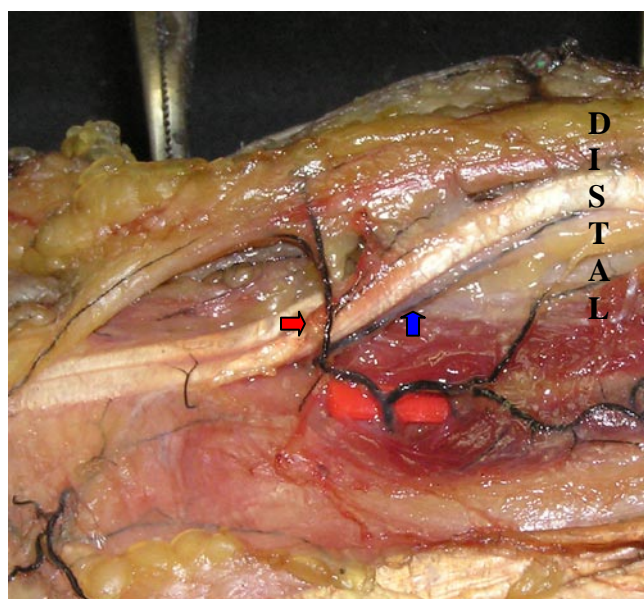


Figura 37. Caso 27. Mano izquierda. Vista lateral radial de la RCP (marcador naranja) en el 4º EIMD. Observamos como en este caso la perforante cutánea (flecha roja) se origina proximalmente a la RCP, y se origina juntamente a una 2ª perforante cutánea (flecha azul).

En 3 especímenes (3 de 4) se ha identificado además una rama perforante distal que se origina de la 4ª AMD, localizada a 20, a 23 y a 27 mm respectivamente de la

interlínea articular MCF. Este grupo ha sido identificado como subtipo B1. Hay un caso entre ellos en el que existen 2 perforantes proximales a 10 y 18 mm de la interlínea articular CMC, y una perforante distal a 24 mm de la interlínea articular MCF, con la particularidad de que una de las perforantes proximales y la distal emergen lateralmente al borde cubital del tendón extensor del 5° dedo (Figura 38). Finalmente, existe un caso en el que hemos identificado 2 perforantes proximales a 10 y a 23 mm de la interlínea articular CMC, en ausencia de perforante distal, que ha sido identificado como subtipo B2.

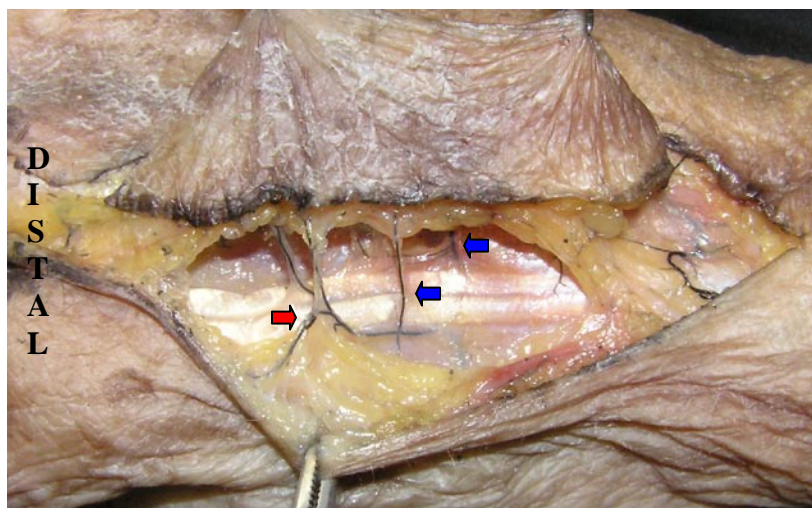


Figura 38. Caso 27. Mano izquierda. Vista lateral cubital del 4º EIMD con el colgajo metacarpiano dorsal elevado. En este caso hemos identificado 3 ramas perforantes cutáneas, 1 distal (flecha roja) y 2 proximales (flechas azules).

En el 10 % de los especímenes (2 de 20) se ha identificado una única perforante cutánea distal a nivel del 4º EIMD, en ausencia de perforantes proximales, localizada a 18 y a 23 mm respectivamente de la interlínea articular MCF, justo proximal al punto en que el tendón del EC para el 5º dedo cruza el EIMD en sentido diagonal, para posteriormente continuar hacia distal junto al extensor propio del 5º dedo (Figura 39, Gráfico 5). Este último grupo lo hemos denominado tipo C.

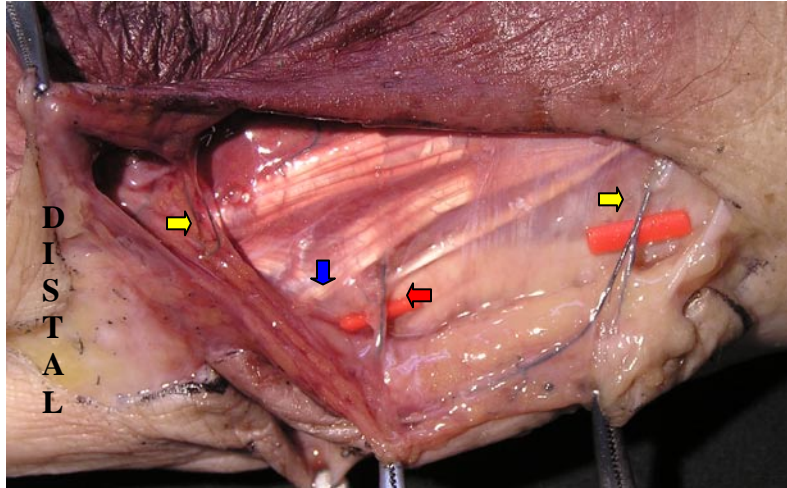


Figura 39. Caso 35. Mano izquierda. Vista dorsal del 4º EIMD. Pobservar como la única perforante (flecha roja) emerge proximal al tendón del EC, en su trayecto oblicuo hacia el 5º dedo (flecha azul). Además de la perforante podemos observar la presencia de ramas cutáneas directas (flechas amarillas).

En total se han identificado 30 ramas perforantes cutáneas procedentes de 20 especímenes, que se originan de la 4ª AMD y perforan la fascia del músculo IOD antes de penetrar la piel (Tabla 13). De ellas, 21 perforantes (70 %) se han originado en la mitad proximal del 4º EIMD y 9 en la mitad distal (30 %) (Gráfico 6).

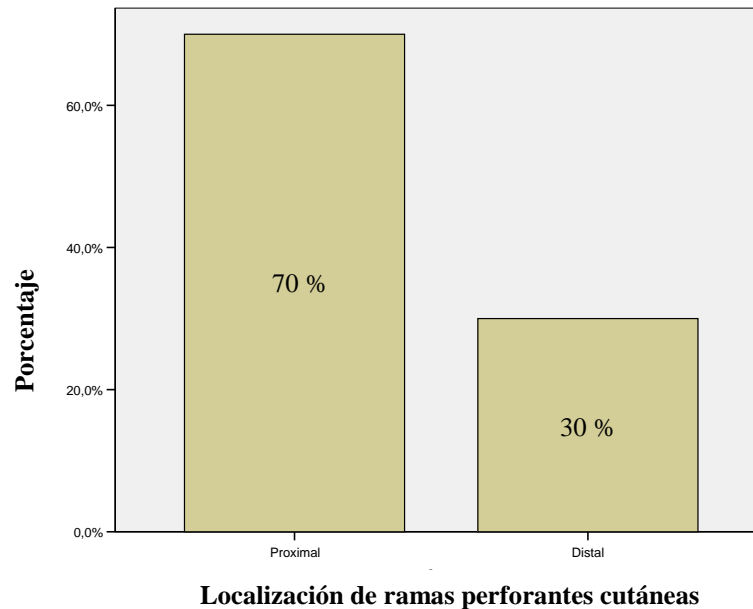
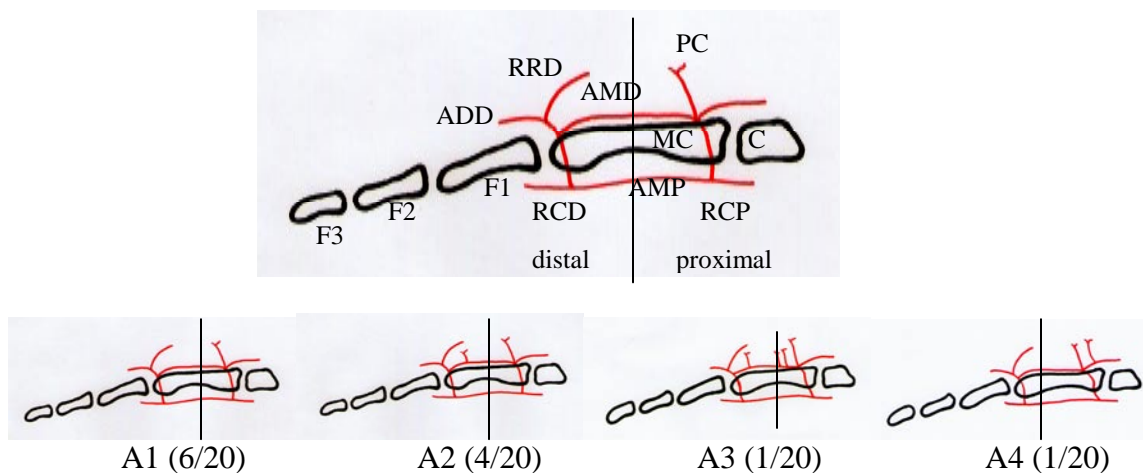
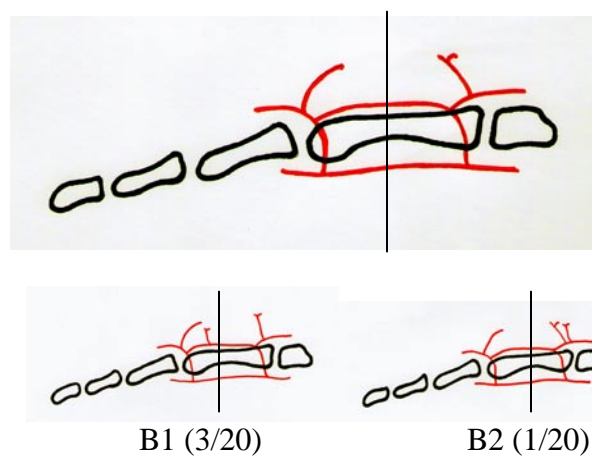


Gráfico 6. Distribución de las ramas perforantes cutáneas originadas en la 4ª AMD en cuanto a su localización en la mitad proximal o distal del dorso de la mano.

Tipo A. Rama perforante cutánea proximal que se origina de la RCP (12/20 casos).



Tipo B. Rama perforante cutánea proximal que se origina proximal a la RCP (5/20).



Tipo C. Ausencia de rama perforante cutánea proximal pero con perforante distal (2/20).

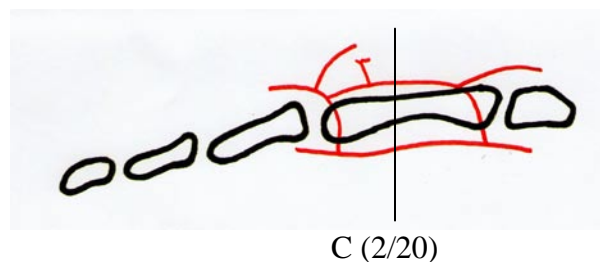


Gráfico 5. Esquema resumen de la distribución de las ramas perforantes cutáneas dorsales en el 4º EIMD. F1: Falange proximal; F2: Falange media; F3: Falange distal; MC: Hueso metacarpiano; C: Huesos del carpo; AMD: Arteria Metacarpiana Dorsal; AMP: Arteria Metacarpiana Palmar; RCP: Rama Comunicante Proximal; RCD: Rama Comunicante Distal; RRD: Rama Recurrente Distal; ADD: Arteria Digital Dorsal; PC: Perforante Cutánea.

Caso	Nº Perforantes Cutáneas	PCP a ACM (mm)	PCD a AMF (mm)
21	2	10 / 23	-
22	2	9.5	14
23	2	8 / 10	-
24	1	8	-
25	1	9	-
26	1	12	-
27	3	10 / 18	24
28	0	-	-
29	1	15	-
30	1	13	-
31	2	10	20
32	2	12	27
33	1	12	-
34	4	12/18/23	16
35	1	-	23
36	0	-	-
37	2	12	20
38	1	-	18
39	1	10	-
40	2	8	16

Tabla 13. Cuadro resumen de las perforantes cutáneas que se han identificado tras la disección de 20 especímenes según la técnica suprafascial descrita por Quaba. ACM: Articulación Carpo-Metacarpiana; AMF: Articulación Metacarpo-Falángica; PCP: Perforante Cutánea Proximal; PCD: Perforante Cutánea Distal; (-): Ausencia.

En la situación más frecuente, se ha identificado una única perforante originada de la RCP que atraviesa la fascia del músculo IOD para posteriormente alcanzar la piel (Tipo A1). Esta situación se ha dado en el 30 % de los especímenes (6 de 20) (Figura 40).

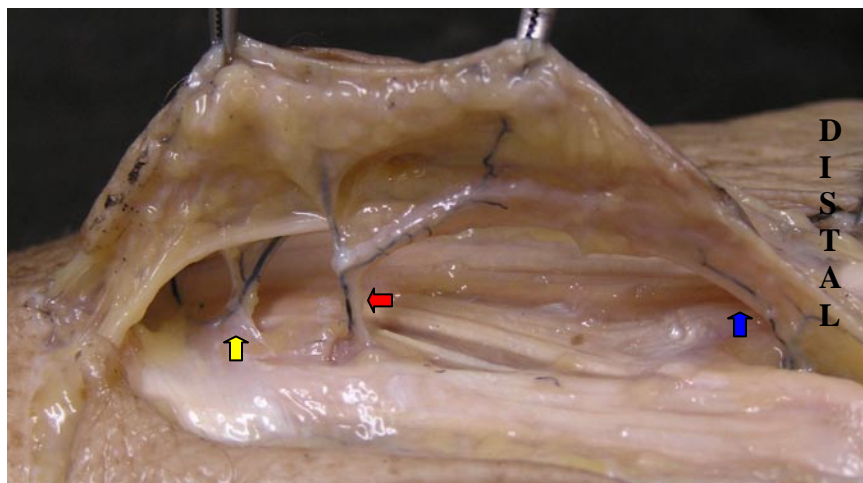


Figura 40. Caso 24. Mano derecha. Vista lateral cubital del 4º EIMD tras la elevación del colgajo metacarpiano dorsal. Detalle de la situación más frecuente, en el que encontramos la presencia de una única perforante cutánea proximal (flecha roja) que perfora la fascia del músculo IOD antes de ramificarse y penetrar la piel, junto a una RRD (flecha azul) y un número variable de ramas cutáneas directas que proceden del arco dorsal del carpo (flecha amarilla).

Desde su punto de origen, se ha observado la rama perforante atravesando la fascia del músculo IOD, ramificándose y adoptando una trayectoria en sentido proximal o distal, por una distancia variable, justo por encima de la fascia antes de penetrar la piel. Durante el recorrido suprafascial de la rama perforante, ésta se ha visto relacionada íntimamente con la rama arterial que acompaña a la rama sensitiva dorsal del nervio cubital, viajando paralelamente a ella o incluso anastomosándose con la red vascular perineural (Figura 41).

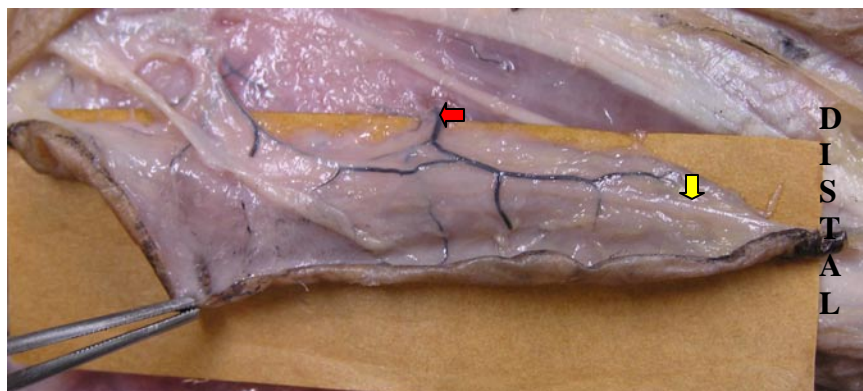


Figura 41. Caso 26. Mano derecha. Vista dorsal del 4º EIMD, con el colgajo metacarpiano dorsal elevado y evertido hacia cubital. Detalle del origen de la perforante cutánea (flecha roja) a través de la fascia del músculo IOD, bifurcándose posteriormente en una rama ascendente y otra descendente, acompañando el recorrido de la rama sensitiva dorsal del nervio cubital (flecha amarilla).

En seis casos se han podido identificar, a nivel del 4º EIMD, conexiones vasculares entre la RRD y las ramas perforantes cutáneas (Figura 42).

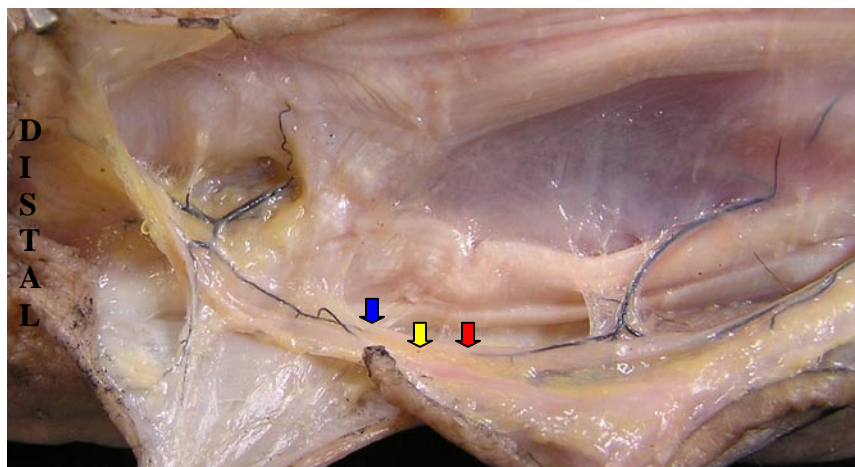


Figura 42. Caso 30. Mano izquierda. Vista dorsal radial del 4º EIMD. El colgajo ha sido elevado y rechazado hacia cubital. Podemos observar, por un lado, como la RRD (flecha azul), una vez se refleja sobre la expansión tendinosa del extensor común para el 5º dedo se dirige en sentido proximal. Por otro lado podemos observar una rama descendente que se origina a partir de una perforante cutánea (flecha roja). Ambas ramas siguen un curso paralelo a la rama sensitiva dorsal del nervio cubital. Aunque existe una pequeña falta de repliación (flecha amarilla), pudimos comprobar como ambas ramas se anastomosan.

Hemos observado la rama perforante cutánea proximal alcanzando la piel entre los tendones del extensor propio del 5° dedo y la expansión tendinosa para el 5° dedo del extensor común, sin embargo la rama perforante cutánea distal alcanza la piel entre los tendones para 4° y 5° dedos del extensor común (Figura 43). En seis casos, la rama perforante cutánea alcanzó la piel pasando a través de los dos fascículos tendinosos del extensor propio del 5° dedo (Figura 44), y en un caso, la rama perforante alcanzó la piel pasando lateralmente al borde cubital del tendón del extensor propio del 5° dedo, tras cruzar por debajo del mismo (Figura 38).

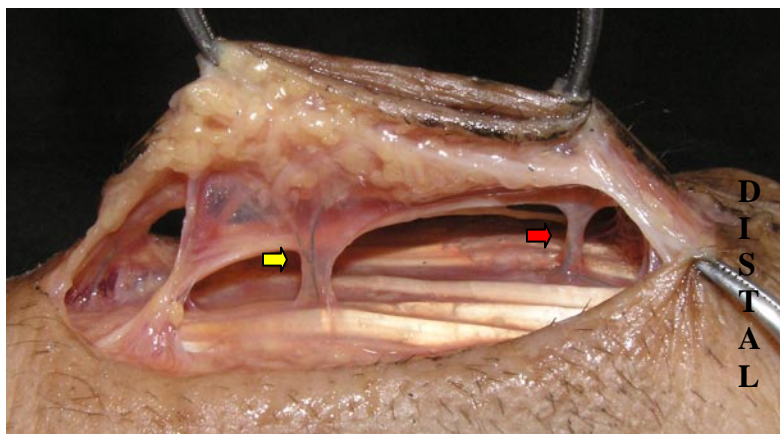


Figura 43. Caso 32. Mano derecha. Vista dorsal cubital del 4° EIMD con el colgajo metacarpiano dorsal elevado y traccionado hacia dorsal. Hemos identificado 2 perforantes cutáneas, una proximal (flecha amarilla) y otra distal (flecha roja). La perforante distal emerge entre los tendones extensores del 4° y 5° dedos del extensor común, mientras que la perforante proximal emerge entre los 2 fascículos tendinosos del extensor propio del 5° dedo.

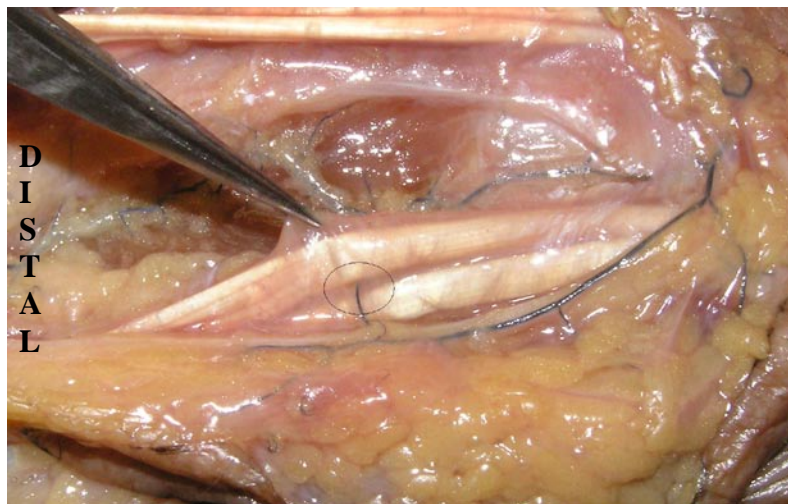


Figura 44. Caso 29. Mano izquierda. Vista dorsal del 4° EIMD con el colgajo metacarpiano dorsal elevado y rechazado hacia cubital. Detalle (círculo) de cómo la rama perforante cutánea, tras perforar la fascia del músculo IOD, atraviesa los 2 fascículos tendinosos del extensor propio del 5° dedo, antes de alcanzar la piel. En este caso se anastomosa con una rama cutánea directa procedente del arco dorsal del carpo.

6. DISCUSIÓN

Determinación de la presencia o ausencia de la arteria metacarpiana dorsal (AMD) a nivel del 4º espacio. En el caso de que existiera la arteria, determinar el plano de localización de dicha arteria en relación a la fascia del músculo interóseo dorsal; y de si su calibre permite la disección a lo largo de toda su longitud desde proximal a distal.

El dorso de la mano, especialmente los EIMD, ha sido considerado clásicamente como una zona donante muy útil^{20,48,51,52} para obtener colgajos que se han utilizado para la reconstrucción de la mano y los dedos, debido a su rica vascularización^{48,65}. Sin embargo, no todos los espacios han tenido la misma popularidad a lo largo de la historia. Clásicamente, han sido el 1º y el 2º, los espacios que han tenido más prestigio a la hora de ser utilizados como zonas donantes, debido a que el resto de los espacios intermetacarpianos no eran fiables desde el punto de vista de la vascularización^{17,56,58,63}. A pesar de ello, existen en la literatura médica varios autores^{53,61,62} que han realizado con éxito colgajos basados en el 3º y 4º espacios intermetacarpianos.

En todos los casos estudiados en nuestro trabajo, hemos podido identificar la AMD a nivel del 4º espacio. Si bien el calibre de la arteria puede ser inferior al resto de las AMD de los otros espacios, la arteria del 4º espacio ha sido un hallazgo constante en cada una de nuestras disecciones anatómicas. Nuestros hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Olave et al⁶⁸ tras 50 disecciones de manos, Vuppapapati et al⁶² tras ocho disecciones de manos, Omokawa et al⁷¹ tras 20 disecciones de manos y Lai-jin y Xu⁵³ tras 153 casos clínicos, quienes identificaron la 4ª AMD en el 100% de sus preparaciones. Benito et al⁶¹ presentó un trabajo anatómico-clínico basado en 10

disecciones anatómicas, y nueve casos clínicos de reconstrucción de mano y dedos mediante colgajo metacarpiano dorsal reverso del 4º EIMD. En el estudio anatómico, el 90% de los especímenes presentaban la arteria correspondiente. En el estudio clínico, en los nueve casos presentados se identificó la AMD. Los resultados presentados por de Rezende et al⁷⁰ son compatibles con los resultados de Benito et al, al identificar la 4ª AMD en el 92,3% de los casos. Sin embargo, estos resultados contrastan con los resultados obtenidos por otros autores, según los cuales la prevalencia de dicha arteria resulta ser muy inferior. Para Coleman y Anson⁶³, la arteria está ausente en el 17,3% de los casos; para Adachi⁶³ la 4ª AMD está ausente en el 30% de los casos; Braun⁵⁵ identificó la arteria sólo en 8 de las 29 disecciones anatómicas (27,6 %); para Chang et al⁵⁶ la arteria se halla ausente entre el 10-20% de los casos; Healy et al⁶⁶ estudió la prevalencia de la arteria mediante Doppler de onda pulsada de alta frecuencia, cifrándola en un 74%; mientras que Dautel y Merle⁵⁵ hablan simplemente de una arteria inconstante sin dar más detalles. Valenti et al³⁴ va más allá, al afirmar que en muchas ocasiones, la 4ª AMD se halla sustituida por una red vascular anastomótica, corroborado posteriormente por Santa-Comba et al⁵⁸. Este hallazgo sin embargo, no ha sido confirmado por nuestro estudio.

Otro aspecto controvertido en la literatura médica hace referencia al plano de localización de la AMD, en concreto la 4ª AMD. En nuestras disecciones, la arteria se ha localizado en un plano subfascial (Figura 28) por debajo de la fascia del músculo IOD y por encima de sus fibras musculares, coincidiendo con los hallazgos anatómicos previos de Quaba y Davison⁵¹, Maruyama⁵², Valenti et al³⁴, Cormack y Lamberty⁴⁸, Benito et al⁶¹, de Rezende et al⁷⁰, Vuppapapati et al⁶² y Lai-jin y Xu⁵³. Earley y Milner⁵⁰ afirmaron

que, al menos en el 1º y 2º espacios, la AMD discurría por la fascia del músculo IOD, envuelta en ella; este dato fue corroborado posteriormente por Katerinaki y Chakrabarty³⁰ y Omokawa et al⁷¹ para el resto de los EIMD. Otros autores como Dautel y Merle^{54,55}, Santa-Comba et al⁵⁸ y Uysal et al⁶⁹ afirmaron que cuando la AMD existe, ésta discurre por encima de la fascia, localizándose en un plano suprafascial. Chang et al⁵⁶ fueron más allá en esta discusión, y afirmaron que la AMD podía encontrarse indistintamente por debajo o por encima de la fascia del músculo IOD. Tampoco hemos identificado ningún caso de sistema arterial doble, por encima y por debajo de la fascia tal y como lo describieron Dautel y Merle⁵⁵.

En la mayoría de nuestras disecciones, el calibre de la AMD ha resultado ser constante desde su origen hasta su porción más distal, siendo disecable bajo magnificación en toda su longitud. Estos hallazgos coinciden con los resultados presentados por Vuppalapati et al⁶². Sin embargo, aproximadamente en el 40% de los casos, la arteria tiende a disminuir su calibre a medida que se va haciendo más distal, llegando a ser filiforme y dificultando su disección incluso bajo magnificación, tal y como introdujeron previamente Olave et al⁶⁸ y Lai-jin y Xu⁵³. En estos casos, hemos observado que el calibre de la AMD vuelve a incrementarse una vez que se anastomosa con la RCD, procedente de la circulación volar (Figura 14).

Determinación de la presencia y localización exacta de las ramas comunicantes proximales en relación a la articulación carpometacarpiana, y de las ramas comunicantes distales en relación a la articulación metacarpofalángica.

El hallazgo de una RCP y otra RCD, que permiten la conexión vascular entre el territorio vascular palmar y dorsal, ha sido una constante en nuestras disecciones anatómicas, y resulta totalmente congruente con las principales referencias que existen en la literatura médica^{8,9,11-13,63,70}. Únicamente hemos identificado un caso con ausencia de la RCD. Sin embargo, hay autores como Olave et al⁶⁸, Uysal et al⁶⁹ y Lai-jin y Xu⁵³, que describen para cada espacio, una única rama perforante con un calibre superior al de la propia AMD, que se origina del arco palmar profundo y atraviesa el músculo IOD por la parte más proximal de los EIMD, al cual irriga, antes de originar la AMD. Este dato contrasta con el estudio presentado por Yang y Morris^{33,76}, para quienes en cada EIMD existe de 1 a 2 ramas comunicantes, y estas ramas se localizan habitualmente a nivel del cuello del hueso metacarpiano.

Para Olave et al⁶⁸, la AMD nace del arco dorsal del carpo y en su camino en sentido distal recibe una anastomosis procedente de la RCP. Para estos autores, la contribución de estos vasos comunicantes a la formación de la AMD varía en función del espacio intermetacarpiano. De esta manera, en el caso de la 4ª AMD, ésta procede exclusivamente de los vasos comunicantes en el 30% de los casos, y en el 48% de los casos la AMD se origina mayoritariamente de los vasos comunicantes y tan sólo recibe

una pequeña contribución procedente del arco carpiano dorsal. Estos hallazgos coinciden con nuestras observaciones en gran medida.

En su trabajo, Coleman y Anson⁶³ hacen referencia al trabajo de Fracassi, para quien “esta perforante proximal es la que con más frecuencia da origen a la AMD”. Para Coleman y Anson, el objetivo de este sistema de vasos comunicantes es la de nutrir el dorso de la mano. Para Von Meyer⁶³, desde el punto de vista embriológico, las ramas perforantes (comunicantes) constituyen la única fuente de las AMDs. Sin embargo, para la anatomía clásica, la AMD se origina del arco dorsal del carpo^{8,9,11-13}. Algunos autores como Yang y Morris^{33,76} han defendido esta posibilidad basándose en sus estudios anatómicos y angiográficos.

A partir de nuestras disecciones, hemos observado que en prácticamente todos los casos el calibre de la AMD es similar o incluso inferior al de la RCP procedente de la circulación volar, tal y como lo describió previamente Uysal et al⁶⁹. Si nos fijamos con detalle en el origen de la RCP, podemos observar como atraviesa el espacio entre los músculos interóseos haciéndose dorsal desde su origen volar, y como a continuación se continúa con la AMD. En el momento en el que la rama comunicante se hace dorsal, recibe una pequeña contribución procedente de la red carpiana dorsal, que literalmente desemboca en la rama comunicante formando una horquilla. Es más, en ocasiones parece como si la rama comunicante proximal, una vez se hace dorsal, se dividiera en 2 ramas, una distal que origina la AMD y otra rama proximal que se anastomosa con ramas procedentes del arco dorsal del carpo (Figura 16). Por todo ello, estamos de acuerdo con Olave et al⁶⁸ al considerar que el origen real y principal de la 4ª AMD es la RCP en lugar de la red carpiana dorsal, tal y como habían sugerido previamente otros autores^{48,53,63,71}.

Al observar con atención el origen de la RCD en nuestras disecciones podemos llegar a una conclusión muy parecida a la que hemos llegado para la RCP. Cuando la rama comunicante se hace dorsal desde su origen palmar, no lo hace con una orientación perpendicular hacia la AMD, si no que lo hace con una orientación oblicua hacia distal. De esta manera, la porción distal de la AMD desemboca en la RCD formando una especie de horquilla (Figura 15).

Según estos datos podríamos pensar que la circulación del dorso de la mano tiene una distribución segmentaria que depende en gran medida de la circulación palmar de la mano. Así la vascularización de la mitad proximal del dorso de la mano depende de la RCP y de su rama terminal, la AMD; por otro lado, la vascularización de la mitad distal del dorso de la mano depende de la RCD y de sus ramas terminales. En realidad, es un esquema muy parecido al que presentaron Yang y Morris^{33,76}. Estos autores realizaron un estudio anatómico y angiográfico en el que destacaban que el dorso de la mano tiene una doble irrigación: una proximal dependiente de las AMDs y una distal dependiente de los vasos comunicantes distales procedentes del arco palmar profundo. Cada rama comunicante se continúa con las ramas digitales dorsales que a su vez se anastomosan con ramas dorsales de las arterias digitales palmares.

Hemos podido comprobar que las ramas comunicantes proximal y distal, que de alguna manera marcan el origen y final de la AMD, en su camino desde la región palmar de la mano hacia la región dorsal, se hallan pegadas al borde cubital del 4° hueso

metacarpiano. Si tenemos en cuenta que según Uysal et al⁶⁹, la 4ª AMD discurre distalmente pegado al borde cubital del 4º hueso metacarpiano, nuestros hallazgos son congruentes con los hallazgos previos.

Determinación de la presencia de la rama cutánea recurrente distal descrita inicialmente por Quaba.

En nuestras disecciones anatómicas, la RRD fue un hallazgo constante, al igual que en las descripciones previas realizadas por otros autores^{30,48,51,62,65,70}. El único caso en el que no hemos podido identificar la RRD ha sido en el espécimen sin RCD. Sin embargo, Vuppalapati et al⁶² presenta en su estudio una prevalencia de la rama recurrente del 87,5% de los especímenes. La mayoría de los autores no especifican la prevalencia de dicha rama en sus estudios.

Hemos podido observar que esta rama se origina a partir de la cara dorsal de la RCD o bien en un punto distal de la anastomosis entre la AMD y la propia RCD, pero siempre distalmente al tendón del extensor común para el 5º dedo. En el trabajo de Quaba⁵¹, el autor identificó esta rama de entre un ramillete que se originaba distalmente a la juntura tendinosa, ente 5 y 10 mm proximal a la AMF, a partir de la AMD, y en su ausencia de la RCD. Cormack y Lamberty⁴⁸, Katerinaki y Chakrabarty³⁰ y Vuppalapati et al⁶² también localizaron el origen de la rama recurrente a 10 mm proximal a la AMF, siendo este el punto de rotación del colgajo que realizaban basado en esta arteria. En el estudio de Rezende et al⁷⁰, la localización de la rama recurrente fue más proximal que en

el resto de los estudios, localizándose a 12 mm de la AMF. Existe consenso entre los autores anteriormente citados y nuestros hallazgos anatómicos sobre el recorrido y la disposición de la rama. La rama recurrente penetra la base del colgajo reflejándose sobre el tendón del extensor común para el 5º dedo (o la juntura tendinosa) a modo de polea y “recurre” proximalmente en íntima relación con la rama dorsal del nervio cubital. La trayectoria de la rama recurrente se engloba en un plano superficial al plano de los tendones extensores y la fascia profunda, lo cual simplifica la disección y minimiza la morbilidad de la zona donante^{30,48,62,70}. Vuppalapati⁶² describe que esta rama recurrente es la única rama dorsal significativa y se anastomosa con ramas procedentes de la red carpiana dorsal a nivel del tercio medio del dorso de la mano.

Como podemos observar, la localización de la RRD puede oscilar entre 5 mm y 12 mm proximal a la AMF, según diferentes autores^{30,48,51,62,70}. Por ello, definir cuantitativamente la localización más o menos exacta de la RRD en relación a un punto de referencia, en este caso la AMF, tiene más valor descriptivo que clínico. En la práctica clínica, resulta más fiable localizar en cada caso el tendón del extensor común para el 5º dedo (o la juntura tendinosa) mediante palpación, realizando la flexión de la AMF, que medir una distancia constante en relación a dicha articulación. Una vez localizado este punto, sabemos que la RRD se encuentra justamente distal al reborde del tendón.

Determinación de las conexiones vasculares y de otras ramas de la 4ª AMD

Ramas musculares.

Varios han sido los autores^{56,69,77} que han estudiado la vascularización de los músculos intrínsecos de la mano, especialmente los interóseos. En los estudios de Weinzweig et al⁷⁷, los autores tampoco observaron ningún patrón axial ni segmentario de vascularización de los músculos interóseos anterior y dorsal, destacando una importante contribución del arco palmar profundo en la vascularización de estos músculos a través de las ramas comunicantes. Estos resultados coinciden a su vez con los reportados por Uysal et al⁶⁹, quienes afirmaron que las ramas comunicantes (o “perforantes”) emiten ramas que nutren los músculos interóseos mientras atraviesan el propio músculo. Sin embargo, Uysal sí que observó una distribución segmentaria de ramas que se originan de la AMD, e irrigan los músculos interóseos dorsales. En algunas de nuestras disecciones sí que hemos observado ramas musculares que se originan directamente de la rama comunicante, durante su paso a través del espacio intermetacarpiano, pero que no han sido contabilizados al no ser ramas que se originaban de la AMD. En los estudios de Dautel y Merle⁵⁵, los autores describen al igual que Uysal, la irrigación de los músculos interóseos a partir de 2 ramas que se originan de la RCP, una para cada cabeza del músculo. Esta vascularización aporta sangre suficiente a los músculos y permite obtener colgajos musculares en isla con un pedículo proximal.

Por su parte, los estudios de Chang et al⁵⁶ estaban dirigidos a determinar si el sacrificio de las AMD durante la elevación de un colgajo podía producir algún tipo de

secuela a nivel de la zona donante. Según este estudio, el sacrificio de la AMD, no produce ningún tipo de secuela funcional que pueda afectar a los músculos intrínsecos correspondientes.

En ninguno de los estudios precedentes, existe referencia alguna en cuanto al número de ramas musculares que se originan de la AMD para los músculos IOD, no pudiendo contrastar los resultados obtenidos en nuestro estudio.

En nuestras disecciones se han encontrado una media 3.05 ramas musculares (rango 2-7) para los IOD a nivel del 4º EIMD, que se originan a partir de la AMD correspondiente. No hemos observado ningún patrón constante de ramificación.

Ramas tendinosas.

Varios autores^{51,54,55,62,78,79} han descrito la posibilidad de utilizar un colgajo compuesto cutáneo-tendinoso pero sin llegar a realizar una descripción anatómica concreta de las ramas tendinosas. Algunos de estos autores destacan la importancia de una disección cuidadosa para incluir, sin dañar, las pequeñas ramas tendinosas que se originan a partir de la AMD para el paratenon de los tendones extensores. En los estudios de Dautel y Merle⁵⁵, las ramas colaterales de la AMD contribuyen a la vascularización de los tendones extensores, a partir de pequeñas ramas que se disponen en forma de escalera. Para los autores estas ramas permiten obtener colgajos compuestos, y por lo tanto, la AMD y sus ramas tendinosas deberían incluirse en el colgajo para poder garantizar su viabilidad. Sin embargo, resulta innecesario incluir la AMD en el colgajo para garantizar

la viabilidad del mismo, si nos atenemos a los trabajos de Quaba y Davison⁵¹ y Can Cedidi et al⁷⁸. Estos hallazgos son coincidentes con los resultados de Gajisin et al⁸⁰, para quienes las arterias digitales palmares propias constituyen la fuente principal de vascularización del aparato extensor de los dedos. La parte proximal de los tendones recibe una contribución menor procedente de las AMDs. Este dato explicaría el escaso número de ramas tendinosas identificadas en nuestro estudio, y por otro lado reforzaría el trabajo de Quaba y Davison⁵¹, y Can Cedidi et al⁷⁸. Para Gajisin et al⁸⁰, la superficie dorsal del aparato extensor está menos vascularizada y posee una red arterial que se origina en los arcos digitopalmares, que a su vez son ramas de las arterias digitales palmares propias; la superficie palmar se vasculariza a partir de ramas que se originan de las ramas dorsales de los arcos digitopalmares y a partir de ramas colaterales que se originan de la red periostal.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio discrepan con los resultados que presentaron Lai-jin y Xu⁵³ en su estudio, quienes identificaron una media de 3,4 ramas tendinosas a nivel del 4º EIMD. La discrepancia se puede deber a que el autor haya incluido ramas cutáneas directas que se originan del arco dorsal del carpo, y que en su camino hacia la piel entran en íntimo contacto con el paratenon del aparato extensor.

En nuestro estudio hemos podido identificar una media de 1.73 ramas tendinosas (rango 0-4) que se originan de la 4ª AMD. No hemos podido identificar ningún patrón constante de ramificación a este nivel. A tenor de estos resultados y teniendo en cuenta que el tercio distal de la mano parece estar mejor vascularizado, estamos de acuerdo con

Gajisin et al⁸⁰, al considerar que la vascularización del aparato extensor de los dedos depende en gran medida de la circulación volar.

Ramas periostales.

Las ramas periostales que nutren los huesos metacarpianos no han sido objeto de estudio pormenorizado en la literatura médica.

Dautel y Merle⁵⁵ observaron que la red metacarpiana dorsal contribuye a la vascularización del hueso metacarpiano. En 30 disecciones, los autores no identificaron una arteria nutricia diafisaria que se originara de la AMD. Estos autores observaron un número reducido de ramas originadas en la red metacarpiana dorsal y dirigidas hacia el periostio de los huesos metacarpianos. Para los autores, la única condición para garantizar la viabilidad del colgajo era mantener la continuidad entre la fascia del músculo interóseo y el colgajo óseo.

Uysal⁶⁹ observó que los huesos metacarpianos reciben la vascularización a partir de pequeñas ramas periostales procedentes de las AMD, que se originan en su borde cubital.

Santa-Comba et al⁵⁸ presentaron un colgajo compuesto osteocutáneo basado en las ramas periostales de la 4ª AMD incluyendo un fragmento de hueso metacarpiano corticoesponjoso. Los autores incluyeron la arteria en el colgajo con la intención de

englobar las conexiones vasculares. Sin embargo, no realizaron ninguna descripción de estas ramas periostales.

Se han descrito colgajos óseos basados en la AMD y sus ramas periostales para los huesos metacarpianos, para la reconstrucción de defectos locales a nivel de los huesos del carpo. Estos colgajos están basados fundamentalmente en la 2ª AMD^{59,60}. Según Dautel y Merle⁵⁵, la porción más distal de la AMD rodea el cuello del 2º hueso metacarpiano íntimamente adherido al periostio, proporcionando una vascularización directa. Sin embargo, esta observación no se ha podido comprobar para el resto de los huesos metacarpianos.

Nuestros resultados en cuanto al número de ramas periostales a nivel del 4º espacio intermetacarpiano dorsal discrepan con los resultados presentados por Lai-jin y Xu⁵³ en su estudio. Los autores identificaron una media de 1,6 ramas periósticas a nivel del 4º EIMD. Si bien la diferencia no es muy significativa, cabe pensar que atendiendo a la descripción de Lai-jin, el colgajo compuesto osteocutáneo no es muy seguro a nivel del 4º espacio debido al escaso número de ramas periostales identificadas.

En nuestro estudio hemos identificado una media de 2,38 ramas periostales (rango 1-4) que se originan de la 4ª AMD. No se ha podido identificar ningún patrón de ramificación estable, aunque Vuppalapati et al⁶² describieron una ramificación periostal segmentaria procedente de la AMD. Creemos que para la obtención de colgajos compuestos osteocutáneos es necesario incluir la AMD en el colgajo, así como el mayor número de ramas periostales para garantizar la viabilidad del colgajo. Al no haberse

apreciado ningún predominio de ramas periostales radiales o cubitales, sería posible obtener el fragmento óseo procedente del 4° o del 5° hueso metacarpiano indistintamente. Teniendo en cuenta que la AMD discurre próximo al borde cubital del 4° hueso metacarpiano, desde el punto de vista de la vascularización, sería más conveniente optar por éste.

Arterias digitales dorsales

Clásicamente, se describen las arterial digitales dorsales como ramas terminales de la AMD^{8,9,11,13,33,35,48,63,69,76,81}. Sin embargo, existen varias referencias en la literatura médica acerca de que las arterias digitales dorsales no se hallan como tales, sino que se presentan en forma de una red vascular que se extiende por el dorso de la falange proximal^{50,55}, y que en caso de encontrarse como ramas arteriales definidas no se extienden más allá de la base de la falange proximal^{34,48,67}.

En todas nuestras disecciones hemos podido identificar una arteria digital dorsal cubital y otra radial, que se originan de la AMD o directamente de la RCD, en forma de ramas terminales. En nuestro caso, la disección no se prolongó más allá de la base de la falange proximal.

Arterias comisurales.

Earley y Milner⁵⁰ describieron una rama distal que se originaba de la 2ª AMD, a la altura de la cabeza de los huesos metacarpianos, y se anastomosaba a nivel del 2° espacio

interdigital con la arterial digital palmar común en el 33% de sus disecciones. No mencionó el término de arteria comisural pero su descripción corresponde con ella.

Vuppalapati et al ⁶² describieron una arteria comisural. Según estos autores, a medida que la AMD se dirige distalmente, a nivel de la AMF, se ramifica y da origen a las arterias digitales dorsales, y seguidamente continúa en sentido distal dirigiéndose hacia la bifurcación de la arteria digital común en las arterias digitales propias, formando una confluencia de estos 4 vasos. A esta rama terminal de la AMD, que fue identificada a nivel del 4º EIMD en 6 de las 8 disecciones anatómicas (75%), el autor la denominó arteria comisural. Esta prevalencia es muy parecida a la que hemos encontrado en nuestras disecciones.

En nuestras disecciones anatómicas hemos identificado la rama comisural en 32 de los 40 especímenes (80 %), originándose a partir de la arteria digital palmar común o bien a partir de una de las arterias digitales palmares propias, tras la bifurcación de las primeras.

Drenaje venoso del colgajo metacarpiano dorsal de base distal.

En la literatura médica no existe un consenso absoluto en cuanto al sistema venoso que acompaña a la AMD. Para Cormack y Lamberty⁴⁸, la AMD discurre profundamente a la fascia del músculo IOD junto a venas comitantes, pero sin llegar a especificar el número. Maruyama⁵² confirmó los hallazgos previos de Cormack y Lamberty en su serie clínica. Dautel y Merle⁵⁴ describieron de manera constante 2 venas comitantes que

acompañan a cada AMD. Este hallazgo fue confirmado posteriormente por Benito et al⁶¹ en su serie clínica sobre la 4ª AMD y por los estudios de Katerinaki y Chakrabarty³⁰. Finalmente Lai-jin y Xu⁵³ también identificaron 2 venas comitantes que acompañan a cada AMD, con un calibre que oscila entre 0,2 y 0,3 mm. Sin embargo Chang et al⁵⁶ afirmaron que la AMD no se acompaña de venas comitantes. El resto de los autores no hacen mención en sus estudios al sistema venoso que acompaña a la AMD.

El drenaje venoso del colgajo metacarpiano dorsal de base distal tiene implicaciones diferentes en función del patrón vascular que se adopte. En el caso del colgajo descrito por Quaba y Davison⁵¹, el retorno venoso a través del sistema venoso superficial se halla interrumpido, pero el sentido del flujo venoso a través del sistema venoso profundo (venas comitantes de la AMD) se mantiene inalterado. Por lo tanto, en realidad no se trata de un flujo venoso reverso auténtico, a diferencia del colgajo descrito por Maruyama. En este caso, el retorno venoso se realiza a través de pequeños vasos contenidos en el mesenterio o septum fascial que une la paleta cutánea con el pedículo, y para alcanzar la circulación general, la sangre debe invertir el sentido de su flujo a través de las venas del sistema profundo. Se trata pues de un auténtico colgajo de flujo reverso. Maruyama⁵², partiendo de los mismos principios aplicados en el colgajo radial reverso^{20,21,82} y otros colgajos reversos de la extremidad inferior, concretamente de la región sural⁸³, describió el colgajo metacarpiano dorsal de flujo reverso. Lin et al⁸⁴ postularon la teoría de la ruta circulatoria de “by-pass”. Dautel y Merle⁵⁴ también explicaron que el flujo venoso reverso era posible a través de válvulas competentes mediante 2 mecanismos: el flujo venoso puede superar las válvulas haciendo un recorrido en zig-zag a través de pequeñas ramas anastomóticas que unen las 2 venas comitantes que

acompañan la AMD; el flujo venoso puede circular a través de ramas anastomóticas que conectan el sistema venoso superficial con el profundo. Estas conexiones entre ambos sistemas venosos fueron descritas a nivel del 1° EIMD previamente por los mismos autores. Del Piñal y Taylor⁸⁵ afirmaron que para ellos el número de macroconexiones entre las 2 venas comitantes que acompañan a una determinada arteria es insuficiente para garantizar el retorno venoso en sentido reverso, pero que sin embargo existen microconexiones alrededor de la arteria (vena arteriosa) que favorecerían este retorno venoso. Por ello, los autores recomiendan no eskeletonizar la arteria durante la disección del colgajo. Por otro lado, Timmons⁸⁶ propuso la teoría de las válvulas incompetentes, según la cual, el flujo venoso era posible a través de válvulas que se hacían incompetentes al denervarse, en presencia de sangre tanto a nivel proximal y distal a la válvula, con un gradiente de presión en sentido de proximal a distal. Para Chang et al⁸⁷, la disección extensa que se produce al eskeletonizar la vena, elimina tejidos que constriñen el vaso de manera extrínseca así como la inervación simpática, produciendo la dilatación de la luz venosa y consiguientemente la regurgitación valvular. Aunque el mecanismo exacto nos es desconocido, se cree que el flujo venoso reverso es posible gracias a la combinación de los diversos mecanismos expuestos⁵³.

En nuestro estudio no se han identificado estructuras venosas que acompañan a la AMD, ni a las ramas perforantes cutáneas, ni a las ramas comunicantes proximal y distal. Esta ausencia puede ser debido a una limitación de la técnica de inyección vascular. Para la inyección de las piezas anatómicas, canulamos e inyectamos el árbol vascular arterial, por lo que es posible que el material de inyección no alcance a rellenar el árbol vascular

venoso. Este obstáculo, únicamente puede ser superado en estudios in vivo, o bien mediante una técnica de inyección vascular centrada en el estudio del sistema venoso.

Determinación de la presencia y localización exacta de las ramas perforantes cutáneas de la 4ª AMD.

Los estudios acerca de la vascularización del 4º EIMD y de las bases anatómicas del colgajo metacarpiano dorsal de base distal o reverso se han centrado fundamentalmente en la AMD^{30,53,58,62,70} y sus conexiones vasculares distales^{33,35,57,76,88} con el objetivo de precisar la ubicación de un punto de rotación distal que permitiera reconstruir defectos digitales distales. Sin embargo, los estudios que se han centrado con detalle en las ramas perforantes cutáneas que se originan de la AMD han sido menos abundantes.

Es importante recalcar, que en nuestro estudio, se ha contabilizado como rama cutánea perforante aquella que atraviesa músculo o bien un septo intermuscular, y que posteriormente atraviesa la fascia profunda antes de penetrar la piel, atendiendo a las conclusiones del consenso de Gent⁷⁵. No se han incluido para el estudio aquellas ramas cutáneas directas que alcanzan la piel sin atravesar la fascia profunda. Inicialmente, Koshima⁸⁹ acuñó el término de colgajo de perforantes para referirse a un colgajo cutáneo basado en perforantes periumbilicales de la arteria epigástrica inferior profunda. Desde entonces se abrió un nuevo campo en la cirugía de los colgajos basado en el mejor conocimiento de la anatomía y fisiología vascular y una técnica microquirúrgica

específica, con la finalidad de minimizar la morbilidad de la zona donante del colgajo. Tras varios intentos para unificar criterios en torno a los colgajos de perforantes, se llegó al consenso de considerar como colgajo de perforantes aquellos colgajos constituidos por piel y/o tejido celular subcutáneo irrigados únicamente por un vaso perforante aislado. Estas perforantes deben dirigirse desde sus respectivos vasos de origen hasta la piel perforando la fascia profunda, tras atravesar o bien pasar entre estructuras profundas (músculo en la mayoría de casos). Se describen 3 tipos de vasos perforantes: Perforantes directas que son vasos que una vez se originan a partir de un vaso conocido, perforan la fascia profunda antes de irrigar la piel, sin atravesar ninguna estructura previamente; perforantes indirectas septocutáneas que son vasos que tras discurrir por un septo intermuscular, perforan la fascia profunda antes de irrigar la piel; y perforantes indirectas musculocutáneas que son vasos que tras atravesar el músculo, perforan la fascia profunda antes de irrigar la piel⁷⁵.

Atendiendo a estas definiciones, la rama recurrente distal descrita inicialmente por Quaba y Davison⁵¹ no se considera una perforante cutánea ya que no perfora ninguna fascia profunda. Debe considerarse como una rama cutánea directa de la AMD o bien de la RCD, por lo que no la hemos contabilizado como rama perforante cutánea en nuestro estudio.

No existe consenso en la literatura médica en cuanto al número de ramas perforantes cutáneas que existen en cada uno de los EIMD y que se originan de la AMD.

Salmon⁶⁵ describió entre 2 y 3 ramas “serpenteantes” que se originaban de la AMD, y discurrían entre los tendones extensores del dorso de la mano para finalmente alcanzar la piel, donde se dividían de nuevo en 2 o más ramas cortas. Estas ramas que se originaban de la AMD se disponían a lo largo de un eje vertical que correspondía al mismo espacio intermetacarpiano. Al igual que en nuestro estudio, Salmon diferenció las perforantes cutáneas del dorso de la mano de otras ramas cutáneas que identificó a nivel de la AMF, entre las que identificó una rama con un curso recurrente hacia el dorso de la mano. Katerinaki y Chakrabarty³⁰, por un lado identificaron a lo largo del recorrido de la AMD varias ramas perforantes para la piel del dorso de la mano, y por otro lado, al igual que Salmon y nuestro estudio, certificaron la presencia de abundantes ramas cutáneas en el tercio distal del dorso de la mano desde el 2º al 4º espacio intermetacarpiano. Los hallazgos de Salmon coinciden con los de Beldame et al⁷², quienes identificaron en cada EIMD de 2 a 3 ramas cutáneas septales, pero que estaban ausentes en el 3º y 4º espacio. Cuando existían, estas ramas se encontraban distal a la junta tendinosa y tenían forma de estrella. Por su parte, Quaba y Davison⁵¹ observaron que los dos tercios proximales del dorso de la mano estaban pobremente vascularizados y que las perforantes se concentraban en forma de un ramillete, distal a la junta tendinosa, alcanzando la piel en un punto situado ente 5 y 10 mm proximal a la AMF. Valenti et al³⁴, describieron únicamente ramas cutáneas distales, a la altura de la cabeza de los metacarpianos, donde la AMD daba de 2 a 3 ramas cutáneas para la piel dorsal de la mano. Cormack y Lamberty⁴⁸ pertenecen el grupo de autores que describieron un número mayor de ramas cutáneas, entre 4 y 5 ramas, extremadamente pequeñas que se disponían longitudinalmente a lo largo de los espacios interóseos formando filas, que podían estar

ausentes. Dentro de este grupo también se encuentran Omokawa et al, y Lai-jin y Xu. Omokawa et al⁷¹ describieron de 4 a 8 ramas perforantes cutáneas que se originaban de cada AMD a lo largo del hueso metacarpiano, con un calibre inferior en el caso de las perforantes más proximales. En los dos tercios proximales, los autores describieron una media de 2,8 ramas mientras que en el tercio distal describieron 3,4. Lai-jin y Xu⁵³ identificaron una media de 6,8 ramas perforantes cutáneas a nivel del 4° EIMD. En contraposición a esta mayoría de autores, Vuppalapati et al⁶² no identificaron ninguna rama perforante cutánea significativa a nivel del dorso de la mano. Para el autor la única rama cutánea dorsal significativa fue la RRD.

En nuestro estudio hemos identificado una media de 1,55 ramas perforantes cutáneas a lo largo del 4° EIMD, que es inferior al número de ramas perforantes cutáneas identificadas por los demás autores. Esta diferencia en cuanto a la cuantificación del número de ramas perforantes cutáneas puede deberse a que probablemente, el resto de los autores incluyeron en el cómputo final la RRD descrita por Quaba, así como algunas otras ramas cutáneas directas presentes en una localización distal al tendón del extensor común de los dedos para el 5° dedo (o la junta tendinosa). Sin embargo en nuestro estudio, como ya se ha comentado previamente, se han considerado únicamente aquellas ramas que realmente perforan la fascia profunda antes de alcanzar la piel. Otra de las causas que podría explicar la diferencia con nuestro estudio estaría relacionada con la técnica de inyección. Aunque el material de inyección sea fluido y se tomen todas las precauciones durante el procedimiento, pueden existir otras circunstancias que artefacten

la inyección. A pesar de todo ello, resulta indudable la falta de consenso que existe en cuanto al número de ramas perforantes cutáneas se refiere, entre los diferentes autores.

Estamos de acuerdo en considerar el tercio distal del EIMD como el más ricamente vascularizado, si tenemos en cuenta la rama recurrente distal y las ramas cutáneas directas, ambas ramas de la AMD o de la RCD. El resto de los autores consideran los dos tercios proximales como zonas pobres desde el punto de vista de la vascularización, a excepción de Salmon⁶⁵, para quien no existen zonas hipovascularizadas en el dorso de la mano, pero quizás debido más a las numerosas anastomosis que al número real de ramas perforantes cutáneas que existen a este nivel. Sin embargo, en nuestro estudio hemos demostrado la presencia en el 80% de los casos, de una rama perforante que se origina de la RCP. Esta perforante proximal posee un calibre externo igual al de la RCP y a la AMD, siendo de mayor calibre que cualquiera de las ramas perforantes distales incluyendo la rama recurrente distal. Esta observación contrasta con la realizada por Omokawa et al⁷¹, para quienes el calibre de las ramas perforantes proximales es inferior en comparación a las distales. Para nosotros, resulta lógico pensar que esta rama perforante proximal es la encargada de nutrir la piel dorsal del 4º espacio metacarpiano en sus dos tercios proximales, al igual que lo afirmaron Yang y Morris³³.

Implicaciones clínicas del estudio

Técnica quirúrgica. Técnica de Maruyama vs Quaba.

La disección del colgajo metacarpiano dorsal reverso descrita por Maruyama⁵² resulta más compleja que la técnica de disección descrita por Quaba y Davison⁵¹. En la técnica de Maruyama, la necesidad de incluir la AMD en el colgajo, obliga a profundizar la disección abriendo la fascia del músculo IOD. Tras la elevación del colgajo, para realizar su transposición para cubrir defectos de localización distal, debemos seccionar el tendón del extensor común de los dedos para el 5º dedo, incrementando la morbilidad de la zona donante. Para Maruyama, la necesidad de incluir la AMD en el colgajo estriba en que de esta manera preservamos las ramas perforantes cutáneas que se originan de la propia AMD e irrigan la piel dorsal de la mano, precisamente en sus dos tercios proximales, y con ello garantizar un flujo vascular retrógrado a través de la AMD. A partir de nuestras disecciones en las que la RRD ha sido un hallazgo constante mientras que en el 40% de los especímenes, el segmento distal de la AMD se hace filiforme, creemos que la elevación del colgajo metacarpiano dorsal de base distal según la técnica de Quaba parece ser más seguro desde el punto de vista de la vascularización y al mismo tiempo disminuye de forma significativa la morbilidad asociada al procedimiento.

Quaba y Davison⁵¹ describieron un colgajo tenocutáneo excluyendo la AMD y basándolo únicamente en la RRD y en su conexión vascular con el paratenon del tendón extensor. Esta posibilidad permite reconstruir casos complejos con lesión asociada del aparato extensor en un único tiempo quirúrgico, y de una manera relativamente sencilla⁷⁹. Otros autores como Can Cedidi et al⁷⁸ también han realizado la reconstrucción mediante

un colgajo metacarpiano dorsal compuesto tenocutáneo excluyendo la AMD y basando el colgajo en la rama recurrente y sus conexiones vasculares con el paratenon, al igual que lo hiciera Quaba. A pesar de estas descripciones, y atendiendo a nuestro estudio anatómico en el que se han identificado ramas tendinosas y periostales a partir de la AMD, creemos que en el caso de realizar un colgajo compuesto, ya sea tenocutáneo u osteocutáneo, parecería recomendable incluir la AMD así como sus ramas tributarias en el colgajo desde el punto de vista de la vascularización.

Punto de rotación del colgajo.

Uno de los aspectos más importantes a considerar a la hora de valorar un colgajo reverso, es la localización del punto de rotación. Este punto determinará el tamaño de la paleta cutánea con el objetivo de alcanzar el borde distal del defecto a reconstruir. De esta manera, cuanto más próximo esté el punto de rotación al borde proximal del defecto a reconstruir, menor longitud deberá tener la paleta cutánea, lo que a su vez simplifica la disección quirúrgica y minimiza al mismo tiempo la morbilidad de la zona donante.

A partir de nuestro estudio anatómico, existen varias posibilidades en cuanto a la localización del punto de rotación, más proximal o distal, en función de las necesidades reconstructivas. El punto de rotación más proximal, se localizaría a nivel de la RCD. A este nivel, la vascularización del colgajo resulta muy segura pero se limita de manera importante el arco de rotación del colgajo. El siguiente nivel se localizaría a nivel de la RRD, justamente distal al tendón del extensor común de los dedos para el 5° dedo. A este

nivel, la vascularización continúa siendo segura al incluir un vaso axial como la RRD. La localización de este punto varía en función de los autores consultados, pero la mayoría de los autores lo localizan entre 5 y 15 mm proximal a la AMF^{51,53,58,70}. Y finalmente, el punto más distal se localizaría a nivel de la base de la falange proximal, aprovechando las conexiones vasculares que se establecen entre la porción terminal de la AMD, las arterial digitales dorsales y las ramas dorsales de las arterias digitales palmares propias (Figura 45). Esta descripción coincide con las descripciones realizadas por Keramidas et al³⁵, Pelissier et al⁸⁸, y Yang y Morris^{33,76}, y posteriormente por Koch et al⁵⁷ y Vuppapapati et al⁶², quienes denominaron este colgajo como colgajo metacarpiano dorsal reverso extendido. Las conexiones vasculares que se establecen entre las arterias digitales palmares, las ramas dorsales y las arterias digitales dorsales son muy constantes según los estudios de Del Bene et al⁶⁷, Keramidas et al³⁵, Pelissier et al⁸⁸, Struch y Moura³⁶, y Yang y Morris³³. Valenti³⁴ describió una gran riqueza de anastomosis vasculares a nivel del tejido celular subcutáneo de la cara dorsal de los dedos, lo que permitiría localizar el punto de rotación del colgajo a nivel del círculo arterial periarticular de la articulación interfalángica proximal. Vuppapapati⁶² et al introdujeron la posibilidad de localizar el punto de rotación a nivel de la arteria comisural, lo que permitiría desplazar el punto de rotación a un punto más distal, incrementando el arco de rotación y ampliando las posibles indicaciones del colgajo. Sin embargo, estos mismos autores declararon la necesidad de realizar un estudio anatómico más amplio con la intención de validar la arteria comisural como pedículo fiable para su aplicación clínica. Los autores identificaron la arteria comisural en un 80% de las disecciones (6 de 8 especímenes) a nivel del 4º EIMD, al igual que en nuestro estudio (32 de 40 especímenes).

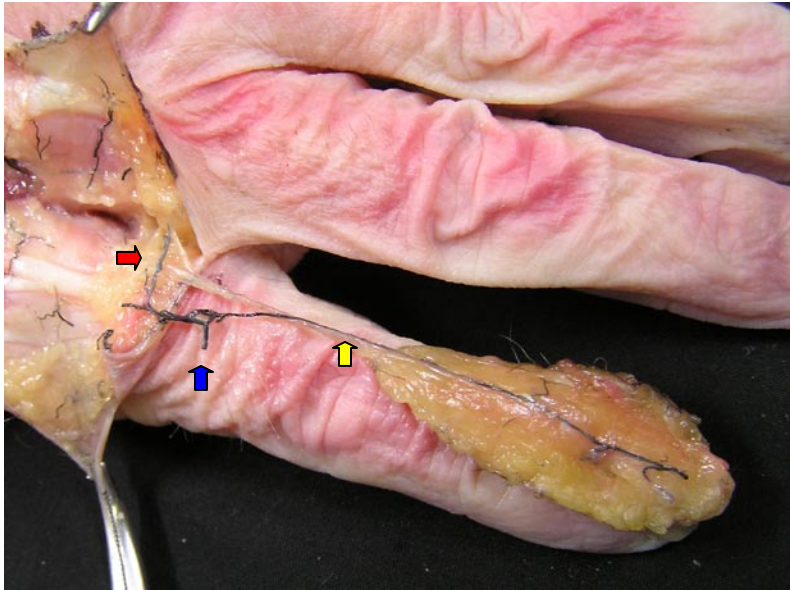


Figura 45. Colgajo metacarpiano dorsal de base distal transferido a distal alcanzando la falange distal. El punto de rotación se localiza a nivel de las arterias digitales dorsales (flecha roja) junto a sus comunicaciones con las arterias digitales palmares y las ramas digitales dorsales. Permite reconstruir defectos muy distales. RCD seccionada (flecha azul); RRD (flecha amarilla).

Límites de la paleta cutánea.

Los límites seguros de la paleta cutánea son controvertidos. Los límites laterales vienen dados por la posibilidad de cerrar directamente la zona donante para disminuir la morbilidad. Este hecho obliga a obtener colgajos “estrechos” pero que por otro lado son seguros. El riesgo se encuentra en el límite proximal de la paleta cutánea. Según varios estudios, paletas cutáneas que se extienden proximalmente al pliegue dorsal de la muñeca tienen más riesgo de sufrir necrosis a pesar de tratarse de colgajos con patrón vascular axial^{51,62}. Por ello, el límite proximal de la paleta cutánea se localiza a nivel del punto de divergencia de los tendones extensores en el dorso de la mano⁵⁴ o bien a nivel del pliegue dorsal de la muñeca^{30,51,62}. Algunos autores han localizado el límite proximal incluso a

nivel más distal, coincidiendo con la línea distal carpiana⁶¹, con el objetivo de incrementar la seguridad de la punta distal de la paleta cutánea.

En nuestro estudio, en algún caso hemos encontrado conexión vascular entre una rama perforante cutánea con ramas cutáneas directas procedentes del dorso de la muñeca, y en algunos casos del tercio distal de la cara dorsal del antebrazo. Sería posible incrementar la axialidad del colgajo y por tanto su seguridad, si pudiéramos incluir estas ramas cutáneas directas en el diseño de la paleta cutánea. Por otro lado, teniendo en cuenta la conexión vascular que se establece entre la RRD y los vasos perineurales que acompañan a la rama cutánea dorsal del nervio cubital, también se incrementaría la axilaidad del colgajo si obtenemos un colgajo neurocutáneo incluyendo esta rama nerviosa junto a sus conexiones vasculares.

La ausencia de un modelo experimental que sea capaz de reproducir las condiciones reales que se dan en la vascularización cutánea hace que no podamos precisar con exactitud cuál es el límite proximal de la paleta cutánea. Mediante la técnica habitual de inyección del sistema vascular, podemos lograr presiones hidrostáticas elevadas que permiten abrir vasos comunicantes⁷ que en condiciones reales in vivo estarían cerrados, con lo que podríamos obtener un territorio vascular “seguro” mayor de lo que sería en realidad.

Posibles aplicaciones clínicas de los hallazgos anatómicos.

La rica red anastomótica entre el territorio vascular dorsal centrado en la AMD y el territorio volar (arterias digitales palmares común y propia) permite realizar variaciones en cuanto al punto de rotación con el objetivo de incrementar el arco de rotación del colgajo y de esta manera llegar a reconstruir defectos digitales de localización muy distal (más allá de la articulación interfalángica proximal).

La localización constante (80%) de una rama perforante cutánea significativa a nivel del tercio proximal del 4º EIMD, permite diseñar colgajos de perforantes de tipo “propeller”⁹⁰ basados en esta rama de una manera consistente, para reconstruir defectos del dorso de la mano, muñeca y tercio distal del antebrazo de una manera sencilla (Figura 46). El colgajo tipo “propeller” es un colgajo cutáneo o fasciocutáneo que se eleva basado en una perforante cutánea de localización central. Posteriormente el colgajo puede ser rotado 180° como una hélice para cubrir el defecto en cuestión. Además, teniendo en cuenta que en la mayoría de las ocasiones, esta rama perforante cutánea se origina de la RCP, y que la RCP tiene un calibre superior al de la AMD (>1 mm), es posible elevar un colgajo de perforantes libre basado en esta rama comunicante. En aquellos casos reconstructivos en los que se precisa una paleta cutánea pequeña, con una piel fina y plegable, sería una opción a considerar. Además, el colgajo permite ser compuesto, incorporando un fragmento tendinoso, óseo e incluso nervioso (rama cutánea dorsal del nervio cubital) en función de las necesidades reconstructivas. Hay que tener en cuenta que se realiza la transferencia de una piel pilosa, especialmente en el caso de los

hombres, y puede llegar a ser molesto dependiendo de qué parte del cuerpo se reconstruya.



Figura 46. Izquierda: Elevación de un colgajo de perforantes tipo “propeller” basado en la perforante cutánea proximal que se origina a partir de la rama comunicante proximal, que puede ser utilizado para cubrir defectos cutáneos pequeños locales. Derecha: Ejemplo de transferencia del colgajo basado en la perforante cutánea para cubrir un eventual defecto de la cara lateral de la mano.

7. CONCLUSIONES

1. La arteria metacarpiana dorsal es un hallazgo constante a nivel del 4° espacio intermetacarpiano y se halla en un plano subfascial, por debajo de la fascia profunda del músculo interóseo dorsal. La arteria metacarpiana dorsal puede ser disecada en toda su longitud desde su origen proximal hasta su porción más distal, habiéndose observado en algunos casos una disminución de su calibre en sentido distal que dificulta su disección final.
2. Las ramas comunicantes proximal y distal constituyen un hallazgo constante a nivel del 4° espacio intermetacarpiano. La rama comunicante proximal se halla a una distancia media de 11 ,29 cm de la articulación carpometacarpiana y constituye el origen de la arteria metacarpiana dorsal. La rama comunicante distal se halla a una distancia media de 10,67 cm de la articulación metacarpofalángica y constituye el origen de las ramas cutáneas directas, incluyendo la rama recurrente distal, a nivel del tercio distal del dorso de la mano, así como el origen de las ramas terminales, las arterias digitales dorsales y la arteria comisural.

Teniendo en cuenta los aspectos comentados en el apartado 1 y 2, podemos concluir que el 4° espacio intermetacarpiano dorsal debería considerarse como una zona donante segura de colgajos para la reconstrucción de defectos locales, en la misma medida que el resto de los espacios.

3. No resulta necesario incluir la arteria metacarpiana dorsal en el colgajo metacarpiano dorsal de base distal. Teniendo en cuenta que en el 40% de los especímenes, el calibre distal de la arteria metacarpiana dorsal se reduce hasta hacerse filiforme, resulta más seguro desde el punto de vista de la vascularización basar el colgajo en la rama recurrente distal, lo que simplifica la técnica quirúrgica al tiempo que reduce la morbilidad asociada al procedimiento. Es recomendable incluir la arteria metacarpiana dorsal así como sus conexiones vasculares tendinosas y periostales en el caso de precisar un colgajo compuesto tenocutáneo u osteocutáneo.
 - 3.1. A nivel del 4° espacio intermetacarpiano dorsal, existe al menos una rama perforante cutánea que se origina de la rama comunicante proximal o de la arteria metacarpiana dorsal, y que atraviesa la fascia profunda del músculo interóseo dorsal para irrigar la piel del dorso de la mano en sus dos tercios proximales.
 - 3.2. La rama recurrente distal es una rama cutánea directa constante que se origina de la rama comunicante distal, justo distal al punto de unión entre el tendón del extensor común para el 5° dedo y el tendón del extensor propio del 5° dedo. Penetra la piel dorsal de la mano a nivel de la cabeza de los huesos metacarpianos y se dirige proximalmente a lo largo del eje longitudinal del 4° espacio intermetacarpiano dorsal.
 - 3.3. La arteria metacarpiana dorsal, en su recorrido longitudinal desde su origen en la rama comunicante proximal hasta su finalización en la rama comunicante distal, da ramas tendinosas, musculares y periostales sin ningún tipo de patrón regular identificable.

8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Mc Carthy JG, May JW, Littler JW. Cirugía plástica. La mano. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A.; 1992.
- (2) Smith P. Injury. En: Lister's The Hand. Diagnosis and Indications. 4th ed. London, Edinburg, New York, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto: Churchill Livingstone.; 2002. p. 1-140.
- (3) Martínez Navarro J. Siniestralitat laboral a Catalunya any 2001. Col.lecció prevenció de riscos laborals. 1a[19]. 2002. Departament de Treball. Generalitat de Catalunya.
- (4) Sorock GS, Lombardi DA, Hauser RB, Eisen EA, Herrick RF, Mittleman MA. Acute traumatic occupational hand injuries: type, location, and severity. J Occup Environ Med. 2002; 44(4): 345-351.
- (5) Larsen CF, Mulder S, Johansen AM, Stam C. The epidemiology of hand injuries in The Netherlands and Denmark. Eur J Epidemiol. 2004; 19(4): 323-327.
- (6) Roseberg HE, Dahlin LB. Epidemiology of hand injuries in a middle-sized city in southern Sweden: a retrospective comparison of 1989 and 1997. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg. 2004; 38: 347-355.
- (7) Georgiade GS, Riefkhol R, Levin LS. Georgiade plastica, maxillofacial and reconstructive surgery. 3rd ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997.
- (8) Rouvière H, Delmas A. Anatomía Humana. 11 ed. Barcelona: Masson; 2005.

-
- (9) Testut L, Latarjet A. Tratado de Anatomía Humana. 9 ed. Barcelona: Salvat Editores,S.A.; 1981.
- (10) Carrera A, Forcada P, García-Elias M, Llusá M. Atlas de disección anatoquirúrgica de la muñeca y de la mano. Barcelona: Masson; 2007.
- (11) Orts LLorca F. Anatomía Humana. 5 ed. Barcelona: Editorial Científico-médica; 1983.
- (12) Williams PL, Warwick R. Gray's Anatomy. 36 ed. Madrid: Alhambra Longman; 1992.
- (13) Latarjet M, Ruiz Liard A. Arterias del miembro superior. En: Anatomía Humana. 3ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana S.A.; 1995. p. 664-683.
- (14) Green D, Pedereon WC, Hotchkiss RN, Wolfe SW. Green's operative hand surgery. 5 ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2005.
- (15) McGregor IA, Jackson IT. The groin flap. Br J Plast Surg. 1972; 25(1): 3-16.
- (16) Weinzweig N, Weinzweig J. Soft tissue coverage of the hand. In: Weinzweig J, editor. Plastic surgery secrets. Philadelphia: Hanley and Belfus; 1999. p. 478-484.
- (17) Masquelet AC, Gilbert A. Transfers from the upper limb. En: An atlas of flaps of the musculoskeletal system. London: Martin Dunitz; 2001. p. 45-134.
- (18) Song R, Gao Y, Song Y, Yu Y, Song Y. The forearm flap. Clin Plast Surg. 1982; 9(1): 21-26.

-
- (19) Biemer E, Stock W. Total thumb reconstruction: a one-stage reconstruction using an osteo-cutaneous forearm flap. *Br J Plast Surg.* 1983; 36(1): 52-55.
- (20) Foucher G, Van Genechten F, Merle N, Michon J. A compound radial artery forearm flap in hand surgery: an original modification of the Chinese forearm flap. *Br J Plast Surg.* 1984; 37(2): 139-148.
- (21) Soutar DS, Tanner NS. The radial forearm flap in the management of soft tissue injuries of the hand. *Br J Plast Surg.* 1984; 37(1): 18-26.
- (22) Lai CS, Lin SD, Yang CC, Chou CK. The adipofascial turn-over flap for complicated dorsal skin defects of the hand and finger. *Br J Plast Surg.* 1991; 44(3): 165-169.
- (23) Reyes FA, Burkhalter WE. The fascial radial flap. *J Hand Surg [Am].* 1988; 13(3): 432-437.
- (24) el Khatib H, Zeidan M. Island adipofascial flap based on distal perforators of the radial artery: an anatomic and clinical investigation. *Plast Reconstr Surg.* 1997; 100(7): 1762-1766.
- (25) Koshima I, Moriguchi T, Etoh H, Tsuda K, Tanaka H. The radial artery perforator-based adipofascial flap for dorsal hand coverage. *Ann Plast Surg.* 1995; 35(5): 474-479.
- (26) Zancolli EA, Angrigiani C. Posterior interosseous island forearm flap. *J Hand Surg [Br].* 1988; 13(2): 130-135.

-
- (27) Angrigiani C, Grilli D, Dominikow D, Zancolli EA. Posterior interosseous reverse forearm flap: experience with 80 consecutive cases. *Plast Reconstr Surg.* 1993; 92(2): 285-293.
- (28) Brunelli F, Giele H, Perrotta R. Reverse posterior interosseous flap based on an exteriorized pedicle to cover digital skin defects. *J Hand Surg [Br]*. 2000; 25(3): 296-299.
- (29) Becker C, Gilbert A. The ulnar flap: description and applications. *Eur J Plast Surg.* 1988; 11: 79-82.
- (30) Katerinaki E, Chakrabarty KH. Distally based dorsal metacarpal flaps: a review of a series of patients treated in a 6-month period. *Injury.* 2004; 35(11): 1176-1181.
- (31) Inoue Y, Taylor GI. The angiosomes of the forearm: anatomic study and clinical implications. *Plast Reconstr Surg.* 1996; 98(2): 195-210.
- (32) Robbins TH. The use of de-epithelialised cross-finger flaps for dorsal finger defects. *Br J Plast Surg.* 1985; 38(3): 407-409.
- (33) Yang D, Morris SF. Vascular basis of dorsal digital and metacarpal skin flaps. *J Hand Surg [Am]*. 2001; 26(1): 142-146.
- (34) Valenti P, Masquelet AC, Begue T. Anatomic basis of a dorso-commissural flap from the 2nd, 3rd and 4th intermetacarpal spaces. *Surg Radiol Anat.* 1990; 12(4): 235-239.

-
- (35) Keramidas E, Rodopoulou S, Metaxotos N, Panagiotou P, Iconomou T, Ioannovich J. Reverse dorsal digital and intercommissural flaps used for digital reconstruction. *Br J Plast Surg.* 2004; 57(1): 61-65.
- (36) Strauch B, de Moura W. Arterial system of the fingers. *J Hand Surg [Am].* 1990; 15(1): 148-154.
- (37) Blondeel PN, Morris SF, Hallock GG, Neligan PC. *Perforator Flaps. Anatomy, Technique and Clinical Applications.* St Louis: Quality Medical Publishing, Inc; 2006.
- (38) Urken ML, Cheney ML, Sullivan MJ, Biller HF. *Atlas of regional and free flaps for head and neck reconstruction.* New York: Raven Press; 1995.
- (39) Koshima I, Fukuda H, Yamamoto H, Moriguchi T, Soeda S, Ohta S. Free anterolateral thigh flaps for reconstruction of head and neck defects. *Plast Reconstr Surg.* 1993; 92(3): 421-428.
- (40) Angrigiani C, Grilli D, Siebert J. Latissimus dorsi musculocutaneous flap without muscle. *Plast Reconstr Surg.* 1995; 96(7): 1608-1614.
- (41) McCraw JB, Furlow LT, Jr. The dorsalis pedis arterialized flap. A clinical study. *Plast Reconstr Surg.* 1975; 55(2): 177-185.
- (42) Ohmori K, Harii K. Free dorsalis pedis sensory flap to the hand, with microneurovascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg.* 1976; 58(5): 546-554.

-
- (43) Bailey BN, Godfrey AM. Latissimus dorsi muscle free flaps. *Br J Plast Surg.* 1982; 35(1): 47-52.
- (44) Takayanagi S, Tsukie T. Free serratus anterior muscle and myocutaneous flaps. *Ann Plast Surg.* 1982; 8(4): 277-283.
- (45) Fotopoulos P, Holmer P, Leicht P, Elberg JJ. Dorsal hand coverage with free serratus fascia flap. *J Reconstr Microsurg.* 2003; 19(8): 555-559.
- (46) Wintch K, Helaly P. Free flap of gliding tissue. *J Reconstr Microsurg.* 1986; 2(3): 143-151.
- (47) Foucher G, Braun JB. A new island flap transfer from the dorsum of the index to the thumb. *Plast Reconstr Surg.* 1979; 63(3): 344-349.
- (48) Cormack GC, Lamberty BG. *The arterial anatomy of skin flaps.* 2nd ed. Hong Kong: Churchill Livingstone; 1994.
- (49) Lister G. The theory of the transposition flap and its practical application in the hand. *Clin Plast Surg.* 1981; 8(1): 115-127.
- (50) Earley MJ, Milner RH. Dorsal metacarpal flaps. *Br J Plast Surg.* 1987; 40(4): 333-341.
- (51) Quaba AA, Davison PM. The distally-based dorsal hand flap. *Br J Plast Surg.* 1990; 43(1): 28-39.
- (52) Maruyama Y. The reverse dorsal metacarpal flap. *Br J Plast Surg.* 1990; 43(1): 24-27.

-
- (53) Lai-Jin L, Xu G. The reverse dorsal metacarpal flap - Experience with 153 cases. *Ann Plast Surg.* 2006; 56(6): 614-617.
- (54) Dautel G, Merle M. Dorsal metacarpal reverse flaps. Anatomical basis and clinical application. *J Hand Surg [Br]*. 1991; 16(4): 400-405.
- (55) Dautel G, Merle M. Direct and reverse dorsal metacarpal flaps. *Br J Plast Surg.* 1992; 45(2): 123-130.
- (56) Chang LY, Yang JY, Wei FC. Reverse dorsometacarpal flap in digits and web-space reconstruction. *Ann Plast Surg.* 1994; 33(3): 281-289.
- (57) Koch H, Bruckmann L, Hubmer M, Scharnagl E. Extended reverse dorsal metacarpal artery flap: clinical experience and donor site morbidity. *J Plast Reconstr Aesth Surgery.* 2007; 60(4): 349-355.
- (58) Santa-Comba A, Amarante J, Silva A, Rodrigues J. Reverse dorsal metacarpal osteocutaneous flap. *Br J Plast Surg.* 1997; 50(7): 555-558.
- (59) Bengoechea-Beeby MP, Pellicer-Artigot JL, Abascal-Zuloaga A. Vascularized bone graft from the second metacarpal to the thumb: a case report. *J Hand Surg [Am]*. 1998; 23(3): 541-544.
- (60) Khan K, Riaz M, Small JO. The use of the second dorsal metacarpal artery for vascularized bone graft. An anatomical study. *J Hand Surg [Br]*. 1998; 23(3): 308-310.

-
- (61) Benito JR, Ferreres A, Rodriguez-Baeza A, Monner J, Paloma V, Serra JM. Is the reversed fourth dorsal metacarpal flap reliable? *J Hand Surg [Br]*. 2000; 25(2): 135-139.
- (62) Vuppalapati G, Oberlin C, Balakrishnan G. "Distally based dorsal hand flaps": clinical experience, cadaveric studies and an update. *Br J Plast Surg*. 2004; 57(7): 653-667.
- (63) Coleman SS, Anson BJ. Arterial patterns in the hand based upon a study of 650 specimens. *Surg Gynecol Obstet*. 1961; 113: 409-424.
- (64) Sociedad Anatómica Española, Federal Committee on Anatomical Terminology. *Terminología Anatómica*. 1ª ed. Madrid: Panamericana; 2001.
- (65) Salmon M. *Arteries of the skin*. Avon: Churchill Livingstone; 1988.
- (66) Healy C, Mercer NS, Earley MJ, Woodcock J. Focusable Doppler ultrasound in mapping dorsal hand flaps. *Br J Plast Surg*. 1990; 43(3): 296-299.
- (67) Bene MD, Petrolati M, Raimondi P, Tremolada C, Muset A. Reverse dorsal digital island flap. *Plast Reconstr Surg*. 1994; 93(3): 552-557.
- (68) Olave E, Prates JC, Gabrielli C, Mandiola E. Perforating branches: important contribution to the formation of the dorsal metacarpal arteries. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 1998; 32(2): 221-227.
- (69) Uysal AC, Alagoz MS, Tuccar E, Sensoz O. Vascular anatomy of the metacarpal bones and the interosseous muscles. *Ann Plast Surg*. 2003; 51(1): 63-68.

- (70) De Rezende MR, Mattar R, Cho AB, Hasegawa OH, Ribak S. Anatomic study of the dorsal arterial system for the hand. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*. 2004; 59(2): 71-76.
- (71) Omokawa S, Tanaka Y, Ryu J, Kish VL. The anatomical basis for reverse first to fifth dorsal metacarpal arterial flaps. *J Hand Surg (Br)*. 2005; 30B(1): 40-44.
- (72) Beldame J, Havet E, Auquit-Auckbur I, Lefebvre B, Mure JP, Duparc F. Arterial anatomical basis of the dorsal digito-metacarpal flap for long fingers. *Surg Radiol Anat*. 2008; 30(5): 429-435.
- (73) Hueston JT. Limited fasciectomy for Dupuytren's contracture. *Plast Reconstr Surg Transplant Bull*. 1961; 27: 569-585.
- (74) Rees MJ, Taylor GI. A simplified lead oxide cadaver injection technique. *Plast Reconstr Surg*. 1986; 77(1): 141-145.
- (75) Blondeel PN, Van Landuyt K, Hamdi M, Monstrey SJ. Perforator flap terminology: update 2002. *Clin Plast Surg*. 2003; 30(3): 343-6, v.
- (76) Yang D, Morris SF. Reversed dorsal digital and metacarpal island flaps supplied by the dorsal cutaneous branches of the palmar digital artery. *Ann Plast Surg*. 2001; 46(4): 444-449.
- (77) Weinzwieg N, Starker I, Sharzer LA, Fleegler EJ. Revisitation of the vascular anatomy of the lumbrical and interosseous muscles. *Plast Reconstr Surg*. 1997; 99(3): 785-790.

- (78) Cedidi CC, Schumacher O, Dabernig J, Ingianni G. The compound dorsal metacarpal artery tendofasciocutaneous flap - An attractive reconstructive tool for complex digital defects. *Ann Plast Surg.* 2006; 56(6): 689-692.
- (79) Vaienti L, De Fazio D, Donati V. Composite (tenocutaneous) dorsal metacarpal flap with reverse flow. *Eur J Plast Surg.* 1999; 22(4): 167-172.
- (80) Gajisin S, Zbrodowski A, Grodecki J. Vascularization of the extensor apparatus of the fingers. *J Anat.* 1983; 137 (Pt 2): 315-322.
- (81) Vuppalapati G, Oudit D, Ross G. The digital arteries proper arising from the dorsal metacarpal artery with a minor contribution from a persistent median artery: anatomical variation. *Plast Reconstr Surg.* 2004; 113(3): 1095-1096.
- (82) Biemer E, Stock W. Total thumb reconstruction: a one-stage reconstruction using an osteo-cutaneous forearm flap. *Br J Plast Surg.* 1983; 36(1): 52-55.
- (83) Donski PK, Fogdestam I. Distally based fasciocutaneous flap from the sural region. A preliminary report. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1983; 17(3): 191-196.
- (84) Lin SD, Lai CS, Chiu CC. Venous drainage in the reverse forearm flap. *Plast Reconstr Surg.* 1984; 74(4): 508-512.
- (85) del Pinal F, Taylor GI. The deep venous system and reverse flow flaps. *Br J Plast Surg.* 1993; 46(8): 652-664.
- (86) Timmons MJ. William Harvey revisited: reverse flow through the valves of forearm veins. *Lancet.* 1984; 2(8399): 394-395.

- (87) Chang SM, Gu YD, Li JF. Comparison of venous drainage in reverse-flow island flaps: an experimental study of the rabbit saphenous fasciocutaneous flap. *Ann Plast Surg.* 2003; 51(2): 177-181.
- (88) Pelissier P, Casoli V, Bakhach J, Martin D, Baudet J. Reverse dorsal digital and metacarpal flaps: a review of 27 cases. *Plast Reconstr Surg.* 1999; 103(1): 159-165.
- (89) Koshima I, Moriguchi T, Fukuda H, Yoshikawa Y, Soeda S. Free, thinned, paraumbilical perforator-based flaps. *J Reconstr Microsurg.* 1991; 7(4): 313-316.
- (90) Hyakusoku H, Yamamoto T, Fumiiri M. The propeller flap method. *Br J Plast Surg.* 1991; 44(1): 53-54.

ANEXO

The Anatomic Basis of the Fourth Dorsal Metacarpal Flap: A Cadaveric Dissection

Tai-Sik Yoon, MD, Anna Carrera, MD, PhD,
Jesus Benito-Ruiz, MD, PhD, Angel Ferreres, MD, PhD,
Jose M. Serra-Renom, MD, PhD

From the Departments of Plastic Surgery and Orthopedic Surgery, Hospital Clinic of Barcelona, Barcelona, Spain; and the Department of Human Anatomy, Medical School, University of Barcelona, Barcelona, Spain.

Purpose: To study the vascularization of the fourth dorsal intermetacarpal space and to determine the contribution of the dorsal metacarpal artery and the interosseous muscle fascia to flap viability. The fourth dorsal intermetacarpal space is considered to be less reliable as a donor site because of previously reported vascular variations.

Methods: We performed 15 cadaver dissections. The vascular tree was injected with black latex through the radial and ulnar arteries at the forearm. The skin paddle was designed within the fourth intermetacarpal space. The proximal border was placed at the wrist joint line. The distal border was located 1 cm proximal to the head of the fourth and fifth metacarpal. The width of the skin paddle was based on whether the donor site could be closed directly. A zigzag incision was performed from the distal end of the skin paddle to the volar edge of the interdigital web. The borders of the skin paddle were outlined down to the fascia of the dorsal interosseous muscle. Once the fourth dorsal metacarpal artery was identified each vascular connection was dissected and recorded.

Results: The fourth dorsal metacarpal artery was identified in all specimens under the dorsal interosseous muscle fascia. The distal recurrent branch consistently entered the base of the flap superficial to the extensor digitorum communis tendon of the small finger and the dorsal interosseous muscle fascia. Cutaneous perforators branching off the dorsal metacarpal artery were not found consistently.

Conclusions: Reliable flaps can be raised from the fourth dorsal intermetacarpal space based solely on the distal recurrent branch, excluding the dorsal metacarpal artery and interosseous muscle fascia. (J Hand Surg 2006;31A:711–716. Copyright © 2006 by the American Society for Surgery of the Hand.)

Key words: Anatomy, arterial dorsal network, dorsal metacarpal flap, metacarpal artery.

Skin defects overlying the dorsum of the fingers, volar aspect of the fingers, and palm of the hand are very common in emergency departments. A great variety of reconstructive techniques are available but local flaps have proven to be the best option although donor site availability is limited in some cases.

The dorsum of the hand—and especially the first and the second intermetacarpal spaces—is a useful and reliable donor site for local flaps to reconstruct skin defects of the fingers. Quaba and Davison¹ introduced a distally based metacarpal flap with an orthograde flow based on a single distal perforator. Maruyama² introduced a reverse-flow metacarpal

flap based on the skin perforator system along the longitudinal axis of the dorsal metacarpal artery.

The third and the fourth intermetacarpal spaces, however, have been used rarely as donor sites because of the previously reported variability of the vascular system.^{3,4} Quaba and Davison¹ reported 2 flaps raised from the fourth space; 1 failed.¹ Later Santa-Comba et al⁵ and Benito et al⁶ reported their successful use of flaps raised from the fourth intermetacarpal space.

Our aim was to assess the anatomic basis of the distally based dorsal metacarpal flap from the fourth dorsal intermetacarpal space. In this article we focus on the prevalence of the fourth dorsal metacarpal

artery and on the vascular connections between the volar vascular arch and the dorsal vascular system of the hand, which allows distally based flaps to be raised. We also assess the necessity of including the fourth dorsal metacarpal artery within the flap based on the longitudinal skin perforator system or the possibility of excluding the dorsal metacarpal artery and raising the flap based on a single distal perforator.

Materials and Methods

Cadaver dissection was performed in 15 previously frozen hands (10 right, 5 left). Each specimen was thawed 24 hours before the dissection and afterward the vascular tree was injected with black latex through the radial and ulnar arteries at the forearm.

The skin paddle was designed over the fourth intermetacarpal space. The proximal border was placed at the wrist joint line and the distal border was located 1 cm proximal to the heads of the fourth and fifth metacarpal. The width of the skin paddle was based on whether the donor site could be closed directly, which was determined by performing the pinch test. A zigzag incision was performed from the distal end of the skin paddle to the volar edge of the interdigital web.

The borders of the skin paddle were outlined down to the fascia of the dorsal interosseous muscle very close to the periosteum of the metacarpal. Once the fourth dorsal metacarpal artery was identified each vascular connection was dissected and recorded (chart, digital pictures). The flap was raised from proximal to distal and it included the dorsal metacarpal artery and the interosseous fascia from the lateral borders to the midline of the flap. To raise the flap completely and to transpose it distally the extensor digitorum communis tendon to the small finger was divided.

Results

In all specimens the fourth dorsal metacarpal artery was identified under the fascia of the dorsal interosseous muscle. In some cases it was covered by a thin layer of muscle fibers or simply was traveling over the muscle belly. In all cases the artery was dissected distally to the web space.

Vascular connections of the fourth dorsal metacarpal artery were identified. Proximally the fourth dorsal metacarpal artery anastomoses with vessels branching off the dorsal carpal arch in a deeper plane than the extensor digitorum communis tendon of the small finger and close to the carpal bones (Fig. 1).

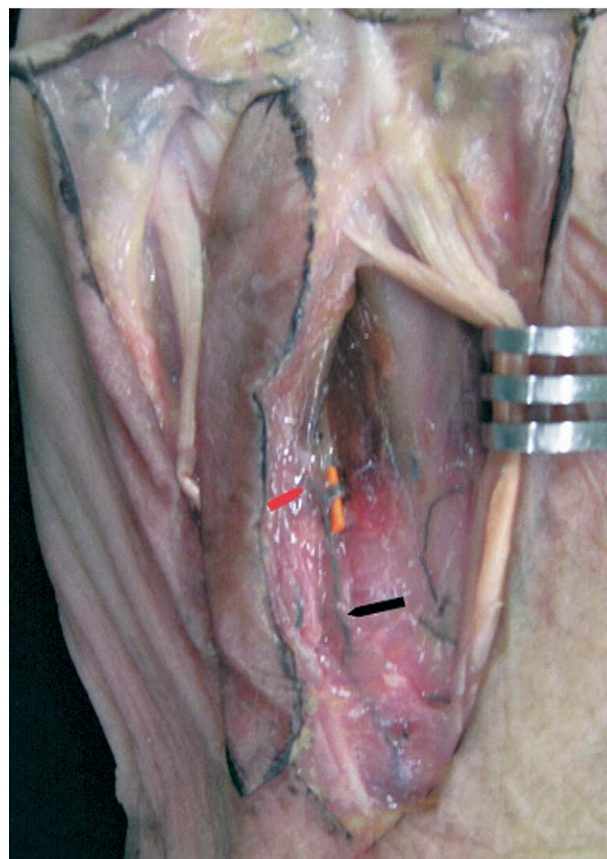


Figure 1. The extensor digitorum communis tendon to the small finger is retracted and the fourth metacarpal is exposed (distal portion at top). The proximal communicating branch has been isolated with an orange marker. The red arrow points to the fourth dorsal metacarpal artery under the fascia and the black arrow points to a contributing branch from the dorsal carpal arch.

During its distal course very small branches²⁻⁵ to the dorsal interosseous muscle, branches to the extensor tendons,¹⁻³ and musculo-osteal branches to the metacarpal bones²⁻⁴ were identified (Fig. 2).

Connections to the fourth volar metacarpal artery were established through proximal and distal communicating branches piercing the dorsal interosseous muscle. The proximal communicating branch (Fig. 3A) is located at a mean distance of 11 mm (range, 9–13 mm) distal to the carpometacarpal joint line. The distal communicating branch (Fig. 3B) is located at a mean distance of 11 mm (range, 9–15 mm) proximal to the metacarpophalangeal joint line. Both communicating branches travel across the dorsal interosseous muscle next to the ulnar aspect of the fourth metacarpal. The caliber of these vessels is very similar to that of the dorsal metacarpal artery.

Along the fourth intermetacarpal space the dorsal metacarpal artery sends off 1–3 dorsal branches in a

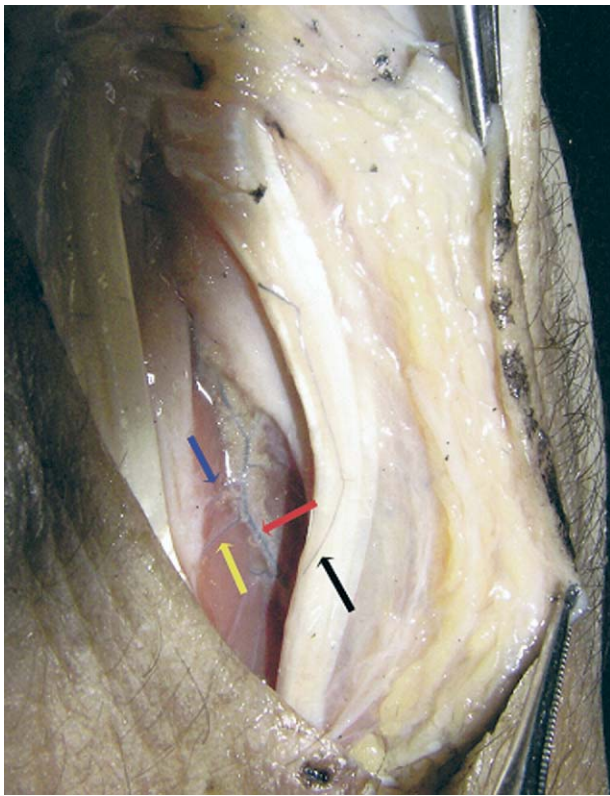


Figure 2. The skin paddle has been retracted dorsally (distal portion at top). The extensor digitorum communis tendon to the small finger is shown below the skin paddle. The red arrow points to the fourth dorsal metacarpal artery overlying the dorsal interosseous muscle. The black arrow points to a tendinous branch. The yellow arrow points to a musculoperiosteal branch and the blue arrow points to a muscular branch of the dorsal interosseous muscle.

very inconsistent manner. These branches do not seem to perforate the fascia and their calibers are negligible.

Distal to the anastomosing point between the distal communicating branch and the fourth dorsal metacarpal artery the following branches can be identified.

Distal Recurrent Branch

In all specimens we identified a vessel branching off the dorsal aspect of the fourth dorsal metacarpal artery distal to the anastomosing point between the distal communicating branch and the fourth dorsal metacarpal artery. From its emerging point this vessel travels distally, passing below the junctura tendinae between the fourth and fifth extensor tendons. The vessel changes its course around the junctura and recurs proximally, following the longitudinal axis of the fourth intermetacarpal space in a subcutaneous plane superficial to the fascia of the dorsal interosse-

ous muscle and the extensor digitorum communis tendon to the small finger (Fig. 4). Along its course the recurrent vessel is related intimately to the dorsal sensory branch of the ulnar nerve.

Collateral Branches

Several branches go toward the heads of the fourth and fifth metacarpal, where they anastomose to branches from adjacent dorsal metacarpal arteries.

Dorsal Digital Branches

One ulnar dorsal digital branch to the ring finger and 1 radial dorsal digital branch to the small finger were identified.

Commissural Branch

A commissural branch runs off the bifurcation of the common volar metacarpal artery. It travels in a superficial plane at the web space and anastomoses to the distal recurrent branch (Fig. 5).

Discussion

The dorsum of the hand has been presented frequently in the literature as a reliable flap donor site for reconstructing distal, dorsal, and even volar digital defects. Currently flaps raised from the dorsum of

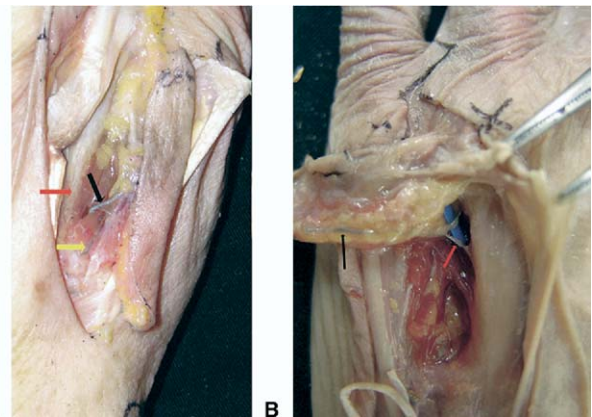


Figure 3. (A) The dorsal metacarpal flap has been elevated partially from the fourth dorsal metacarpal space (distal portion at top). The red arrow points to the fourth metacarpal. The black arrow points to the proximal communicating branch coming through the dorsal interosseous muscle. The yellow arrow points to a smaller branch coming from the dorsal carpal arch and contributing to dorsal metacarpal artery formation. (B) Close-up view of the fourth dorsal metacarpal space (distal portion at top). The flap has been elevated and transposed distally including the dorsal interosseous muscle fascia and the fourth dorsal metacarpal artery (black arrow). The distal communicating branch has been isolated with a blue marker. The red arrow points to a musculoperiosteal branch.

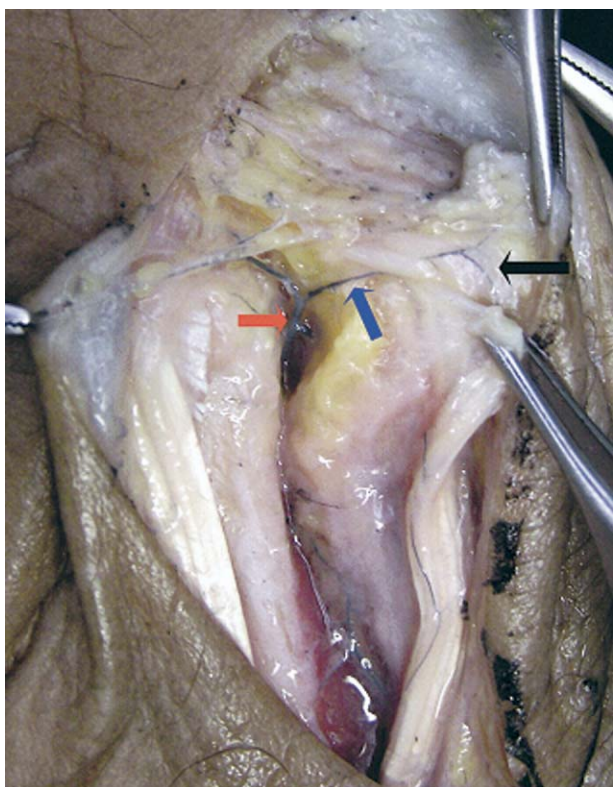


Figure 4. View of the fourth dorsal metacarpal space from the radial side (distal portion at top). The junctura tendinae have been divided and retracted with forceps. The red arrow points to the fourth dorsal metacarpal artery. The blue arrow points to the origin of the distal recurrent branch distal to the junctura. The black arrow shows the distal recurrent branch entering the base of the flap superficial to the extensor digitorum communis tendon plane.

the hand are the first choice for reconstructing dorsal digital defects, providing skin of similar quality to the original.

Although the first and second intermetacarpal spaces have been used widely as donor sites the third and especially the fourth intermetacarpal spaces have been less popular because of previously reported anatomic variations of the dorsal metacarpal artery. According to Coleman and Anson³ the fourth dorsal metacarpal artery was absent in 17% of 75 specimens. An axial vascular pattern along the fourth intermetacarpal space was identified in 33% of specimens in a study by Dautel and Merle.⁴ All of these researchers tried to identify the fourth dorsal metacarpal artery as a direct branch of the dorsal carpal arch. Olave et al⁷ introduced the concept that the dorsal metacarpal arteries originate from volar perforator (or communicating) vessels exclusively in 30% of specimens and receive a minor contribution from the dorsal carpal arch in 48% of specimens. According to Olave et al⁷ the fourth dorsal metacar-

pal artery was present in all specimens. More recently Benito et al,⁶ in a clinical study using the Maruyama² technique, identified the fourth dorsal metacarpal artery in 9 of 10 specimens. In our study we identified the fourth dorsal metacarpal artery in all specimens. The caliber of the dorsal metacarpal artery is similar to that of the proximal communicating branch and it received a minor contribution (smaller caliber) from the dorsal carpal arch in all specimens (Fig. 3A).

The plane containing the fourth dorsal metacarpal artery has been discussed widely in the literature. Dautel and Merle,⁴ Santa-Comba et al,⁵ and Earley and Milner⁸ identified the artery over the fascia of the dorsal interosseous muscle. Other researchers including Quaba and Davison,¹ Maruyama,² Benito et al,⁶ and Vuppapapati et al⁹ identified the artery subfascially. Our findings coincide with those of the latter group: we identified the fourth dorsal metacarpal artery below the fascia of the dorsal interosseous muscle in all specimens.

In 1990 Quaba and Davison¹ and Maruyama² described a flap raised from the dorsal intermetacarpal space with 2 different vascular patterns. Quaba and Davison¹ based the flap on a single recurrent cutaneous branch entering the flap distally with an orthograde blood flow. Maruyama² based the flap on a supposed variable number of cutaneous perforators

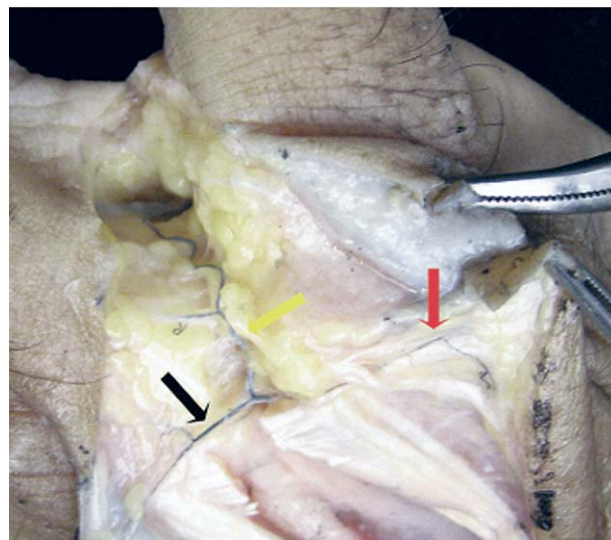


Figure 5. Frontal view of the fourth web space (distal portion at top). The connection between the distal recurrent and the commissural branches is shown. The red arrow points to the distal recurrent branch entering the base of the flap. The yellow arrow shows the commissural branch originating from the common volar digital artery and anastomosing to the distal recurrent branch. The black arrow points to the connection to the dorsal digital artery.

emerging from the dorsal metacarpal artery and distributed along the longitudinal axis of the artery with a reverse blood flow. In this case the inclusion of the dorsal metacarpal artery and the fascia of the dorsal interosseous muscle are mandatory to ensure flap viability. Since the initial description introduced by Quaba and Davison¹ and Maruyama,² many surgeons have performed the dorsal metacarpal flap with both vascular patterns. In this study we have tried to find out if the metacarpal artery contributes to the viability of the flap.

Our findings have shown the following:

1. The distal recurrent branch described by Quaba and Davison¹ entering the base of the flap and distal to the junctura tendinae was consistent in our dissections.
2. The distal recurrent branch is superficial to the fascia of the dorsal interosseous muscle and the extensor digitorum communis tendon to the small finger.
3. Dissection to include the fourth dorsal metacarpal artery and overlying fascia within the flap must be performed in a deeper plane, which becomes tedious.
4. Cutaneous perforators emerging from the dorsal aspect of the dorsal metacarpal artery were not found consistently in our dissections. (Limitations caused by the Maruyama² dissection technique must be taken into account.)

It is advisable to preserve soft tissue around the pedicle to avoid its skeletonization, which preserves venous drainage.^{10,11}

The skin overlying the pedicle of the flap from the distal end of the skin paddle to the volar edge of the interdigital web must be elevated superficially to avoid injuring distal vascular connections. The pivot point of the flap may vary according to reconstructive necessities. The more proximal the pivot point, the narrower the rotation. The most proximal pivot point is located at the entrance point of the distal recurrent branch of the fourth dorsal metacarpal artery into the base of the flap distal to the junctura tendinae. To reconstruct middle or distal phalanx defects it is possible to base the flap on dorsal digital arteries or on a commissural branch originating from the bifurcation of the common volar digital artery because of the rich vascular connections between the distal recurrent branch and the aforementioned vessels.

The boundaries of the skin territory nourished by the distal recurrent branch remain unknown. The width of the skin paddle is based on whether the

donor site can be closed directly, determined by performing the pinch test.⁶ The proximal limit may vary. Dautel and Merle¹² place the proximal limit at the diverging point of the extensor digitorum communis tendons. Skin paddles extending proximal to the wrist joint line result in higher tip necrosis rates.^{10,11}

Based on our anatomic findings a cutaneous flap from the fourth dorsal intermetacarpal space can be raised safely based solely on the distal recurrent branch (which we found in all specimens). This dissection excludes the fourth dorsal metacarpal artery and the overlying muscle fascia, which makes flap elevation easier and quicker while minimizing donor-site morbidity (avoiding division of the extensor digitorum communis tendon). Cutaneous perforators from the dorsal metacarpal artery were not found consistently in our dissections. (Limitations of the Maruyama dissection technique² must be taken into account.) Our rationale for including the fourth dorsal metacarpal artery is to raise a composite osteocutaneous flap that includes musculoperiosteal branches, as described previously by Santa-Comba et al.⁵

The authors acknowledge the Body Donation Service, Medical School, University of Barcelona for provision of the anatomic material.

Received for publication September 28, 2005; accepted in revised form February 1, 2006.

No benefits in any form have been received or will be received from a commercial party related directly or indirectly to the subject of this article.

Supported by a Fondo Investigación Sanitaria grant (project Proyecto Investigación 030242/2003).

Corresponding author: Jesus Benito-Ruiz, MD, PhD, Department of Plastic Surgery, Hospital Clínic de Barcelona, C/Villarroel 170, 08036 Barcelona, Spain; e-mail: benito@clinic.ub.es.

Copyright © 2006 by the American Society for Surgery of the Hand
0363-5023/06/31A05-0003\$32.00/0

doi:10.1016/j.jhsa.2006.02.004

References

1. Quaba AA, Davison PM. The distally-based dorsal hand flap. *Br J Plast Surg* 1990;43:28–39.
2. Maruyama Y. The reverse dorsal metacarpal flap. *Br J Plast Surg* 1990;43:24–27.
3. Coleman SS, Anson BJ. Arterial patterns in the hand based upon a study of 650 specimens. *Surg Gynecol Obstet* 1961; 113:409–424.
4. Dautel G, Merle M. Direct and reverse dorsal metacarpal flaps. *Br J Plast Surg* 1992;45:123–130.
5. Santa-Comba A, Amarante J, Silva A, Rodríguez J. Reverse dorsal metacarpal osteocutaneous flap. *Br J Plast Surg* 1997; 50:555–558.
6. Benito JR, Ferreres A, Rodriguez-Baeza, Monner J, Paloma V, Serra JM. Is the reversed fourth dorsal metacarpal flap reliable? *J Hand Surg* 2000;25B:135–139.

7. Olave E, Prates JC, Gabrielli C, Mandiola E. Perforating branches: important contribution to the formation of the dorsal metacarpal arteries. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1998;32:221–227.
8. Earley MJ, Milner RH. Dorsal metacarpal flaps. *Br J Plast Surg* 1987;40:333–341.
9. Vuppalapati G, Oberlin C, Balakrishnan G. Distally based dorsal hand flaps: clinical experience, cadaveric studies and an update. *Br J Plast Surg* 2004;57:653–667.
10. Chang LY, Yang JY, Wei FC. Reverse dorsometacarpal flap in digits and web-space reconstruction. *Ann Plast Surg* 1994;33:281–289.
11. Katerinaki E, Chakrabarty KH. Distally based dorsal metacarpal flaps: a review of series of patients treated in a 6-month period. *Injury* 2004;35:1176–1181.
12. Dautel G, Merle M. Dorsal metacarpal reverse flaps. Anatomical basis and clinical application. *J Hand Surg* 1991;16B:400–405.

Cutaneous Perforators of the Fourth Dorsal Interosseous Space: Anatomic Study

TaiSik Yoon, MD, Anna Carrera, MD, PhD,
Jesus Benito-Ruiz, MD, PhD, Angel Ferreres, MD, PhD,
Jose M. Serra-Renom, MD, PhD

From the Department of Plastic Surgery, and the Department of Orthopedic Surgery, Hospital Clinic, Barcelona, Spain; and the Department of Human Anatomy, Medical School, University of Barcelona, Barcelona, Spain.

Purpose: Many investigators have studied the vascular anatomy of the dorsal metacarpal arteries but little attention has been paid to the exact distribution of the cutaneous perforators of the dorsum of the hand. We present an anatomic study of the cutaneous perforators within the fourth dorsal interosseous space, which was supposed to have the most inconsistent vascular anatomy.

Methods: Twenty hands were dissected after black latex injection. A skin paddle was outlined along the fourth dorsal metacarpal space. Suprafascial dissection was performed, preserving any vessel piercing the fascia and reaching the skin. Each perforator was traced back to its origin. The location and origin of each perforator was recorded by digital pictures and measured from a reference point.

Results: In 17 of the cases (85%) at least 1 perforator was identified within the fourth space piercing the dorsal interosseous muscle fascia and reaching the skin. In 10 hands, a perforator branching off the proximal communicating branch was identified, located a mean distance of 11 mm from the carpometacarpal joint line.

Conclusions: A dissectable perforator was found consistently (17 of 20; 85%) in the proximal third of the fourth dorsal interosseous space branching off the proximal communicating branch. Few perforators branch off the middle third of the dorsal metacarpal artery. The perforator described herein shows the connection between the superficial and deep vascular systems of the ring and small metacarpal spaces, and establishes the anatomic basis for reconstructive flaps. (*J Hand Surg* 2007;32A:246–251. Copyright © 2007 by the American Society for Surgery of the Hand.)

Key words: Cutaneous perforator, dorsal metacarpal artery, perforator flap.

Many investigators have studied the vascular anatomy of the dorsal metacarpal arteries and, consequently, several local flaps have been developed based on these arteries to reconstruct small- to medium-size soft-tissue defects of the hand and digits (proximally¹ and distally^{2,3} based dorsal metacarpal flaps, dorsocommissural flap⁴). Nevertheless, little attention has been paid in the literature to the exact distribution of the cutaneous perforators of the dorsum of the hand. The anatomic descriptions in the literature are quite divergent.

Salmon⁵ identified two or three serpiginous branches arranged along a vertical axis corresponding to each intermetacarpal space, branching off each dorsal

metacarpal artery. These cutaneous branches travel between the tendons and tendon sheaths of the back of the hand to reach the skin, where they divide into 2 or more short branches.

According to Cormack and Lamberty,¹ each dorsal metacarpal artery, in its course toward the corresponding web space, may give off “four or five extremely small cutaneous twigs,” which create longitudinal rows overlying the interosseous spaces.

More recently, Omokawa et al⁶ identified “four to eight cutaneous perforators along the length of the metacarpal from each dorsal metacarpal artery.” The distal third of the dorsum of the hand has the most cutaneous perforators.

Quaba and Davison² described the paucity of vascular connections to the dorsal skin in the proximal two thirds of the hand, and consistently identified a cutaneous branch (dorsal recurrent branch) arising from the dorsal metacarpal artery and entering the overlying skin 0.5 to 1 cm proximal to the corresponding metacarpophalangeal joint.

It is widely accepted that the first and second dorsal metacarpal arteries are consistent whereas the rest of the arteries are variable, especially the fourth artery (ring–small intermetacarpal space). The consistency of the dorsal recurrent branch and the dorsal metacarpal artery within the fourth space has been confirmed recently by our group.⁷ The conclusion was that there is no need to include the dorsal metacarpal artery in the flap as previously described.^{8,9} With the dissection technique used in our previous study, however, we did not find consistent perforators from the dorsal metacarpal artery. We decided to perform a new study, changing the dissection technique of the specimens, to confirm or discard the presence of the cutaneous perforators from the dorsal metacarpal artery. We studied the fourth dorsal interosseous space, which was supposed to have the most inconsistent vascular anatomy.

Materials and Methods

Twenty fresh-frozen cadaver hands (11 right, 9 left) were dissected. Once the cadaver hands were thawed, they were injected with black latex through the radial and the ulnar arteries.

A skin paddle was outlined along the fourth dorsal metacarpal space. The distal limit was placed 1 cm proximal to the metacarpophalangeal joint and the proximal limit was at the wrist joint line. The width of the skin paddle was determined by the possibility of direct closure of the donor site.

The radial border of the skin paddle was incised and deepened to the fascia–paratenon plane. Then a suprafascial dissection was performed toward the ulnar side from proximal to distal, carefully dissecting and preserving the perforator vessels coming up through the dorsal interosseous fascia. The dorsal branch of the ulnar nerve was included within the flap to preserve the vascular connections as much as possible. As the dissection proceeded distally, attention was paid to identify the distal recurrent branch previously described by Quaba and Davison.² Finally, the ulnar border of the skin paddle was incised (Fig. 1).

Once the perforator vessels were isolated, they were traced back to the source vessel through the

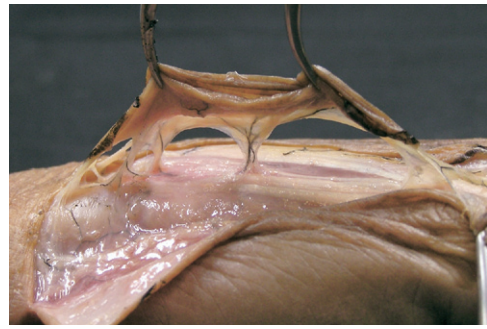


Figure 1. View from the ulnar side of the hand. The left side of the figure is proximal and the right side is distal. A skin paddle is elevated. Two perforators are identified that pierce the fascia between the extensor tendons before branching out and reaching the skin. No perforator exists in the middle third of the dorsum of the hand. The dorsal branch of the ulnar nerve is included in the flap.

dorsal interosseous fascia. To avoid damaging the perforators while opening the fascia next to the perforating point, the fascia was opened longitudinally far away. After opening the fascia, a subfascial dissection was performed by lifting up the fascia, and the perforators were traced back and the dorsal metacarpal artery was exposed widely without jeopardizing the vascular elements. The number of perforators was recorded. The origin of the perforators from the source vessel was recorded (by a digital picture) and measured from a reference point: the carpometacarpal joint for perforators located in the proximal half of the hand and the metacarpophalangeal joint for those located in the distal half. The dorsal metacarpal artery was dissected proximally and distally, trying to identify the communicating branches (proximal and distal), the distal recurrent branch, and the connections to the dorsal carpal branches. Every anatomic detail was recorded by a digital picture (Fig. 2).

Results

All perforator vessels identified in our study had an external diameter of less than 0.5 mm.

In 17 of 20 cases (85%) at least 1 perforator (mean, 1.5; range, 1–3) that pierced the dorsal interosseous muscle fascia and reached the skin was identified within the fourth space (Fig. 1). In 3 of 20 cases (15%) no perforators were identified that pierced the dorsal interosseous fascia. Nevertheless, in these cases, enlarged direct cutaneous vessels arising from the superficial dorsal carpal arch were identified.

In 10 of 20 cases, a perforator that branched off of the proximal communicating branch was identified,

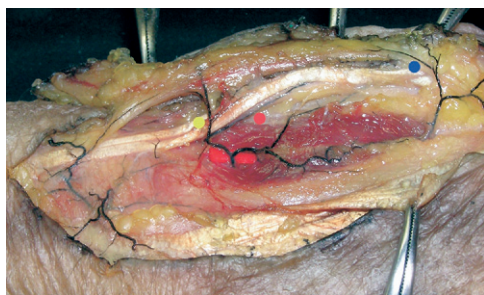


Figure 2. View from the radial side of the hand. The left side of the figure is proximal, the right side is distal, and the upper side is ulnar. The skin paddle has been elevated and reflected. Dorsal fascia has been removed. The red rubber piece indicates the proximal communicating branch. Two perforators are identified with the same origin (yellow and red spots). Distally the recurrent pathway of the distal recurrent branch can be seen (blue spot) close to the dorsal branch of the ulnar nerve.

located a mean distance of 11 mm (range, 8–15 mm) from the carpometacarpal joint line (Figs. 3, 4A). In 2 specimens from this group (2 of 10), a second distal perforator that branched off of the dorsal metacarpal artery was identified, located at 14 and 20 mm from the metacarpophalangeal joint.

In 7 of 20 cases (35%), a perforator that branched off proximal (<5 mm) to the proximal communicating branch was identified, located a mean distance of 10 mm (range, 6–12 mm) from the carpometacarpal joint (Figs. 4B, 5). In 3 of these 7 specimens, a second distal perforator that branched off of the dorsal metacarpal artery was identified, located 16,

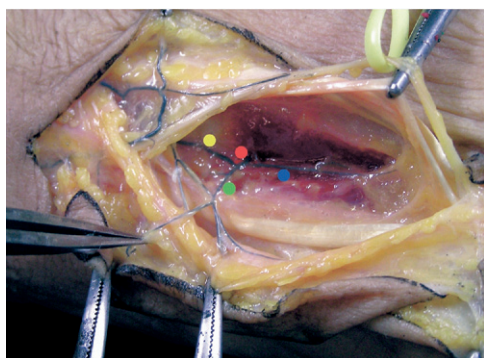


Figure 3. The left side of the figure is proximal, the right side is distal, and the upper side is radial. The skin paddle has been elevated and reflected toward the ulnar side. Dorsal fascia has been removed. The red spot indicates the proximal communicating branch, which receives a major contribution from the dorsal carpal arch (yellow spot), and gives off the dorsal metacarpal artery (blue spot) and a perforator vessel (green spot) that anastomoses with other vessels and branches before reaching the skin.

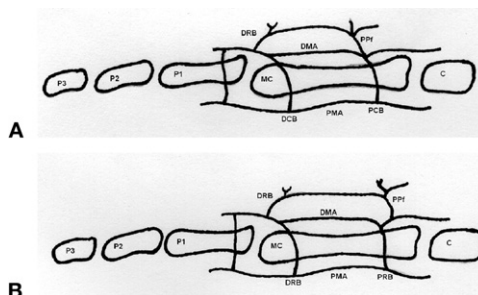


Figure 4. (A) The PPF originates from the PCB at the same level as the DMA. (B) The PPF originates from the ascending branch of the PCB. P1, first phalanx; P2, second phalanx; P3, third phalanx; MC, metacarpal; C, distal carpal row; DMA, dorsal metacarpal artery; PMA, palmar metacarpal artery; PCB, proximal communicating branch; DCB, distal communicating branch; PPF, proximal perforator; DRB, distal recurrent branch.

23, and 27 mm from the metacarpophalangeal joint. In 1 of 7 specimens, double distal perforators were present that branched off of the dorsal metacarpal artery, located at 16 and 23 mm from the metacarpophalangeal joint.

In the most frequent situation, a single cutaneous perforator was present that arose from the proximal communicating branch. This was observed in 8 of 20 specimens.

From its emerging point, the perforator vessel pierced the dorsal interosseous fascia directly, and then it branched and continued proximally and distally for a variable distance, lying above the fascia

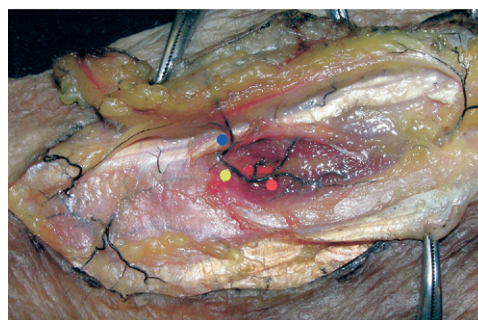


Figure 5. The left side of the figure is proximal, the right side is distal, and the upper side is ulnar. The skin paddle has been elevated and reflected. The dorsal fascia has been partially removed. The red rubber piece indicates the proximal communicating branch, which seems to divide into ascending and descending branches. The descending branch (red spot) originates at the dorsal metacarpal artery, whereas the ascending branch (yellow spot) travels toward the dorsal carpal arch. From this ascending branch, a major-caliber perforator originates (blue spot). The perforator gives off a small branch to the dorsal fascia before final branching. Distally, the dorsal recurrent branch can be observed coursing parallel to the dorsal branch of the ulnar nerve.

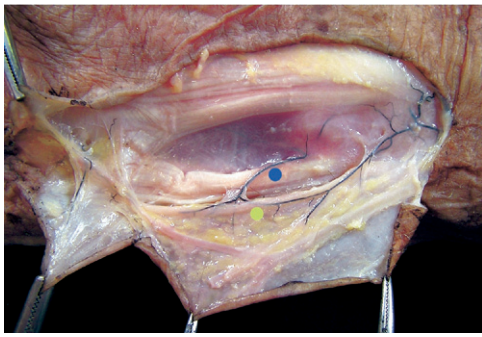


Figure 6. View from the radial side of the hand. The left side of the figure is distal, the right side is proximal, and the upper side is radial. A suprafascial dissection has been performed and the skin reflected ulnarly. The perforator can be observed piercing the dorsal fascia (blue spot) and branching into 3 main branches before penetrating the skin. The perforator branches are related intimately to the artery accompanying the sensitive nerve (yellow spot).

before entering the skin. Along its suprafascial course, the perforator was very close to the perineural plexus or the artery accompanying the dorsal branch of the ulnar nerve, traveling in a parallel pathway or even anastomosing to the perineural vascular network (Fig. 6).

In some cases a vascular connection between the distal recurrent branch and the cutaneous perforators could be identified within the fourth dorsal interosseous space (Fig. 7).

The perforator vessels reached the skin between the extensor tendons of the fourth and fifth digits. In some cases the perforator reached the skin, passing through the 2 fascicles of the extensor tendon of the fifth digit ($n = 6$) or lateral to the ulnar border of the extensor tendon of the fifth digit by crossing below the tendon ($n = 1$).

Discussion

Salmon⁵ identified “two or three serpiginous branches” arranged along a vertical axis corresponding to each intermetacarpal space, branching off each dorsal metacarpal artery. These cutaneous branches travel between the tendons and tendon sheaths of the back of the hand to reach the skin, where they divide into 2 or more short branches. According to Cormack and Lamberty,¹ each dorsal metacarpal artery, in its course toward the corresponding web space, may give off “four or five extremely small cutaneous twigs” that create longitudinal rows overlying the interosseous spaces. Omokawa et al⁶ described “four to eight cutaneous perforators along the length of the metacarpal bone from each dorsal metacarpal artery.” Quaba and Davison² described the paucity of

vascular connections to the dorsal skin in the proximal two thirds of the hand, and consistently identified a cutaneous branch (dorsal recurrent branch) that arose from the dorsal metacarpal artery and entered the overlying skin 0.5 to 1 cm proximal to the corresponding metacarpophalangeal joint.

We agree with Quaba and Davison² and Omokawa et al⁶ that the distal third of the dorsum of the hand is rich in cutaneous branches and the dorsal recurrent branch is a consistent finding in cadaver dissection, even within the fourth interosseous space as described previously by our group.⁷ The majority of these vessels, however, are direct cutaneous arteries that arise from the distal communicating branch and not from the dorsal metacarpal artery. These distal cutaneous vessels mainly contribute to the vascularization of the skin around the metacarpophalangeal joint. Although these investigators pointed out the paucity of vascular connections to the dorsal skin in the proximal two thirds of the hand, we found a consistent cutaneous perforator (present in 17 [85%] of the specimens) that could be dissected easily, located approximately 10 mm distal from the carpometacarpal joint. In 6 (30%) of the specimens, a second dissectable distal cutaneous perforator existed. According to the anatomic distribution, these cutaneous perforators may provide the blood supply to the proximal two thirds of dorsal skin of the hand.

The number of cutaneous perforators identified in our dissections (mean, 1.5; range, 1–3) was lower than the number reported by Cormack and Lamberty,¹ Salmon,⁵ and Omokawa et al.⁶ They probably included the distal recurrent branch and the distal

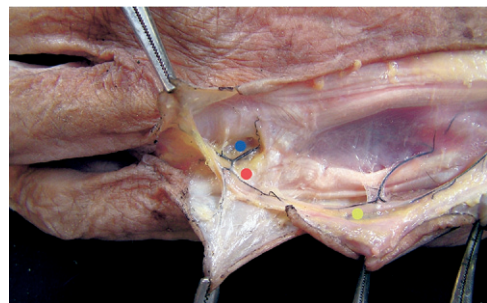


Figure 7. View from the radial side of the hand. The left side of the figure is distal, the right side is proximal, and the upper side is radial. A suprafascial dissection has been performed and the skin rejected ulnarly. The perforator can be observed to pierce the dorsal fascia. Distal to the junctura tendinae, the distal recurrent branch (red spot) can be observed branching off of the distal communicating branch (blue spot). The perforator anastomoses with the distal recurrent branch along the course of the dorsal branch of the ulnar nerve (yellow spot).

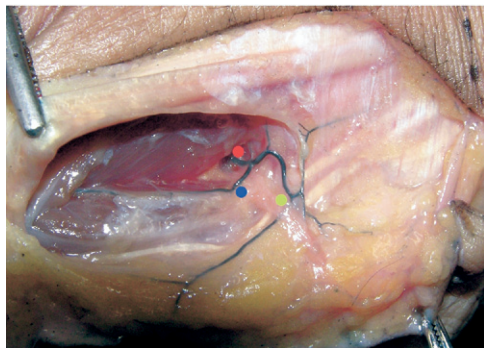


Figure 8. The left side of the figure is distal, the right side is proximal, and the upper side is radial. The skin paddle has been elevated suprafascially and reflected ulnarly. Dorsal fascia has been removed. The proximal communicating branch (red spot) can be observed passing through the interosseous muscles. It gives off distally the dorsal metacarpal artery (blue spot) and proximally the perforator (yellow spot). The caliber of the perforator at its origin is larger than the caliber of the dorsal metacarpal artery.

cutaneous branches in their final count. These distal cutaneous branches penetrate the skin overlying the metacarpal heads distal to the *junctura tendinae*, and thus do not perforate the interosseous fascia. In our dissections, only those branches that clearly pierced the dorsal interosseous fascia were included.¹⁰ These investigators coincide when describing the cutaneous perforators of the dorsum of the hand as being “serpiginous” and “extremely small twigs.” Omokawa et al⁶ measured the caliber of the perforators, revealing that the distal ones were 0.03 mm larger than the proximal ones. In our dissections we found that the external diameter of the perforators, especially the proximal perforator (the most consistent one), was similar to the external diameter of the dorsal metacarpal artery at its origin (Fig. 8), which means that the proximal perforator is the largest, even larger than the distal recurrent branch.

The dorsal metacarpal artery of the fourth interosseous space originated from the proximal communicating branch, and received a small contribution from the dorsal carpal network.^{7,11} In 10 (50%) of the specimens, the proximal perforator branches off of the proximal communicating branch (Fig. 4A). Careful observation of the specimens showed that the proximal communicating branch seems to divide into an ascending branch toward the dorsal carpal arch and a descending branch, which becomes the dorsal metacarpal artery. In 7 (35%) of the specimens, the proximal perforator originated from the ascending branch of the proximal communicating branch (Fig. 4B). The emerging point of the proximal per-

forator can be located externally, corresponding with the depression at the confluence of the base of the fourth and fifth metacarpals.

We decided to explore the fourth interosseous space in an effort to prove the vascular consistency of this space, with regard to not only the dorsal metacarpal artery that already has been shown,⁷⁻⁹ but also the cutaneous perforators, which could not be shown in our former report.⁷ We are currently performing a study of the cutaneous perforators of the dorsum of the hand within the rest of the dorsal interosseous spaces.

The perforator vessels described in this article represent the vascular connection between the deep dorsal vascular system (dorsal metacarpal artery—Maruyama³ flap) and the superficial one (distal recurrent branch—Quaba and Davison² flap).

From a clinical point of view we would suggest using the Quaba and Davison² flap (based on the distal recurrent branch) in most cases and the Maruyama³ flap (including the whole vascular system, deep and superficial, and the connection between both) for patients with jeopardized vascularization (diabetes, smokers). On the other hand, it remains to be seen if a perforator flap based on the vessel described herein could be included in the reconstructive armamentarium.

The authors are grateful for the cadavers provided by Body Donation Service, Medical School, University of Barcelona, Barcelona, Spain.

Received for publication July 26, 2006; accepted in revised form December 5, 2006.

Supported by project PI 030242 from Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS) in 2003.

No benefits in any form have been received or will be received from a commercial party related directly or indirectly to the subject of this article.

Corresponding author: Jesus Benito Ruiz, MD, PhD, Servicio de Cirugía Plástica y Maxilofacial, Hospital Clínic, C/ Villarroel, no. 170, 08036 Barcelona, Spain; e-mail: drbenito@cirugia-estetica.com.

Copyright © 2007 by the American Society for Surgery of the Hand 0363-5023/07/32A02-0017\$32.00/0

doi:10.1016/j.jhsa.2006.12.001

References

1. Cormack GC, Lamberty BGH. The arterial anatomy of skin flaps. Hong Kong: Churchill Livingstone, 1994:204–207.
2. Quaba AA, Davison PM. The distally-based dorsal hand flap. *Br J Plast Surg* 1990;43:28–39.
3. Maruyama Y. The reverse dorsal metacarpal flap. *Br J Plast Surg* 1990;43:24–27.
4. Valenti P, Masquelet AC, Begue T. Anatomic basis of a dorso-commissural flap from the 2nd, 3rd and 4th intermetacarpal spaces. *Surg Radiol Anat* 1990;12:235–239.
5. Salmon M. Arteries of the skin. London: Churchill Livingstone, 1988:32–34.
6. Omokawa S, Tanaka Y, Ryu J, Kish VL. The anatomical

- basis for the reverse first to fifth dorsal metacarpal arterial flaps. *J Hand Surg* 2005;30B:40–44.
7. Yoon TS, Carrera A, Benito-Ruiz J, Ferreres A, Serra-Renom JM. The anatomic basis of the fourth dorsal metacarpal flap: a cadaveric dissection. *J Hand Surg* 2006;31A:711–716.
 8. Vuppalapati G, Oberlin C, Balakrishnan G. Distally based dorsal hand flaps: clinical experience, cadaveric studies and an update. *Br J Plast Surg* 2004;57:653–667.
 9. Katerinaki E, Chakrabarty KH. Distally based dorsal metacarpal flaps: a review of series of patients treated in a 6-month period. *Injury* 2004;35:1176–1181.
 10. Blondeel PN, Van Landuyt K, Hamdi M, Monstrey SJ. Perforator flap terminology: update 2002. *Clin Plast Surg* 2003;30:343–346.
 11. Olave E, Prates JC, Gabrielli C, Mandiola E. Perforating branches: important contribution to the formation of the dorsal metacarpal arteries. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1998;32:221–227.