

R 25350

57D C1163

1162826

T.O.
CH63



CAMBIOS EN EL PATRÓN VASCULAR DE LA MANO TRAS LA DISECCIÓN DEL COLGAJO RADIAL

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

51

260

5-12-96

TESIS DOCTORAL *Flora de la U*
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

GERMÁN CIRIA LLORÉNS



PROGRAMA DE DOCTORADO
ACTUALIZACIONES EN CIRUGÍA

Enero 1997

Sevilla

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA UNIVERSIDAD DE SEVILLA

D. Álvaro García Perla, Profesor Titular del Departamento de Cirugía de la Universidad de Sevilla, Jefe de Servicio de Cirugía Oral y Maxilofacial del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla,

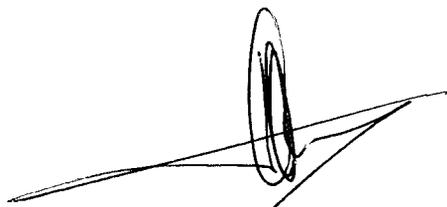
CERTIFICA:

que D. Germán Ciria Lloréns, Licenciado en Medicina y Cirugía por la Universidad de Alicante, Médico Residente de Cirugía Plástica del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla durante el periodo 1991/95, ha realizado bajo su dirección el trabajo titulado "CAMBIOS EN EL PATRÓN VASCULAR DE LA MANO TRAS LA DISECCIÓN DEL COLGAJO RADIAL" para optar al grado de Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad de Sevilla, trabajo que ha sido realizado en el Hospital Universitario Virgen del Rocío con la participación como co-directores de los doctores Tomás Gómez Cía, Antonio Talegón Meléndez y David González Padilla, Facultativos Especialistas de los Servicios de Cirugía Plástica, Radiología y Cirugía Maxilofacial respectivamente de dicho hospital.

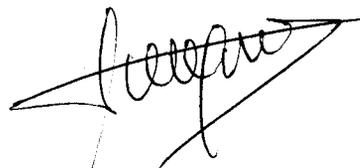
Sevilla, Enero de 1997.



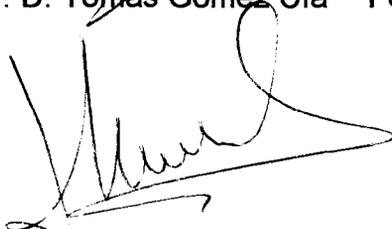
Fdo. Prof. Dr. D. Álvaro García Perla



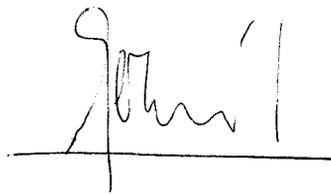
Fdo. Dr. D. Tomás Gómez Cía



Fdo. Dr. D. Antonio Talegón Meléndez



Fdo. Dr. D. David González Padilla



Fdo. D. Germán Ciria Lloréns

AGRADECIMIENTOS

No quisiera dejar pasar esta oportunidad sin agradecer a ciertas personas su ayuda y colaboración en este trabajo:

- Al Director y Codirectores de esta Tesis Doctoral:

Prof. Dr. Álvaro García Perla
Dr. Tomás Gómez Cía
Dr. Antonio Talegón Meléndez
Dr. David González Padilla

- A diferentes especialistas de diversos Hospitales que han colaborado directamente en el desarrollo del trabajo:

Dr. Domingo Sicilia de Castro
D. Agustín Mayo Iscar
Dr. Antonio Franco Díaz
Prof. Dominique Martin
Dr. Joseph Bakhach
Dr. Luis Sánchez García
Dr. José Antonio Gutiérrez del Manzano
Dr. Francisco Mayorga Giménez
Dr. Rafael Marín Bedoya
Dr. José María Hernández Guisado
Prof. Dr. Miguel Gili

- A todos los Residentes y Facultativos del Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Virgen del Rocío de Sevilla, por su apoyo en éste y otros trabajos, así como su inestimable ayuda durante mi periodo de formación como especialista.

*A mis padres,
Ovidio y Juana.*

CAMBIOS EN EL PATRÓN VASCULAR DE LA MANO TRAS LA DISECCIÓN DEL COLGAJO RADIAL

I. INTRODUCCIÓN.	1
I.1. Justificación del estudio.	2
I.2. Hipótesis científica.	3
I.3. Objetivos.	5
I.3.1. <u>Objetivo principal.</u>	5
I.3.1.1. Cambios en el patrón vascular de la mano tras la disección del colgajo radial.	5
I.3.2. <u>Objetivos secundarios.</u>	5
I.3.2.1. Morbilidad del colgajo radial.	5
I.3.2.2. Valoración de la exploración vascular de la mano mediante Doppler continuo.	6
I.3.2.3. Valoración de resultados de la reconstrucción con el colgajo radial.	6
I.3.2.4. Aportación del Eco-Doppler-Color como examen complementario en Cirugía Reconstructiva.	7
I.4. Planificación del estudio.	7
I.4.1. <u>Estudio prospectivo acerca de los cambios en el patrón vascular de la mano tras la disección de la arteria radial.</u>	7
I.4.2. <u>Estudio retrospectivo.</u>	8
I.4.2.1. Valoración de secuelas sobre la zona donante radial.	8
I.4.2.2. Valoración de los resultados de la reconstrucción con el colgajo radial.	9
I.4.3. <u>Estudio en cadáveres frescos para ilustrar las implicaciones anatómicas secundarias a la disección del colgajo radial.</u>	9
I.5. La vascularización de la mano y el colgajo radial en la evolución de la cirugía reconstructiva.	10
I.5.1. <u>La evolución de los métodos de reconstrucción en cirugía plástica.</u>	11
I.5.1.1. Vascularización de la piel y clasificación de los colgajos cutáneos.	13

I.5.1.1.1. Los conceptos de Nakajima.	13
I.5.1.1.2. La clasificación de Cormack y Lamberty.	15
I.5.1.1.3. Los trabajos de Taylor.	16
I.5.1.1.4. Conceptos hemodinámicos.	18
I.5.1.2. Nuevas técnicas de transferencias de colgajos.	21
I.5.1.2.1. Nuevos colgajos con flujo retrógrado.	21
I.5.1.2.2. El alargamiento de la longitud de un pedículo en V-Y con flujo invertido.	24
I.5.1.2.3. Los colgajos venosos.	26
I.5.1.2.4. Los colgajos neurocutáneos.	27
I.5.1.2.5. La transformación de ciertas zonas donantes de colgajos musculocutáneos en colgajos fasciocutáneos.	28
I.5.1.3. Ejemplos de nuevos colgajos descritos en los últimos años	29
I.5.2. <u>Microcirugía y transferencias libres de tejidos.</u>	35
I.5.3. <u>La vascularización de la mano.</u>	41
I.5.4. <u>El colgajo radial.</u>	46
I.5.4.1. Anatomía.	48
I.5.4.2. Disección del colgajo.	52
I.5.4.2.1. Consideraciones preoperatorias.	52
I.5.4.2.2. Diseño del colgajo.	53
I.5.4.2.3. Disección quirúrgica.	54
I.5.4.2.4. Cierre de la zona donante.	60
I.5.4.3. Ventajas e inconvenientes.	63
I.5.4.4. Complicaciones.	65
I.5.4.5. Aplicaciones e indicaciones.	67

I.5.5. <u>Nuevos colgajos en cirugía de la mano.</u>	73
I.5.6. <u>Aplicaciones del Eco-Doppler Color en Cirugía Plástica.</u>	88
I.5.6.1. Eco-Doppler Color: principios elementales.	88
I.5.6.2. Duplex-Color frente a angiografía.	91
I.5.6.3. Aplicaciones en Cirugía Plástica.	92
I.5.6.3.1. Estudio de tumoraciones en la extremidad superior.	92
I.5.6.3.2. Alteraciones de perfusión de las extremidades.	93
I.5.6.3.3. Monitorización de anastomosis vasculares.	95
I.5.6.3.4. Identificación de perforantes y pedículos vasculares.	95
I.5.6.4. Medición del débito sanguíneo.	97
II. MATERIAL Y MÉTODOS.	101
II.1. Población: pacientes estudiados.	101
II.1.1. <u>Estudio Prospectivo: valoración de los cambios en el patrón vascular de la mano tras la disección del colgajo radial.</u>	101
II.1.1.1. Criterios de inclusión y exclusión.	101
II.1.1.2. Protocolo de recogida de datos.	103
II.1.1.3. Método de la toma de datos.	106
II.1.2. <u>Estudio retrospectivo: valoración de la morbilidad de la zona donante radial, y valoración de los resultados de la reconstrucción.</u>	109
II.1.2.1. Criterios de inclusión y exclusión.	109
II.1.2.2. Protocolo de recogida de datos.	110
II.1.2.3. Método de la toma de datos.	111

II.2. Métodos de evaluación de los datos.	118
II.2.1. <u>Eco-Doppler Color.</u>	118
II.2.2. <u>Doppler continuo.</u>	119
II.2.3. <u>Dinamómetro.</u>	119
II.2.4. <u>Discriminación sensitiva entre dos puntos.</u>	119
II.3. Estudio anatómico en cadáveres frescos.	120
II.4. Análisis estadístico.	120
III. RESULTADOS.	121
III.1. Estudio prospectivo: cambios en el patrón vascular de la mano tras la disección del colgajo radial.	121
III.1.1. <u>Descripción de la población.</u>	121
III.1.2. <u>Medidas de volúmenes de flujo mediante Dúplex-Color.</u>	126
III.1.3. <u>Análisis estadístico.</u>	141
III.1.4. <u>Exploración vascular mediante test de Allen y Doppler continuo.</u>	165
III.1.5. <u>Otras aplicaciones del Dúplex-Color en Cirugía Plástica.</u>	166
III.2. Estudio retrospectivo: valoración de la morbilidad de la zona donante radial, y valoración de los resultados de la reconstrucción.	173
III.2.1. <u>Descripción de la población.</u>	173
III.2.2. <u>Valoración subjetiva del paciente.</u>	178
III.2.2.1. Valoración de la zona donante radial.	178
III.2.2.2. Valoración de los resultados de la reconstrucción.	179
III.2.3. Exploración de las zonas donante y receptora.	179
III.2.3.1. Exploración de la zona donante radial.	180

III.2.3.2. Exploración de la zona receptora: valoración de la reconstrucción.	181
III.2.4. <u>Exploración vascular mediante test de Allen y Doppler continuo.</u>	182
III.3 Estudio anatómico.	184
IV. DISCUSIÓN.	186
IV.1. Estudio prospectivo.	186
IV.1.1. <u>Discusión del planteamiento del estudio.</u>	186
IV.1.2. <u>Discusión de la aplicación del Dúplex-Color.</u>	188
IV.1.2.1. Discusión del estudio volumétrico.	188
IV.1.2.2. Discusión de sus aplicaciones en Cirugía Plástica.	192
IV.1.3. <u>Discusión de los resultados.</u>	192
IV.1.4. <u>Hipótesis de la redistribución de los tipos de flujo en los ejes vasculares axiales.</u>	194
IV.2. Estudio retrospectivo.	200
IV.2.1. <u>Discusión de la morbilidad.</u>	200
IV.2.2. <u>Discusión de la exploración mediante test de Allen y Doppler continuo.</u>	202
IV.2.2.1. Circulación colateral de la mano. Estudio clínico prospectivo.	203
IV.2.3. <u>Discusión de los resultados de la reconstrucción y de las indicaciones del colgajo radial.</u>	204
V. CONCLUSIONES.	206
VI. RESUMEN.	209
VII. BIBLIOGRAFÍA.	211

“Specialized knowledge will do a man no harm if he also has common sense; but if he lacks this, it can only make him more dangerous for his patients”.

Oliver Wendell Holmes

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas, la difusión de la microcirugía en cirugía plástica ha introducido nuevas y revolucionarias intervenciones para solucionar múltiples problemas reconstructivos, de forma que las transferencias libres de tejidos han estimulado el estudio de la anatomía vascular de diversas regiones, con el objetivo de aportar diferentes cantidades y combinaciones de tejidos con la menor morbilidad posible.

Este interés en el estudio de la anatomía neurovascular, ha resultado en un incremento en el uso y aplicación de nuevos colgajos musculares, musculocutáneos y fasciocutáneos, en su transferencia como colgajos libres, en el estudio de vías anastomóticas vasculares que permiten una mayor versatilidad a los colgajos axiales sin necesidad de técnicas microquirúrgicas, en la aplicación de colgajos compuestos y múltiples que aportan diferentes tejidos en diversas cantidades, en un uso más rentable de la expansión tisular, en un auge de la reanimación y la resensibilización, en la introducción de la prefabricación de colgajos, en el estudio experimental y la aplicación clínica de los colgajos venosos, y en definitiva, en el renacimiento del concepto de angiosoma⁽¹⁾ (territorios anatómicos tridimensionales con uno o más tejidos, tributarios de una fuente vascular -y a veces nerviosa- y, por tanto, susceptibles de ser tratados como unidades reconstructivas donantes).

Estos avances en la cirugía reconstructiva han ocasionado que cada cirujano, en función de su experiencia, seleccione por prioridades la reconstrucción de un problema determinado con la técnica que, con la menor morbilidad posible, mejor se adapte a las necesidades de cada caso.

Ello significa que resulta imperioso estudiar los resultados obtenidos y la morbilidad de las diferentes técnicas, para poder compararlas entre sí, y establecer unos criterios racionales y útiles que permitan una correcta indicación para cada problema reconstructivo, y que mejor se adapte a la anatomía, preferencia y necesidades de cada paciente.

Éste es el objetivo genérico del presente estudio y, lógicamente, de muchos trabajos de investigación clínica que se realizan en diferentes Departamentos de Cirugía Plástica, con el fin de proporcionar a los pacientes los mejores resultados reconstructivos con la menor morbilidad posible, al mismo tiempo que se intenta rentabilizar los recursos técnicos y humanos de cada sistema sanitario que atiende a estos enfermos.

La gran variedad de problemas reconstructivos a resolver en las distintas regiones anatómicas, junto con la diversidad de técnicas y métodos de tratamiento quirúrgico hacen, por un lado, que sea difícil sistematizar las indicaciones quirúrgicas ante una multiplicidad de factores tan heterogéneos, y por otro, que la imaginación del cirujano proponga soluciones alternativas a problemas que pueden parecer similares.

Por ello, como veremos más adelante, este estudio ha sido diseñado para valorar un aspecto concreto acerca de un método reconstructivo ampliamente utilizado y difundido: se trata de valorar objetivamente la morbilidad vascular que supone para la mano privarla de su arteria radial cuando se utiliza el colgajo radial antebraquial en cirugía reparadora, de forma que puedan definirse mejor sus indicaciones en relación con otros métodos de tratamiento.

I.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

Esta última idea, trasladada a nuestro medio (el Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla), es la base de este proyecto de investigación clínica. Desde que en 1990 se empezaron a utilizar de forma sistemática por parte del Dr. Gómez Cía en este Servicio las transferencias libres de tejidos para ciertos tipos de problemas, el colgajo libre radial ha sido, con cierta diferencia, el más utilizado en función de su fiabilidad, versatilidad y de las necesidades reparadoras de cada caso en particular.

Desde la primera descripción del colgajo radial en 1981⁽²⁾, muchas y diferentes han sido sus aplicaciones, basadas siempre en su fiabilidad, relativa facilidad en su disección, longitud y calibre de sus vasos, buen drenaje venoso, extensa superficie cutánea con posibilidad de resensibilización, posible incorporación de hueso, músculo y tendón, etc.

También desde las primeras publicaciones, se hace hincapié en su morbilidad^(3,4): necesidad de injerto cutáneo para el cierre de la zona donante y su posible contracción, adherencias o pérdida de sustancia, defecto estético aparente, lesión de la rama sensitiva del nervio radial y del nervio cutáneo lateral del antebrazo, fractura patológica tras extraer parte del radio, pérdida de fuerza al utilizar músculos o tendones, y sobre todo, el potencial peligro para la mano al privarla de una de sus arterias.

Desde entonces, algunos autores han publicado métodos para minimizar esta morbilidad (expansión cutánea previa^(5,6), osteotomías en quilla del hueso⁽⁷⁾, colgajos fasciosubcutáneos preservando la piel^(8,9,10,11), reconstrucción de la arteria con injerto de safena^(12,13), colgajos fascio-subcutáneos en isla preservando la arteria radial⁽¹⁴⁾, etc.), mientras que otros, especialmente tras la introducción de nuevos colgajos libres y la introducción de nuevos colgajos axiales de la extremidad superior (como el interóseo posterior), han decidido cambiar su prioridad y abandonar el colgajo radial como de elección para muchos problemas en los que anteriormente se utilizaba^(15,16).

Todas estas consideraciones nos obligan, en cierto modo, a analizar de forma crítica y científica los resultados obtenidos con este colgajo y la posible morbilidad que presentan los antebrazos donantes, aspecto que desde nuestro punto de vista, no se ha investigado lo suficiente, especialmente en lo que respecta a los posibles cambios del patrón vascular de la mano que:

1) por una parte, al ser privada de uno de sus ejes arteriales, queda en principio con un peligro potencial mayor de isquemia ante subsecuentes traumas o patología vascular,

2) y por otro lado, puede desarrollar otras vías anastomóticas a partir de las arterias interóseas y la arteria cubital, secundarias a los cambios hemodinámicos ocasionados por la interrupción del flujo de la arteria radial.

I.2. HIPÓTESIS CIENTÍFICA.

Se trata de averiguar si existen cambios considerables en los patrones de flujo de las principales arterias de la mano, tras la resección de la arteria radial al realizar el colgajo chino, que permitan una redistribución de la vascularización y una posible readaptación de la mano ante un posible trauma de la arteria cubital residual, o ante la amenaza de enfermedad vascular degenerativa, tromboembólica o vasoespástica.

Nuestra hipótesis quiere demostrar que tras la resección de la arteria radial a nivel antebraquial con el colgajo chino, la mano sigue recibiendo el mismo aporte sanguíneo por gramo de tejido tanto en reposo como en actividad. Ello supone, dado que las resistencias periféricas en la mano se mantienen prácticamente constantes tras la elevación del colgajo, un incremento en el volumen circulante a través del resto de las arterias axiales de la mano (arteria cubital y eje de las interóseas), volumen que depende invariablemente de la velocidad del flujo y la sección del vaso.

Esta hipótesis surgió a partir de ciertas observaciones clínicas y quirúrgicas:

- Aparte de no encontrar ningún déficit vascular en las extremidades donantes, en dos casos en los que se realizó el colgajo interóseo posterior en antebrazos previamente usados como donantes del colgajo chino, la arteria interósea posterior se encontró de un tamaño inusualmente superior al normal⁽¹⁷⁾.

- Asimismo, en otra paciente que precisó otros procedimientos secundarios tras la realización de un colgajo radial a flujo invertido, la arterografía digital mostró una arteria interósea anterior anormalmente grande con una comunicación importante con el arco palmar superficial a través del muñón distal de la arteria radial⁽¹⁸⁾.
- Además, en muchas de las manos donantes del colgajo radial hemos observado como al realizar un test de Allen modificado, se produce un relleno capilar rápido en menos de tres segundos con la arteria cubital presionada.
- También hemos observado como en un paciente recientemente tratado en nuestro Servicio de Urgencias, tras la sección traumática de la arteria radial y cubital diez cm. por debajo del pliegue de flexión del codo, la mano presentaba una vascularización normal pocas horas después del accidente.

De este modo, podríamos postular que tras la resección de la arteria radial, cambios en la velocidad del flujo inicial podrían provocar en arterias de pequeño y mediano calibre, como la cubital y las interóseas anterior y posterior, una hiperplasia de la capa media y un aumento en la sección del vaso. Todo esto, aparte de permitir un flujo adecuado de sangre a la mano, potenciaría las anastomosis vasculares menores de las arterias interóseas con los arcos palmares y dorsales de la arteria cubital, de modo que se reestablecería de alguna forma la hemodinámica de los arcos vasculares de la mano, quedando minimizado el peligro de isquemia atribuido a este colgajo al interrumpir el eje radial.

No obstante, el tono simpático vasomotor podría tener la capacidad suficiente como para redistribuir el volumen/minuto de la extremidad, sin que los cambios hemodinámicos anteriormente mencionados jugaran un papel importante.

Por todo ello, creemos que midiendo la velocidad y el volumen del flujo de los principales ejes vasculares de la mano antes y después de la disección del colgajo chino, podemos obtener conclusiones importantes acerca de la redistribución del flujo circulante, factor importante a considerar cuando se valora la indicación de este colgajo en función de la morbilidad vascular que puede representar sacrificar la arteria radial.

I.3. OBJETIVOS.

I.3.1. Objetivo principal.

I.3.1.1. Cambios en el patrón vascular de la mano tras la disección del colgajo radial.

El objetivo principal de este estudio es la valoración de los cambios hemodinámicos de la mano tras la disección del colgajo radial, en cuanto a los distintos patrones y cantidades de flujo que irrigan la mano a partir de sus ejes arteriales principales (arteria radial y cubital), y secundarios (arterias interósea anterior e interósea posterior), para poder aceptar o rechazar nuestra hipótesis de trabajo.

Para llevar a cabo este objetivo, resulta evidente la necesidad de un estudio prospectivo que valore de forma cuantitativa los flujos de sangre que llegan a una misma mano antes y después de disecar el colgajo radial. Los detalles acerca de cómo cuantificar estos flujos para poder compararlos posteriormente entre sí se discuten en el apartado correspondiente a la planificación del estudio.

El método utilizado en la medición del flujo arterial como débito o volumen sanguíneo expresado en ml./minuto será el Eco-Doppler Color, cuyos fundamentos técnicos elementales detallaremos más adelante en esta introducción.

I.3.2. Objetivos secundarios.

I.3.2.1. Morbilidad del colgajo radial.

Evaluar la morbilidad del colgajo radial en cuanto a los siguientes aspectos:

A) Recogida de datos retrospectiva acerca de complicaciones de la zona donante en cuanto se refiere a:

- retraso en la curación de la zona donante (pérdida del injerto, hematoma, infección),
- fractura u otras complicaciones secundarias a la extracción de injerto óseo del radio,

- necesidad de intervenciones secundarias por complicaciones de la zona donante.

B) Valoración subjetiva del paciente de la zona donante del colgajo radial en cuanto a:

- motricidad,
- sensibilidad y
- defecto estético.

C) Valoración objetiva/subjetiva por parte del explorador de los siguientes aspectos:

- rango activo de movimiento de la muñeca,
- fuerza de la mano,
- sensibilidad de la zona injertada,
- déficits secundarios a lesión de la rama sensitiva del radial u otras alteraciones sensoriales,
- exploración vascular mediante test de Allen y doppler continuo para descartar problemas isquémicos,
- incidencia de cambios tróficos en la mano,
- defecto cosmético de la zona donante.

I.3.2.2. Valoración de la exploración vascular de la mano mediante el empleo de Doppler continuo.

Se tratará de demostrar la utilidad y validez del Doppler continuo en la exploración vascular de la mano, como método de una mayor sensibilidad que la exploración clínica y el test de Allen para detectar y poder distinguir entre arterias funcionantes o no, y entre arterias contributivas o no en la vascularización global de la mano.

I.3.2.3. Valoración de los resultados de la reconstrucción con el colgajo radial.

Se analizarán en este apartado de forma subjetiva, tanto por parte del paciente como por parte del explorador que realiza el estudio, los resultados de la reconstrucción. Dada la heterogeneidad de los problemas reconstructivos tratados, se trata simplemente de tener un punto de referencia, para comparar los resultados de la reconstrucción con el colgajo radial con los de otros autores y con otros métodos de tratamiento. Se valorarán de forma detallada los siguientes aspectos:

- satisfacción del paciente con reconstrucción,
- estabilidad y funcionalidad de la cobertura,
- sensibilidad en caso de colgajos resensibilizados,
- comportamiento del componente óseo,



- resultado estético.

I.3.2.4. Aportación del Eco-Doppler Color como examen complementario en Cirugía Reconstructiva.

Dado que éste va a ser el método de trabajo empleado en el objetivo principal de este estudio, sus diferentes aplicaciones en relación con nuestra especialidad serán valoradas conforme vaya progresando la exploración de los pacientes y la aplicación de este método de diagnóstico por la imagen. Los diferentes aspectos que trataremos de contrastar en su aplicación serán:

- estudio volumétrico,
- estudio de tumoraciones en la extremidad superior,
- estudio zona donante: pedículo principal y perforantes,
- estudio vasos receptores,
- información ecográfica adicional,
- Duplex-Color frente a angiografía.

I.4. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

I.4.1. Estudio prospectivo acerca de los cambios en el patrón vascular de la mano tras la disección de la arteria radial.

En esta parte del trabajo se trata de desarrollar el objetivo principal de esta tesis, de forma que se va a estudiar el patrón de vascularización de la mano donante de un colgajo chino de forma prospectiva.

Este patrón vascular se puede entender de forma teórica, como la distribución de los volúmenes de flujo sanguíneo que por unidad de tiempo llega a la mano en condiciones basales, a partir de los ejes arteriales principales (arterias cubital y radial) y secundarios (arterias interósea anterior y posterior).

La suma de la medida de los volúmenes de flujo en cada una de estas cuatro arterias a nivel del eje de flexo-extensión de la muñeca, nos proporcionará un dato bastante aproximado de la cantidad de sangre que en conjunto recibe la mano. El cálculo de los porcentajes de cada arteria respecto al volumen total correspondiente, nos indicará la importancia de

la participación relativa de cada eje arterial en la vascularización de la mano.

Para poder analizar de forma prospectiva los cambios que se producen en el patrón vascular de la mano con la extirpación de la arteria radial al diseccionar el colgajo chino, necesitamos realizar lógicamente dos exploraciones de los volúmenes citados anteriormente: una primera exploración en la mano normal, previa a la toma del colgajo chino, y otra segunda tras la intervención, cuando ya se hayan establecido los cambios hemodinámicos correspondientes a la supresión del eje radial.

La comparación del volumen que circula por cada arteria, del volumen global correspondiente a la suma de todas ellas y de los porcentajes relativos de cada arteria respecto al global, permitirán extraer conclusiones acerca de la morbilidad vascular de este método de reconstrucción.

Los detalles acerca de la población incluída en el estudio, el protocolo y la forma de la recogida de datos, así como el tratamiento informático y estadístico de los mismos, se presentarán en el apartado correspondiente del material y métodos.

I.4.2. Estudio retrospectivo para la valoración de secuelas sobre la zona donante radial, y sobre los resultados obtenidos en la reconstrucción con el empleo de este colgajo.

I.4.2.1. Secuelas de la zona donante radial.

La valoración de estas secuelas se puede realizar de forma retrospectiva, ya que disponemos de una serie importante de pacientes a los que se les ha realizado el colgajo radial con un tiempo de seguimiento suficiente como para considerar dichas secuelas como definitivas.

Se trata de llevar a cabo uno de los objetivos secundarios de este trabajo, pues además de la morbilidad vascular, el colgajo chino puede ocasionar complicaciones importantes en el antebrazo donante con consecuencias funcionales y estéticas. Por ello se analizarán, como ya hemos visto en los objetivos secundarios, la existencia de complicaciones de la zona donante durante o tras la intervención, y la valoración de los diferentes tipos de secuelas, tanto por parte del paciente como por parte del autor de este trabajo.

Especial atención se va a dirigir a la morbilidad vascular de estos pacientes ya operados, que se va a estudiar mediante el test de Allen y el doppler continuo, comparando esta exploración con la de su mano contralateral "sana" que nos servirá de control.

Al igual que con el apartado siguiente de los resultados, los detalles acerca de los criterios de inclusión y exclusión de la población, el protocolo y la forma de la recogida de datos, así como el tratamiento informático y estadístico de los mismos, son recogidos en el apartado correspondiente del material y métodos.

I.4.2.2. Resultados de la reconstrucción con el colgajo chino.

Quedaría en cierto modo incompleto este trabajo si no se valorasen los resultados obtenidos con el empleo de este colgajo, ya que trataríamos todos sus riesgos y complicaciones, sin estudiar sus ventajas ni los beneficios obtenidos con su empleo en reconstrucciones de casos complicados.

Se trata, como hemos explicado en los objetivos secundarios, de recoger muy someramente el grado de satisfacción del paciente con los resultados obtenidos, junto con la valoración subjetiva de los mismos por parte del autor, no sólo para poder compararlas en la discusión con los resultados de otros métodos y de otros autores, sino también para recopilar datos que puedan justificar el empleo de esta técnica.

La población estudiada de forma retrospectiva en este apartado es, lógicamente, la misma que la del apartado anterior.

I.4.3. Estudio en cadáveres frescos para ilustrar las implicaciones anatómicas secundarias a la disección del colgajo radial.

Esta última parte del estudio ha sido realizada simplemente para ilustrar, con iconografía propia, algunos detalles anatómicos importantes de la discusión. La disección vascular de las arterias de la mano centrada en las anastomosis vasculares de los diferentes ejes arteriales alrededor de la muñeca, fundamentalmente entre la arteria radial y las arterias interóseas, son la base de esta parte del estudio.

De esta forma, pueden demostrarse elementos anatómicos que den relevancia a las arterias interóseas en la circulación colateral de la mano cuando se suprime la arteria radial, del mismo modo que otros sistemas como los arcos palmares, la comunicación comisural entre vascularización palmar y dorsal, etc. juegan un importante papel en situaciones en que se precisa una circulación colateral.

I.5. LA VASCULARIZACIÓN DE LA MANO Y EL COLGAJO RADIAL EN LA EVOLUCIÓN DE LA CIRUGÍA RECONSTRUCTIVA.

En este último apartado de la introducción están detalladas las bases científicas teóricas que le confieren sentido a este estudio de investigación clínica en Cirugía Plástica.

Al igual que en cualquier otro estudio científico, no creo que se deban pasar por alto algunos datos que han sido de gran relevancia en la evolución de los conocimientos de la especialidad que nos ocupa. Es más, sin estos trabajos científicos previos no podríamos plantearse de ningún modo hipótesis que constituyen el punto de partida de investigaciones clínicas como ésta. Por ello creo necesario hacer en este apartado, a modo de referencia bibliográfica, una breve introducción de los diferentes aspectos que en relación directa con este estudio, han marcado la evolución de la cirugía reconstructiva en los últimos años, y que siguen contribuyendo al desarrollo de nuevas tendencias de investigación y tratamiento.

Por lo tanto, trataremos de resumir sucesivamente los principales aspectos de los siguientes temas:

- I.5.1. La evolución de las técnicas reconstructivas que han tenido lugar en las dos últimas décadas y que han provocado un avance exponencial en la calidad de los tratamientos reconstructivos.
- I.5.2. Los avances en microcirugía y en las transferencias libres de tejidos como parte de la evolución de los métodos de tratamiento en cirugía plástica.
- I.5.3. Los nuevos estudios de la vascularización de la mano, tema con el que está directamente relacionado tanto el colgajo radial como la hipótesis científica de este trabajo.
- I.5.4. El colgajo radial, cuya morbilidad vascular es el tema principal de este estudio. En este apartado apuntaremos las referencias bibliográficas más importantes en cuanto al estudio de su anatomía, técnicas quirúrgicas de su disección, ventajas e inconvenientes, complicaciones y sus aplicaciones e indicaciones actuales.
- I.5.5. Los nuevos colgajos en cirugía de la mano, tema de gran importancia y en estrecha relación con los dos anteriores, ya que muchos de éstos han sido el resultado de investigaciones anatómicas sobre la vascularización de la mano y el antebrazo, y

su objetivo sido eliminar en parte la morbilidad del colgajo radial antebraquial.

- 1.5.6. Por último, trataremos de resumir la importancia de un nuevo método de diagnóstico por la imagen que incorpora simultáneamente la ecografía e información del doppler pulsado codificada en color: el Dúplex o Eco-Doppler Color. Además de ser el método de estudio del objetivo principal de esta tesis, constituye una importante herramienta clínica de gran ayuda en la planificación y seguimiento de los colgajos. Mediante su utilización hemos podido aproximarnos con la mayor exactitud posible a la medición de volúmenes de flujo a través de las arterias de la extremidad superior, para poder así llevar a cabo el modelo científico diseñado y aceptar o rechazar la hipótesis de trabajo.

1.5.1. LA EVOLUCIÓN DE LOS MÉTODOS DE RECONSTRUCCIÓN EN CIRUGÍA PLÁSTICA.

Si bien es cierto que diferentes descripciones de injertos y colgajos aparecen en la literatura médica desde tiempos remotos, el verdadero desarrollo de la cirugía reconstructiva se inicia a partir de la segunda mitad del siglo XIX y comienzos del XX, recibiendo después un impulso adicional por la patología generada por las dos grandes guerras mundiales.

No obstante, podemos decir que la era verdaderamente moderna de los colgajos en cirugía plástica parte de 1973, año en el que McGregor y Morgan definen los colgajos cutáneos con vascularización axial⁽¹⁹⁾. En ese mismo año Kaplan, Buncke y Murray⁽²⁰⁾ publican la transferencia libre del colgajo inguinal para reconstrucción intraoral que habían realizado tres años antes, y en 1976 el Sixth Peoples Hospital de Shanghai⁽²¹⁾ comunica las estadísticas de 300 reimplantes digitales realizados en el Centro donde ya en 1965 se había operado con éxito el primer reimplante⁽²²⁾.

Es entonces cuando se desata un inusitado interés por el estudio funcional de la anatomía vascular y nerviosa, y se inicia la difusión de los diferentes colgajos libres y el auge de la microcirugía de los reimplantes en varios Centros de Cirugía Plástica de todo el mundo.

Al mismo tiempo, durante la segunda mitad de los años 70, surge el concepto experimental y las aplicaciones clínicas de los colgajos musculocutáneos⁽²³⁾.

Posteriormente, al principio de la década de los 80, surgen dos conceptos de gran relevancia: por una parte, la introducción en 1981 de los colgajos fasciocutáneos asociados al nombre de Ponten⁽²⁴⁾, (si bien ya en 1918 Esser⁽²⁵⁾ aconsejaba en la literatura alemana levantar los colgajos cutáneos de la extremidad inferior con la fascia subyacente), y por otro lado, la introducción de colgajos pediculados con flujo retrógrado en las extremidades, lo que ocasionó una auténtica revolución a cargo de autores chinos^(26,27).

De este modo, la cirugía plástica había desarrollado en tan sólo una década un auge en nada comparable al desarrollo relativo del resto de especialidades quirúrgicas, de forma que hacia 1985 estaban sentadas las bases de la gran mayoría de los colgajos, incluyendo series clínicas importantes de transferencias tanto libres como pediculadas⁽²⁸⁾, haciendo obsoletas en relativamente poco tiempo, técnicas como las piernas cruzadas o los colgajos tubulares que, durante mucho tiempo, habían sido elementos fundamentales en cirugía reparadora⁽²⁹⁾.

A partir de esta época comienza otra etapa en la que, al contrario de lo que podría pensarse tras los impresionantes avances de la década anterior, numerosos trabajos de investigación experimental y clínica han dado a conocer nuevos métodos de reconstrucción edificados sobre las bases de un conocimiento exhaustivo de la anatomía y la fisiología de la dinámica de la vascularización de los colgajos⁽³⁰⁾.

Estos nuevos métodos de tratamiento derivan fundamentalmente de dos aspectos: por un lado, del interés por no sacrificar los ejes vasculares principales en las extremidades, y por otro, de la evolución de los conocimientos anatómicos de los pedículos vasculares secundarios, que de hecho sólo tienen de secundarios su función fisiológica, y cuya utilización ha permitido un importante auge de estas nuevas autoplastias que para muchos cirujanos han pasado a ser de primera elección⁽³⁰⁾. Además, es importante destacar el interés máximo por minimizar la morbilidad de la zona donante del colgajo, con el fin de obtener el resultado más satisfactorio al menor coste⁽³¹⁾.

Algunos de estos trabajos son los que vamos a resumir en esta parte de la introducción, mencionando únicamente el interés del estudio, e incluyendo la referencia bibliográfica de los trabajos que, desde el punto de vista del autor, resulta de obligado cumplimiento tener en cuenta. Los temas a que hacen referencia estos estudios son los siguientes:

I.5.1.1. Vascularización de la piel y clasificación de los colgajos cutáneos.

I.5.1.1.1. Los conceptos de Nakajima.

I.5.1.1.2. La clasificación de Cormack y Lamberty.

I.5.1.1.3. Los trabajos de Taylor.

I.5.1.1.4. Conceptos hemodinámicos.

I.5.1.2. Nuevas técnicas de transferencia de colgajos.

I.5.1.2.1. Nuevos colgajos con flujo retrógrado.

I.5.1.2.2. El alargamiento de la longitud de un pedículo en V-Y con flujo invertido.

I.5.1.2.3. Los colgajos venosos.

I.5.1.2.4. Los colgajos neurocutáneos.

I.5.1.2.5. La transformación de ciertas zonas donantes de colgajos músculocutáneos en colgajos fasciocutáneos.

I.5.1.3. Ejemplos de nuevos colgajos descritos en los últimos años.

I.5.1.1. VASCULARIZACIÓN DE LA PIEL Y CLASIFICACIÓN DE LOS COLGAJOS CUTÁNEOS.

Hace ya más de un siglo, Carl Manchot⁽³²⁾ cartografiaba en 1889, excluyendo la región cervicocefálica, las manos y los pies, cuarenta territorios cutáneos vascularizados por una fuente arterial conocida. En 1936, Michel Salmon^(33,34) sistematiza 80 territorios cutáneos con autonomía vascular propia derivada de una fuente arterial reconocida.

La poca difusión de estos trabajos entre los cirujanos, junto con el desconocimiento de los principios hemodinámicos de perfusión de la piel, son las únicas explicaciones posibles para tener que esperar a la aparición del concepto de colgajos axiales en 1973⁽¹⁹⁾.

Es a partir de ese momento cuando se produce la explosión reconstructiva en Cirugía Plástica, y cuando se plantean trabajos para descifrar las leyes que hacen posible las autoplastias, autotransplantes o transferencias de tejidos, ya sea de forma libre o pediculada. Algunos ejemplos de estos trabajos son los que mostramos a continuación.

I.5.1.1.1. Los conceptos de Nakajima.

Clásicamente se reconoce a la dermis como el elemento de la piel donde asientan los plexos vasculares que nutren en última instancia el epitelio cutáneo. Nakajima⁽³⁵⁾, con el objeto de facilitar la comprensión de la

vascularización de los colgajos cutáneos, publicó en 1986 una clasificación didáctica de los diferentes plexos vasculares que participan en la vascularización cutánea, y de los distintos tipos de arterias que participan en la formación de estos plexos:

- Plexos vasculares:

- . Compartimento D: plexos supra y subdérmicos.
- . Compartimento F: plexos fascial y subcutáneos.
- . Compartimento S: red vascular intra septal.
- . Compartimento M: sistema vascular muscular.

El compartimento D es alimentado por el F, el cual a su vez recibe el aporte vascular de los compartimentos S y M, lo que se lleva a cabo mediante seis tipos de arterias de destino cutáneo:

- Tipos de arterias:

. Tipo A = arterias cutáneas directas. Son vasos particularmente desarrollados en las regiones periarticulares donde existe gran componente de tejido conjuntivo laxo, como la arteria circunfleja iliaca superficial o la arteria torácica externa.

. Tipo B = arterias septocutáneas directas. Son como las anteriores de considerable calibre, y discurren entre septos musculares inicialmente para terminar como arterias cutáneas directas, como la arterial colateral radial del colgajo braquial externo.

. Tipo C = ramas cutáneas directas de arterias musculares. Son arterias importantes que pueden vascularizar un gran territorio cutáneo por encima de un músculo sin el aporte complementario del resto de las perforantes, como ocurre con la rama cutánea de la arteria toracodorsal.

. Tipo D = ramas cutáneas perforantes de arterias musculares. De calibre también importante (1.5 mm.), son diferentes de las perforantes musculo-cutáneas. Es el caso de las ramas cutáneas de la arteria circunfleja lateral femoral que pasa a través de los músculos sartorio, recto femoral y tensor de fascia lata.

. Tipo E = perforantes septocutáneas. Nacen de las arterias axiales de las extremidades, con una distribución escalonada a lo largo del septum intermuscular, y nutriendo una pequeña zona cutánea a diferencia del tipo B. Son las perforantes cutáneas de las arterias humeral, radial, cubital, interósea posterior, tibial posterior, tibial anterior, peronea, etc. Su trayecto a veces es en parte intramuscular.

. Tipo F = perforantes musculocutáneas clásicas. Son, por ejemplo, las perforantes periumbilicales del recto anterior o, en la región toracodorsal, las del dorsal ancho.

Es conveniente señalar que la mayor parte de las arterias de los tipos A, B, y algunas del tipo C, acompañan durante su trayecto a algunos nervios sensitivos superficiales, lo que posteriormente originará el concepto de colgajos axiales neurocutáneos.

Si bien esta clasificación parece la más completa y la que más se aproxima a la realidad anatómica, como toda sistematización tiene sus excepciones y omite algunas variaciones anatómicas importantes a la hora de diseñar y levantar colgajos.

Partiendo de estos datos, Nakajima⁽³⁵⁾ clasifica los colgajos cutáneos en cinco grupos:

- 1) Colgajos cutáneos tipo random, que interesan únicamente al compartimento D, independiente del tipo de arteria nutricia.
- 2) Colgajos fasciocutáneos de los compartimentos D y F, subdivididos a su vez en los seis tipos de arterias cutáneas.
- 3) Colgajos fasciosubcutáneos levantados sobre el compartimento F, e igualmente subdivididos en seis tipos.
- 4) Colgajos septocutáneos, con arterias tipo B y E levantados sobre los compartimentos D, F y S.
- 5) Colgajos musculocutáneos, que interesan a los niveles D, F y M e incorporan arterias tipo F y/o D.

I.5.1.1.2. La clasificación del Cormack y Lamberty.

De forma más sintética y didáctica, Cormack y Lamberty⁽³⁶⁾ al publicar en 1986 un estudio anatómico en cadáveres sobre la relación entre el tamaño de las arterias y el territorio cutáneo que nutren, clasifican en tres tipos las arterias cutáneas:

- a) Arterias de primer orden: son las arterias cutáneas directas tipo A de Nakajima, de un diámetro entre 1 y 2 mm., que suelen tener un trayecto longitudinal tras perforar la fascia y a las que pertenecen las arterias neurocutáneas.
- b) Arterias de segundo orden: aquí se incluyen tanto las arterias cutáneas con un trayecto intraseptal (tipo B), como las provenientes de arterias musculares (tipos C y D).

c) Arterias de tercer orden: corresponden a las verdaderas perforantes, tanto septocutáneas (tipo E) como musculares (tipo F).

Esta graduación tiene el mérito de corresponderse bastante con la realidad, lo que se demuestra experimentalmente en este estudio⁽³⁶⁾ en el que, tras inyecciones selectivas de sulfato de bario, los autores muestran como la superficie cutánea visualizada estaba en función del diámetro de las diferentes arterias. Así, una arteria cutánea directa opacificaba un territorio cutáneo de 70 cm², mientras que una perforante muscular tipo F no irrigaba más que 22 cm².

Previamente, estos autores ya publicaron en 1984⁽³⁷⁾ una primera clasificación de colgajos fasciocutáneos en cuatro tipos, que posteriormente han modificado en una forma más elaborada⁽³⁸⁾ teniendo en cuenta seis factores: circulación, constituyentes, construcción (en términos de pedículo), configuración (geométrica), continuidad o no con la pérdida de sustancia a reconstruir y otros condicionantes (autonomización, expansión, etc.). En general, estos autores distinguen cuatro tipos de colgajos fasciocutáneos:

- Tipo A: corresponde al colgajo pediculado cuya base contiene numerosas arteriolas fasciocutáneas longitudinales, orientadas según el eje mayor del colgajo. Es el caso de los colgajos fasciocutáneos interno, externo y posterior de la pierna.
- Tipo B: se trata de un colgajo, pediculado o libre, dependiendo de un único pedículo vascular, como ocurre por ejemplo con el colgajo paraescapular y escapular o el colgajo de la arteria safena.
- Tipo C: son colgajos cutáneos nutridos por múltiples perforantes escalonadas procedentes de arterias con un curso septocutáneo, como el colgajo chino.
- Tipo D: son los colgajos tipo C que incorporan además hueso vascularizado a través de arterias periólicas que discurren por el septum.

I.5.1.1.3. Los trabajos de Taylor.

Si bien existen una gran multitud de trabajos referentes a la vascularización de alguna región cutánea corporal concreta, el estudio más relevante y completo del conjunto de la arquitectura conjuntivo-vascular de toda la piel del organismo humano, ha sido realizado por Taylor y sus colaboradores y ha sido objeto de sucesivas comunicaciones^(39,40,41).

En 1987, Taylor⁽³⁹⁾ estudia la vascularización arterial cutánea inyectando contraste en 50 cadáveres frescos, junto con una exploración radiográfica de la piel de seis extremidades (dos superiores y cuatro inferiores) y seis troncos. Los resultados mostraron una media de 374 arterias perforantes cutáneas por sujeto, autorizando la descripción en el conjunto del territorio cutáneo de 40 territorios arteriales denominados arteriosomas, destacando entre otras las siguientes conclusiones:

- la existencia de arterias cutáneas directas importantes, ascendentes desde la región inguinal hacia el tronco y descendentes de la región axilar hacia la espalda y el tórax, demostrando el principio de irradiación desde zonas cóncavas fijas hacia zonas móviles convexas;
- la abundancia de arterias perforantes cutáneas a nivel de la cabeza, cuello, tronco y raíz de los miembros, a diferencia de su menor incidencia a nivel de antebrazos y piernas;
- la existencia de largas arterias axiales longitudinales descendiendo desde los pliegues inguinal, glúteo y poplíteo;
- el hecho de importantes arterias cutáneas longitudinales acompañando a los nervios sensitivos a nivel de las extremidades superiores e inferiores;
- la demostración tanto en superficie como en profundidad, de conexiones entre arterias vecinas en la perifería de su territorio a través de ramificaciones de pequeño calibre denominadas anastomosis de choque, con un importante doble papel de anastomosis y derivación de flujo de relevancia clínica para los fenómenos de flujo invertido y retardo de colgajos.

De este modo, Taylor clasifica en dos grandes grupos las arterias cutáneas:

- arterias directas: son las arterias principales independientemente de su trayecto, ya sea éste intramuscular, intraseptal o cutáneas directas;
- arterias indirectas: constituyen la vascularización secundaria de la piel, muy abundantes en zonas donde la piel está fija a planos profundos, emergiendo fundamentalmente de la fascia profunda a través de septums o perforando el músculo subyacente.

En 1994, un reciente estudio muestra la sistematización de los territorios neurovasculares de la piel y los músculos⁽⁴¹⁾, confirmando las bases de los llamados colgajos neurocutáneos de los miembros superiores^(42,43) e inferiores⁽⁴⁴⁾, descritos pocos años antes como resultados de estudios anatómicos sobre extremidades y que explicaremos detalladamente más adelante.

Por último, comentaremos otro estudio de este autor publicado en 1990 acerca del drenaje venoso de los diferentes territorios cutáneos⁽⁴⁰⁾. La gran complejidad de la red venosa explica en parte la escasez de trabajos anatómicos dedicados a dilucidar las vías fisiológicas y patológicas del drenaje sanguíneo del tejido cutáneo, de forma que la mayoría de los trabajos publicados conciernen únicamente al mecanismo de retorno venoso de cierto colgajo en particular. En este trabajo Taylor⁽⁴⁰⁾ realiza un estudio sobre seis cuerpos completos de cadáveres frescos y sobre una serie de extremidades, demostrando la existencia de 40 territorios cutáneos de drenaje venoso y evidenciado una serie de resultados uniformes:

- Al igual que las arterias, las venas forman una red continua de arcadas vasculares tridimensionales siguiendo el armazón del tejido conjuntivo-vascular del organismo. Al contrario que aquéllas, las venas convergen desde las regiones cutáneas móviles a las fijas.
- La red venosa está formada por segmentos valvulares y avalvulares, lo que permite un equilibrio de flujos y presiones.

Las venas provistas de válvulas (venas orientadas) están representadas por las venas longitudinales subcutáneas de las extremidades y por las redes venosas en estrella que convergen hacia un pedículo.

Las venas sin válvulas (venas oscilantes), a veces de gran calibre, permiten la libre circulación de la sangre entre dos territorios. Son muy numerosas, y conectan normalmente dos territorios valvulares entre sí, o bien, dos partes de un mismo territorio de venas con válvulas. Se encuentran casi sistemáticamente acompañando a las anastomosis de choque arteriales entre dos territorios o angiosomas.

- La mayoría de las grandes venas superficiales de las extremidades acompañan a los nervios superficiales, constituyendo verdaderos pedículos neurovasculares.

I.5.1.1.4. Conceptos hemodinámicos.

LOS CONCEPTOS DE TERRITORIOS CUTÁNEOS ARTERIALES ANATÓMICOS, HEMODINÁMICOS Y POTENCIALES.

El **territorio anatómico** de una arteria corresponde a su territorio de perfusión cutánea en reposo, y viene delimitado por sus diferentes ramificaciones antes de las anastomosis de éstas con las de los territorios vecinos.

Actualmente sabemos que el diseño de un colgajo puede extenderse más allá de los límites del territorio de perfusión normal de su arteria nutricia, como ocurre con los colgajos inguinal y temporo-frontal de McGregor⁽⁴⁵⁾, el colgajo retroauricular de Washio⁽⁴⁶⁾ o el colgajo delto-pectoral de Bakamjian⁽⁴⁷⁾. Estos colgajos eran ya la expresión del **territorio dinámico** de una arteria determinada, que tomaban a su cargo parte de un territorio vecino gracias a las anastomosis fronterizas o de choque con las ramificaciones del angiosoma vecino de cuyo pedículo eran separadas. Pero esto no ocurre, evidentemente, en la misma medida con todos los territorios arteriales cutáneos susceptibles de ser transferidos como colgajos.

En 1981, Nakajima⁽⁴⁸⁾ define las fronteras entre territorios anatómicos y dinámicos de las regiones torácica, abdominal, inguinal y del muslo, a través de un estudio realizado in vivo por angiografía selectiva tras la inyección intraarterial de prostaglandina E1. En este trabajo demuestra como cada rama arterial vasculariza en reposo un territorio bien definido sin acabalgamiento con el vecino. Incluso si existen anastomosis entre ellos, hay una frontera hemodinámica clara.

Esta frontera puede traspasarse al levantar un colgajo dependiendo de la arquitectura vascular de los territorios vecinos. Es la frontera que Taylor limita con anastomosis de choque^(49,50) y con venas oscilantes⁽⁴⁰⁾.

En un grado más, el **territorio potencial** de un colgajo es un concepto clínico en relación con el diferimiento o retardo de un colgajo, motivo de experiencias antiguas y nuevas⁽²⁸⁾. Este territorio corresponde a la suma de varios territorios arteriales vecinos anastomóticos, idea ya planteada por Salmon en 1939^(33,34), y recientemente investigada por Callegari⁽⁴⁹⁾ y Taylor⁽⁵⁰⁾ bajo el tema de revisión anatómica del concepto de diferimiento de colgajos. Este territorio puede alcanzar una superficie mayor o menor en función de varios factores:

- el calibre y la longitud de la arteria dominante en la que se basa el colgajo;
- el calibre y el modo de ramificación de las arterias de los territorios vecinos implicados;
- el calibre y la longitud de las arterias de choque;
- el tratamiento quirúrgico de retardo de los colgajos.

LOS CONCEPTOS HEMODINÁMICOS VENOSOS.

El **concepto de venotomo** ha sido utilizado por Taylor⁽⁴⁰⁾ para describir territorios cutáneos cuya vascularización drena en conjunto hacia el sistema venoso profundo de retorno. Se trata de arcadas venosas de disposición

tridimensional que siguen la disposición de los arteriosomas, creando conjuntamente el angiosoma, de forma que teóricamente puede llegar a considerarse el organismo como un auténtico puzzle de colgajos multi-ensamblados bajo la dependencia cada uno de un doble territorio arterial y venoso^(1,39), lo que sienta las bases de los colgajos compuestos o pluritisulares.

Entre venosomas vecinos se encuentran generalmente, junto con las anastomosis arteriales de choque, venas sin válvulas también llamadas venas oscilantes, lo que permite un flujo bidireccional en función de las necesidades fisiológicas o postquirúrgicas.

El **flujo retrógrado venoso** ha sido extensamente estudiado por varios autores^(51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61), y como explicaremos más adelante con el colgajo radial, se debe entre otros factores a la existencia de venas oscilantes avalvulares que conectan el sistema superficial con el profundo y diferentes partes de éste último entre si, la denervación del tono simpático venoso y la hiperpresión que origina el hiperflujo arterial que se produce en las primeras horas tras la disección de estos colgajos.

Otro concepto relevante para explicar el sufrimiento venoso de ciertos tipos de colgajos es el **concepto de zonas venosas de baja presión**, introducido por Servant⁽⁶²⁾. Este autor divide en tres estas zonas:

- Zonas proximales, a nivel de la cabeza, tórax y raíz de los miembros. Son zonas donde drenan directamente las venas superficiales en los troncos venosos profundos, correspondiéndose con la base de los territorios de las mayores arterias cutáneas directas.
- Zonas distales, a nivel de las cuales drenan las redes venosas profundas más distales en los troncos venosos superficiales de baja presión. Estas venas superficiales, a su vez, drenan en las zonas de baja presión proximales tras recorrer subcutáneamente las extremidades.
- Zonas intermedias, situadas a nivel del tórax, abdomen y también en la base de las extremidades, denominadas también zonas de baja presión secundarias.

El retorno venoso de un territorio cutáneo no se realiza directamente sobre una zona de baja presión venosa proximal, sino que pasa primero a través de venas perforantes músculo o septocutáneas que drenan en el sistema venoso de un pedículo que a su vez se dirigirá a la zona de baja presión. De esta sistematización del drenaje venoso Servant⁽⁶²⁾ extrae dos principios básicos que se verifican en la práctica clínica:

- 1) Cuando la base de un colgajo está cerca o sobre una zona de baja presión, la probabilidad de incluir en dicha base o en su pedículo una vena de gran calibre y buen flujo es alta, de modo que se asegura de

este modo un mejor retorno venoso y por tanto, una mejor perfusión arterial.

2) Al contrario, cuando el extremo del colgajo es el que está situado sobre la zona de baja presión, debería disecarse en continuidad con este extremo una vena para anastomosarla posteriormente, ya que si no es muy probable que existan problemas de congestión venosa. Esto es más posible en las extremidades que en los colgajos de la cabeza y el cuello, donde existe una mayor riqueza arterial y venosa de los plexos dérmicos.

3) El problema se complica cuando el diseño del colgajo está a caballo sobre una zona de baja presión donde convergen dos grandes venas superficiales, o bien una grande y otra pequeña. En el primer caso, el flujo se realizará contra corriente a través de una de las venas grandes, pero en el segundo puede que sea además de retrógrado sobre la vena pequeña, con un riesgo mayor de sufrimiento congestivo.

Por último, es importante destacar la importancia de **las anastomosis o shunts arterio-venosos**, ya que en la mayoría de los casos tras levantar un colgajo, todo el intercambio arteriovenoso no se realiza a nivel capilar, sino que el flujo de la arteria del pedículo, inicialmente más elevado del que realmente necesita la unidad de tejido incorporada, provoca que se abran comunicaciones arteriovenosas más proximales favoreciendo así el drenaje venoso.

Esto ocurre por ejemplo en colgajos como el radial tal como describe Hennebert⁽⁶³⁾, de modo que ciertos autores como Freedman⁽⁶⁴⁾ recomiendan en ciertos usos de colgajos pediculados y libres, realizar microquirúrgicamente fístulas arteriovenosas con el extremo opuesto del pedículo para evitar la congestión venosa derivada del hiperaflujo relativo inicial, que en casos de colgajos con venas comitantes pequeñas y de flujo invertido, puede provocar una congestión venosa irrecuperable que haga fracasar el colgajo.

I.5.1.2. NUEVAS TÉCNICAS DE TRANSFERENCIAS DE COLGAJOS.

I.5.1.2.1 Nuevos colgajos con flujo retrógrado.

La última década ha venido realmente marcada por el gran auge de este tipo de colgajos, cuyos ejemplos enunciaremos más adelante. En este apartado únicamente abordaremos de forma sucinta algunos datos hemodinámicos que explican la fisiología de los colgajos a flujo invertido.

Como en cualquier otro colgajo en isla, exceptuando los colgajos venosos que trataremos más adelante, la vascularización de estos tejidos se realiza a través de un flujo de entrada y otro de salida, pero con el inconveniente de un aporte generalmente más reducido y un drenaje venoso dificultado por la presencia de válvulas venosas.

EL FLUJO ARTERIAL RETRÓGRADO.

La inversión del sentido del flujo en el interior del segmento distal de una arteria tras su ligadura es casi instantáneo, dependiendo fundamentalmente, aparte de su calibre, del tipo de anastomosis de sus ramas terminales.

Por lo tanto, lo ideal sería disponer de un sistema de anastomosis a pleno canal como ocurre en el caso del colgajo chino con los arcos palmares⁽³⁰⁾. En este caso, Khashaba y McGregor⁽⁶⁵⁾ han demostrado con mediciones electromagnéticas que no había diferencias significativas entre los flujos anterógrados y retrógrados de la arteria radial.

Cuando no existen anastomosis a pleno canal, el débito retrógrado depende del intercambio o turn-over capilar, de forma que un músculo alcanzará una perfusión retrógrada evidentemente superior a la del tejido graso o cutáneo⁽³⁰⁾.

EL FLUJO VENOSO RETRÓGRADO.

Cuando el pedículo contiene venas sin válvulas o éstas son incompetentes, como ocurre a nivel de la cara, no existe ningún impedimento al drenaje venoso. El problema se plantea cuando las venas concomitantes del pedículo presentan válvulas competentes, como es el caso del colgajo radial que ha sido el más estudiado como vemos a continuación:

- Khasahba⁽⁶⁵⁾ ha comprobado que el flujo sanguíneo es el mismo en el colgajo radial retrógrado que en el anterógrado, demostrando no sólo la posibilidad de este flujo sino su competencia.
- Emerson⁽⁶⁶⁾ evidenció cómo al inyectar sulfuro de bario sobre una vena concomitante radial en sentido retrógrado la otra se iba rellenando escalonadamente, lo que indicaba claramente cierto tipo de comunicaciones entre ellas. No obstante, esta opacificación se realizaba sobre una determinada longitud a partir de la cual las válvulas parecían infranqueables.
- Torii⁽⁵³⁾ inyectando colorante (mucho menos denso que el bario) de la misma forma, muestra en su estudio que por encima de 56-84 cm. de presión de agua in vivo, y por encima de 90-105 cm. en el cadáver era posible forzar completamente el flujo retrógrado en la red venosa radial.

- Lin⁽⁵²⁾, inyectando una de las dos venas satélites con urografina en sentido retrógrado, fue capaz de visualizar las ramas comunicantes y las ramas colaterales que puentean las válvulas, observando que la presión del flujo retrógrado (45 cm. H₂O) es tres veces superior de media a la presión anterógrada normal (15 cm. H₂O).

Por consiguiente, parece claro que si bien las válvulas venosas son continentes en condiciones fisiológicas, no son mecánicamente infranqueables al flujo retrógrado de los colgajos con flujo invertido. Las condiciones que hacen posible franquear estas válvulas, como se deduce de los estudios anteriores, parten de dos situaciones (como en cualquier batalla, al enemigo se le puede abordar de dos modos, de frente o rodeándolo)⁽³⁰⁾:

1) El forzamiento valvular. Este tema ha apasionado a muchos autores desde hace mucho tiempo, siendo estudiado en 1628 por Harvey⁽⁵¹⁾. Este autor mostraba como este franqueo de las válvulas a contracorriente requiere tres condiciones: la denervación previa del vaso, la presencia de sangre al otro lado de la válvula y un gradiente de presión de un lado a otro de la válvula.

Timmons⁽⁵¹⁾ ha actualizado estos datos experimentalmente, demostrando cómo la inyección de lidocaína próxima a una válvula previamente localizada en una vena de su propio antebrazo en la que se había inyectado contraste, producía incompetencia de la misma.

Las conclusiones clínicas de estos datos son importantes⁽³⁰⁾:

- El flujo arterial del que depende la presión de retorno en un pedículo a flujo invertido debe ser de buena calidad para aumentar el gradiente de presión de las válvulas a franquear.
- La zona del punto pivote debe ser perfectamente disecada para no arriesgarse a obtener una denervación insuficiente de las válvulas situadas a este nivel.
- El pedículo arteriovenoso no debe ser esqueletizado, con el fin de no lesionar los vasa vasorum y producir un colapso de las venas por debajo de las válvulas.

2) Los puentes comunicantes venosos.

Ante los datos experimentales de los citados trabajos, resulta evidente que el flujo venoso retrógrado no puede explicarse simplemente por un forzamiento de la competencia valvular. Las presiones endoluminales medidas in vivo son, efectivamente, inferiores a las necesarias para franquear el sistema valvular, de modo que es

aquí donde juegan un papel importante la existencia de puentes o shunts venosos que actúan a modo de bypass valvular.

Estos puentes son de dos tipos: por una parte, segmentos venosos que conectan las venas concomitantes una con otra, y por otra, segmentos que con un curso paralelo comunica dos porciones de una misma vena entre sí.

Tal y como propone Torii⁽⁵³⁾, estos dos elementos participan simultáneamente en el flujo venoso invertido. Este autor introduce además el término de incontinencia geométrica de una válvula, el cual al contrario de la incontinencia mecánica del simple gradiente de presiones, incorpora el concepto de cambio de la orientación de las valvas con la dilatación venosa secundaria a la denervación, produciéndose fugas de fluido en sentido retrógrado favorecidas por el gradiente de presión.

I.5.1.2.2. El alargamiento de la longitud de un pedículo en V-Y con flujo invertido.

La idea original de esta técnica parte de la descripción en 1989 del colgajo libre de epífisis radial posterior⁽⁶⁷⁾. En la discusión de dicho trabajo, Martin propone las bases para transferir de forma pediculada con flujo invertido un injerto óseo vascularizado del radio utilizando como pedículo la rama terminal dorsal de la arteria interósea anterior. Posteriormente Hu^(68,69,70), propone el mismo colgajo pero utilizando una perforante de la interósea anterior más proximal, publicado como colgajo interóseo anterior, como veremos más adelante en el capítulo de los nuevos colgajos en cirugía de la mano.

Esta técnica para aumentar el arco útil de rotación del pedículo de un colgajo^(71,72), consiste en la transferencia distal de un colgajo levantado sobre una bifurcación vascular esquematizada por una Y. Se aplica sobre aquellos colgajos cuyo pedículo proviene de la división previa en Y de un eje arterial, de forma que una de las ramas de la Y nutre al colgajo (rama portadora), y la otra constituye un eje arterial menor que termina anastomosándose a otro sistema arterial (rama pivote). La transferencia se produce al seccionar el tronco de la Y, quedando entonces el pedículo representado por una V, de la cual una rama nutre al colgajo y la otra asegura su vascularización a flujo invertido a través de sus anastomosis.

La disección se inicia levantando el colgajo sobre una de las ramas de la Y (rama portadora), y posteriormente se disecciona tanto el tronco principal de la Y como la otra rama (rama pivote) hasta su porción más distal. Antes de ligar el tronco de la Y para convertirlo en V, es aconsejable colocar temporalmente un clamp para comprobar que existe una buena vascularización a flujo invertido.

Ejemplos de sus diferentes aplicaciones clínicas son los siguientes^(71,72):

a) Como alargamientos de pedículos arteriovenosos:

- La transferencia del colgajo braquial externo como la rama tricipital de la arteria braquial profunda, pudiendo alcanzar a cubrir hasta la muñeca⁽⁷³⁾.
- La transferencia del colgajo plantar interno sobre el pedículo plantar externo, consiguiendo cubrir toda la superficie plantar del pie⁽⁷¹⁾.
- La transferencia del colgajo osteocutáneo interóseo anterior, aumentando su eje de rotación hasta las articulaciones interfalángicas proximales, y permitiendo reconstruir toda la longitud del pulgar^(68,69,70).
- La transferencia del colgajo cubitodorsal sobre su rama de bifurcación distal, llegando a cubrir todo el dorso y la palma de la mano^(18,74).
- La transferencia de muñones digitales sobre sus ramas comisurales⁽⁷¹⁾.

b) Como alargamientos arteriales puros:

- El colgajo musculocutáneo de dorsal ancho puede ser pediculado sobre los vasos del pedículo circunflejo-escapular, alcanzando así hasta el vértex, pero debido a la presencia de una sola vena valvular, es aconsejable una anastomosis venosa en la zona receptora^(71,72).

c) Como alargamientos de pedículos venosos.

- La transferencia del colgajo submental hasta la frente^(71,75).

Las condiciones indispensables que el autor recomienda para llevar a cabo este tipo de transferencias se pueden resumir en dos^(30,71):

- 1) La anatomía de la bifurcación vascular debe ser constante. En caso de dudas o patrones poco constantes, se debe recurrir a la arteriografía y al doppler antes de programar su ejecución quirúrgica.
- 2) La calidad del flujo retrógrado debe permitir un aporte arterial y un drenaje venoso adecuados.

I.5.1.2.3. Los colgajos venosos.

La idea de poder nutrir un colgajo cutáneo únicamente a través del sistema venoso resulta enormemente atractiva, sobre todo teniendo en cuenta que cualquier región corporal podría convertirse potencialmente en una zona donante, con la ventaja añadida de facilitar la disección complicada de algunos colgajos axiales.

Todo parece iniciarse con la idea de Nakayama⁽⁷⁶⁾ de arterializar un colgajo venoso. Las primeras series clínicas de colgajos venosos puros se deben a Yoshimura⁽⁷⁷⁾, Tsai⁽⁷⁸⁾ y Foucher⁽⁷⁹⁾, todas ellas referentes a cobertura de la mano.

Existen tres tipos básicos de colgajos venosos⁽³⁰⁾:

- 1) Colgajos terminales o en isla, en los que una sola vena comunica el colgajo con la zona receptora.
- 2) Colgajos venosos axiales, en los que existe una vena en cada extremo del colgajo que lo conectan al resto del organismo.
- 3) Colgajos venosos arterializados, que constituyen una entidad microquirúrgica distinta y que no incluiremos en la discusión de este apartado.

Aunque hasta la fecha no existe ningún trabajo experimental que permita verdaderamente apreciar la fiabilidad de estos colgajos, existen datos contradictorios acerca de los resultados de supervivencia. En cuanto a los trabajos clínicos, existen series importantes como las de Foucher⁽⁷⁹⁾ en la que de 23 casos, sólo en 4 colgajos hubo problemas isquémicos. Este autor señala como el aspecto de estos colgajos parece isquémico durante las primeras 48 horas, quedando posteriormente hiperémico hasta alcanzar, por último, un aspecto similar al de los injertos compuestos.

En diferentes trabajos experimentales queda bastante claro que los colgajos venosos axiales tienen una supervivencia muy superior a la de los colgajos en isla e injertos compuestos⁽⁸⁰⁾, que el lecho sobre el que asienta el colgajo juega un importante papel en cuanto a su supervivencia⁽⁸¹⁾, y que existe una participación difícilmente cuantificable de flujo invertido en el metabolismo de estos colgajos, dependiendo del calibre de la vena, de la existencia o no de válvulas y del gradiente de presión⁽⁸²⁾.

Las hipótesis que pretende explicar cómo pueden sobrevivir estos colgajos se pueden resumir en dos tipos:

- Según Fukui⁽⁸¹⁾, en un primer momento el colgajo se nutre por imbibición plasmática, efectuándose la circulación de retorno a través de

la vena. Progresivamente el colgajo restablece una circulación convencional con el lecho, con el drenaje adicional del pedículo venoso.

- Según Baek⁽⁸⁰⁾, el hecho de que existan variaciones de presión en el pedículo venoso apunta a la existencia de circulación en doble sentido a nivel capilar, posiblemente por la apertura de shunts arterio-venosos junto con la existencia de circulación retrógrada en la vena.

I.5.1.2.4. Los colgajos neurocutáneos.

Desde el punto de vista embrionario, se conoce perfectamente el papel fundamental que juegan los nervios en dirigir el desarrollo de los tegumentos de las extremidades, así como la existencia de ejes vasculares paralelos al recorrido de los nervios^(83,84,85).

Aunque existen distintas publicaciones de colgajos fasciocutáneos de la extremidad inferior sobre el territorio de los nervios superficiales, el desarrollo de las bases anatómicas de los colgajos neurocutáneos como colgajos axiales y sus primeras aplicaciones clínicas como tales, parten de los estudios de Masquelet⁽⁴⁴⁾ en la extremidad inferior y de Bertelli^(42,43) en la extremidad superior.

La participación de los ejes vasculares que acompañan a los nervios sensitivos superficiales de las extremidades en la vascularización de la piel fue ya documentada en 1936 con los trabajos de Salmon^(33,34). Más recientemente, Taylor⁽⁴¹⁾ ha sistematizado en sus estudios anatómicos los diferentes territorios neurocutáneos con ejes vasculares definidos.

Las aplicaciones clínicas en la extremidad superior^(42,43), si bien no suponen una morbilidad importante en el brazo (colgajo braquial cutáneo interno), en la cobertura de la mano tienen el inconveniente mayor de sacrificar la rama sensitiva del nervio radial o del cubital, secuela que resulta inaceptable para muchos autores⁽³⁰⁾.

Por el contrario, las secuelas en la extremidad inferior son mínimas, ya que no afectan a la sensibilidad de las zonas de apoyo y no se ha comprobado que produzcan neuromas dolorosos⁽⁴⁴⁾. Por otra parte, el empleo de estos colgajos distalmente basados son extremadamente útiles en la cobertura del tercio distal de la pierna, constituyendo una alternativa a los colgajos libres para defectos de pequeño y moderado tamaño en zonas que convencionalmente eran tratadas mediante colgajos de piernas cruzadas. El autor de esta tesis ha realizado hasta la fecha una decena de estos colgajos para cobertura del area perimaleolar con muy buenos resultados.

Los colgajos neurocutáneos consisten en una isla cutáneo-aponeurótica vascularizada por perforantes cutáneas de los ejes vasculares que acompañan a los tres nervios sensitivos de la pierna en su trayecto suprafascial. Estos ejes vasculares, que pueden ser una arteria definida o bien una red arterial de vasos de pequeño calibre, aseguran la vascularización del nervio correspondiente y envían múltiples ramas cutáneas en el trayecto suprafascial del nervio; además reciben anastomosis de las perforantes cutáneas de los vasos principales subyacentes. Ello hace posible levantar colgajos de mediano y pequeño tamaño basados tanto proximal como distalmente. Este sistema de vascularización cutánea constituye la base del concepto de colgajos neurocutáneos. Tanto el nervio sural, el peroneo superficial como el safeno interno pueden utilizarse para levantar este tipo de colgajos, con un pedículo fasciosubcutáneo basado tanto proximal como distalmente, que además del eje vascular perinervioso aporta conexiones con perforantes fasciocutáneas de las arterias peronea, tibial anterior y tibial posterior respectivamente⁽⁴⁴⁾.

1.5.1.2.5. La transformación de ciertas zonas donantes de colgajos musculocutáneos en colgajos fasciocutáneos.

Cuando el colgajo musculocutáneo de dorsal ancho empezó a popularizarse como colgajo maestro de la región toracodorsal, la mayoría de los autores consideraban que no existía un plano vascular aponeurótico por encima de los músculos largos de esta región tales como el trapecio o el mismo dorsal ancho que permitiese levantar colgajos fasciocutáneos.

No obstante, el estudio detallado de la anatomía vascular cutánea ha demostrado como pueden utilizarse colgajos fasciocutáneos en estas regiones. De este modo, la región toracodorsal se encuentra entre la superposición de dos territorios musculocutáneos, bajo la dependencia de perforantes musculares del dorsal ancho y del trapecio, y de varios territorios fasciocutáneos de arterias tipo C de Nakajima⁽³⁵⁾: las arterias escapular, paraescapular, escapular ascendente, infraescapular, la rama cutánea de la arteria cervical superficial y perforantes cutáneas de las arterias lumbares, sobre las que pueden diseñarse colgajos fasciocutáneos basados en el origen de sus respectivas arterias⁽²⁸⁾.

Esta misma superposición vascular músculo-fasciocutánea se encuentra en otras regiones anatómicas sobre las que se pueden utilizar diferentes colgajos:

- a) En la región torácica anterior, donde el territorio cutáneo del músculo pectoral mayor se encuentra a caballo entre otros ejes fasciocutáneos: el colgajo deltopectoral de Bakamijam⁽⁴⁷⁾ por arriba; por fuera, el colgajo subclavicular de Reid⁽⁸⁶⁾ y el de Nakajima⁽³⁵⁾ basado en la rama cutánea

de la arteria acromiotorácica, y el colgajo mamario externo sobre la arteria torácica lateral.

b) En la región cutánea de la pared abdominal anterior, donde las perforantes musculocutáneas de las arterias epigástricas profundas superior e inferior se solapan con el territorio de las ramas cutáneas de sus homónimas superficiales, junto con el de las arterias intercostales laterales y el de la arteria circunfleja iliaca superficial.

c) Sobre la cara interna del muslo, donde las perforantes musculares del gracilis se solapan con las ramas cutáneas del colgajo interno del muslo de Baek⁽⁸⁷⁾ y con las de un colgajo fasciocutáneo descrito por Wang⁽⁸⁸⁾ superponible al del territorio del gracilis.

I.5.1.3. EJEMPLOS DE NUEVOS COLGAJOS DESCRITOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.

En este apartado mencionaremos las principales autoplastias descritas en los últimos años que han revolucionado los métodos quirúrgicos de tratamiento en cirugía plástica, entre las que se encuentra, por supuesto, el colgajo radial que abordaremos en un capítulo aparte. Algunos de estos colgajos tienen el interés añadido de representar una alternativa a ciertas indicaciones del colgajo libre radial.

De entre los muy numerosos nuevos colgajos he seleccionado los que se ajustan a los siguientes requisitos:

- carácter realmente innovador del colgajo que no sea, en modo alguno, variante de colgajos ya descritos;
- estudio anatómico exhaustivo en el que se base la técnica de disección;
- disección técnicamente realizable y con garantías de fiabilidad y de poder reproducirse;
- interés práctico que le confiere un puesto no discutible entre nuestro arsenal terapéutico reconstructivo.

Presentaremos seguidamente los diferentes colgajos seleccionados a excepción de los del miembro superior, que serán tratados en un capítulo aparte.

El colgajo auricular posterior.

Era lógico intentar aprovechar la piel retroauricular como zona donante de un colgajo dada su gran calidad y baja morbilidad. El colgajo de Washio⁽⁴⁶⁾ representa la primera alternativa de disección, mucho menos elegante que el colgajo en isla descrito por Kolhe en 1987⁽⁸⁹⁾, si bien su aplicación como colgajo libre ya había sido publicada por Fujino en 1976⁽⁹⁰⁾.

La arteria auricular posterior, rama de la carótida externa, constituye junto con su vena concomitante el pedículo del colgajo. El diseño del colgajo se realiza sobre toda la región auricular posterior, y el plano de disección pasa a ras del periostio de la mastoidea y del pericondrio auricular, siguiendo la arteria entre mastoidea y conducto auditivo hasta localizar el tronco del facial, ligando sus ramas hasta su origen en la carótida externa, obteniendo así un pedículo de entre 3 y 7 cm.

Aunque sus autores han preconizado su uso para reconstrucción intraoral⁽⁸⁹⁾, su indicación más justificable sería en pérdidas de sustancia faciales de la región nasogeniana. Pese a que se trata de una piel muy similar a la de la cara y la zona donante queda completamente disimulada, la limitación de su pedículo y la posible lesión del nervio facial (un caso de parálisis total unilateral transitoria entre 12 colgajos)⁽³⁰⁾ son los inconvenientes que explican la falta de aceptación que ha alcanzado este colgajo.

El colgajo sub-hioideo.

Este colgajo ha sido descrito por Wang en 1986⁽⁹¹⁾. Su diseño estándar es una isla cutánea de eje mayor vertical paramedial o medial que puede alcanzar hasta 14 cm. de largo desde la región preesternal hasta el cartílago tiroideo, con una anchura de unos 4 cm.

Está vascularizado por la arteria tiroidea superior, rama también de la carótida externa, vía los músculos sub-hioideos y platisma, cuya longitud varía entre 15 y 28 mm. La disección se realiza de distal a proximal, seccionando los músculos esterno-tiro-hioideos cuya cara profunda será el plano de disección, hasta llegar al polo superior del tiroideo donde se encuentra el pedículo. Especial cuidado requiere el nervio laríngeo superior, en íntima relación con el pedículo.

La calidad de esta piel apilosa le confiere su principal indicación para la reconstrucción del suelo de boca, a pesar de la breve longitud de su pedículo, aprovechando la incisión vertical paramedial de disección cervical como la incisión lateral del colgajo⁽³⁰⁾.

El colgajo supraclavicular.

Descrito por Baudet en 1988⁽⁹²⁾, este colgajo utiliza la piel de la región subclavicular vascularizada por la arteria cervical transversa superficial, rama del tronco tiro-bicérvico-escapular. El drenaje venoso no tiene paralelismo con el pedículo arterial, de modo que debe utilizarse la vena yugular externa. La riqueza del plexo cervical superficial puede permitir una resensibilización cutánea.

El colgajo se diseña de forma triangular con su base interna siguiendo el contorno cervical, su borde inferior sobre la clavícula y el superior sobre el borde del trapecio, con el vértice sobre la articulación acromio-clavicular. La disección se realiza en el plano subfascial de fuera a dentro, hasta localizar en su porción interna los elementos del pedículo.

Se ha utilizado en su forma pediculada para la reconstrucción del suelo de boca, y como colgajo libre en defectos faciales y en cobertura de la mano⁽³⁰⁾, dada la calidad de su piel glabra, sus dimensiones importantes y la capacidad de resensibilizarse. Como inconvenientes, además de su corto pedículo arterial y el espesor en su porción interna, la cicatriz de la zona donante resulta inaceptable en mujeres y niños.

El colgajo submental.

Descrito en 1990 por Martin⁽⁷⁵⁾, se trata de un colgajo musculocutáneo en isla que incorpora piel y platisma submandibular vascularizados por la arteria submental, rama de la arteria facial. La paleta cutánea se dibuja con el eje mayor horizontal desde un ángulo mandibular hasta el otro, con el borde superior por debajo de la basal mandibular, y el inferior a unos cinco cm. en función de la laxitud de la piel y del tamaño del defecto.

El punto clave de la disección está en la exposición completa de la glándula submaxilar a partir de la incisión inferior, lo que permite exponer el pedículo facial y los vasos submentales. Posteriormente se completan el resto de las incisiones y la disección avanza de distal a proximal incluyendo el platisma.

Sus indicaciones son las pérdidas de sustancia de la hemicara homolateral (a excepción de la porción central de la frente), de la cavidad bucal y del cuello. Además de incorporar una considerable cantidad de piel con un arco de rotación adecuado, permite cerrar el defecto de forma primaria dejando la cicatriz en buena localización. Como inconvenientes, apuntar la pilosidad de esta piel en varones y la posibilidad de lesión del nervio facial. Su fiabilidad es importante si consideramos la serie de 16 casos presentada por el autor sin ningún problema de necrosis⁽³⁰⁾.

Los colgajos fasciocutáneos del muslo.

Agrupamos aquí cuatro colgajos fasciocutáneos en isla tomados del muslo, cuyos ejes vasculares proceden de ramas secundarias arteriales de la extremidad inferior y que han sido objeto de diferentes estudios anatómicos realizados por dos autores que han llegado a conclusiones similares^(87,93):

1) El colgajo anterolateral del muslo, basado en una rama transversal de la rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral, la cual perfora la fascia en el espacio entre el recto femoral, el vasto externo y el tensor de fascia lata. Proporciona un gran colgajo de hasta 15 x 20 cm. con capacidad de resensibilizarse a través de los nervios cutáneos femoral anterior y lateral.

2) El colgajo anteromedial del muslo, basado en una rama innominada descendente que parte de la circunfleja lateral femoral y emerge tras perforar la fascia en el espacio entre el sartorio, el vasto externo y el recto femoral, con un diámetro de unos 2 mm. y una longitud de pedículo hasta 12 cm. Permite extraer colgajos de hasta 10 x 25 cm.

3) El colgajo lateral del muslo, basado en la tercera perforante de la arteria femoral profunda, la cual nace por debajo del adductor corto y tras atravesar la inserción del adductor mayor, perfora la fascia hacia la mitad de la línea que une el trocánter mayor y el epicóndilo lateral del fémur.

4) El colgajo medial del muslo, basado en otra rama innominada, ésta procedente de la arteria femoral superficial justo proximal al canal de los adductores, que perfora la fascia haciéndose subcutánea en el vértice inferior del triángulo femoral entre los bordes del sartorio y del adductor largo.

Aunque sus indicaciones fundamentales son como colgajo libre en grandes pérdidas de sustancia de la pierna, también se han utilizado en cirugía de cabeza y cuello, y de forma pediculada en reconstrucción abdomino-perineal. Sus únicos inconvenientes son la posibilidad de variaciones anatómicas en el origen de las arterias que los nutren, y el defecto cosmético en mujeres.

El colgajo femoral latero-distal.

Descrito en 1989 simultáneamente por Masquelet⁽⁹⁴⁾ y Laitung⁽⁹⁵⁾, este colgajo no ha alcanzado la popularidad que podría imaginarse en la reconstrucción de pérdidas de sustancia de la región poplítea.

Su vascularización depende de la colateral musculocutánea más proximal de la arteria poplítea, también llamada arteria de Bourgery, que con un diámetro de unos 2 mm. emerge a unos 10 cm. proximal a la interlínea articular de la rodilla entre el bíceps y el vasto externo. La paleta cutánea se dibuja sobre la cara latero-distal del muslo y puede alcanzar hasta 10 x 20 cm.

Sus indicaciones principales son como colgajo pediculado en las pérdidas de sustancia de la cara anterior y posterior de la rodilla. Su disección es relativamente simple, pudiendo obtenerse un cierre primario con una anchura inferior a 8 cm. El escaso arco de rotación y la cicatriz sobre la cara externa del muslo son los únicos inconvenientes que presenta esta plastia.

El cóndilo femoral como zona donante.

Dado que muchos tipos y variantes de colgajos se han descrito a este nivel, es preferible comentar la zona donante como colgajo osteo-perióstico vascularizado del cóndilo medial femoral⁽³⁰⁾. El pedículo vascular viene representado por la arteria descendente de la rodilla, que tras enviar una rama para el vasto interno y otra cutánea (la arteria safena del colgajo de Acland⁽⁹⁶⁾), se ramifica sobre el cóndilo interno y parte de la articulación.

El colgajo se puede disecar como una unidad osteocutánea con un pedículo cutáneo y otro óseo, pudiendo incluirse una paleta cutánea de hasta 10 x 6 cm. y un segmento óseo de 8 cm. x 1.5 cm². Sus indicaciones como colgajo libre son aplicables a cualquier reconstrucción osteocutánea que precise un hueso cortico-esponjoso de gran calidad, junto con una cobertura cutánea independiente que le confiere gran libertad de movimiento sobre el hueso. Los vasos son de buen calibre y la cicatriz queda escondida.

No obstante, es importante tener en cuenta las distintas variaciones anatómicas de la distribución de los pedículos, y no es recomendable realizar osteotomías sobre el injerto dado el componente medular de su vascularización, por lo que su uso quedaría limitado a reconstrucciones óseas lineales.

El colgajo postero-superior de la pierna.

Descrito por Walton en 1985⁽⁹⁷⁾ como colgajo fasciocutáneo libre, está vascularizado directamente por una arteria cutánea directa que se origina normalmente en la arteria poplítea o en la sural externa. Su calibre es de 1.2 mm. de media y acompaña al nervio sural externo.

Normalmente se dibuja la isla cutánea sobre la porción posterior y proximal de la pierna, pudiendo alcanzar grandes dimensiones. Su disección se realiza en el plano subfascial de distal a proximal, identificando el pedículo en la porción inferior del hueco poplíteo, que suele alcanzar unos 4 cm. de longitud.

Sus indicaciones como colgajo pediculado en la cobertura de pérdidas de sustancia alrededor de la rodilla, al igual que ocurre con el colgajo femoral latero-distal, han sido eclipsadas por otros colgajos fasciocutáneos como el

safeno interno. Como colgajo libre, a pesar de la brevedad de su pedículo y el inconveniente de la secuela estética importante, puede emplearse cuando se precisan extensos colgajos cutáneos capaces de ser resensibilizados.

El colgajo supramaleolar externo.

El colgajo supramaleolar externo es un colgajo fasciocutáneo levantado de la superficie externa de la porción inferior de la pierna, y su pedículo principal es la rama perforante cutánea anterior de la arteria peronea, descrita como tal por Masquelet en 1987⁽⁹⁸⁾.

El colgajo puede usarse de dos formas: como un colgajo de rotación con charnela cutánea distal que permite cubrir la superficie interna de la pierna y el antepié, o como un colgajo en isla de flujo invertido gracias a anastomosis de la arteria perforante con otras de la red externa del tobillo y del pie. Mediante esta última forma se pueden cubrir pérdidas de sustancia distales en el pie.

Sus innegables ventajas, tales como no sacrificar ningún eje vascular principal y su gran arco de rotación, lo han convertido en el colgajo de elección para la cobertura distal de la pierna y del pie. Como inconvenientes, destacar la dificultad de la disección del colgajo a flujo invertido, las posibles variaciones anatómicas, el sacrificio del nervio peroneo superficial, y el riesgo de congestión venosa.

El colgajo de cresta iliaca posterior.

Dos autores, Mialhe⁽⁹⁹⁾ y Huang⁽¹⁰⁰⁾, propusieron en 1985 la utilización de la cresta iliaca posterior como injerto libre vascularizado por las ramas superficial y profunda respectivamente de la arteria glútea superior.

Sus indicaciones son las de la cresta iliaca vascularizada en general, como en las reconstrucciones lineales de tibia o mandíbula. El segmento máximo extraíble es, al menos en teoría, de mayor longitud sobre los vasos glúteos superiores que sobre la arteria circunfleja iliaca profunda. Más de las 3/4 partes de la cresta iliaca son transferibles con los vasos glúteos profundos. Quizá una de sus principales indicaciones sea la utilización previa de cresta iliaca anterior⁽³⁰⁾.

Sus ventajas principales son la gran calidad de hueso disponible y la superficie cutánea igualmente importante, sobre todo sobre la arteria glútea superior. Como inconvenientes, mencionar la dificultad de la disección y la corta longitud del pedículo.

I.5.2. MICROCIRUGÍA Y TRANSFERENCIAS LIBRES DE TEJIDOS.

Tras algo más de dos décadas de creciente experiencia, las transferencias libres de tejidos han evolucionado gradualmente desde considerarse un procedimiento de último recurso, hasta llegar a ocupar el primer puesto entre las indicaciones de reconstrucción. La mejoría en las tasas de éxito y la reducción tanto del tiempo quirúrgico como de la morbilidad del paciente han ampliado sus indicaciones. Ello ha afectado profundamente los principios de reconstrucción, y en muchos casos, han confirmado los ya establecidos principios en cuanto a cuidado de las heridas, operabilidad de ciertos tumores, y salvamento de extremidades amputadas. Conforme se consolidan las tasas de supervivencia de los colgajos libres, mayor atención se presta en refinar su resultado cosmético y la restauración de su función⁽²⁹⁾.

La transferencia de un tejido de un lugar a otro del organismo con propósitos reconstructivos, realizada con la reconexión de su pedículo mediante anastomosis vasculares para que pueda mantener su circulación sanguínea, se ha desarrollado a partir de distintas vías, inicialmente en relación con los trasplantes de órganos vitales⁽²¹⁾.

El gran desarrollo de la cirugía reconstructiva en los últimos años, ha sido debido en gran parte a la aplicación de autotrasplantes de tejidos cutáneos, musculares, óseos e incluso viscerales para reparar defectos complejos de origen traumático, degenerativo, oncológico o congénito. El pequeño calibre de los vasos que forman los pedículos de estos tejidos ha hecho que se desarrolle la microcirugía como técnica de anastomosis vascular y nerviosa, de forma que se garantice un correcto aporte sanguíneo a los tejidos transplantados.

Un ejemplo de tejido transplantado es el colgajo libre radial, motivo de estudio en esta tesis, usado ampliamente por cirujanos de todo el mundo, y cuyas indicaciones han ido cambiando conforme han surgido otras zonas donantes con menor morbilidad.

En este capítulo de la introducción vamos a resumir cómo ha influido el desarrollo de la microcirugía en cirugía plástica, de modo que analizaremos sucesivamente los siguientes aspectos en relación con las diferentes etapas en la evolución de la aplicación de los colgajos libres:

- 1 - Fase clínica inicial: posibilidad de reimplantes y alternativa a los colgajos pediculados a distancia.
- 2 - Descripción de múltiples zonas dadoras capaces de aportar los tejidos necesarios ante diferentes problemas clínicos.
- 3 - Importancia de garantizar los resultados: tratamiento coadyuvante y monitorización.

4 - Necesidad de minimizar la morbilidad de la zona donante y del procedimiento reconstructivo en conjunto.

5 - Indicación en cuanto a problema reconstructivo, selección adecuada del paciente, y momento de su realización.

Fase clínica inicial: reimplantes y alternativa a los colgajos a distancia.

Inicialmente, la aplicación clínica de la microcirugía en cirugía plástica se desarrolló a partir de reimplantes de la extremidad superior. De este modo, en el mismo centro donde en 1965 Komatsu⁽²²⁾ realizó el primer reimplante de un dedo de la mano, el "Number VI Peoples Hospital" de Shanghai contaba ya en 1976 con una estadística superior a 300 reimplantes⁽²¹⁾.

En cuanto a los pioneros de transferencias libres de tejidos, hay que destacar los trabajos de Seidenberg (1959) y Roberts & Douglas (1961) en el área de la transferencia de yeyuno, a pesar de que estos autores no utilizaban medidas de magnificación visual⁽²¹⁾.

No obstante, el verdadero desarrollo de los colgajos libres tuvo lugar a partir del reconocimiento del patrón de vascularización axial de los colgajos cutáneos por parte de McGregor⁽¹⁹⁾, mediante el cual se reconocía una arteria y una vena concretas como pedículo vascular de una unidad cutánea.

Antes de que la aplicación clínica se expandiera en diferentes centros, hubo ciertos trabajos experimentales que demostraron la fiabilidad de las técnicas microquirúrgicas para transferir tejidos de una región a otra. Así, Buncke & Schultz en 1965 conseguían reimplantar con éxito el pulgar e índice en monos, y un año más tarde hacían lo propio con la oreja de conejos⁽¹⁰¹⁾. En 1967, Strauch & Murray demostraban la capacidad de transferir con éxito colgajos en la rata anastomosando arterias de entre 0.6 a 1 mm. de diámetro. Éstos y otros trabajos experimentales influyeron decisivamente en el desarrollo de la microcirugía clínica reconstructiva⁽²¹⁾.

La aplicación clínica de este tipo de autotransplantes, más comúnmente llamados colgajos libres, iba a hacer posible que se abandonasen técnicas de reconstrucción con colgajos pediculados a distancia dados sus inconvenientes: dos tiempos quirúrgicos, necesidad de inmovilización prolongada, limitación de la selección de zonas donantes, disponibilidad limitada de tejidos, nutrición del colgajo a expensas de parasitar la vascularización de la zona receptora, etc.

Pronto iban a publicarse las primeras series clínicas con colgajos libres, incluyendo el colgajo antebraquial radial, y con ellas las innegables ventajas de este nuevo método de reconstrucción: cobertura y reconstrucción en un solo tiempo quirúrgico, posibilidad de iniciar una rehabilitación precoz, capacidad de aportar diferentes tejidos nutridos por un único eje vascular, gran

versatilidad de los tejidos utilizados, posibilidad de seleccionar diferentes zonas donantes, capacidad de aportar vascularización a la zona receptora, etc.

Actualmente, los grandes avances que se han realizado tanto en la elección de los tejidos donantes como en la instrumentación y materiales de sutura, hacen posible que las tasas de éxito de estos colgajos supere el 96% en la mayoría de los centros, por lo que su fiabilidad ha sido ampliamente demostrada⁽²⁹⁾.

Descripción de múltiples zonas donantes.

Conforme iban extendiéndose las diferentes aplicaciones de colgajos libres, fueron describiéndose nuevas zonas donantes, fundamentalmente con dos propósitos básicos:

- 1) Aportar el tejido o la combinación de tejidos que mejor se adaptasen a cada problema clínico, y
- 2) Seleccionar la zona donante con la menor morbilidad posible para un mismo resultado en la reconstrucción.

Esto ha sido en parte lo que ha sucedido con el colgajo libre radial, que debido al buen calibre y longitud de sus vasos, junto con la excelente calidad de piel que aporta, fue uno de los primeros colgajos ampliamente difundido para tratar diversos problemas reconstructivos.

Sucesivamente se fueron describiendo nuevas zonas dadoras que, con menor morbilidad, resultaban en buenas soluciones reconstructivas, de modo que fueron limitándose las indicaciones del colgajo chino⁽³¹⁾. Así por ejemplo, en reconstrucciones mandibulares el peroné vascularizado aporta un hueso de mucha mayor calidad que el colgajo chino en cuanto a permitir una mejor rehabilitación oral con implantes osteointegrados. El colgajo escapular permite aportar gran cantidad de piel sin la morbilidad antebraquial del colgajo radial. El colgajo braquial externo constituye una buena alternativa en la prefabricación del pene. El colgajo libre inguinal aporta piel de buena calidad con mínima morbilidad: es el "todo por nada", de modo que aunque su disección es difícil, intentar su levantamiento proporciona un colgajo a muy bajo precio, etc...

Este concepto se extendió también a las transferencias dedo-pie-mano, de modo que diversas modificaciones en la disección del primer dedo permiten reducir su morbilidad sobre el apoyo interno del pie. Asimismo, el colgajo libre de la cortical interna de la cresta iliaca disminuye el defecto del colgajo clásico de la cresta, y muchas otras modificaciones sobre colgajos ya existentes hacen posible modificar y seleccionar una parte de la zona donante para adaptarse mejor a las necesidades reparadoras⁽²⁹⁾.

Actualmente existe una gran diversidad de libros y monografías que describen en detalle la técnica de disección y las indicaciones de las diferentes zonas donantes de colgajos libres^(101,102,103,104). Sin querer ser exhaustivos, creo importante únicamente mencionar algunos de los colgajos recientemente descritos y que constituyen el principal arsenal terapéutico en microcirugía reparadora:

- c. muscular dorsal ancho
- c. muscular recto anterior
- c. muscular serrato anterior
- c. muscular gracilis
- c. muscular extensor digitorum brevis
- c. músculo-cutáneo de tensor de fascia lata
- c. músculo-cutáneo de glúteo superior
- c. músculo-cutáneo de recto abdominal
- c. cutáneo lateral del brazo
- c. cutáneo escapular y paraescapular
- c. cutáneo inguinal
- c. cutáneo anterolateral del muslo
- c. cutáneo radial antebraquial
- c. de fascia temporal
- c. óseo de peroné
- c. óseo de creta iliaca
- c. osteocutáneo escapular

Importancia de garantizar los resultados: tratamiento coadyuvante y monitorización.

Tras dos décadas de aplicación generalizada de técnicas microquirúrgicas, actualmente es habitual obtener en manos expertas una tasa de éxito del 98.8% y un índice de re-exploración vascular del 3.7%, de modo que los colgajos libres constituyen uno de los métodos más fiables de reconstrucción en Cirugía Plástica⁽²⁹⁾.

Aunque la mayoría de los fracasos de los colgajos libres parece estar en relación con trombosis vasculares, una importante porción de los mismos está en relación con una mala realización de las suturas microvasculares y con otros fallos en las diferentes fases del proceso quirúrgico, desde la inducción anestésica hasta la colocación del apósito. Ello conllevaría una trombosis secundaria que en ocasiones aparece en la anastomosis.

En otros casos, el fracaso del procedimiento se puede predecir si se seleccionan pacientes con ciertas contraindicaciones para la microcirugía, o si se emplean como pedículos receptores vasos en malas condiciones, como los afectos de enfermedad perivascular en áreas recientemente traumatizadas, sin realizar injertos venosos que eviten estas zonas.



Para garantizar la mayor tasa posible de éxito se han propuesto diferentes tratamientos médicos coadyuvantes con el objetivo de minimizar la incidencia de trombosis y vasoespasmos. No obstante, hasta el momento no existe ningún tratamiento específico que pueda evitar rutinariamente estas complicaciones, si bien experimentalmente existen datos a favor del tratamiento antiagregante sistémico y de vasodilatadores por vía tópica.

Casi más importante que este tratamiento resulta la detección precoz de trombosis que permita una re-exploración de las anastomosis, antes de que se produzcan fenómenos irreversibles de no reflujo, mecanismo que se produce tras varias horas de trombosis y por el que el lecho capilar del colgajo resulta ineficaz a pesar de recuperar el flujo en las anastomosis.

Numerosas técnicas además de los signos clínicos de sufrimiento cutáneo, se han descrito para detectar la perfusión del colgajo, como el laser-doppler, o el flujo a través de las anastomosis con doppler continuo, o la saturación de oxígeno con pulsioximetría transcutánea. Técnicas más sofisticadas están aún en fase experimental.

No obstante, cada vez se está haciendo más hincapié en el concepto de monitorización intraoperatoria de las anastomosis vasculares, ya que al parecer la mayoría de los casos que fracasan lo hacen iniciando la trombosis en la misma mesa operatoria, detectándose sólo tras unas horas en el postoperatorio precoz⁽²⁹⁾.

Necesidad de minimizar la morbilidad de la zona donante y del procedimiento reconstructivo en conjunto.

Actualmente es bien aceptado que la reconstrucción de un determinado problema no puede llevarse a cabo a cualquier precio, lo cual hace referencia a varios aspectos:

- Por una parte, es importante seleccionar una zona donante que permita resolver el problema adecuadamente con la menor morbilidad⁽³¹⁾. El colgajo inguinal sería el ejemplo más inocuo, similar al de un injerto de piel total en cuanto a secuela. En este sentido muchos pacientes tras la intervención de un colgajo libre, al comprobar los efectos sobre la zona donante, hubieran rechazado operarse mediante ese método⁽¹⁰⁵⁾. Incluso en algunos casos, como en transferencias de dedo pie a mano, las secuelas pueden ser realmente invalidantes si no se cuidan los detalles de cierre de la zona donante.
- Por otro lado, la morbilidad de una intervención extremadamente larga, que precise la transfusión de varias unidades de productos hemáticos, y que pueda continuarse con postoperatorios complicados y prolongados, no debe justificar a toda costa un procedimiento reconstructivo con un índice riesgo / beneficio extremadamente alto.

- Finalmente, el paradigma de la reconstrucción ideal a seguir debería obtener un beneficio no sólo en la zona receptora, sino también derivado de la extracción del colgajo en la zona donante, como sucede en el caso de la reconstrucción mamaria mediante el colgajo libre de TRAM⁽²⁹⁾, en donde la paciente recibe el beneficio añadido de una lipectomía abdominal.

Indicaciones en cuanto a problema reconstructivo, selección adecuada del paciente, y el momento de su realización.

Durante los últimos 25 años, las indicaciones de la clásica escalera reconstruccionista que iba ascendiendo en dificultad desde el injerto cutáneo hasta los colgajos a distancia, han ido truncándose conforme se iban consolidando los resultados obtenidos con los colgajos libres.

Así, en los primeros 10 años de su aplicación, los colgajos libres hicieron obsoletos métodos reparadores clásicos como los colgajos tubulares o las piernas cruzadas. Posteriormente en la segunda década, el colgajo inguinal pediculado de McGregor en cobertura de la mano, y los colgajos miocutáneos torácicos para la reconstrucción de cabeza y cuello, fueron paulatinamente desapareciendo en hospitales donde trabajaban cirujanos con experiencia en microcirugía. Ya en la era de la tercera década, la reconstrucción mamaria con colgajos libres está empezando a consolidarse como método de elección⁽²⁹⁾.

De hecho, la filosofía de sus indicaciones ha girado 180 grados: si antes se consideraba el colgajo libre reservado para aquellas heridas en las que no había otras opciones, actualmente en muchos centros sólo cuando las condiciones generales del paciente no lo permiten, se opta por los métodos clásicos de reconstrucción ante problemas complejos.

No obstante, la aparición de nuevos colgajos pediculados de flujo invertido en extremidades, ha hecho que muchas escuelas como la francesa tiendan a frenar la aplicación de colgajos libres en estos casos, especialmente en pacientes de riesgo en los que estos otros nuevos métodos permiten obtener excelentes resultados, trabajando en sólo una región anatómica, y bajo anestesia regional de la extremidad⁽³⁰⁾.

De todos modos, para muchos equipos entrenados en microcirugía, incluso cuando existen otras posibles soluciones, la reconstrucción mediante colgajos libres permite obtener los mejores resultados desde el punto de vista tanto funcional como estético, partiendo de las bases de mínima morbilidad tanto de la zona donante como del procedimiento reconstructivo en conjunto. Incluso en el área de urgencias, Godina demostró ya en 1986⁽¹⁰⁶⁾ los innegables beneficios de la aplicación precoz de colgajos libres en pacientes bien seleccionados para el tratamiento de defectos postraumáticos.

Para terminar, podemos expresar la gran expansión de las indicaciones de los colgajos libres con un dato recogido por Khouri⁽²⁹⁾ acerca del número de colgajos libres realizados por un grupo importante de cirujanos que se iniciaron en microcirugía en los 70: anteriormente a 1980, cada cirujano sólo encontró de media 11 indicaciones de colgajos libres por año; en 1991, estas mismas indicaciones se elevaron a 72.

I.5.3. LA VASCULARIZACIÓN DE LA MANO.

El aporte de sangre a los diferentes tejidos en la extremidad superior debe entenderse teóricamente bajo un doble punto de vista:

a) Por una parte, encontramos la fuente vascular directa de un músculo, un segmento de piel, una porción de hueso, una articulación, o cualquier tejido o unidad funcional de tejidos, a partir de uno o más ejes arteriales determinados, que formarían su pedículo axial teórico en caso de que estos tejidos fueran tributarios de transferirse como colgajos de forma libre o pediculada.

b) Por otro lado, el aporte sanguíneo a la extremidad superior precisa un aparato vascular longitudinal, que distribuya a todos los tejidos un flujo de sangre adecuado a partir de sus ya mencionados pedículos. Este sistema debe proporcionar una distribución óptima de flujo en su recorrido a través del brazo y antebrazo, al mismo tiempo que garantice un adecuado flujo a la mano, que representa la porción distal de la extremidad donde se concentra la mayor parte de la función de la misma.

Estos dos aspectos presentan, como puede deducirse fácilmente, una correlación clínica importante:

a) Del primer apartado se derivan los diferentes colgajos y zonas donates vascularizadas con posibilidad de aplicarse en cirugía reconstructiva.

b) Del segundo aspecto surge, por un lado, el importante concepto de circulación colateral de modo que se asegure una correcta vascularización distal cuando por problemas traumáticos u oncológicos se suprime algún eje vascular principal; y por otra parte, está en relación con las distintas formas de transferencia de colgajos pediculados gracias al flujo anterógrado o retrógrado de los ejes vasculares principales y secundarios.

En este apartado de la introducción, el objetivo de analizar el tema de la vascularización de la mano, se debe fundamentalmente a la importancia de

revisar algunos trabajos que han aportado datos interesantes acerca de este último aspecto: nos referimos a la importancia de la circulación colateral de la mano, en relación directa también con el efecto que produce la supresión del eje radial cuando se levanta un colgajo chino, motivo del objetivo principal de esta tesis doctoral.

De este modo, iremos resumiendo cronológicamente los diferentes estudios que han aportado datos interesantes a los mecanismos de la circulación colateral de la mano. En la mayor parte de los casos se trata de trabajos anatómicos o radiológicos en cadáveres en relación con la anatomía vascular arterial.

Aunque la anatomía constituye la base de los mecanismos de distribución de flujo, algunos aspectos relacionados con la fisiología de la hemodinámica y la regulación del sistema nervioso autónomo son fundamentales para entender el funcionamiento de las vías anastomóticas y la fisiopatología de la circulación colateral.

Lamentablemente, existen pocos trabajos de investigación clínica acerca de las vías y mecanismos de la circulación colateral. De hecho, desde Enero de 1989 hasta Septiembre de 1996, aparecen 13 artículos en la base de datos de MEDLINE al seleccionar los campos '*collateral circulation*' y '*hand*', tratando todos ellos sólo el tema de la competencia de los arcos palmares.

A continuación, resumiremos cronológicamente los datos publicados en diferentes trabajos de anatomía vascular de la mano, en relación con los mecanismos de las vías anastomóticas y circulación colateral, lo que nos ayudará a orientar la discusión acerca de la morbilidad que representa para la mano suprimir alguno de sus ejes vasculares principales, como sucede cuando realizamos un colgajo chino.

Michel Salmon publicó en 1939 su libro titulado "**Les Voies Anastomotiques Artérielles des Membres**", que recientemente ha sido reeditado en inglés por G.I. Taylor⁽¹⁰⁷⁾. Se trata de una obra de obligada referencia a la hora de abordar el tema de la circulación colateral, no sólo por la gran brillantez de sus experimentos y la calidad de las arteriografías, sino también por la relevancia de sus comentarios y conclusiones, que podemos resumir en cuatro apartados:

- 1) Salmon distingue dos tipos de anastomosis en las extremidades capaces de actuar como shunts en caso de oclusión de la o las arterias principales:
 - únicas o verdaderas: son anastomosis por inosculación entre arterias adyacentes, sin alteración del calibre; y
 - retinaculares: son las anastomosis formadas por plexos de vasos de pequeño calibre, conocidas también como anastomosis de choque a partir de los trabajos de Taylor^(39,49,50).

2) El papel fundamental en la circulación colateral lo desempeñan las anastomosis verdaderas, las cuales suelen situarse en:

- ciertas regiones cutáneas,
- junto al recorrido de los nervios principales,
- adyacente al periostio de las articulaciones,
- en el interior de ciertos músculos.

3) Existen dos fases principales en el restablecimiento de la circulación que se suceden consecutivamente:

- la fase nutricia: proporciona un flujo sanguíneo adecuado para mantener el metabolismo en estado de reposo, y se desarrolla a través de vías anastomóticas preexistentes verdaderas en las primeras horas tras la supresión del eje vascular principal;
- la fase funcional se desarrolla más lentamente y permite a la extremidad mantener un metabolismo ante condiciones de ejercicio, en caso de que las vías anastomóticas verdaderas sean insuficientes; se basa en la hiperplasia de las vías anastomóticas retinaculares que pueden desarrollarse considerablemente tanto en número como en calibre.

4) Gracias a sus experimentos con inyección arterial de contraste previa ligadura y resección de los troncos arteriales principales en cadáveres, pone de manifiesto las vías anastomóticas a diferentes niveles, señalando las zonas de alto riesgo, que son mucho menores en la extremidad superior, donde tan sólo existe una región en donde la lesión del tronco axilo-braquial pone en peligro la circulación distal: se trata de la zona entre la salida de las arterias circunfleja humeral y humeral profunda.

Para el interés de esta tesis es obvio que a nivel antebraquial, según demuestran sus experimentos, una lesión aislada de las arterias radial o cubital no supone ningún peligro isquémico para la extremidad. No obstante, nos hubiera gustado que en sus experimentos hubiese valorado la situación ante la ligadura o resección de ambas arterias, para comprobar si el eje de las interóseas, y más concretamente la interósea anterior, pudiese retomar el papel de arteria principal del antebrazo que embriológicamente ya había asumido, aunque fuera por un breve espacio de tiempo.

En 1953, **L.J. McCormack** et al. ⁽¹⁰⁸⁾ presentan un exhaustivo ejercicio de disección en 750 extremidades para mostrar las variaciones en los patrones arteriales del brazo y antebrazo. Entre sus conclusiones destacan:

- Una incidencia de variaciones mayores en las arterias del brazo y antebazo del 18.53% (139 de 750 extremidades).

- Las principales variaciones encontradas se resumen en tres grupos:

- 1) origen alto de la arteria radial (15.45%),
- 2) origen alto y trayecto inusual de la arteria cubital (1.9%), y
- 3) la existencia de una arteria braquial superficial (1.27%).

Posteriormente en 1961 **S.S. Coleman y B.J. Anson**⁽¹⁰⁹⁾ publican un estudio similar referente a los patrones arteriales de la mano a propósito de 650 disecciones, con los siguientes resultados:

- El arco palmar superficial está completo en el 80% de los casos.
- La arteria mediana se encuentra presente en un 10% de los casos, de los cuales en la mitad de ellos participa en completar el arco palmar superficial.
- El arco palmar profundo se encuentra completo en un 97%.
- Las ramas recurrentes carpianas del arco palmar profundo varían en número entre 1 y 3. Sus anastomosis con las ramas distales volares de la arteria interósea anterior sólo se confirmaron en un 5% de los casos.

De estos dos estudios, sólomente éste último dato nos sirve de referencia en cuanto al papel del eje arterial de las interóseas en la circulación colateral de la mano. No obstante, se trata de estudios de anatomía descriptiva que entre sus objetivos principales no se encontraba buscar referencias anatómicas de la circulación colateral distal.

Quizá uno de los mejores trabajos referentes a este tema sea el publicado por **F.J. Jorge Barreiro y J.M.G. Valdecasas** en la Sociedad Anatómica de París en 1976⁽¹¹⁰⁾, resumido en el capítulo de vascularización de la mano del tratado de R. Tubiana⁽¹¹¹⁾. Estos autores realizan una extensa sistematización del sistema arterial interóseo, detallando la relevancia de la prolongación distal anterior de dicha arteria y su participación en la circulación colateral de la mano, de modo que describen varias anastomosis tanto con la arteria radial como con la cubital, señalando incluso un 7% de casos en que su prolongación distal se anastomosa directamente con el arco palmar profundo, sustituyendo incluso a la arteria radial en esta región.

Sus estudios radiológicos también demuestran cómo la inyección selectiva de contraste en la arteria interósea anterior, permite el llenado retrógrado de las arterias radial y cubital, no ocurriendo lo mismo cuando el contraste se inyecta en la arteria interósea posterior.

Estudios más detallados sobre estos sistemas de anastomosis han surgido a partir del estudio de la vascularización ósea del carpo⁽¹¹²⁾. Entre todos ellos destaca el trabajo de **R.H. Gelberman**⁽¹¹³⁾ publicado en 1983 acerca de la anatomía arterial extraósea del carpo, en el que se detallan los resultados obtenidos en disecciones de 25 cadáveres frescos tras inyección de látex azul y desbridamiento químico.

En la discusión de este trabajo queda perfectamente reflejado cómo participa la arteria interósea anterior en la circulación colateral de la mano alrededor de la muñeca, con anastomosis que varían en localización y en tamaño entre su prolongación volar distal y las arterias radial y/o cubital, generalmente gracias a los ramos recurrentes carpianos de éstas últimas a través de los arcos vasculares palmares del carpo. Este autor ha encontrado algún tipo de estas anastomosis en el 80% de los cadáveres estudiados⁽¹¹³⁾.

Asímismo se menciona a Lawrence y Bachuber⁽¹¹⁴⁾ como los primeros que describieron estas anastomosis en 1923. Posteriormente se citan los trabajos de Quiring⁽¹¹⁵⁾ en 1949, a quien atribuye el reconocimiento de la relevancia de estas anastomosis en la circulación colateral.

Otro interesante estudio ha sido publicado por **A. Ikeda**⁽¹¹⁶⁾ en 1988, en el que muestra el análisis tridimensional de 220 manos a nivel submacroscópico mediante arteriografías estereoscópicas. En este trabajo se analizan las variaciones en los arcos arteriales palmares y se presta especial atención a la relevancia del sistema arterial metacarpiano dorsal en la circulación colateral de la mano distal a la muñeca.

También hay que destacar el completo análisis que los autores hacen en la discusión acerca de las implicaciones que las variaciones anatómicas tienen respecto a la ontogenia y filogenética de la mano⁽¹¹⁵⁾.

E. Lebreton⁽¹¹⁷⁾ publica en 1993 una muy interesante y completa monografía en la literatura francesa donde aporta una revisión exhaustiva de la vascularización arterial, venosa y linfática de la mano. En ella señala la importancia de las anastomosis de la arteria interósea anterior, especialmente con la arteria radial, como vía de seguridad ante la ligadura o sección de las arterias antebraquiales.

Finalmente, **Y. Inoue**⁽¹¹⁸⁾ publica en Septiembre de 1996 un interesante y muy ilustrativo trabajo acerca de las implicaciones clínicas desprendidas del estudio anatómico de los angiosomas del antebrazo.

En este artículo se analizan los diferentes angiosomas cutáneos, musculares y óseos dependientes de las arterias radial, cubital, interósea anterior e interósea posterior. Esta información se utiliza como estrategia para

diseñar diferentes colgajos, así como para reconocer las fuentes arteriales secundarias que van a permitir la vascularización de los distintos tejidos una vez suprimido un eje arterial principal al realizar un determinado colgajo.

Del mismo modo, en la discusión se hace referencia a las implicaciones anatómicas del sistema vascular con la etiopatogenia de la contractura isquémica de Volkmann, así como al papel que desempeñan las arterias secundarias en la circulación colateral, dando importancia al hecho de que la mayoría de anastomosis entre los distintos sistemas arteriales se lleva a cabo en los propios angiosomas y no entre ellos. Así, destaca ciertas anastomosis intramusculares como las que se encuentran en el músculo flexor largo del pulgar entre ramas de las arterias radial e interósea anterior.

I.5.4. EL COLGAJO RADIAL.

A partir de 1978, un grupo de cirujanos chinos del Hospital Militar de Shenyang en China, los doctores Yang Goufan, Chen Baoqui y Gao Yu Zi⁽²⁾ junto con estudiantes de postgrado del doctor Ruyao Song, propusieron la utilización de la cara palmar del antebrazo, vascularizada por la arteria radial, como zona donante de un nuevo colgajo fasciocutáneo⁽⁷⁾, de ahí el nombre de colgajo chino con el que también se le conoce.

Sus primeros trabajos en 1978 detallaban la anatomía de este nuevo colgajo y demostraban su utilidad para la cobertura de extensas retracciones cervicales postquemadura, aunque sus primeras publicaciones en la literatura china pasaron desapercibidas entre cirujanos del mundo occidental.^(2,27,119)

En 1980, el colgajo radial llamó la atención a un grupo de cirujanos alemanes que emprendió una delegación para importar al mundo occidental este nuevo colgajo.⁽¹²⁰⁾

Del mismo modo, una misión francesa de microcirugía tras su retorno de China en 1981 introdujo en Francia este colgajo y, rápidamente, se propusieron medidas para perfeccionar la técnica de disección como colgajo pediculado distalmente basado, que permitieron aumentar la longitud útil del pedículo descruzándolo a nivel del primer espacio, o convertirlo en colgajo compuesto para la reconstrucción del pulgar.^(121,122)

El colgajo chino o colgajo radial fue usado inicialmente para la corrección de retracciones cervicales postquemadura y en la cobertura de extremidades catastróficas.⁽¹²⁰⁾

Tras el reconocimiento de los patrones de flujo invertido a través de la arteria radial vía los arcos palmares⁽¹²³⁾, fue aplicado en cirugía reparadora de la mano.⁽²⁷⁾

Más tarde, la identificación de múltiples ramas septales hacia el periostio del radio hizo que se propusiera el desarrollo del colgajo osteocutáneo a flujo invertido para la reconstrucción del pulgar. ⁽¹²⁴⁾

Progresivamente se fueron ampliando las indicaciones y utilidades de este colgajo gracias sobre todo a su constante anatomía vascular y a la versatilidad de su diseño. ^(125,126)

COLGAJO RADIAL LIBRE.

A pesar de que muchas otras zonas donantes se han descrito como colgajos libres desde la primera referencia del colgajo chino, éste aún continúa ocupando el primer lugar en muchas indicaciones de transferencias libres de tejidos. Sus aplicaciones han sido múltiples desde su descripción en 1981⁽²⁾, de modo que prácticamente están descritas todas las regiones anatómicas como zonas receptoras de este colgajo.

Como ya hemos apuntado, la gran versatilidad de este colgajo, la calidad de la piel antebraquial susceptible de ser resensibilizada, junto al adecuado calibre de los vasos, la constante anatomía y la facilidad de su disección, hacen que sea ampliamente aplicado en diferentes situaciones, desde casos de reconstrucción facial intra y extra oral, con o sin reconstrucción ósea simultánea, hasta defectos de la piel de apoyo de la planta del pie, pasando por reconstrucción del pene o de defectos faringoesofágicos tras cirugía oncológica⁽¹²⁷⁾.

El interés por disminuir la morbilidad de las zonas donantes, ha hecho que se investiguen nuevas zonas dadoras de colgajos libres, de modo que se tiende a pagar el mínimo precio para llevar a cabo una reconstrucción determinada. ^(30,128)

COLGAJO RADIAL PEDICULADO.

El colgajo radial en isla basado distalmente ha sido una de las contribuciones más importantes de los últimos tiempos en cirugía reconstructiva de la mano ^(27,126). Las cualidades que hacen de este colgajo un atractivo método para tratar pérdidas de sustancia en la mano son las siguientes ⁽¹²⁹⁾:

- puede ser rápidamente disecado y trasladado al sitio receptor, ya que no requiere microcirugía vascular, proporcionando una cobertura de gran calidad en un solo tiempo sin la inmovilización y la incomodidad de otros colgajos a distancia como el inguinal;
- su gran versatilidad al poder incorporar piel, fascia, tendón y hueso, lo hace especialmente interesante en la reconstrucción del pulgar y muy útil para reparar metacarpianos; ^(123,124,130)

- puede incorporar gran cantidad de piel de excelente calidad, muy bien vascularizada, y de un color y textura similar a la de la mano;
- su eje de rotación permite alcanzar zonas distales de la mano;
- la zona donante queda confinada a la misma extremidad y no precisa más que un campo operatorio;
- el empleo de colgajos fascio-subcutáneos que permiten un cierre primario del defecto, junto con la posibilidad de transferir el colgajo sin sacrificar la arteria radial, han incrementado sus indicaciones al disminuir de esta forma su criticada morbilidad.^(14,131,132)

Como colgajo pediculado de base distal, aunque otros nuevos colgajos antebraquiales tomados del antebrazo constituyen ahora la primera indicación como cobertura, el colgajo radial continúa siendo de primera elección en ciertos casos, especialmente cuando la cantidad de piel que se requiere es importante, o cuando se prevén otros procedimientos reconstructivos secundarios como transferencias dedo pie-mano que pueden beneficiarse de los magníficos pedículos receptores que aporta el colgajo radial.⁽¹⁸⁾

1.5.4.1. ANATOMÍA.

El colgajo radial puede clasificarse como colgajo fasciocutáneo tipo C o como colgajo osteo-fasciocutáneo tipo D de la clasificación de Cormack y Lamberty⁽³⁷⁾ y como colgajo tipo 4 de la clasificación de Nakajima⁽³⁵⁾ (cuyas perforantes septocutáneas corresponden al tipo E).

El patrón de vascularización de la piel del antebrazo a partir de las perforantes septocutáneas y las ramas septo-periósticas que nutren al radio sientan las bases anatómicas de la fiabilidad y versatilidad de este colgajo, las cuales han sido detalladamente descritas por Song⁽²⁷⁾, Mühlbauer⁽¹²⁰⁾ y Timmons⁽¹³³⁾.

La arteria radial, con un diámetro medio de 2.5 mm., es la rama terminal más pequeña de la arteria braquial. Se extiende inicialmente por encima del músculo supinador corto, cruza oblicuamente los músculos flexores y continúa distalmente sobre el aspecto radial del antebrazo en el septum entre el supinador largo y el pronador redondo proximalmente, y más distal entre el palmar mayor y el supinador largo. En su porción superior está cubierta por el borde del músculo supinador largo, encontrándose en cambio en su porción inferior tan sólo revestida por la aponeurosis antebraquial. Proximalmente la arteria radial descansa sobre la inserción del pronador redondo, apoyándose en su porción distal sobre los músculos flexor superficial de los dedos y flexor largo del pulgar primero, y sobre el radio y el pronador cuadrado después⁽⁸³⁾.

El nervio radial superficial discurre junto con la arteria en la mitad proximal del antebrazo antes de cruzar bajo el supinador largo y hacerse subcutáneo. Distal a la estiloides radial, la arteria se inclina hacia el dorso de la mano, pasando por debajo de los tendones del abductor largo y extensor corto, situándose en la tabaquera anatómica, y posteriormente atraviesa el primer músculo interóseo dorsal para alcanzar en profundidad la palma de la mano donde forma el arco palmar profundo⁽⁸⁵⁾.

La única rama principal importante de la arteria radial es la arteria recurrente radial, que se origina cerca del origen de la arteria radial y discurre en dirección proximal para anastomosarse con la rama anterior de la arteria braquial profunda. Sus relaciones anatómicas e implicaciones quirúrgicas han sido exhaustivamente detalladas por Maruyama⁽¹³⁴⁾, quien utiliza esta arteria con flujo invertido como pedículo del colgajo fasciocutáneo recurrente radial.

Distalmente, además de contribuir a la formación del arco palmar superficial a través del ramo radiopalmar, la arteria radial interviene en la vascularización palmar y dorsal del carpo a través de sus respectivos ramos^(112,113) y envía la primera arteria intermetatarsiana dorsal, eje vascular del colgajo en cometa levantado sobre el dorso de la base de la primera falange⁽¹³⁵⁾.

Precisamente a través de sus ramos carpianos se han descrito comunicaciones importantes, aunque no siempre constantes, con las ramas distales anteriores de la arteria interósea anterior, anastomosis que juegan un importante papel en la circulación colateral de la mano y que son analizadas en el presente trabajo.^(110,113,118)

El colgajo radial antebraquial se nutre por ramas cutáneas de la arteria radial. Estas perforantes nutren la piel de la cara anterior del antebrazo, pero no en mayor medida de lo que lo hacen las perforantes de la arteria cubital, que en número de entre 3 y 5, se distribuyen fundamentalmente en la piel proximal del antebrazo. De esta forma, múltiples ramas cutáneas de la arteria radial originadas tanto proximal como distalmente, tras ramificarse y distribuirse en la fascia profunda, se anastomosan en el plano suprafascial con perforantes provenientes de las arterias cubital e interóseas, nutriendo así la totalidad de la piel del antebrazo⁽¹¹⁸⁾.

El número de perforantes cutáneas varía entre 9 y 17. En la mitad proximal de su trayecto envía 4.2 perforantes de media (rango entre 0 y 10), y en la mitad distal 9.6 (rango entre 4 y 14), teniendo todas ellas un diámetro medio de 0.5mm (rango 0.1 a 1.1 mm.)⁽¹²⁷⁾.

En su tercio proximal, en la porción inferior de la fosa antecubital, la arteria radial da un gran vaso perforante: la también llamada arteria cubital inferior, en ocasiones rama de la arteria recurrente radial, en la que se basa el colgajo fasciocutáneo antecubital, cuyas bases anatómicas fueron descritas en 1982 por Lamberty⁽¹³⁶⁾, demostrando los autores con sus casos clínicos en 1983 su uso tanto como colgajo pediculado como colgajo libre⁽¹³⁷⁾.

Otra perforante importante y constante nace del borde externo de la arteria radial a aproximadamente 7 cm. proximal de la estiloides radial; esta arteria y otras ramas distales han sido descritas como el pedículo de un colgajo basado distalmente que no sacrifica la arteria radial⁽¹³¹⁾. Distalmente una o dos perforantes pueden desplazarse y discurrir más medialmente entre el palmar mayor y el flexor superficial de los dedos⁽³⁸⁾.

Es interesante reseñar que si bien en el tercio proximal del antebrazo las perforantes tienden a seguir un trayecto longitudinal, distalmente las perforantes fasciocutáneas se distribuyen más bien transversalmente⁽³⁸⁾.

Además, es importante saber que si bien existen perforantes en gran número tanto en el tercio proximal como en el distal, en el tercio medio se encuentran relativamente pocas perforantes cutáneas, por lo que la isla cutánea situada sobre esta zona del antebrazo puede ser menos fiable, en cuyo caso es conveniente incluir una porción de fascia proximal o distal a la isla según vayamos a realizar el colgajo pediculado distal o proximalmente respectivamente⁽⁷⁾.

En la porción distal de la arteria radial, ésta envía constantemente vasos que se dirigen al radio, así como ramas que vascularizan los tendones del palmar mayor y del supinador largo.

La fascia profunda del antebrazo es particularmente más gruesa proximalmente, donde cubre los anchos vientres musculares de los flexores, y se va adelgazando distalmente hasta que alcanza el pliegue de flexión de la muñeca, donde vuelve a engrosarse para constituir el retináculo flexor.

DRENAJE VENOSO.

El drenaje venoso del colgajo se realiza primariamente a través de las venas basílica y mediana del sistema venoso superficial, aunque las venas concomitantes han probado ser suficientes en la mayoría de los casos, incluso cuando se trata de colgajos en isla basados distalmente con flujo retrógrado.

El sistema venoso superficial presenta normalmente válvulas, mientras que los hallazgos en las venas del sistema profundo en cuanto a la presencia de las mismas son conflictivos. Aunque las valvas venosas se encuentran constantemente en el examen fresco de cadáveres, su efectividad es bastante dudosa.

La innegable capacidad del flujo venoso en dirección inversa se atribuye a los siguientes factores:^(52,53,65,66)

- 1) La existencia de puentes comunicantes entre el sistema superficial y el sistema profundo de las venas concomitantes.
- 2) La incompetencia relativa del sistema valvular.

3) La presencia de puentes venosos avalvulares entre ambas venas concomitantes y entre segmentos de una misma vena concomitante.

Aunque normalmente es recomendable confiar el drenaje venoso al sistema superficial, algunos autores aconsejan evaluar el flujo venoso de las distintas venas una vez soltada la isquemia tras finalizar la disección, de modo que pueda seleccionarse para la anastomosis aquélla que posea un mayor flujo⁽¹³⁸⁾, aunque siempre es preferible anastomosar dos venas si están disponibles en la zona receptora.

El mecanismo del flujo invertido en el sistema venoso ha sido objeto de un controvertido debate durante la última década^(3,51,52,53,60,65,66,139). Las primeras observaciones de flujo invertido a través de la vena cefálica se comprobaron en casos de reconstrucción del pulgar⁽¹²⁴⁾. Posteriores investigaciones demostraron los mecanismos responsables de este fenómeno:

- La denervación del simpático cervical con la disección de los vasos produce cierta incompetencia de las valvas venosas.
- Diferentes ramas comunicantes entre el sistema venoso profundo y el superficial y entre ambas venas concomitantes entre sí actúan a modo de by-pass sobre las válvulas venosas.
- Existen otros vasos avalvulares que comunican entre sí segmentos de una misma vena en el sistema profundo, permitiendo el drenaje del flujo invertido.

Como resultado de todas estas investigaciones, la mayoría de los autores prefieren utilizar en colgajos libres proximalmente basados una vena concomitante más una vena superficial, especialmente en los casos de grandes colgajos⁽¹³⁸⁾.

Incluso si la disección del pedículo es bastante proximal, debido a la interconexión entre los sistemas superficial y profundo, con una sola anastomosis se consigue el drenaje a través de los dos sistemas⁽¹²⁵⁾.

Del mismo modo, en los colgajos pediculados distalmente basados es aconsejable también anastomosar el cabo proximal de una vena superficial en la zona receptora.

INERVACIÓN.

La inervación sensitiva del colgajo radial se realiza a través de los ramos de los nervios musculocutáneo, cutáneo medial antebraquial y del nervio radial superficial. En la mayoría de los casos, el colgajo se toma con piel inervada por el nervio musculocutáneo a través de su rama terminal, el nervio cutáneo lateral antebraquial⁽¹⁴⁰⁾.

El nervio cutáneo lateral del antebrazo discurre profundo en relación con la vena cefálica a nivel del codo y desciende por el borde radial del antebrazo hasta la muñeca. Inerva normalmente la mitad externa de la piel de la cara anterior del antebrazo.

El nervio cutáneo medial del antebrazo atraviesa la fascia junto con la vena basilíca a nivel de la mitad del brazo y posteriormente se divide en sus ramas anterior y posterior. La rama anterior discurre con la vena basilíca sobre el codo e inerva la mitad interna de la piel anterior del antebrazo. Su rama posterior pasa por delante del epicóndilo medial del húmero antes de distribuirse por el tercio interno de la cara posterior del antebrazo. ^(127,141)

Hasta 25 por 12 cm. de piel inervada por los nervios cutáneos lateral y medial del antebrazo pueden ser transferidos con el colgajo radial⁽¹⁴²⁾. La discriminación sensitiva de dos puntos en la cara volar del antebrazo varía según diferentes autores y las zonas exploradas, siendo las series más favorables de entre 15 y 25 mm. ⁽¹²¹⁾, alcanzando una discriminación entre 22 y 32 mm. una vez transferido el colgajo dependiendo de los nervios receptores⁽¹²⁰⁾. Otros estudios⁽¹⁴³⁾ estiman en 36 mm. de media dicha discriminación.

En cualquier caso, como mucho, es posible obtener una sensibilidad de protección adecuada, recomendando algunos autores⁽¹⁴²⁾ un mapeo neurológico de la zona donante para predecir en cierta medida la capacidad de resensibilización.

Cuando se usa con pedículo distal para cubrir áreas de amputación, el colgajo debe orientarse de modo que la piel proximal coapte con los nervios receptores apropiados de la mano, consiguiendo así una cobertura extremadamente sensible⁽¹⁴⁴⁾.

1.5.4.2. DISECCIÓN DEL COLGAJO.

1.5.4.2.1. Consideraciones preoperatorias.

En la mayoría de los pacientes, la extremidad no dominante es elegida, lógicamente, como donante en los casos de colgajos libres.

El test de Allen⁽¹⁴⁵⁾ debe realizarse necesariamente antes de la intervención, y si existen dudas o se observa nulo o pobre relleno capilar con la arteria cubital no debería levantarse el colgajo. El tiempo de llenado capilar medio de la mano ha sido medido por Gerberman⁽¹⁴⁶⁾ en 800 manos, siendo de 2.4 +/- 1.2 sg. para la arteria radial, y de 2.3 +/- 1.0 sg. para la arteria cubital.

En caso de dudas o cuando el paciente no colabore, puede recurrirse a explorar con doppler continuo las arterias colaterales del pulgar, mientras se mantiene presionada la arteria radial.

El trayecto de la arteria radial es relativamente superficial en los 2/3 distales del antebrazo, donde puede palparse su pulso con facilidad. No obstante, la presencia del pulso radial en la muñeca no garantiza su continuidad en el antebrazo proximalmente, por lo que su curso debería ser explorado mediante doppler continuo de forma rutinaria antes de iniciar la disección.

I.5.4.2.2. Diseño del colgajo.

La localización del colgajo en el antebrazo va a depender de varios factores, como el tamaño adecuado a la pérdida de sustancia a cubrir, la longitud del pedículo necesaria, la calidad de piel exigida en cuanto a grosor y pilosidad, así como de otras particularidades más inconstantes como la localización de las venas superficiales y la necesidad de incorporar nervios cutáneos antebraquiales que proporcionen una cobertura sensible.

La isla cutánea se dibuja sobre el septum lateral de la cara anterior del antebrazo por donde discurre la arteria radial, quedando normalmente 2/3 del colgajo por dentro y 1/3 por fuera del eje del pedículo radial⁽¹⁴³⁾, aunque debido a la red vascular suprafascial, el colgajo puede situarse en cualquier parte de la superficie del antebrazo siempre que se diseque en continuidad con la red suprafascial suprayacente a la arteria radial.

En caso de colgajos muy extensos, se puede incluir toda la piel del antebrazo, pero es conveniente dejar la tira cutánea de piel dorsal sobre el cúbito⁽¹²⁰⁾. Proximalmente, estos colgajos pueden incluir la piel del ¼ distal del brazo, nutrida por el plexo suprafascial que envían las anastomosis vasculares de alrededor del codo⁽²⁷⁾. Estos colgajos que precisan gran cantidad de piel son los que se usan tubulizados en reconstrucciones esofágicas⁽¹⁴⁷⁾ o en la prefabricación del pene⁽¹⁴⁸⁾.

En el caso de colgajos pediculados distalmente basados para cobertura de la mano, dependiendo de la localización del defecto, se calculará la longitud del pedículo y el arco de rotación, de modo que cuanto más distal sea el defecto, más proximal habrá que situar la isla cutánea en relación con el punto pivote, el cual está normalmente representado al nivel de la apófisis estiloides radial, si bien el colgajo puede ser tunelizado hacia el dorso de la mano cruzando por debajo de los tendones de la tabaquera anatómica, alcanzando así fácilmente la cara dorsal de los dedos⁽¹²¹⁾.

Debido a que es deseable incorporar al menos una vena del sistema superficial en el colgajo, ésta debe ser dibujada sobre la isla cutánea, y su anastomosis en la zona receptora incrementará sustancialmente el drenaje venoso del colgajo.

Como colgajo libre, la isla cutánea se dibuja en la porción distal del antebrazo, normalmente sobre la cara volar del mismo sobre los tendones flexores, donde la piel es más fina, sin pelo y extremadamente flexible y moldeable.

I.5.4.2.3. Disección quirúrgica.

Antes de inflar el torniquete, el brazo es elevado durante unos minutos, sin utilizar vendaje de Esmarch, lo cual facilita la identificación del sistema venoso superficial y la visualización de las pequeñas ramas musculares del pedículo radial que deberán ser meticulosamente ligadas o coaguladas durante la disección.

ELEVACIÓN COMO COLGAJO LIBRE.

La incisión cutánea se realiza primero sobre el borde cubital y distal del colgajo, incluyendo la fascia profunda que puede ser suturada a la dermis cutánea para mayor comodidad de la disección. Debe preservarse una vena superficial de buen calibre en continuidad con la porción proximal de la paleta cutánea, vena que puede ser disecada proximalmente hasta la longitud necesaria, ya que las venas concomitantes no son la primera elección para el drenaje venoso, si bien la mayor de ellas puede anastomosarse a su homónima del pedículo receptor. Además, en la porción proximal la incisión debe preservar con el pedículo venoso los nervios lateral o medial del antebrazo en caso de querer resensibilizar el colgajo en la zona receptora.

La disección subfascial prosigue lateralmente hasta el septum, siendo más fácil en la porción proximal del colgajo sobre los vientres musculares. Distalmente, como ya hemos señalado, la fascia se adelgaza y debe separarse con cuidado del paratendón de los tendones flexores de los dedos y de la muñeca, alrededor de los cuales la fascia se condensa (Fig. 1 y 2).

Una vez alcanzado el pedículo radial, el borde lateral del colgajo es incidido y disecado del mismo modo, teniendo cuidado de preservar el nervio radial superficial y las ramas de su división. Al alcanzar el borde medial del supinador largo, el pedículo vascular se disecciona en profundidad cortando el septum intermuscular, con el que normalmente está en continuidad entre las inserciones de los músculos pronador redondo y supinador largo⁽¹⁰³⁾, al mismo

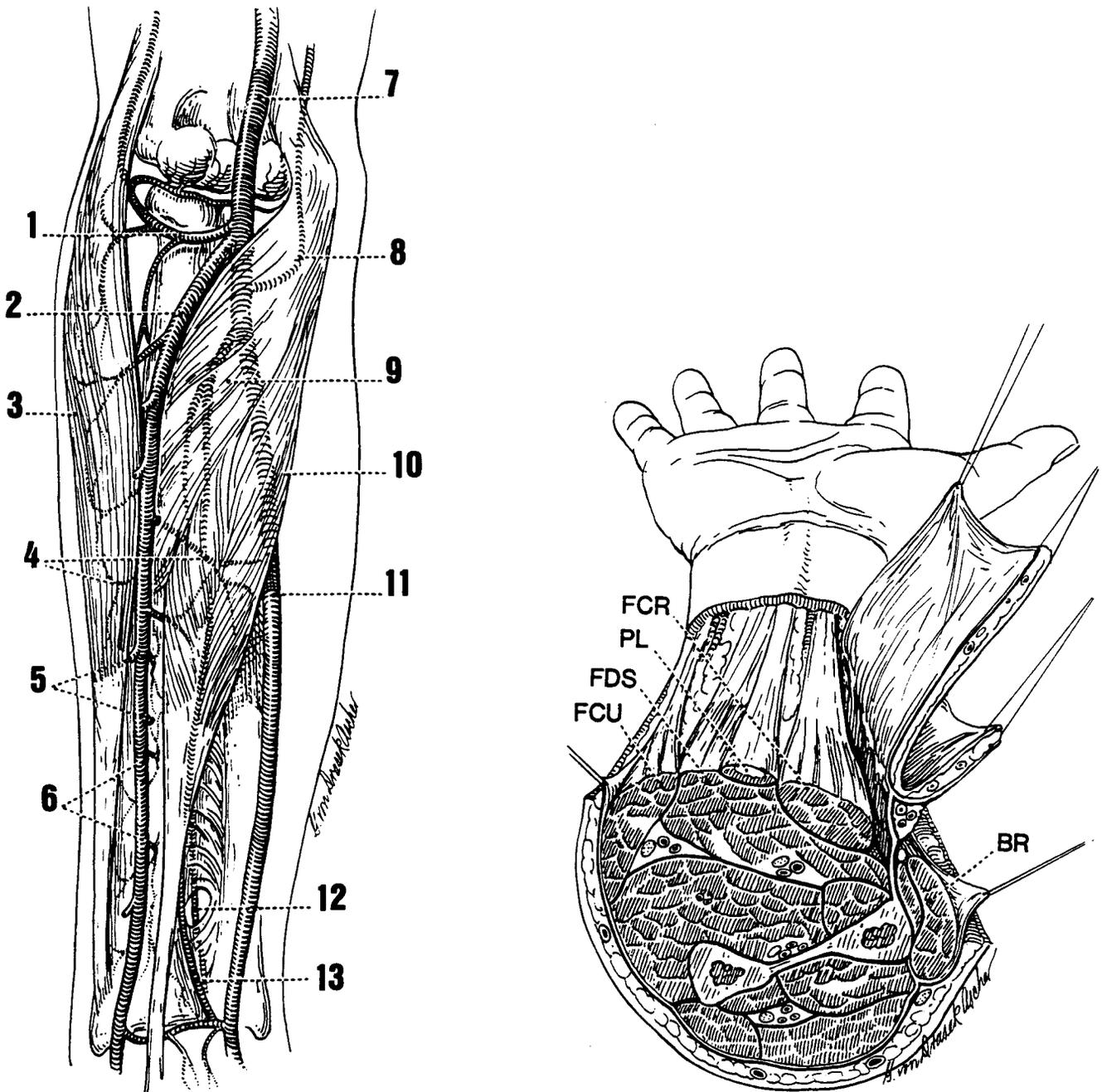


Fig.1 y 2. Anatomía y disección del colgajo radial⁽¹⁶⁾. El trayecto de la arteria radial es relativamente superficial en el antebrazo: disurre justo por debajo del borde interno del supinador largo, apoyada sobre el pronador redondo y el flexor superficial de los dedos. La disección de la paleta cutánea se realiza en el plano subfascial hasta alcanzar el septum lateral intermuscular. 1 Arteria recurrente radial. 2 Arteria radial. 3 Supinador largo (BR). 4 Ramas musculares. 5 Ramas cutáneas. 6 Ramas óseas para el radio. 7 Arteria braquial. 8 Arteria recurrente cubital. 9 Pronador redondo. 10 Flexor superficial de los dedos (FDS). 11 Arteria cubital. 12. Arteria interósea posterior. 13 Arteria interósea anterior. FCR Palmar mayor. PL Palmar menor. FCU Cubital anterior.

tiempo que se realiza una meticulosa hemostasia de todas las ramas musculares (Fig. 1 y 2).

Se puede obtener una considerable longitud del pedículo radial hasta la bifurcación de la arteria braquial, y un pedículo venoso superficial muy largo siguiendo incluso la disección hasta el cuello como describe Nakayama⁽¹⁴⁹⁾ en caso de reconstrucción orofacial, aunque la disección venosa proximal es tediosa, añadiendo morbilidad a la disección. Además, ahorrarse la anastomosis venosa no supone ninguna ventaja sobre la microsutura vascular en cuanto a tiempo y permeabilidad del drenaje venoso.

Una vez disecado totalmente el colgajo con su pedículo vascular, el torniquete puede soltarse para conseguir una hemostasia adecuada y confirmar la perfecta vascularización de la mano y del colgajo. La sección previa ligadura del eje radial y del pedículo venoso debe diferirse hasta que los vasos receptores estén completamente preparados para minimizar el tiempo de isquemia.

ELEVACIÓN CON PEDÍCULO DISTAL A FLUJO INVERTIDO.

Para levantar el colgajo distalmente basado, la disección comienza en la porción distal para exponer la arteria radial y sus venas concomitantes, situadas en el septum intermuscular entre el supinador largo y el palmar mayor (Fig. 1 y 2).

La elevación del colgajo comienza igualmente por su borde cubital y continúa con la disección proximal y distal del pedículo radial. La fascia antebraquial es seccionada y levantada con la paleta cutánea, debiendo preservarse el paratendon del palmar mayor según avanza la disección superficial a este tendón. En el borde radial de este tendón, la disección vuelve al plano profundo por debajo del pedículo radial, ligando y seccionando todas sus ramas musculares a lo largo del pedículo. Posteriormente el lado radial del colgajo es incidido con el bisturí incluyendo nuevamente la fascia profunda y avanzando medialmente. Cuando se llega al borde ulnar del supinador largo, se debe poner la piel del colgajo en tensión con herinas para separar mediante disección cortante con bisturí el tendón de los vasos radiales subyacentes. Una vez alcanzado el aspecto radial del pedículo, la disección continúa profunda a los vasos para completar el levantamiento del colgajo cortando el septum intermuscular que lo fija al radio. Especial cuidado debe tenerse con las ramas del nervio radial en la parte distal y radial de la disección.

El colgajo es de esta forma totalmente levantado sobre el pedículo radial. El arco de rotación puede verse incrementado si continuamos la disección de los vasos radiales bajo los tendones de la tabaquera anatómica como recomienda Foucher⁽¹²¹⁾ en defectos distales del dorso de la mano.

ELEVACIÓN COMO COLGAJO PEDICULADO PROXIMALMENTE.

Su disección, como es obvio, es similar a la del colgajo libre, pudiendo incluir en la parte proximal del colgajo alguna vena del sistema venoso superficial junto con nervios cutáneos antebraquiales que le proporcionen sensibilidad de protección al colgajo. Se utiliza principalmente en casos de pérdidas de sustancia alrededor del codo.

ELEVACIÓN COMO COLGAJO OSTEO-FASCIOCUTÁNEO.

El colgajo cutáneo puede aportar hueso vascularizado al disecar la arteria radial en continuidad con sus ramas que a través del septum vascularizan el radio. Éstas son ramas musculares para el flexor largo del pulgar y ramas fascio-periósticas que se dirigen a la cara externa del fragmento de radio comprendido entre las inserciones del pronador redondo y del supinador largo⁽⁷⁾ (Fig 3).

Para ello, la disección no profundiza por debajo de los vasos, sino que se preserva la conexión del septum con el periostio del radio, de forma que una porción del flexor largo del pulgar se levanta con el fragmento óseo para preservar la vascularización perióstica del colgajo. De este modo, el corte óseo sobre el lado medial debe realizarse parcialmente sobre el origen del flexor largo del pulgar proximalmente y sobre el pronador cuadrado en la parte distal, mientras que el antebrazo se mantiene en supinación máxima para evitar alteraciones en la posición del radio⁽¹⁵⁰⁾. El corte del borde lateral se realiza con el antebrazo en media pronación, permitiendo de este modo un corte vertical bajo visión directa.

El debilitamiento óseo del radio se produce con tan sólo realizar una osteotomía cortical parcial con una sierra oscilante⁽¹⁵¹⁾, de modo que el riesgo de fractura es mucho mayor cuando se extrae un segmento de radio como injerto óseo vascularizado especialmente si se realiza mediante osteotomías perpendiculares rectangulares. No obstante, el riesgo de fractura patológica se reduce bastante si las osteotomías son en forma de quilla de barco, recomendando varios autores que no exceda un tercio de la circunferencia diafisaria^(4,152).

Otros autores piensan que hasta la mitad del área de sección del radio puede levantarse con seguridad⁽³⁸⁾. La longitud media de hueso obtenido en adultos es de 10 a 12 cm.

Debido a la vascularización segmentaria del hueso, se pueden realizar distintas osteotomías en función de los requerimientos de la zona donante sin amenazar su vascularización.

El injerto óseo vascularizado de radio junto con el nervio radial han sido utilizados en la reconstrucción mandibular simultáneamente con la de la rama alveolar inferior del nervio trigémino⁽⁷⁾.

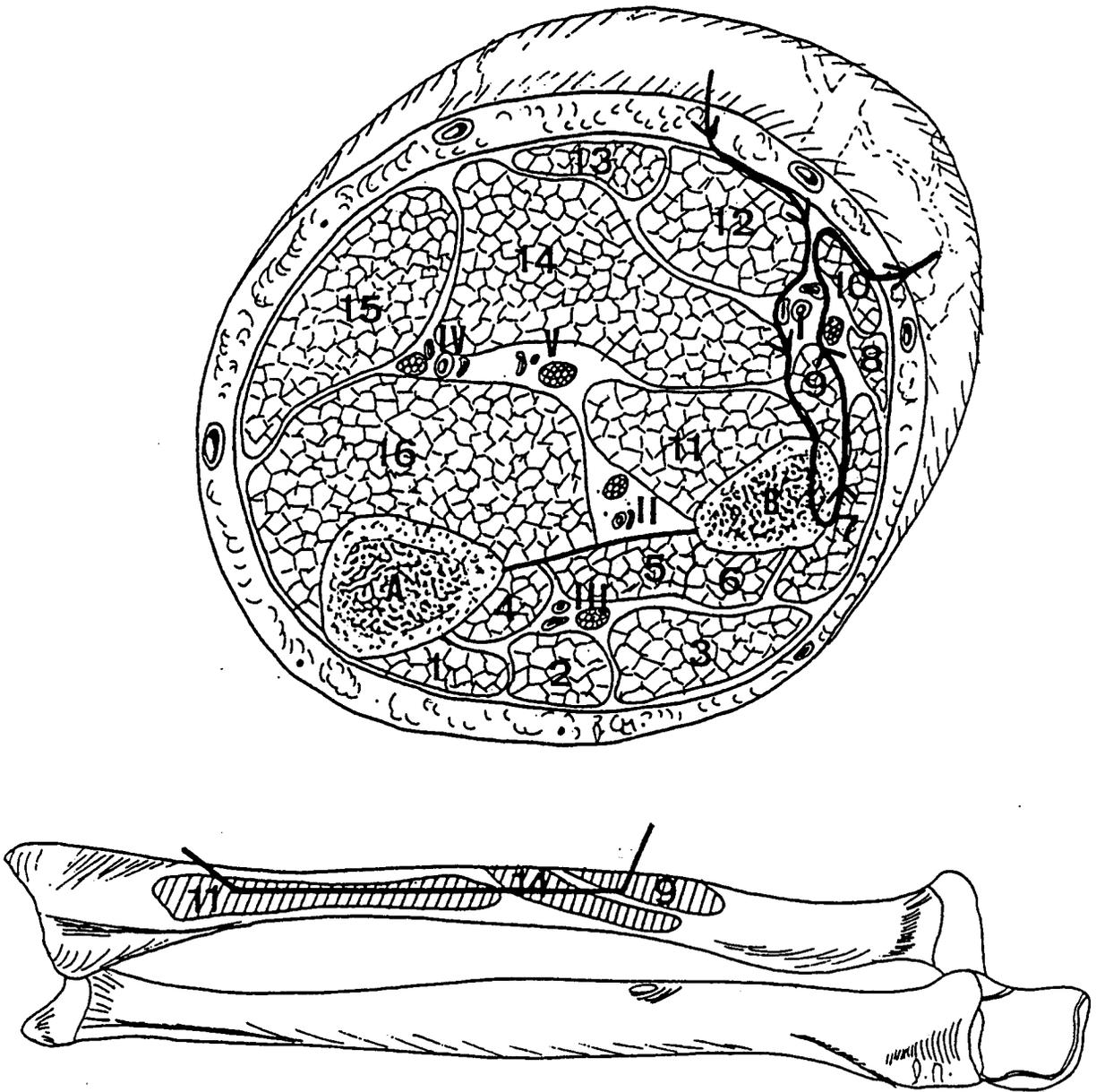


Fig 3. Disección del colgajo radial osteofasciocutáneo⁽³⁰⁾. Es conveniente realizar las osteotomías con un ángulo superior a 90° para reducir el riesgo de fracturas. 1 Cubital posterior. 2 Extensor propio del meñique. 3 Extensor común de los dedos. 4 Extensor largo del pulgar. 5 Extensor corto del pulgar. 6. Abductor largo del pulgar. 7 y 8 Segundo y primer músculos radiales. 9 Pronador redondo. 10 Supinador largo. 11 Flexor largo del pulgar. 12 Palmar mayor. 13 Palmar menor. 14 Flexor superficial de los dedos. 15 Cubital anterior. 16 Flexor profundo de los dedos. A y B Huesos radio y cúbito. I Vasos radiales y rama superficial del nervio radial. II Nervio y pedículo interóseo anterior. III Nervio y pedículo interóseo posterior. IV Nervio y vasos cubitales. V Nervio mediano y arteria acompañante.

VARIANTES EN LA DISECCIÓN DEL COLGAJO.

El patrón vascular del colgajo radial con su distribución de perforantes septo-fasciocutáneas permite múltiples variantes de diseño que pueden ser empleadas según las necesidades.

El pedículo vascular.

Tanto en colgajos libres como pediculados el colgajo radial puede nutrirse con flujo anterógrado o retrógrado, en función de adaptar el colgajo a cada problema reconstructivo en cuestión. Además, independientemente del sentido del flujo, el extremo proximal o distal puede servir a su vez como pedículo receptor para otros colgajos libres secundarios. Incluso puede utilizarse el eje radial como injerto vascular portador de tejidos en caso de isquemia en extremidades que requieran vascularización, aportando al mismo tiempo una cobertura adecuada.

Paletas cutáneas dobles o triples.

La reconstrucción de defectos complejos puede necesitar de dos o incluso tres superficies cutáneas para cubrir diferentes planos de la zona receptora, como ocurre en la reconstrucción en oncología cervico-facial, para defectos intraorales y la superficie cutánea como describen Boorman⁽¹⁵³⁾ y Bhathena⁽¹⁵⁴⁾, o en reconstrucción de pérdidas de sustancia palmares y dorsales de la mano⁽¹³⁸⁾.

El colgajo radial se adapta perfectamente a estas necesidades, con la posibilidad de fabricar diferentes paletas cutáneas separadas por secciones completas de piel y tejido celular subcutáneo, o tan sólo por áreas desepitelizadas, como ocurre en la reconstrucción de pene para crear la neouretra y la piel externa del pene⁽¹⁴⁸⁾.

Colgajos fasciosubcutáneos.

Muy útiles en cobertura de la mano^(8,9,126), reduciendo la secuela donante a una cicatriz lineal y aportando un tejido de poco espesor, muy moldeable, que puede utilizarse como relleno evitando el abultamiento del colgajo fasciocutáneo convencional. También ha sido empleado para cubrir defectos orbitarios o defectos del contorno facial⁽¹⁵⁵⁾.

Colgajos compuestos por tendón y músculo.

Tanto el tendón del palmar menor como el del supinador largo, incluso éste último músculo completo se ha transferido con la arteria radial en casos de reconstrucciones especiales que precisen tendón o músculo, como por

ejemplo en las pérdidas de sustancia de la mano que precisan además reconstrucción tendinosa^(121,156), o en reconstrucciones faciales postcirugía oncológica de labio inferior⁽¹⁵⁷⁾ o en casos que requieren cierto tipo de soporte estático⁽⁷⁾.

Preexpansión tisular.

La preexpansión tisular de la piel del antebrazo permite diseñar grandes colgajos osteocutáneos finos que permiten adaptarse mejor al esqueleto de la zona receptora, dejando colgajos menos abultados y permitiendo, además, un cierre directo de la zona donante en el antebrazo según describen Hallock^(5,6) y Masser⁽¹⁵⁸⁾.

Salvando el inconveniente de los dos tiempos quirúrgicos que precisa, su uso en reconstrucciones electivas aporta la ventaja sobre todo de obtener un cierre primario de la zona donante. Además, permite expandir la piel glabra y obtener una piel más fina, importante cuando se trata de cubrir unidades estéticas en la cara o para la prefabricación de colgajos en reconstrucción nasal o auricular.

Masser⁽¹⁵⁸⁾ recomienda introducir el expansor a través de una incisión curvilínea longitudinal sobre la cara dorsolateral del radio en el tercio inferior del antebrazo. Tras seccionar cuidadosamente el tejido graso subcutáneo para no lesionar el nervio radial, se incide la fascia antebraquial sobre el supinador largo y se avanza en el plano subfascial, pasando por debajo de la arteria radial, para lo cual debe seccionarse el septo intermuscular lateral. La disección prosigue medialmente sobre el palmar mayor y sobre el resto de los tendones flexores, siempre bajo la fascia, ligando y coagulando las diferentes ramas musculares de la radial. Tras colocar el expansor en este espacio, se cierra la fascia y la piel dejando la válvula en el espacio subcutáneo y un drenaje aspirativo. La expansión comienza a partir de la primera semana hasta obtener el volumen previsto. El segundo tiempo no difiere de la disección explicada anteriormente como colgajo libre.

Aunque no hemos hallado datos de publicaciones en casos de colgajos osteocutáneos, el expansor debería situarse en el mismo plano pero desde el borde cubital del antebrazo respetando, lógicamente, la vascularización del radio a través del septum intermuscular.

1.5.4.2.4. Cierre de la zona donante.

Con colgajos de anchura superior a los 3 o 4 cm. es difícil conseguir el cierre primario a menos que se haya realizado expansión tisular previa, de modo que para evitar complicaciones el cierre de la zona donante debe



realizarse con un meticuloso cuidado. De hecho, la morbilidad de su zona donante ha sido objeto de varias críticas al colgajo radial como veremos más adelante^(8,9,126,152).

Diferentes trabajos han abordado el tema de minimizar complicaciones de la zona donante⁽⁷⁾, resaltando entre otros algunos de los siguientes aspectos para reducir su morbilidad:

1. Medidas para eliminar los injertos sobre la zona donante:

- pre-expansión tisular: como ya se ha explicado anteriormente, para los casos de reconstrucción programada, se puede expandir la piel del colgajo en un primer tiempo, de modo que al transferir el colgajo posteriormente el defecto pueda cerrarse primariamente;

- expansión tisular de la piel residual, colocando el expansor en el mismo tiempo que se saca el colgajo radial, cubriendo el defecto temporalmente con injertos que posteriormente en un segundo tiempo serán sustituidos por la piel expandida^(5,6); lógicamente se utiliza en casos de cirugía de urgencia o programada preferente, en los que no deba diferirse la reconstrucción el tiempo de la expansión previa⁽¹⁵⁸⁾;

- cierre directo mediante la aplicación de un colgajo de transposición cubital^(152,155,159): está especialmente indicado en casos en los que se ha levantado un colgajo osteocutáneo con una paleta cutánea relativamente pequeña, donde las complicaciones de los injertos sobre la zona donante pueden ser mayores. Se trata de movilizar la piel medial al defecto mediante incisiones de descarga transversales proximal y distalmente, de forma que el colgajo avanza lateral y distalmente cerrando primariamente el defecto. Como se puede suponer, sólo es aplicable ante defectos moderados, y tiene ciertos inconvenientes menores:

- produce cierta denervación adicional de la piel del antebrazo al interrumpir ejes nerviosos superficiales proximalmente;

- requiere inmovilización de la muñeca en flexión para reducir tensión, que con una adecuada rehabilitación no debe producir rigideces permanentes;

- no permite la disección proximal de venas superficiales, lo cual no es absolutamente necesario en colgajos de moderado tamaño;

- produce cierto edema adicional de la piel del antebrazo por la interrupción de los linfáticos subcutáneos, que puede precisar presoterapia temporalmente.

2. El diseño de la isla cutánea sobre el tercio medio del antebrazo, indudablemente, proporcionaría un lecho muy adecuado para que el injerto

prenda sin problemas sobre los vientres musculares. No obstante, esta localización tiene importantes desventajas que en ocasiones hacen que se traslade el dibujo del colgajo más distal (colgajos libres) o proximalmente (colgajos pediculados a flujo invertido):

- en primer lugar, en casos de colgajos libres, la longitud del pedículo se vería reducida, precisando en ocasiones injertos vasculares que no justificarían este diseño del colgajo, y en cuanto a colgajos pediculados de flujo invertido, se reduciría considerablemente el arco de rotación, quedando sin alcanzar defectos distales en la mano;
- además, cuando se requiere piel fina y sin pelo, como en reconstrucciones intraorales, hay que recurrir a la piel que cubre el tercio distal del antebrazo para beneficiarse de que la reconstrucción tenga una piel de calidad apropiada;
- asimismo, cuando se requiere un colgajo osteocutáneo, es precisamente la piel distal la que se encuentra en continuidad con el fragmento de radio que puede extraerse.

3. Para asegurar un máximo prendimiento del injerto sobre los tendones expuestos, algunas de las siguientes medidas son importantes tenerlas en cuenta:

- levantar el colgajo lo más proximal posible, siempre y cuando no se requiera un pedículo especialmente largo; incluso en estos casos, puede utilizarse el pedículo arterial distal con flujo invertido, empleando como drenaje venoso una vena superficial, cuya disección puede prolongarse proximalmente en el brazo⁽¹⁵⁵⁾;
- respetar completamente el paratendón durante la disección;
- eliminar en algunos casos el tendón del palmar menor;
- suturar los vientres musculares entre sí escondiendo los tendones, para que, a ser posible, la mayor parte del injerto quede sobre el músculo;
- usar injertos de espesor parcial relativamente gruesos, a ser posible utilizando una sola lámina, buscando un equilibrio entre el resultado cosmético y garantizar su prendimiento;
- preferimos pasar la lámina de injerto por el mallador de Tanner pero con las placas a 90° de su sentido habitual, de modo que obtenemos un micromallado que garantiza que el injerto prenda totalmente sin perjuicio estético;

- los dedos y la muñeca deben estar totalmente inmobilizados durante un periodo de 6-8 días hasta que se obtenga un prendimiento total del injerto, a ser posible sin levantar la primera cura antes del 5º o 6º día

4. Si se ha extraído un segmento óseo del radio, el antebrazo donante debe tratarse del mismo modo que si se tratase de una fractura:

- la inmovilización mediante ferulización por encima del codo durante al menos 4 - 6 semanas es obligatoria para evirtar fracturas secundarias, con monitorización radiográfica pre y postoperatoria y movilización gradual;
- no debe extraerse más del 30-40% de la circunferencia del radio, empleando a ser posible un único corte en la cortical en forma de quilla de barco;
- si se ha extraído una porción considerable de hueso y el radio residual es aparentemente frágil, debe realizarse una fijación con placas e injertos autólogos de esponjosa de cresta iliaca;
- las fracturas yatrógenas no desplazadas pueden tratarse de modo conservador; cuando el desplazamiento interfiera con la pronosupinación o provoque un defecto cosmético, la fractura debe tratarse de forma abierta con fijación rígida e injertos de esponjosa.

I.5.4.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES.

Como ya hemos apuntado previamente, desde la primera descripción del colgajo radial en 1981, muchas y diferentes han sido sus aplicaciones basadas siempre en sus innegables ventajas:

- la gran fiabilidad que proporciona el buen calibre de sus vasos para las anastomosis microvasculares;
- la relativa facilidad en su disección y la anatomía prácticamente constante de los elementos del pedículo;
- la longitud de sus vasos, que permiten adaptarse a cualquier zona receptora sin necesidad de utilizar injertos vasculares;
- su buen drenaje venoso tanto a través del sistema profundo como del superficial;
- la excelente calidad de una piel fina, con áreas no pilosas y la extensa superficie cutánea con posibilidad de resensibilización;

- la posibilidad de incorporar hueso, músculo, tendón y nervios vascularizados para adaptarse a las necesidades reconstructivas de cada problema;
- su gran versatilidad a la hora de introducir múltiples variaciones, tanto en la utilización de su pedículo (flujo proximal o distal, utilización del eje radial como bypass vascular junto con la cobertura, etc.), como en el uso de los diferentes elementos (osteotomías sobre el radio vascularizado, varias paletas cutáneas, injertos nerviosos vascularizados, etc.).

Todas estas características explican la gran difusión que tuvo en prácticamente todos los países, siendo utilizado inicialmente como colgajo de elección en la mayoría de problemas reconstructivos difíciles de solucionar con técnicas convencionales. De hecho, junto con la introducción de la microcirugía y otros colgajos libres en muchos Centros de Cirugía Plástica, vino a sustituir a muchos colgajos a distancia en la década de los 80. Además, la facilidad de su disección, hizo que fuera de elección en los equipos que se iniciaban en microcirugía.

Su introducción en la cirugía de la mano, como ya hemos visto anteriormente⁽¹²⁹⁾ fue ampliamente acogida, sustituyendo al colgajo inguinal de McGregor⁽¹⁹⁾, y con la ventaja añadida al incorporar hueso vascularizado de poder practicar en un solo tiempo, por ejemplo, reconstrucciones del pulgar y de los metacarpianos.

A pesar de sus innegables ventajas y de los diferentes aspectos positivos mencionados anteriormente, las posibles complicaciones⁽³⁾, la aparición de nuevos colgajos con flujo invertido que preservan los ejes vasculares principales del antebrazo^(67,68,69,160,161,162,163), y el uso cada vez más frecuente de colgajos libres musculares en cobertura de la mano⁽¹⁶⁴⁾ han reducido actualmente las indicaciones del colgajo radial en favor de otros métodos de cobertura.

Los inconvenientes derivan básicamente de la morbilidad de la zona donante y de las complicaciones que señalamos más adelante. Fundamentalmente se ha criticado el sacrificio de la arteria radial, uno de los dos ejes vasculares axiales de la mano. En este sentido, el estudio detallado de la anatomía vascular en las extremidades ha proporcionado nuevos colgajos pediculados que respetan los ejes vasculares principales^(30,165).

Además, las secuelas estéticas y en algunos casos funcionales han hecho que para cierto tipo de reconstrucciones se delegue en otros colgajos con menor componente de morbilidad. No obstante, como veremos más adelante, se trata en muchas ocasiones de complicaciones por falta de técnica quirúrgica más que de morbilidad inherente a la toma del colgajo.

No obstante, diversos métodos para minimizar la morbilidad vascular y las secuelas cosméticas han sido propuestos por muchos autores que aún

consideran al colgajo radial entre las primeras opciones en cirugía reconstructiva de la mano^(132,152). Otros autores incluso no encuentran contraindicación para levantar el colgajo basado distalmente a pesar de no poder valorar la circulación palmar colateral⁽¹⁶⁶⁾, o cuando estén interrumpidos ambos arcos vasculares palmares⁽¹⁶⁷⁾, debido al importante papel que juega en la mano la circulación colateral derivada de la arteria cubital y del eje de las arterias interóseas, motivo de referencia de esta tesis doctoral como ya se ha expuesto en la primera parte de la introducción.

I.5.4.4. COMPLICACIONES.

Desde las primeras publicaciones del colgajo chino, se hace gran hincapié en sus complicaciones y morbilidad^(3,4,8,9,126): necesidad de injerto cutáneo y su posible contracción, adherencias o pérdida, defecto estético aparente, posible lesión de la rama sensitiva del nervio radial y del nervio cutáneo lateral del antebrazo, fractura patológica tras extraer parte del radio, pérdida de fuerza al utilizar músculos o tendones, y sobre todo, el potencial peligro para la mano al privarla de una de sus arterias.

Desde entonces, algunos autores han publicado métodos para minimizar esta morbilidad^(6,7,132,152) (expansión cutánea previa, osteotomías en quilla del hueso, colgajos fasciosubcutáneos preservando la piel, reconstrucción de la arteria con injerto de safena, colgajos fasciosubcutáneos en isla preservando la arteria radial, etc...), mientras que otros, especialmente tras la introducción de nuevos colgajos libres y la introducción de nuevos colgajos axiales de la extremidad superior (como el interóseo posterior), han decidido cambiar su prioridad y abandonar el colgajo radial como de elección para muchos problemas en los que anteriormente se utilizaba.^(15,30,168)

Morbilidad vascular.

La continuidad anatómica de la arteria radial no se reconstruye normalmente debido a la ausencia clínica de problemas de perfusión de la mano, aunque ciertos autores recomiendan hacerlo para restaurar ad integrum la anatomía vascular de la zona. Aunque ciertos trabajos como el de Gelberman⁽¹⁶⁹⁾ encuentran aproximadamente un 50% de trombosis en estas reconstrucciones, Evans⁽¹³⁸⁾ comprobó con Doppler que el 100% de las primeras 20 reconstrucciones estaban permeables y a través de ellas le llegaba el flujo a la mano con la arteria cubital presionada. Bardsley⁽¹⁵²⁾, en cambio, obtiene un 50% de permeabilidad en una serie de 12 arterias reconstruídas.

Sin embargo, la mayoría de los cirujanos no recomiendan reconstruir tal defecto. De hecho, tan sólo hay un caso publicado en la literatura de déficit

vascular de la mano en relación con la extracción del colgajo radial⁽¹⁷⁰⁾. Además, de los diferentes trabajos publicados que tratan de valorar la morbilidad vascular, ya sea de forma clínica⁽¹⁷¹⁾ o mediante métodos de exploración vascular^(105,172), no hay datos concluyentes que demuestren con claridad ningún déficit secundario a la interrupción del flujo sanguíneo de la arteria radial.

Complicaciones de la zona donante.

Una de las principales desventajas más que una complicación, es la cicatriz inestética que supone un injerto sobre el antebrazo, especialmente en mujeres, niños y personas obesas cuando la paleta cutánea es relativamente grande. Este problema debe ser discutido detalladamente con el paciente cuando se discutan otras alternativas. No obstante, cuando el beneficio de la reconstrucción sea superior al defecto, la indicación será acertada.⁽¹³¹⁾

La herniación del músculo a través de la fascia antebraquial puede producir un abultamiento sobre el injerto. Este problema cosmético suele darse cuando la disección ha sido confinada a una pequeña parte de la longitud del antebrazo, dejando sin incidir una significativa porción de fascia.⁽¹³¹⁾

Verdaderas complicaciones son los retrasos en la curación de la zona donante, bien por hematoma, infección u otros factores, con exposición tendinosa y posterior retracción cicatricial, que pueden afectar a la funcionalidad motora y sensitiva de la mano.

Más grave es si esta pérdida de injerto deja expuesto el foco de osteotomía del radio en colgajos osteocutáneos, precisando en estos casos una cobertura adecuada de todo el defecto, prolongando en exceso el tiempo de curación y el número de intervenciones sobre el antebrazo, lo que puede conllevar a atrofas simpáticas de Sudeck y secuelas definitivas importantes en la mano.

Es importante tener cierta precaución al levantar colgajos inervados por el nervio cutáneo lateral del antebrazo, pues en algunos pacientes este nervio puede aportar sensibilidad a toda la cara radial del pulgar⁽¹⁵⁵⁾, y su deprivación puede constituir una secuela importante.

Complicaciones secundarias al incorporar hueso vascularizado.

Aparte de la posible fractura, cuya tasa de incidencia varía según autores alrededor del 20%, siendo muy frecuente en mujeres postmenopáusicas⁽¹³⁸⁾, hay que señalar los posibles retardos de consolidación y las complicaciones secundarias al prolongado periodo de inmovilización incluso cuando no existe fractura.

La exposición del radio tras pérdida del injerto cutáneo es una complicación mayor como ya hemos comentado, por lo que muchos autores recomiendan ocasionalmente dejar un drenaje aspirativo en el defecto cuando se ha sacado hueso para reducir las posibilidades de hematoma⁽¹³¹⁾.

Lesión del nervio radial.

La lesión del nervio radial ocurre normalmente cuando se levanta el borde lateral e inferior del colgajo, y puede producir anestesia o disestesias incómodas que pueden ser permanentes en función de la rama lesionada y del grado de lesión^(3,4).

Complicaciones del colgajo radial en la zona receptora.

La principal complicación una vez situado el colgajo radial en la zona a reconstruir, es su pérdida total o parcial por trombosis en las anastomosis, como con cualquier otro colgajo libre.

Cuando se emplean pequeños colgajos cutáneos, la cantidad de sangre que circula por las anastomosis arteriales y venosas es la misma que la que circula por el colgajo. En muchos de estos casos, este flujo es relativamente pequeño para el diámetro de la arteria radial, lo cual puede incrementar la incidencia de trombosis. Este factor puede evitarse creando un flujo longitudinal en la arteria al anastomosar su extremo distal con otra arteria receptora, tal y como recomienda Scheker⁽¹⁵⁵⁾. De este modo, la arteria recibe un flujo más adecuado a su calibre, y al colgajo lo nutren las perforantes fasciocutáneas de forma similar a como esta unidad de tejido recibía su aporte en el antebrazo.

I.5.4.5. APLICACIONES E INDICACIONES.

La introducción de nuevos colgajos libres y pediculados ha supuesto que muchas de las aplicaciones en las que se ha empleado el colgajo chino no resulten actualmente justificadas, como por ejemplo, las pérdidas de sustancia en miembros inferiores que no precisan resensibilización.

No obstante, la elección definitiva del colgajo a emplear depende ante todo de la experiencia del equipo quirúrgico. Además, diferentes factores individuales pueden favorecer la elección del colgajo chino en función de su versatilidad y seguridad, aunque a priori otros colgajos puedan parecer más indicados por su menor morbilidad.

A continuación se resumen las indicaciones del colgajo radial más comúnmente aceptadas en la actualidad.

1) Reconstrucción intraoral.

Generalmente se trata de defectos post-cirugía oncológica en los que se precisa una piel fina, sin pelo y capaz de ser resensibilizada^(7,125,138,173,174,175). En ocasiones se precisan dos paletas cutáneas para cubrir simultáneamente el defecto intraoral y la mejilla o alguna otra zona de la cara⁽¹⁵³⁾. Además de la cobertura, el colgajo es capaz de aportar hueso para reconstrucción mandibular, que aparte de contribuir a restaurar el contorno, es capaz de soportar implantes osteointegrados con el fin de obtener una rehabilitación funcional completa. No obstante, en cuanto a este último aspecto, tanto los colgajos de peroné como los de cresta iliaca vascularizada parecen brindar mejores resultados por el mayor espesor y longitud de hueso que aportan^(176,177), de modo que cuando se precisa aportar únicamente hueso, el peroné resulta la primera elección. Incluso cuando se requiere aportar piel, existe la posibilidad de hacerlo con el colgajo osteocutáneo de peroné, en el que pueden diseñarse varias paletas cutáneas.

Además de la patología oncológica, el colgajo chino también se ha empleado satisfactoriamente para tratar defectos de fisuras palatinas⁽¹⁷⁸⁾, y para reconstrucción del paladar tras amplias maxilectomías⁽¹⁷⁹⁾, aunque normalmente se trata de casos aislados, en los que en la mayoría de las ocasiones pueden emplearse otros métodos de reconstrucción.

En todos estos casos, la adaptación del colgajo al ambiente intraoral es bastante satisfactoria, habiéndose comprobado una transformación gradual del epitelio que se asemeja con el tiempo a la mucosa que lo rodea, produciéndose cierto grado de metaplasia con disminución del espesor de la epidermis⁽¹⁸⁰⁾.

2) Reconstrucción faringo-esofágica.

Aunque actualmente existen ciertas ventajas con el empleo del colgajo libre de yeyuno, en casos de enfermedad hepatoiliar severa u otras contraindicaciones del uso de yeyuno, el colgajo libre radial antebraquial tubulizado constituye una excelente indicación para la reconstrucción faringo-esofágica, especialmente en tumores, extendiéndose superiormente en la nasofaringe y en pacientes con la laringe intacta. También resulta de primera indicación en defectos parciales de la pared faríngea posterior⁽¹⁸¹⁾.

3) Reconstrucción facial y cervical.

Aunque se han descrito muchas y muy diversas aplicaciones del colgajo radial como cobertura en cirugía de cabeza y cuello, debido a la aplicación de nuevos colgajos libres con menor morbilidad en este tipo de

reconstrucciones, han disminuído considerablemente las indicaciones del colgajo chino para ciertos problemas. No obstante, dependiendo de las preferencias de cada cirujano, está plenamente justificado su utilización en ciertos casos en los que el resultado de la reconstrucción se beneficia claramente de la piel que aporta en colgajo radial:

- en la reconstrucción de unidades estéticas faciales, fundamentalmente la frente y la mejilla, donde se precisa una piel fina y apilosa de gran calidad, sobre todo en defectos secundarios a cirugía postoncológica o secuelas postquemadura o radioterapia;
- en retracciones postquemadura cervicales, lo que fuera la primera aplicación en la que se describía este colgajo⁽²⁾, cuando la superficie afectada es muy extensa y no puede ser tratada con expansión tisular u otros colgajos;
- en ciertos casos de pérdidas extensas de cuero cabelludo y frente, cuando no puedan utilizarse otros colgajos libres como el dorsal ancho o el epíplon mayor⁽¹⁸²⁾,
- aunque sin resultados extremadamente brillantes, algunos autores están utilizando el colgajo radial en la prefabricación de colgajos para reconstrucción total de nariz, oreja o labios⁽¹⁸³⁾,
- en la reconstrucción de pacientes con el síndrome de Parry-Romberg, utilizado como colgajo fascio-subcutáneo de relleno en la hemicara afectada; la versatilidad de este colgajo permite crear digitaciones que se adaptan a los contornos faciales, al tiempo que en el antebrazo la zona donante se reduce a una cicatriz lineal⁽¹⁵⁵⁾.

4) Reconstrucción del pene y uretra.

Desde la primera faloplastia realizada por Chang⁽¹⁴⁸⁾ en 1984 usando el colgajo radial tubulizado, éste continúa siendo el principal método de reconstrucción tras amputaciones traumáticas, oncológicas o en transexuales. Es además la primera indicación para reconstrucciones complejas de grandes defectos de uretra. También se ha introducido recientemente en ciertos casos de hipospadias. No obstante, otros métodos de faloplastias utilizando el colgajo lateral del brazo muestran excelentes resultados sin el sacrificio de la arteria radial⁽¹⁸⁴⁾.

5) Reconstrucción de extremidades inferiores.

a) Cobertura y resensibilización de las zonas de apoyo del pie.

Dado que no hay evidencias en favor ni en contra de que utilizando colgajos libres cutáneos capaces de ser neurotizados se obtengan resultados superiores a otros colgajos libres musculares, en cuanto a sensibilidad recuperada, cuando no puedan utilizarse colgajos locales, el colgajo libre a trasponer debe ser seleccionado por el cirujano como el que le resulte más seguro con la menor morbilidad posible, intentando evitar colgajos excesivamente abultados⁽¹⁸⁵⁾.

Debido a que existen pocos datos objetivos del grado de resensibilización de la planta del pie con el colgajo radial antebraquial⁽¹⁸⁶⁾, el colgajo chino estaría indicado fundamentalmente en casos de extensos defectos de piel que excluyen la cobertura mediante colgajos locales, sobre todo en degloving amplios donde no existe defectos y cavidades profundas a rellenar, en cuyo caso deberían usarse colgajos musculares⁽¹⁸⁵⁾.

b) Ante traumatismos severos que precisen injertos vasculares para reconstruir un segmento importante arterial, el colgajo radial además de proporcionar un injerto arterial, puede aportar una excelente cobertura en el mismo acto quirúrgico⁽¹⁵⁵⁾.

Igualmente, en miembros inferiores con enfermedad isquémica trombótica, el colgajo radial puede utilizarse como by-pass arterial al mismo tiempo que incorpora cobertura a úlceras o pérdidas de sustancia⁽¹⁵⁵⁾.

6) Cirugía de la mano.

Tal y como hemos apuntado, la morbilidad del colgajo chino, junto con la difusión de nuevos colgajos libres aplicados en cirugía de la mano⁽¹⁶⁴⁾, y la descripción de nuevos colgajos antebraquiales de flujo invertido que no sacrifican ningún eje vascular principal^(67,69,160,161,162,163,187), han hecho que haya disminuído el uso del colgajo radial en cirugía reconstructiva de la mano.

No obstante, sus ventajas superan muchas veces estos otros factores, y todavía muchos cirujanos consideran al colgajo radial, tanto pediculado como libre, la primera indicación en muchas circunstancias para pérdidas de sustancia en la mano.

En opinión del autor, está plenamente autorizado su uso entre el arsenal reconstructivo con el que contamos actualmente en los siguientes casos:

a) Como colgajo pediculado a flujo invertido:

- Cuando se trata de cubrir grandes defectos cutáneos que no pueden ser tratados con otros colgajos antebraquiales. Fundamentalmente en varones donde el defecto cosmético es menos importante, y cuando los colgajos libres están contraindicados o son rechazados por los pacientes. También, cuando se precisan buenos vasos receptores tras una cobertura adecuada que requiera posteriormente una reconstrucción posterior con un colgajo libre, o una transferencia secundaria dedo pie-mano.

En muchos de estos casos, el uso de colgajos fasciosubcutáneos reducen a una cicatriz lineal y una depresión la zona donante, y el resultado del injerto sobre la cara profunda de la fascia antebraquial es muy aceptable, permitiendo una movilización precoz⁽¹⁸⁸⁾. Además, la introducción del uso de colgajos fascio-subcutáneos con flujo invertido preservando la arteria radial^(14,131), tienen la ventaja añadida de no sacrificar la arteria radial. Su desventaja es la disminución de su arco de rotación.

- Aunque las transferencias de un dedo del pie a la mano han mostrado resultados muy superiores a las reconstrucciones osteoplásticas del pulgar⁽¹⁰¹⁾, cuando no existan dedos del pie disponibles, o el paciente rechaze esta intervención o la pulgarización de un dedo sano, está indicada la reconstrucción del pulgar con el colgajo chino osteocutáneo a flujo invertido. Aunque existe la posibilidad de realizar esta reconstrucción con otros colgajos osteocutáneos del radio y del cúbito, que utilizan respectivamente las arterias interósea anterior^(68,69,70) y posterior⁽¹⁸⁹⁾, estas reconstrucciones están menos difundidas ya que poseen cierta dificultad técnica.

- Otra importante indicación del colgajo chino osteocutáneo a flujo invertido es la reconstrucción de pérdidas de sustancia que interesan a los metacarpianos, especialmente en casos de lesiones traumáticas del pulgar que afectan a su metacarpiano y su primera falange con el pulpejo totalmente indemne, de forma que el colgajo chino puede aportar cobertura, hueso e incluso reconstruir el aparato extensor con el tendón vascularizado del palmar menor.

b) Como colgajo libre:

- Indicado en reconstrucciones complejas de la mano y del antebrazo, como por ejemplo, cuando se necesite interponer un injerto vascular para restaurar una arteria lesionada al mismo tiempo que se proporciona una cobertura sensible y otros tejidos especializados como hueso o tendón^(103,188).

- En casos de traumatismos severos de la mano, en los que existe posibilidad de salvar el pulgar u otros dedos pero que no pueden ser reimplantados directamente por difentes problemas (destrucción del soporte metacarpiano palmar que requiera una reconstrucción previa). En estos casos puede recurrirse temporalmente a un reimplante ectópico sobre la arteria radial del otro antebrazo, para en un segundo tiempo transferir el dedo aportando además piel, hueso o tendón según las necesidades.
- Por supuesto, ante casos de amputaciones mayores no reimplantables, el colgajo radial como tejido banco tiene una gran utilidad en la cobertura y mantenimiento del muñón lo más distal posible⁽¹⁵⁵⁾.

CONTRAINDICACIONES.

La única contraindicación absoluta sería encontrar un test de Allen positivo, casos en los que lógicamente no está aconsejado levantar el colgajo aunque teóricamente pueda emplearse un injerto venoso para substituir a la arteria radial⁽¹³⁸⁾.

Contraindicaciones relativas interesan fundamentalmente a la morbilidad estética del antebrazo sobre todo en mujeres. También hay que considerar en pacientes obesos el gran abultamiento que provoca este colgajo, y en mujeres postmenopáusicas se debe tener en cuenta la gran fragilidad del radio con el consiguiente riesgo de fracturas que consolidan mal, por lo que en estas pacientes se debería seleccionar otro hueso vascularizado⁽¹³⁸⁾.

También cabe señalar como contraindicación relativa la apuntada por Hallock⁽¹⁹⁰⁾ en una carta al Plastic & Reconstructive Surgery. En ella publica dos casos en los que la canulación previa de la vena cefálica, pudo ser la causa de trombosis postoperatoria. En uno de los casos se perdió el colgajo, y en otro fue necesario la interrposición de un segmento de safena. Pensamos que para evitar estos problemas, sería necesario comprobar el flujo venoso al soltar la isquemia en el antebrazo, así como realizar al menos dos anastomosis venosas de sistemas diferentes.

I.5.5. NUEVOS COLGAJOS EN CIRUGÍA DE LA MANO.

Además de la gran difusión que obtuvo el colgajo radial antebraquial como colgajo libre, su aplicación en cirugía de la mano inició una nueva etapa en la reconstrucción de lesiones complejas de la mano: nuevos colgajos de flujo retrógrado fueron sustituyendo sucesivamente a los colgajos a distancia, aportando cobertura en un solo tiempo y permitiendo una rehabilitación precoz.

El estudio de los ejes arteriales secundarios de la extremidad superior, hizo que se incorporaran nuevos colgajos sin sacrificar las arterias principales del antebrazo y de la mano. Al mismo tiempo, la difusión de las técnicas de microcirugía vascular y la aparición de nuevos colgajos libres con escasa morbilidad, provocó asimismo su utilización con éxito en cobertura de la mano.

De todo este proceso evolutivo se desprende que dispongamos actualmente de una variedad de recursos para adaptar, individualmente a cada problema y a cada paciente, el método de reconstrucción más adecuado.

Por eso quisiera enumerar en este apartado diferentes colgajos tomados de la extremidad superior aparecidos tras la introducción del colgajo chino, colgajos que comparten muchas de sus indicaciones, con ventajas e inconvenientes que son importantes de valorar antes de decidirse por una u otra técnica. Del análisis de estas consideraciones surgen las indicaciones y aplicaciones del colgajo radial que hemos expuesto en el capítulo anterior.

El colgajo braquial posterior.

Aunque su transferencia como colgajo libre aporta una piel fina, sin pelo y deja una cicatriz bien disimulada, su aplicación principal consiste en las pérdidas de sustancia y retracciones de la región axilar.^(191,192)

Se trata de un colgajo fasciocutáneo tomado de la cara posterior y proximal del brazo, cuyo pedículo es la rama cutánea de la arteria del vasto interno del tríceps. Esta arteria nace de la arteria braquial en un 75% de los casos (25% de la braquial profunda), en el ángulo entre la porción larga del tríceps y el tendón del dorsal ancho. Normalmente el colgajo se dibuja en isla o en península proximalmente basado, con una anchura no superior a 6 cm. para permitir un cierre primario de la zona donante. La disección se realiza de distal a proximal en el plano subfascial hasta que se alcanza la entrada de la arteria en el colgajo, pudiendo disecarse ésta unos 4 cm. más hasta su origen en la arteria braquial.

A pesar de su corto pedículo, el arco de rotación permite cubrir defectos importantes en la axila con una piel de muy buena calidad. Como colgajo libre, aunque poco utilizado, puede emplearse para defectos de mediano tamaño.

El colgajo braquial externo.

Desde los primeros casos descritos por Song en 1982⁽¹⁹³⁾ y Katsaros en 1984⁽¹²⁹⁾, ha sido uno de los colgajos más populares en las dos últimas décadas debido a su constante anatomía, al adecuado calibre y longitud de su pedículo, y a la relativa facilidad de su disección.

Se trata de un colgajo septo-fasciocutáneo tomado de la cara posterolateral del brazo, entre la inserción deltoidea y el epicóndilo, basado en la rama posterior de la arteria colateral radial, rama directa de la arteria braquial profunda, que discurre entre el septum entre el tríceps y el supinador largo. La textura de la piel que aporta es fina y elástica, aunque con tendencia a cierta pilosidad en varones, y capaz de resensibilizarse a través del nervio cutáneo lateral inferior del brazo, rama del nervio radial.

Clínicamente se ha utilizado fundamentalmente como colgajo libre en reconstrucciones de cabeza y cuello y en cobertura de la mano, donde muchos autores lo consideran como de primera elección por delante de los colgajos pediculados con flujo invertido del antebrazo y de otros colgajos libres.

También se ha empleado como colgajo distalmente basado con flujo invertido a través de la arteria recurrente interósea⁽¹⁹⁴⁾ para cubrir defectos alrededor del codo.

La capacidad de incorporar una considerable cantidad de piel sensible, además de poder transferir un segmento de hueso y tendón vascularizados, junto con la escasa morbilidad de la zona donante (hasta colgajos con una anchura de 6 cm. permiten un cierre primario), hacen de este colgajo uno de los métodos de elección como transferencia libre de tejido para cobertura de la mano.

El colgajo braquial externo "extremo".

Se trata de una variante muy interesante del colgajo braquial externo utilizando el alargamiento de su pedículo con flujo invertido mediante la técnica de V-Y descrita anteriormente por Martin^(71,72,73). Con esta técnica se puede obtener un gran colgajo cutáneo u osteocutáneo para cubrir defectos del

antebrazo hasta prácticamente la muñeca, lo que constituye su principal indicación.

El colgajo se disña sobre la cara posterolateral de la mitad inferior del brazo con su eje mayor longitudinal, extendiéndose distalmente sobre el 1/4 proximal del antebrazo, obteniéndose paletas cutáneas de hasta 20 cm. de longitud.

Su disección es similar a la del colgajo braquial externo, siguiendo la colateral radial proximalmente hasta su nacimiento de la braquial profunda, y entonces identificar la rama posterior de la humeral profunda. Esta arteria es la verdadera rama de división de la humeral profunda y la que constituye el pedículo del colgajo con flujo retrógrado. Se dirige distalmente sobre el vasto externo acompañada de la rama del nervio radial correspondiente hasta terminar ramificándose sobre la red supra-olecraniana a unos 4 cm. del olécranon donde se sitúa el punto pivote.

De este modo se obtiene una longitud de pedículo útil de unos 15 a 20 cm., lo que convierte a este colgajo en un método ideal de reconstrucción de pérdidas de sustancias complejas del antebrazo. Entre los inconvenientes cabe mencionar posibles variaciones anatómicas en la altura de la salida de la rama posterior tricpital, así como el déficit nervioso secundario a la sección del nervio cutáneo posterior antebraquial y la necesidad de un injerto si la anchura del colgajo sobrepasa los 5 o 6 cm.

Los colgajos recurrente radial y recurrente ulnar de Maruyama.

1) El colgajo recurrente radial, también denominado por Maruyama⁽¹³⁴⁾ como colgajo lateral del brazo a flujo invertido, no debería denominarse como tal ya que no utiliza como pedículo la arteria recurrente interósea, sino la arteria recurrente radial, y es más bien un colgajo anterolateral, centrado sobre el septum situado entre el músculo braquial y el supinador largo por donde discurre el nervio radial.

A nivel vascular, el colgajo se basa en las anastomosis entre la arteria recurrente radial y la rama anterior de la arteria colateral radial de la humeral profunda, anastomosis no bien estudiadas anatómicamente ya que no se han realizado inyecciones de contraste selectivas que permitan delimitar su territorio cutáneo. Ello no hace muy aconsejable la aplicación de este colgajo, que además de poder lesionar el nervio radial, no aporta nada al verdadero colgajo braquial externo a flujo invertido⁽³⁰⁾.

2) El colgajo recurrente cubital⁽¹⁹⁵⁾ es un colgajo septocutáneo de flujo retrógrado vascularizado a través del eje anastomótico entre la arteria recurrente cubital y la arteria colateral ulnar superior, cuyo eje se diseña sobre el septum entre los músculos tríceps y el braquial. La única relación importante es con el nervio cubital, situado por delante del pedículo.

La paleta cutánea se dibuja centrada sobre el trayecto del nervio cubital, pudiendo alcanzar hasta 8 x 20 cm. Su punto de rotación se sitúa algo proximal a la epitroclea, de modo que puede cubrir fácilmente tanto la cara anterior como la posterior del codo, lo que constituye su principal indicación sobre todo por la mínima morbilidad que representa⁽³⁰⁾. Como colgajo libre sólo ha sido utilizado por el autor, aportando pocas ventajas sobre otros colgajos más comúnmente empleados.

El colgajo cubital antebraquial.

Descrito por Lovie⁽¹⁹⁶⁾ en 1984 como colgajo libre, fue utilizado posteriormente por Moore⁽¹⁹⁷⁾ como colgajo pediculado basado proximalmente, y más tarde empleado por Guimberteau^(198,199,200) y por Li⁽²⁰¹⁾ con flujo invertido para cobertura de la mano.

Se trata, al igual que el colgajo radial, de un colgajo septo-fasciocutáneo basado en las perforantes cutáneas que en número de 3 a 8 (4 de media) envía la arteria cubital a través del septum entre el flexor común superficial de los dedos y el cubital anterior.

Sus indicaciones son básicamente las mismas que las del colgajo chino⁽¹⁰⁴⁾, aunque Guimberteau⁽²⁰²⁾ lo ha utilizado especialmente en reconstrucciones complejas de tendones flexores, incluso como modelo de aloinjerto humano nervioso vascularizado con buenos resultados.

El sacrificio de la arteria cubital, principal eje vascular del antebrazo, representa su inconveniente principal por lo que es rechazado por la mayoría de cirujanos, aunque en las grandes series presentadas no se hace referencia a morbilidad vascular o isquémica alguna^(199,201,203).

Incluso Lovie⁽²⁰³⁾, el autor con más experiencia en este colgajo, refiere que el diámetro de la arteria cubital a nivel de la muñeca es generalmente menor que el de la arteria radial, por lo que su morbilidad es teóricamente inferior a la del colgajo chino. Este autor no cree necesario reconstruir la arteria cubital con un injerto venoso, pues en los más de 100 casos de experiencia no ha encontrado signo alguno de morbilidad vascular⁽²⁰³⁾.

Resulta muy interesante el reciente trabajo publicado por Devansh⁽²⁰⁴⁾, donde se destaca la importancia que tiene conocer la posible existencia (9.38% en 32 extremidades disecadas) de una variación anatómica de la arteria cubital: la arteria cubital superficial. Sobre esta arteria varios autores han levantado colgajos antebraquiales⁽²⁰⁴⁾, y su hallazgo operatorio casual disecando el colgajo radial ha sido publicado por Fatah⁽²⁰⁵⁾ y Thoma⁽²⁰⁶⁾ para alertar del posible peligro de isquemia de la mano si se lesionara accidentalmente esta arteria, ya que sustituye a la arteria cubital pero con un curso superficial a los músculos flexores.

El colgajo interóseo posterior.

Tanto este colgajo como el siguiente serán tratados de forma más detallada, no sólo por su reciente y aceptada introducción en cirugía de la mano⁽¹⁸⁾, sino también porque están basados en los ejes vasculares de las arterias interóseas, ejes secundarios cuyo sacrificio no supone ninguna morbilidad especial, pero que además pueden llegar a jugar un importante papel en la circulación colateral de la mano como veremos en la discusión.

Las bases anatómicas del colgajo interóseo posterior fueron introducidas en 1986 simultáneamente por Zancolli⁽¹⁶⁰⁾ y Penteadó⁽¹⁶²⁾. Se trata de un colgajo septocutáneo nutrido por la arteria interósea posterior, y puede ser disecado tanto proximalmente para cobertura del codo como distalmente para cubrir defectos de la mano.

Anatomía.

La arteria interósea posterior nace en la mayoría de los casos de la división del tronco interóseo común, aunque ocasionalmente puede ser una rama directa de la arteria cubital. Tras perforar la membrana interósea alcanza la cara posterior del antebrazo a nivel del borde inferior del músculo supinador corto, donde se origina la arteria interósea recurrente. Discurre entonces distalmente en el septum intermuscular entre el cubital posterior y el extensor propio del meñique, donde da perforantes cutáneas y ramas para la vascularización de los músculos y la parte inferior del cúbito.

En su porción proximal la arteria está acompañada del nervio interóseo posterior, rama profunda del radial, situados ambos sobre el abductor largo del pulgar. A este nivel la arteria cruza por delante del nervio, el cual emite ramas para la inervación motora del cubital posterior, extensor común y extensor propio del quinto dedo. Más distalmente el nervio sigue un trayecto más superficial, inervando a los músculos profundos del compartimento dorsal del antebrazo (abductor largo, extensor corto y extensor largo del pulgar, y extensor propio del índice), para posteriormente proporcionar inervación sensitiva al carpo. Esta rama sensitiva no sigue el trayecto de la arteria, sino

que discurre más radial sobre el septum entre el extensor largo y el corto del pulgar, junto con la rama distal posterior de la arteria interósea anterior.

Buchler⁽²⁰⁷⁾ ha encontrado en algunas ocasiones que la rama motora del nervio interóseo posterior para el músculo cubital posterior pasa superficialmente en relación con la arteria y con su principal perforante proximal, por lo que en estos casos no puede levantarse el colgajo a menos que se seccione la rama motora y sea reparada posteriormente.

La distribución de las perforantes septocutáneas ha sido detalladamente estudiada por Zancolli y Angrigiani^(160,161), Penteado y Masquelet⁽¹⁶²⁾, Costa y Soutar⁽²⁰⁸⁾, Bayon y Pho⁽²⁰⁹⁾ y Ding⁽²¹⁰⁾.

Una importante perforante proximal fue constante hallada, pero a nivel variable, en la serie de Angrigiani⁽¹⁸⁷⁾ (rama de la interósea posterior en 37.5%, de la recurrente interósea en 35%, y del tronco común interóseo en el 27.5% de los casos). Además, esta rama no está siempre incluida en la doble fascia del septum, pasando a veces radial al extensor propio del meñique o atravesando su vientre muscular antes de ramificarse tras atravesar la fascia.

En su tercio proximal, la arteria interósea envía una gran rama muscular originalmente descrita por Salmon^(33,34) como su verdadera división. De nuevo variaciones anatómicas a este nivel pueden impedir la elevación del colgajo: Büchler y Frey⁽²⁰⁷⁾ han comunicado un caso de ausencia de perforantes cutáneas en el tercio medio y distal del brazo, exactamente lo mismo que encontramos nosotros en un caso en el que esta rama muscular era la única continuación distal de la arteria, que no enviaba perforantes cutáneas ni tenía anastomosis distales con ningún otro sistema arterial.

Otra importante perforante cutánea se sitúa en los 2 cm. distales al punto medio del antebrazo, y debería incluirse siempre en el diseño de la isla cutánea⁽¹⁸⁷⁾. Más proximalmente las perforantes son inconstantes, y distalmente la arteria interósea posterior se va estrechando progresivamente.

La continuidad de la arteria en el tercio medio y distal del antebrazo estaba interrumpida en el 5.7% (4 de 70) de las disecciones de Penteado y Masquelet⁽¹⁶²⁾, así como en el 2.7% (1 de 36) de la serie clínica de Büchler⁽²⁰⁷⁾, y en el 1.25% (1 de 80) de la serie de Angrigiani⁽¹⁸⁷⁾. Esta ausencia de continuidad no se correlaciona directamente con la presencia de anastomosis distal con la interósea anterior, lo que indica claramente en estos casos que la arteria situada en la porción distal del septum es una rama recurrente de la terminación dorsal de la arteria interósea anterior. Este hecho, junto con el constante estrechamiento de la interósea posterior en el tercio medio del antebrazo, ha sido perfectamente descrito por Angrigiani⁽¹⁸⁷⁾ como una anastomosis de choque entre la recurrente de la interósea anterior y la interósea posterior. Por lo tanto, el flujo del colgajo no debería considerarse invertido cuando se basa en las perforantes distales a este punto, siendo en realidad un colgajo de la interósea anterior de flujo anterógrado a través de su rama recurrente dorsal⁽¹⁸⁷⁾.

En el tercio distal, la arteria envía de 5 a 8 perforantes cutáneas de variable diámetro antes de anastomosarse con la rama terminal posterior de la arteria interósea anterior, normalmente situada a unos 2 cm. proximal a la articulación radiocubital distal. Esta anastomosis ha sido constantemente encontrada en las disecciones de Costa⁽²⁰⁸⁾ (22 antebrazos), en la serie de Büchler⁽²⁰⁷⁾ (36 colgajos) (B91), y en la de Angrigiani⁽¹⁸⁷⁾ (80 disecciones de antebrazos y 80 casos clínicos), pero ausente en un caso de las disecciones de Penteadó⁽¹⁶²⁾ (70 antebrazos), y en un antebrazo de los disecados por Bayon⁽²⁰⁹⁾ (35 disecciones).

Además, distalmente se han encontrado anastomosis casi constantemente con la red dorsal del carpo y con la rama dorsoulnar de la arteria cubital⁽¹⁸⁾.

El flujo venoso en el colgajo basado distalmente es forzado en dirección retrógrada a través de las venas concomitantes, existiendo comunicaciones con el sistema superficial, la más importante encontrada acompañando a la perforante media descrita anteriormente⁽¹⁸⁷⁾.

La piel de la cara posterior del antebrazo está inervada por el nervio antebraquial posterior y por ramas dorsales de los nervios lateral y medial del antebrazo. Dependiendo de la localización de la isla cutánea, puede disecarse una rama nerviosa en continuidad con su porción proximal para aportar sensibilidad.

Disección quirúrgica.

Con el codo flexionado 90° y el antebrazo en pronación, el colgajo es diseñado sobre la línea que une el epicóndilo externo y la articulación radiocubital distal. Entre 7.5 y 9.5 cm. distal al epicóndilo se encuentra la perforante proximal, y entre 1 a 2 cm. distal al punto medio del antebrazo la perforante media⁽¹⁸⁷⁾. Dependiendo de la localización y tamaño del defecto, la isla cutánea se planea para ser irrigada por una de estas perforantes.

Si bien el límite proximal del colgajo puede situarse 6 cm. por debajo del epicóndilo, cuanto más proximal se dibuje la paleta cutánea, mayores problemas puede plantear la disección:

- posibilidad de lesión del nervio interóseo posterior,
- mayor incidencia de variaciones anatómicas de las perforantes,
- disminución de la perfusión del colgajo a través de la anastomosis de choque, y mayores problemas de drenaje venoso.

La incisión comienza identificando el pedículo sobre la porción distal del septum y levantando posteriormente el colgajo, primero desde su borde cubital en el plano subfascial hasta alcanzar el borde del extensor del meñique. Se identifican entonces las perforantes cutáneas y se comprueba la continuidad del pedículo en todo el antebrazo y sus anastomosis distales. Posteriormente se incide el borde radial del colgajo y se completa la disección en sentido

distal. Es aconsejable disecar proximalmente una vena superficial en continuidad con el colgajo, de forma que su anastomosis en el sitio receptor mejore el drenaje del colgajo. En caso de requerir un mayor arco de rotación, puede comprobarse con un clamp en la interósea anterior la efectividad de las anastomosis con el arco dorsal del carpo⁽¹⁵⁾.

Indicaciones.

El colgajo interóseo posterior es actualmente indicado como la primera elección en cobertura de pérdidas de sustancia de moderado y pequeño tamaño del dorso de la mano y la primera comisura, así como para ciertos casos de reconstrucción palmar⁽¹⁵⁾. Aunque puede levantarse como colgajo osteocutáneo y ha sido empleado en la reconstrucción osteoplástica del pulgar^(189,211), la vascularización del cúbito resulta ciertamente precaria⁽³⁰⁾ y es escasa la cantidad de hueso extraíble.

Su principal ventaja respecto al colgajo radial es que no sacrifica ningún eje vascular principal del antebrazo. La zona donante puede cerrarse directamente en colgajos de anchura inferior a 4 cm. Su único inconveniente quizá sea la dificultad de su disección y posibles problemas de drenaje venoso^(15,16).

Los colgajos de la arteria interósea anterior.

Hasta 1989, sólo los ejes de la arteria radial, cubital e interósea posterior habían sido utilizados en cirugía reconstructiva de la mano. La situación profunda de la arteria interósea anterior, situada sobre la membrana interósea, había hecho pensar al principio en las posibles dificultades para su exposición quirúrgica. De hecho, los trabajos anatómicos de Pionchon⁽²¹²⁾ y Martin⁽⁶⁷⁾ mostraban que todas las ramas cutáneas de esta arteria estaban destinadas a la cara posterior del antebrazo y no a la anterior como se podría esperar. Este concepto, por otra parte, ya había sido sobradamente demostrado por Salmon^(33,34).

Por otro lado, también se comprobó cómo esta arteria envía ramas musculares y sobre todo óseas a la epífisis distal radial, de donde proviene la posibilidad de realizar transferencias de tejidos compuestas. En la utilización de esta zona dadora se han sucedido dos etapas:

- su disección como colgajo libre propuesta por Martin en 1989⁽⁶⁷⁾ bajo el nombre de colgajo epifisario radial dorsal, y después
- la forma pediculada desarrollada por Hu^(68,69,70) y publicada en 1993 bajo el nombre de colgajo interóseo anterior.

Trabajos más recientemente publicados por Shibata⁽²¹³⁾ y otros autores japoneses, destacan la importancia de esta zona como donante de colgajos libres para reconstruir pequeños defectos de los dedos, si bien muchos de estos casos podrían haber sido tratados mediante colgajos metacarpianos dorsales o con el colgajo parametacarpiano ulnar, ahorrándose el tiempo microquirúrgico.

Anatomía.

Dos series de disecciones aportando treinta y posteriormente cuarenta y cuatro miembros superiores frescos han permitido poner de manifiesto las siguientes evidencias:

La arteria interósea anterior nace de un tronco común con la arteria interósea posterior, a dos centímetros por debajo del origen de la arteria cubital. Discurre pegada a la membrana interósea hasta su división en dos ramas:

- una anterior, prolongación de su tronco y que se anastomosa en las dos terceras partes de los casos con la red anastomótica anterior de la muñeca,
- y otra posterior, descrita por los anatomistas clásicos como la terminación de la arteria interósea anterior. Esta se anastomosa con la red dorsal de la muñeca en dos planos vasculares: uno pretendinoso y otro retrotendinoso, ambos a su vez interconectados entre sí, y también con la porción distal de la interósea posterior.

Durante todo su trayecto, la arteria interósea anterior envía una serie de ramas que perforando la membrana interósea alcanzan el compartimento posterior del antebrazo. De todas ellas, existen dos principales que discurren en el septo entre el extensor largo y corto del pulgar.

- La perforante superior descrita por Hu^(68,69), nace a unos diez centímetros de media por encima de la interlínea radiocarpiana. Es una rama de pequeño calibre, acompañada de dos venas satélites, y que envía tres tipos de ramas:
 - ramas cutáneas que participan en la vascularización de la mitad distal de la cara posterior del antebrazo,
 - ramas para los músculos extensor largo y corto del pulgar, abductor largo del pulgar y extensor propio del índice, y
 - ramos óseos que vascularizan parte del tercio distal del radio.
- La perforante inferior⁽⁶⁷⁾, es de hecho la rama terminal de la arteria interósea anterior que hemos mencionado anteriormente. Su calibre es

mucho más importante que el de la perforante superior, siendo de unos 1.5 mm. Acompañada de dos venas concomitantes, nace a unos cinco centímetros de media de la interlínea radiocarpiana y da igualmente tres tipos de ramos:

- ramos cutáneos que vascularizan un territorio sobre el tercio distal del antebrazo,
- ramas musculares destinadas esencialmente a los músculos extensor largo y corto del pulgar, y
- ramas óseas que se extienden sobre la metáfisis y la epífisis distales del radio.

En el fondo, estas dos ramas presentan similitudes anatómicas evidentes. Situadas las dos en el mismo septum, precisan una técnica de disección cercana similar y delicada, sobre todo la perforante superior.

Diseño del colgajo:

Con el antebrazo en pronación, se traza una línea desde el epicóndilo lateral hasta el borde interno del tubérculo de Lister. Este último punto es fácilmente localizado sobre la zona deprimida que se encuentra en el trayecto de la recta que une las dos estiloides. El colgajo es de esta forma diseñado sobre este eje central. En cuanto a la altura, no debe sobrepasarse el pliegue de la muñeca distalmente, y preferiblemente debe trazarse por debajo de la unión del tercio medio con el distal. En cuanto a la anchura, toda la superficie posterior del tercio distal del antebrazo se puede utilizar.

Disección del colgajo:

1/ como colgajo libre:

El levantamiento del colgajo se realiza bajo manguito neumático, sin expresión con venda de Esmarch, pero elevando el brazo previamente durante unos quince segundos. Primero se traza la incisión del borde radial del colgajo, incluyendo la fascia profunda del antebrazo que se levanta sobre el extensor corto del pulgar, permitiendo así visualizar la perforante posteroinferior sobre el septum. De la misma forma se disecciona el borde cubital del colgajo, separando la fascia del extensor largo del pulgar. El colgajo queda entonces adherido al radio por el septum y es en este momento cuando puede tomarse un fragmento de radio para realizar un colgajo compuesto.

Una incisión en S sobre el eje del colgajo sobre el tercio medio del antebrazo nos permitirá abordar la membrana interósea, desarrollando siempre la disección entre el extensor corto y el largo del pulgar. La sección de la membrana permite visualizar el pedículo arteriovenoso interóseo anterior que debe ser aislado del nervio interóseo anterior sin ninguna dificultad. De este modo es posible obtener un pedículo con una longitud de unos 10 cm. Bajo

esta forma de colgajo libre, el diámetro de la arteria interósea anterior varía entre uno y tres milímetros, siendo mayor cuanto más nos aproximemos a su origen. Las venas tienen un calibre de 1.6 mm. de media. Un colgajo cutáneo de más de 4 a 5 cm. de ancho precisará un injerto para cerrar la zona donante. Una piel fina siempre será preferible ya que su retracción minimizará las secuelas a este nivel.

Durante toda la disección se deberá prestar atención a no lesionar los ramos sensitivos superficiales del nervio radial. Por otra parte, puede ser interesante tomar una rama del nervio cutáneo posterior del antebrazo para resensibilizar el colgajo.

2/ Como colgajo pediculado:

Bajo esta forma de disección, el avance del colgajo corresponde al principio VY con flujo invertido que ya ha sido tratado anteriormente.

La técnica de disección es muy parecida a la del levantamiento como colgajo libre. El diseño del colgajo es idéntico pero puede en teoría extenderse algo más proximalmente, teniendo en cuenta que se incluye en la disección la perforante posterosuperior. Hu^(68,69,70) aconseja iniciar la disección por el lado cubital y exponer el septum tras rechazar medialmente el extensor largo del pulgar. Al separar este músculo, se puede visualizar la perforante posterosuperior que bordea la cara interna del extensor corto del pulgar. Los distintos ramos musculares de esta perforante deben ligarse conforme avanza la disección.

A continuación se secciona la membrana interósea anterior para disecar el tronco de la arteria interósea anterior en toda su longitud por debajo del punto de origen de la perforante posterosuperior. La disección distal condicionará la posición del punto pivote del colgajo y, por tanto, su arco de rotación. Teóricamente es posible llevar este punto de rotación hasta la cabeza del hueso grande sobre el dorso de la muñeca. En estos casos extremos, será necesario ligar la rama de la bifurcación anterior de la arteria interósea anterior, así como su conexión con la arteria interósea posterior.

Es peligroso pretender sobrepasar con este colgajo la articulación interfalángica proximal de los dedos largos, que según nuestra experiencia representa el límite fiable de su eje de rotación.

Ventajas e inconvenientes.

Esta zona dadora presenta unas ventajas incontestables:

- se trata de un eje vascular secundario de la extremidad superior,
- permite aportar colgajos compuestos osteocutáneos e incluso osteomiocutáneos,

- la piel es fina y resensibilizable,
- el hueso corticoesponjoso es de excelente calidad, especialmente para la reconstrucción de falanges,
- el arco de rotación es ideal para transportar tejidos distalmente a la mano.

No obstante, no está exento de inconvenientes:

- piel pilosa en el caso de los varones,
- secuelas estéticas si se deben colocar injertos de piel para cerrar la zona donante,
- además, la disección es muy meticulosa, sobre todo en su forma pediculada, debiendo conocerse muy bien la anatomía de la región,
- las variaciones anatómicas en el origen de la perforante postero-superior hacen a veces que la transferencia pediculada sea muy delicada.

Finalmente, como indicaciones cabe citar que este sitio donante es particularmente útil en todas las pérdidas de sustancia de la mano y de los dedos. Su máximo interés viene representado, desde nuestro punto de vista, en las reconstrucciones óseas puras, tales como la pseudoartrosis de escafoides o la enfermedad de Kienbock, y en las osteocutáneas como en la reconstrucción de falanges. Tiene un menor interés en las reconstrucciones cutáneas puras, ya que en estos casos el colgajo interóseo posterior representa una excelente alternativa.

El colgajo cubito-dorsal de Becker.

Descrito en 1988 por Becker y Gilbert^(241,215), se trata de un colgajo puramente cutáneo basado en la rama ascendente de la arteria cúbito-dorsal. Esta arteria procede de la cubital a unos 3.5 cm. proximal al pisiforme, y tras un breve trayecto entre el cubital anterior y el cúbito, se bifurca en una rama descendente y otra ascendente, la cual se distribuye en el tejido subcutáneo vascularizando la piel de los 2/3 distales del borde medial del antebrazo.

La isla cutánea se dibuja con su eje longitudinal sobre la línea que une el pisiforme y la epitroclea, con unas dimensiones de hasta 15 cm. de largo y una anchura que permita un cierre primario. La disección se realiza en el plano subfascial para incrementar su fiabilidad, y su punto pivote se sitúa entre 3 y 5 cm. proximal al pisiforme, dependiendo de la altura a la que emerge la arteria.

La principal indicación de este colgajo es la cobertura de defectos del dorso o de la palma de la mano, habiendo sido empleado como tejido vascularizado que sirva de lecho al nervio mediano fibrosado tras traumatismos, o como superficie de deslizamiento de tendones para evitar adherencias al plano óseo en el dorso de la mano⁽³⁰⁾.

Su prácticamente nula morbilidad, a pesar de su limitado arco de rotación, ha hecho que haya sido ampliamente difundido en cobertura de la mano.

El colgajo cubito-dorsal basado en la arteria descendente dorsoulnar.

Se trata de una variante del colgajo anterior descrita por LeGaillard^(18,74) según el método de alargamiento del pedículo en V-Y que hemos comentado anteriormente, de modo que el colgajo recibe su vascularización a flujo invertido a través de la rama descendente de la arteria cubito-dorsal.

La disección incorpora la localización de la salida de la arteria cubito-dorsal, su ligadura y la disección de la rama descendente incluida en el tejido celular que discurre entre el pisiforme y la apófisis estiloides cubital.

La gran ventaja que representa es el incremento del arco de rotación en unos 4 -5 cm., lo que permite al colgajo cubrir en el dorso de la mano hasta la segunda falange de los dedos largos y en la palma hasta la primera falange. Como inconveniente destacar posibles problemas de congestión venosa debido al drenaje retrógrado, lo que hace recomendable disecar una vena en continuidad con la porción proximal de la isla cutánea para su posterior anastomosis en la zona receptora.

El colgajo parametacarpiano ulnar.

Este colgajo ha sido recientemente publicado por Bakhach^(216,217), y utiliza el borde ulnar de la mano como zona donante de un colgajo muy útil en las pérdidas de sustancia de la palma de la mano y de los dedos cubitales.

Su pedículo lo constituye la rama descendente o carpiana de la arteria cubito-dorsal. Esta arteria sigue un trayecto descendente hacia la muñeca, paralela al borde medial del cúbito. A la altura del carpo discurre en la corredera entre la estiloides cubital por detrás y el pisiforme por delante, pasando a la cara dorsal de la mano donde se divide en tres ramas cutáneas, participando así en la vascularización de la piel dorso-ulnar de la mano. Su

rama principal discurre distalmente por el borde ulnar del quinto metacarpiano, y a la altura de la articulación metacarpofalángica se ramifica, enviando una rama constante que se anastomosa rodeando el cuello del meta con la arteria colateral digital lateral del quinto dedo.

Gracias a esta anastomosis, el colgajo puede levantarse basado distalmente para la cobertura de los dedos cubitales, método para el que el autor lo considera de elección dada la inconstancia de las arterias intermetacarpianas del cuarto y tercer espacios dorsales que hace arriesgado el uso de colgajos intermetacarpianos de estas zonas.

Basado proximalmente con flujo anterógrado, el colgajo puede cubrir defectos de la palma de la mano si se descruza el pedículo por debajo del tendón del cubital anterior, lo que incrementa en gran medida su arco de rotación.

Dado que su morbilidad es escasa, constituye una alternativa importante a tener en cuenta para pequeños defectos de la mano, sobre todo si consideramos la posibilidad de transferirse en su forma fascio-subcutánea, y la capacidad de incorporar tendón y un pequeño fragmento de hueso.

El colgajo de supinador largo a flujo invertido.

La utilización de este músculo para cobertura de la mano ha sido recientemente descrita por McGeorge⁽²¹⁸⁾, quien lo utiliza en su publicación para cobertura y reconstrucción de tendones extensores en el dorso de la mano. En realidad se trata de un colgajo chino especial, ya que sólo aporta el músculo supinar largo con su tendón.

La disección se realiza de proximal a distal, previo test de Allen, levantando el músculo desde su inserción supracondílea del húmero. Aunque recibe vascularización segmentaria a través de varios ramos musculares de la arteria radial, el pedículo principal del músculo suele proceder de la arteria recurrente radial, que por supuesto debe ligarse proximalmente y disecarse junto con el músculo, al igual que sucede con la arteria radial y sus ramos musculares.

Su morbilidad principal es la que se desprende de sacrificar la arteria radial, pues funcionalmente no ocasiona ningún déficit siempre que el resto de los flexores de codo estén intactos. La zona donante se cierra con una cicatriz lineal y el defecto de contorno no es importante.

Las indicaciones de este colgajo quedan limitadas, en nuestra opinión, a la cobertura de focos de infección ósea que precisen tejidos bien vascularizados para garantizar el adecuado rendimiento de otros

procedimientos quirúrgicos efectuados en la misma intervención, como injertos de esponjosa en fracturas no consolidadas, la introducción de prótesis articulares en lechos mal vascularizados con infecciones previas, la realización de injertos nerviosos en lechos fibrosos o la reconstrucción tendinosa en estas mismas condiciones.

El colgajo antebraquial de la arteria del nervio mediano.

Niranjan⁽²¹⁹⁾ ha descrito en 1994 la aplicación anecdótica, en un paciente con una quemadura eléctrica en la muñeca, de un colgajo fasciocutáneo basado en una perforante de la arteria del nervio mediano.

La inconstancia de esta arteria en la población (variable según las series entre un 4 y 16%⁽¹¹⁷⁾), la variabilidad en cuanto a cantidad y localización de sus perforantes cutáneas, la dificultad de su disección sin lesionar el nervio mediano, la posibilidad de otras variaciones anatómicas en cuanto a la vascularización de la mano y, sobre todo, el escaso arco de rotación de estos colgajos, suman muchos inconvenientes para considerar este método como procedimiento reconstructivo habitual.

Su descripción y aplicación clínica, no obstante, nos deben servir por una parte, para tener siempre presente las infinitas variaciones anatómicas mayores y menores, no sólo para que no fracasen los colgajos, sino también para reducir la morbilidad del acto quirúrgico; y por otra, para contar con recursos poco habituales ante condiciones especiales del traumatismo o del paciente.

El ejemplo de la aplicación clínica de este colgajo, nos debe acostumbrar a pensar en las numerosas y frecuentes variaciones anatómicas de las arterias en la extremidad superior cada vez que realicemos un colgajo en esta región. Tal y como apuntaba Gayet en 1939⁽¹¹⁷⁾: *"Il y a autant de variétés d'artères de la main que d'individus"*.

I.5.6. APLICACIONES DEL ECO-DOPPLER COLOR EN CIRUGÍA PLÁSTICA.

Como ya hemos explicado en los primeros capítulos de esta introducción, la medición del flujo sanguíneo de los ejes vasculares del antebrazo a nivel de la muñeca constituye un método objetivo para aproximarnos a valorar los cambios que se producen en el patrón vascular de la mano cuando se suprimen alguna de esas arterias. Esta situación es la que se produce cuando eliminamos el eje vascular radial al levantar un colgajo chino para emplearlo en un procedimiento reconstructivo.

La medición de estos volúmenes de sangre es técnicamente complicada. Hasta hace relativamente poco tiempo no existían métodos adecuados para calcular este parámetro con cierta aproximación. Ello ha sido posible gracias al auge y desarrollo que han tenido los laboratorios de patología vascular en los últimos años. De entre las técnicas disponibles, la incorporación del efecto color al Doppler pulsado junto al empleo simultáneo de la ecografía (Duplex Color) ha introducido un nuevo método de exploración vascular que proporciona datos relativamente precisos del débito sanguíneo que circula en un vaso por unidad de tiempo.

Antes de pormenorizar los detalles técnicos de estos cálculos, analizaremos sucesivamente en este apartado los principios elementales del Duplex Color, su valor frente a la arteriografía y sus distintas aplicaciones en cirugía plástica.

I.5.6.1. ECO-DOPPLER COLOR: PRINCIPIOS ELEMENTALES.

El Eco-Doppler Color o Duplex-Color se ha incorporado rápidamente a la mayoría de laboratorios de exploración vascular. Este método se está utilizando desde hace más de ocho años como instrumento de diagnóstico por la imagen en múltiples especialidades, aunque su aplicación en cirugía de la mano y en microcirugía reconstructiva se inició a principio de los noventa⁽²²⁰⁾.

Inicialmente este método fue desarrollado para mejorar la precisión del eco-doppler convencional (duplex) en las exploraciones del flujo carotídeo, de forma que neurocirujanos y cirujanos vasculares pudieran identificar mejor las turbulencias del flujo carotídeo y sus posibles causas como trombos, placas escleróticas o su oclusión completa⁽²²¹⁾. Debido a la capacidad de este método de mostrar fácilmente la presencia de trombos en los vasos de gran calibre, fue utilizado en cirugía vascular para la exploración del sistema venoso profundo y la permeabilidad postoperatoria de los by-pass^(222,223).

En cirugía general, su uso se ha extendido a varias aplicaciones, incluyendo exploraciones del flujo mesentérico, de las estenosis de la arteria renal, de varices de la vesícula biliar, de shunts porto-cava, y del patrón vascular de algunos tumores⁽²²²⁾. En cuanto a trasplantes, esta técnica ha demostrado ser muy útil en la valoración de la perfusión tisular, así como en la detección de problemas de las anastomosis de los vasos⁽²²²⁾. En cirugía cardiovascular se aplica al estudio de defectos congénitos cardiacos, anomalías valvulares y en el control postoperatorio de la mecánica valvular⁽²²²⁾. En ginecología y obstetricia se emplea habitualmente para la valoración de masas pélvicas, medición del flujo placentario y estudio del corazón del feto⁽²²²⁾.

Con todas estas aplicaciones bien documentadas, no era extraño imaginar que este método se incorporara rápidamente como método de exploración vascular en cirugía de la mano y en microcirugía⁽²²⁰⁾, así como en otros aspectos de la cirugía reconstructiva como veremos más adelante.

El Duplex-Color es básicamente una técnica de imagen por ultrasonidos que incorpora información del doppler pulsado codificada en color. Desafortunadamente, su nomenclatura ha sido y continúa siendo bastante confusa, de modo que en la literatura anglosajona nos podemos encontrar con multitud de términos como Eco-Doppler Color, Color Duplex, Triplex Scan, Color-Coded Doppler, Doppler Angiography, Doppler Color Flow Imaging, Color Flow Ultrasound, Color Duplex Scanning, Doppler Color Flow Mapping, etc.

Con el Eco-Doppler Color observamos en la pantalla una imagen bidimensional de ultrasonidos de alta resolución en tiempo real obtenida a través de varios tipos de transductores. Estos transductores emiten, reciben y procesan las amplitudes de ultrasonidos reflejadas desde varias estructuras dentro del objeto o tejido que está siendo explorado. Un cambio en la frecuencia entre el ultrasonido emitido y recibido corresponde a un objeto en movimiento en el campo explorado.

Cuando hay algún vaso en la zona examinada, las células rojas en movimiento hacen que se produzca un cambio de frecuencia entre el eco emitido y recibido por el Doppler. Estas desviaciones en la frecuencia son analizadas de forma que arbitrariamente se asigna el color rojo o azul en función de que el objeto en movimiento se aleje o acerque del transductor respectivamente.

La exactitud de esta técnica es evidente si tenemos en cuenta que en cada imagen se analizan separadamente unos 17000 puntos o pixels. Además, en función de la velocidad del flujo, el aparato es capaz de asignar hasta 64 intensidades diferentes de color a los vasos examinados. De este modo, debido a que las células sanguíneas son esencialmente los únicos objetos en movimiento en cualquier tejido corporal estático, lo que obtenemos con esta técnica es una imagen bidimensional de alta calidad en blanco y negro con diferentes tonos de grises, a 60 imágenes por segundo, cubriendo diferentes

profundidades del campo y con vasos rellenos de color a lo largo de la imagen⁽²²⁰⁾.

Una de las ventajas de aportar color sobre las imágenes tradicionales del Eco-Doppler convencional (Duplex) consiste en la identificación de los vasos de forma mucho más sencilla y rápida, ya que en muchos casos localizar ecográficamente ciertos vasos en condiciones patológicas no resulta fácil.

Además, el carácter del flujo es fácilmente detectable con las diferentes intensidades del color en tiempo real, y pueden percibirse más claramente estenosis, dilataciones, trombosis y otros problemas intrínsecos y extrínsecos al vaso. Asimismo, la precisión en la medida de diámetros aumenta considerablemente. Todo ello hace más rápido, sencillo y exacto el examen ecográfico vascular.

Además, la inclusión del doppler pulsado en este sistema permite, con una sonda de 7.5 o 10 MHz., recoger flujos de hasta 0.3 cm/sg. en vasos de 0.2 mm. de diámetro⁽²²⁰⁾.

De esta forma, aparte de obtener imágenes longitudinales y transversales del vaso, podemos obtener una señal auditiva como en cualquier doppler y gráficos del flujo sobreimpresionados en la misma imagen.

En un interesante trabajo experimental realizado por Dooley⁽²²⁴⁾ en 1989 para valorar la microcirculación en pequeñas arterias de conejos, se demostró como el Eco-Doppler convencional presentaba una menor precisión a la hora de demostrar la presencia de vasos trombosados u ocluidos (88% de exactitud), y de vasos parcialmente trombosados (77% de exactitud), frente al 100% de los explorados mediante Duplex-Color. Además de que con este método el tiempo necesario para la exploración completa era mucho menor, se podía especificar si el vaso estaba totalmente ocluido o en que porcentaje de su sección lo estaba, si se trataba de un trombo y la medida de la velocidad de flujo en los vasos parcialmente trombosados. Las diferencias de precisión eran especialmente incrementadas cuando se analizaban vasos sinuosos o tortuosos.

La información obtenida en la pantalla, además de poderse grabar en vídeo, procesarse como placas de ecografía o imprimirse en papel, es almacenada secuencialmente por el computador del aparato, de forma que puede congelarse la imagen en cualquier momento y avanzar o retroceder a intervalos de 1/60 segundos hasta disponer de la imagen más idónea sobre la que por ejemplo poder tomar medidas con cursores especiales.

De este modo se puede medir el diámetro de un vaso, calcular su superficie o el área de sección, medir la distancia de referencia con otras estructuras presentes en la ecografía, etc. Estos datos junto con la velocidad media del flujo sirven para determinar, con una precisión bastante aproximada, el flujo sanguíneo de un vaso expresado en mililitros por unidad de tiempo.

I.5.6.2. DUPLEX COLOR FRENTE A ARTERIOGRAFÍA.

Como cualquier nuevo método de diagnóstico por la imagen aplicado al sistema vascular, el Duplex-Color ha sido comparado con la arteriografía y venografía como métodos estándar en exploración vascular⁽²²⁰⁾. Si valoramos los diferentes aspectos de una y otra técnica, vemos que son muchas las ventajas que en principio presenta el Eco-Doppler Color:

- 1) Es un método no invasivo, totalmente inocuo, sin exposición a radiaciones y por tanto exento de complicaciones, tales como tromboflebitis, anafilaxia, espasmo vascular e incluso muerte, todas éstas publicadas en casos de arteriografías. Además, no precisa anestesia ni premedicación anestésicas, regularmente aplicadas en la realización de arteriografías a niños, eliminando asimismo el riesgo de estos procedimientos concomitantes.
- 2) El coste del Dúplex-Color es unas 14 veces menor que la arteriografía según ha calculado el Centro Médico de la Universidad de Utah⁽²²⁰⁾, donde un examen completo de la extremidad superior con Duplex-Color se realiza en unos 20 minutos por un único especialista en radiología, con un coste aproximado de \$160.00 dólares americanos. Por el contrario, la arteriografía precisa todo un equipo médico que invierte alrededor de una hora en el proceso completo, con un coste medio de \$2200.00.
- 3) Puede repetirse cuantas veces se requiera en cualquier momento dada su inocuidad, tanto en la extremidad afecta como en la contraateral usada como control, lo que es especialmente interesante cuando se requiere evaluar la evolución de los cambios en un vaso, tales como monitorización tras instaurar un tratamiento anticoagulante en casos de trombosis venosa profunda, o control postoperatorio de la permeabilidad de un vaso de una extremidad reimplantada.
- 4) Se trata de un aparato portátil, fácilmente trasladable a la UCI o al quirófano, aumentando así las posibilidades de su aplicación en el caso de que el paciente no pueda trasladarse.
- 5) Revela información de los tejidos adyacentes por medio de la ecografía, mostrando las relaciones de los vasos explorados con otros tejidos o masas patológicas.
- 6) Muestra simultáneamente y de forma dinámica el flujo arterial y el venoso del campo examinado.
- 7) Por su parte, la arteriografía es superior en el sentido de que muestra el mapa anatómico vascular completo y más perfecto que el Eco-

Doppler Color, con toda la longitud del vaso estudiado desde su origen e incluyendo todas sus ramificaciones.

Debido a todas estas ventajas del Duplex-Color frente a la angiografía, cada vez se están ampliando más sus indicaciones en diferentes especialidades, incluida la cirugía plástica, de forma que en lugar de preguntarse ¿en qué situaciones el Duplex-Color puede sustituir a la arteriografía?, muchos especialistas la pregunta que se plantean es ya otra: ¿cuándo y en qué situaciones los riesgos y costes de la arteriografía hacen realmente necesario su uso frente a la información obtenida con el Duplex-Color? ⁽²²⁰⁾

I.5.6.3. APLICACIONES EN CIRUGÍA PLÁSTICA.

En muchos casos de traumatismos o reconstrucciones complejas en los que estén implicados problemas vasculares, especialmente en cirugía de la mano, la exploración clínica completa y el examen con doppler continuo pueden no ser suficientes para sentar un diagnóstico completo o para indicar un plan de tratamiento adecuado a las necesidades.

El siguiente paso diagnóstico debe estar cada vez más representado actualmente por el Duplex-Color, ya que aporta una información dinámica y funcional del estado de los vasos mediante un procedimiento totalmente inocuo que está desplazando las indicaciones de la arteriografía en muchos casos-problema de cirugía reconstructiva. Algunas de sus principales aplicaciones son las que detallamos a continuación.

I.5.6.3.1. Estudio de tumoraciones en la extremidad superior.

El Duplex-Color puede ser muy útil en la evaluación de masas contenidas o alrededor de los vasos sanguíneos de la extremidad superior, lo cual no quiere decir que este test sea necesario en el estudio de todas las tumoraciones, ya que la historia clínica y una correcta exploración bastarán en muchos casos para orientar el diagnóstico y establecer un plan de tratamiento adecuado.

No obstante, hay casos en los que bien porque la naturaleza de la tumoración no está claramente establecida, o bien porque el conocimiento preoperatorio de la anatomía vascular de la región donde asienta el tumor puede ser de gran ayuda, está indicado realizar un Duplex-Color para aclarar estas dos circunstancias.

Tal es el caso de los gangliones situados en la cara volar de la muñeca, que constituyen un ejemplo muy ilustrativo de estas dos condiciones. En muchos casos existe una relación anatómica estrecha entre la arteria radial y los gangliones procedentes de la articulación escafo-semilunar. De hecho, en ocasiones estos tumores presentan cierta pulsatilidad, de forma que cuando se trata de masas recurrentes tras intervenciones previas, existe la duda razonable de que pueda tratarse de un pseudoaneurisma. Además, si al realizar el test de Allen se encuentra una arteria cubital completamente dominante, con poca participación de la arteria radial en la vascularización de la mano, es razonable pensar que la tumoración esté obstuyendo la arteria, o que la posible tumoración vascular haya causado una trombosis de la misma. En estos casos el Duplex-Color proporcionará una valiosa información preoperatoria, tanto de la naturaleza de la tumoración como de su relación anatómica con la arteria radial y de las características del flujo de ésta⁽²²⁰⁾.

Otro tipo de tumoraciones que son fácilmente identificables con el Duplex-Color son los pseudoaneurismas y los verdaderos aneurismas. En los primeros se observa una dilatación del vaso en la que existe flujo sanguíneo en ambos sentidos, representada mediante diferentes tonos de rojo y azul dentro de la propia masa. En los aneurismas verdaderos, puede incluso localizarse el defecto en la pared arterial como un flujo transversal de gran velocidad que se hace patente en la sístole⁽²²⁰⁾.

Asímismo, tras traumatismos incisivos próximos a los grandes vasos, el Duplex-Color puede ayudarnos a diferenciar rápidamente un hematoma de un pseudoaneurisma. Del mismo modo, otras masas en las que el diagnóstico diferencial puede completarse mediante la exploración con Duplex-Color son: nódulos linfáticos, que poseen un patrón típico de la irradiación de su flujo sanguíneo, y otros tumores benignos o malignos de tejidos blandos tales como los hemangionas.

1.5.6.3.2. Alteraciones de perfusión de las extremidades.

Las alteraciones del flujo sanguíneo normal, aparte de las ocasionadas en heridas y traumatismos graves, originan síntomas por los que pueden consultar muchos pacientes. En estas situaciones, el Duplex-Color contribuirá con toda certeza al diagnóstico, y en otras, nos orientará hacia el diagnóstico diferencial, la necesidad de otros métodos diagnósticos y el plan terapéutico adecuado⁽²²⁰⁾.

La trombosis de la arteria cubital es una entidad clínica que a veces se presenta como una masa, pero en ocasiones puede producir alteraciones de la perfusión de la mano. En la mayor parte de los casos el diagnóstico es clínico, aunque el Duplex-Color puede aportar importante información adicional que a veces influye en el tratamiento. Por ejemplo, en los casos en los que la

insuficiencia arterial de la arteria cubital es debida a vasoespasmo, el tratamiento es la simpatectomía local en lugar de la extirpación de la arteria trombosada y su sustitución por un injerto. Incluso en caso de confirmar la existencia de su trombosis, nos orienta de su extensión y de la reconstrucción a emplear.

Las fistulas arterio-venosas pueden presentarse igualmente como tumoraciones o como alteraciones de la perfusión. El diagnóstico puede efectuarse con el Duplex-Color, identificando incluso la localización de la comunicación anormal. Asimismo, en complicaciones de fistulas creadas para diálisis, el Duplex-Color puede investigar las turbulencias y problemas del flujo⁽²²²⁾.

Los traumatismos y heridas incisivas pueden crear problemas de perfusión de la mano cuya causa esté confusa, como ocurre por ejemplo en algunos casos de niños en los que, tras la reducción de fracturas supracondíleas de húmero, los pulsos en la muñeca se encuentran muy débiles. La duda razonable es que a pesar de existir una buena vascularización capilar distal, pueda existir una lesión de la arteria braquial que conlleve a un posterior compromiso isquémico. Un Duplex-Color mostrando una arteria braquial normal con buen flujo puede evitar realizar una arteriografía o incluso una exploración quirúrgica, indicando un tratamiento conservador y sucesivas exploraciones hasta que los pulsos distales recuperen su amplitud⁽²²⁰⁾.

Ciertos cuerpos extraños alojados profundamente en la extremidad superior pueden causar alteraciones de perfusión de origen traumático, ya sea al seccionar directamente los vasos, o por la compresión secundaria a edema o hematoma. Estas situaciones pueden fácilmente diagnosticarse con el Duplex-Color, ya que tanto los vasos como el cuerpo extraño son localizables. Asimismo, este método puede facilitar información anatómica preoperatoria en cuanto a si el cuerpo extraño puede ser fácilmente extraíble mediante simple tracción, o si por su localización respecto a los vasos u otras estructuras precisa una disección más meticulosa.

Algunas anomalías congénitas afectan frecuentemente a variaciones importantes en la anatomía vascular, de forma que mediante el Dípex-Color puede comprobarse preoperatoriamente que el patrón vascular no interfiere con la corrección quirúrgica a realizar. Por ejemplo, en casos de aplasia radial que precisan una centralización del carpo, es conveniente conocer el curso de la arteria cubital, e identificar y proteger la arteria radial que seguramente se encuentra desplazada, o en caso de que esté ausente, localizar la arteria interósea que probablemente la sustituya para no lesionarla.

I.5.6.3.3. Monitorización de anastomosis vasculares.

Dado que el Duplex-Color es un método rápido y fácil de realizar y que no presenta las complicaciones de otras exploraciones invasivas, puede considerarse como un excelente método para monitorizar las posibles complicaciones de anastomosis macro y microvasculares tras revascularizaciones o transferencia de colgajos libres.

De esta forma se puede comprobar la permeabilidad de la sutura vascular, o bien detectar turbulencias, trombosis parciales o ausencia de flujo arterial o venoso en los vasos suturados. Estas exploraciones pueden repetirse cada cierto tiempo para confirmar la ausencia de complicaciones y, en caso de que surjan, detectarlas precozmente para iniciar algún tipo de tratamiento anticoagulante o indicar directamente la revisión quirúrgica. Lo ideal sería, no obstante, disponer de un sistema de monitorización continua, lo cual no está disponible actualmente con los instrumentos actuales.

Schmidt⁽²²⁵⁾ comprobó en un trabajo recientemente realizado mediante el empleo de Duplex-Color, cómo los ejes arteriales anastomosados en los reimplantes digitales, de tan sólo 1 mm. de diámetro de media, siguen permeables y constituyen la única fuente de aporte vascular tras 11 años de la intervención.

Del mismo modo, como ya hemos expuesto anteriormente, Dooley⁽²²⁴⁾ demostró con sus trabajos experimentales la superioridad del Duplex-Color sobre la Eco-Doppler convencional en demostrar las arterias ocluidas total o parcialmente tras su reparación quirúrgica.

I.5.6.3.4. Identificación de perforantes y pedículos vasculares.

Además de la monitorización postoperatoria, el Duplex-Color puede emplearse satisfactoriamente en la planificación preoperatoria de colgajos libres o pediculados para explorar, tanto los pedículos receptores como los del colgajo a transferir, así como la localización de perforantes cutáneas de colgajos fasciocutáneos o músculocutáneos.

En cualquier situación preoperatoria en la que pueda ser necesaria una arteriografía, el Duplex-Color puede proporcionar una información similar o incluso superior con un coste mucho más reducido y una morbilidad menor para el paciente.

En lo que respecta a las zonas donantes de colgajos libres, la longitud, localización y la calidad del flujo arterial y venoso del pedículo principal

pueden evaluarse preoperatoriamente. Así, por ejemplo, en caso de transferencias de dedo del pie a la mano, el Duplex-Color puede discernir entre dominancia plantar y dorsal de la primera arteria metatarsiana. De esta forma, además, puede descartarse la presencia de variantes anatómicas no previstas que pudiesen interferir en la viabilidad del colgajo.

En casos de traumatismos previos, también resulta conveniente valorar la permeabilidad de los pedículos, como ocurre en pacientes con traumas severos de la mano, en los que sea necesario comprobar el flujo invertido de la arteria radial para poder levantar el colgajo chino basado distalmente. Al mismo tiempo se puede comprobar la suficiencia de la arteria cubital y la eficacia de los arcos palmares.

Estudios similares han sido realizados por Dominici⁽²²⁶⁾ para valorar la longitud, diámetro y flujo de la arteria toracodorsal en pacientes mastectomizadas en las que iba a tomarse el músculo dorsal ancho con vistas a la reconstrucción mamaria, asegurando de este modo que el pedículo principal no había sido lesionado con la disección axilar.

En cuanto al estudio de los vasos receptores de transferencias libres de tejidos, el Duplex-Color ha demostrado también ser una herramienta muy útil en diferentes aspectos. Por una parte, permite valorar cuantitativamente la calidad del flujo de la arteria y de las venas, de forma que en casos de traumatismos recientes con enfermedad perivascolar, el edema puede reducir considerablemente el diámetro interno, haciendo aconsejable esperar varias semanas o bien realizar las anastomosis en segmentos más proximales del pedículo. Por otro lado, en pacientes de edad avanzada, se pueden visualizar placas de ateroma o trombosis venosas que contraindiquen los colgajos libres.

Por último, otro aspecto relevante en la planificación de colgajos es la comprobación y localización de perforantes, de especial importancia en ciertos tipos de colgajos, como sucede en la extremidad inferior con los colgajos fasciocutáneos⁽²²⁷⁾, lo cual permite aprovechar al máximo el arco de rotación al conocer la situación exacta de la o las perforantes de buena calidad que vayan a nutrir al colgajo.

De forma similar, la localización de las perforantes del colgajo músculo-cutáneo transversal del recto anterior (TRAM)⁽²²⁸⁾, permite conservar la mayor cantidad de músculo posible minimizando así la morbilidad de esta zona donante.

I.5.6.4. MEDICIÓN DEL DÉBITO SANGUÍNEO.

LA UTILIZACIÓN DEL DUPLEX.

La ultrasonografía en modo doppler nos permite conocer las velocidades del flujo sanguíneo. La superposición simultánea de la ecografía y el doppler, junto con la visualización de la línea de aplicación del haz de ultrasonidos del doppler con la correspondiente información de su ángulo de incidencia, nos permite resolver la ecuación fundamental del efecto doppler y poder calcular la velocidad del flujo (V):

$$V = \delta F C / 2 F \cos \theta$$

La determinación del débito sanguíneo precisa además el conocimiento de la superficie de sección del vaso en cuestión. Esta superficie puede calcularse directamente de la imagen ecotomográfica en un corte transversal, mediante un eje longitudinal que mide el diámetro, o mediante un calibrador geométrico circular que se superpone a los contornos del vaso. No obstante, las paredes del vaso están generalmente mal representadas en la imagen ecográfica, debido a que la incidencia tangencial del haz de ultrasonidos no permite el retorno de los ecos hacia la sonda, por lo que esta medida siempre se ve sometida a cierto margen de error⁽²²⁹⁾. Con la introducción del color al Eco-Doppler, estas medidas pueden realizarse con un mayor rigor.

En el mejor de los casos, suele bastar con la medida del diámetro antero-posterior, y considerar la sección del vaso como circular. La superficie de sección (A) es entonces calculada a partir del diámetro (D) de tal forma que:

$$A = \pi D^2 / 4$$

El flujo o débito sanguíneo (Q) puede entonces ser fácilmente calculado a partir de la siguiente fórmula a partir de la velocidad (V) y del área (A):

$$Q = V A 60$$

en donde Q es el flujo en ml / minuto,
V representa la velocidad media en cm / segundo, y
D equivale al diámetro expresado en cm.
Además, el factor multiplicador 60 es necesario para que el débito sea expresado en ml. / minuto, a la vez que la velocidad se mide en cm. / segundo.

Normalmente en los aparatos de última generación de Dúplex-Color adaptados para la exploración vascular periférica, la transcripción de la frecuencia doppler a velocidad circulatoria sanguínea tras la indicación del ángulo de incidencia por el explorador, es automática. Asimismo, muchos

aparatos permiten calcular de forma instantánea la velocidad promedio y el volumen del flujo.

LAS PRINCIPALES CAUSAS DE ERROR.

1. La medición del área de sección.

Si el cálculo del área se realiza a partir del diámetro, estamos cometiendo seguramente cierto error al suponer que se trata de un vaso de sección completamente circular. Por otra parte, si calculamos el área mediante un calibrador circular con la ayuda de un ratón o un joystick, resulta bastante difícil aproximarse con exactitud a los contornos del vaso, ya que este sistema no tiene una precisión perfecta⁽²²⁹⁾.

Todo ello se encuentra además limitado por la resolución axial del aparato que, como ya hemos apuntado, ha mejorado considerablemente al incorporar el efecto color.

En cualquier caso, cualquier error por pequeño que sea sobre el diámetro repercute enormemente en el cálculo del área, y en consecuencia del flujo, ya que al elevar al cuadrado el diámetro se incrementa geométricamente el error sobre la sección. De esta forma, un mismo error absoluto que sobre el diámetro tenga consecuencias importantes, incorporará errores no admisibles en cuanto al valor de la superficie de sección⁽²²⁹⁾.

Como cuanto menor sea el calibre del vaso, mayor será las posibilidades de error, resulta por lo tanto razonable no proceder a un cálculo del débito sanguíneo en vasos de pequeño calibre, especialmente si se trata de vasos profundos que precisan recurrir a una frecuencia baja de emisión de ultrasonidos para su localización, repercutiendo por lo tanto en una menor calidad de la resolución axial⁽²²⁹⁾.

2. La determinación del ángulo de incidencia.

El valor del ángulo de incidencia puede reflejarse sobre la imagen ecográfica. De hecho, tanto la línea de tiro del haz de ultrasonidos como la imagen del vaso están representados en la pantalla. El explorador puede además, con la ayuda de un ratón, desplazar el cursor para alinearlos con el eje del vaso, de modo que el ángulo entre la línea de tiro y el cursor se fijan automáticamente.

No obstante, esta medida del ángulo conlleva también cierta imprecisión, de forma que los errores pueden ser importantes dependiendo de ciertos factores, como que las paredes del vaso no sean totalmente paralelas, que el trayecto del vaso en esa región sea sinuoso, o que la imagen ecográfica esté modificada por artefactos.

Dado que el coseno de este ángulo es el que participa en la ecuación del cálculo de velocidad del efecto doppler, el error dependiente de la determinación de este ángulo tendrá consecuencias mucho más graves cuanto mayor sea el ángulo. Así por ejemplo, un error de 30° en el intervalo de incidencia de 0 a 30° no entrañaría más que un error en el cálculo del débito del 6%. Por el contrario, un error de 5° en el intervalo de 80 a 85° supondría un error del 100% en los cálculos del flujo.

Por lo tanto, es muy importante tener en cuenta seleccionar un ángulo con la menor incidencia posible para cálculos volumétricos del débito sanguíneo, de forma que sean siempre inferior a 70°. De hecho, muchos aparatos sistemáticamente no realizan la conversión de frecuencia a velocidad cuando este ángulo es superior a 70°.

Cuando para obtener una buena medida de la velocidad, un ángulo pequeño no permita obtener una buena imagen ecográfica del vaso, es totalmente lícito medir el diámetro del vaso en una incidencia diferente a la de la medida de la velocidad y calcular posteriormente el volumen.

3. La determinación de la velocidad media.

Si el aparato dispone de un programa adecuado, resulta automático el cálculo de la media temporal de las medias espaciales instantáneas. Al examinar una arteria, esta media debe efectuarse sobre un ciclo cardiaco completo. En cualquier caso, el resultado más preciso será el obtenido a partir de una muestra lo más grande posible.

No obstante, la media espacial de las velocidades sanguíneas no es totalmente representativa a no ser que el vaso haya sido incluido en su totalidad en el volumen de medida del doppler, es decir, a no ser que haya sido completa y uniformemente insonorizado por el haz de ultrasonidos. De lo contrario, el registro sólo se habrá realizado parcialmente en una porción del vaso, y esta insonorización parcial introduce un riesgo de error importante en el cálculo del débito sanguíneo: si sólo se han registrado las velocidades más elevadas de la porción interna del eje del vaso, habrá una sobreestimación considerable de la velocidad media; si por el contrario el haz de ultrasonidos sólo ha incidido parcialmente en la porción externa al eje del vaso, el cálculo de la velocidad media será subestimado al registrar únicamente las velocidades más lentas en la proximidad de la pared vascular⁽²²⁹⁾.

Como la geometría relativa entre la sección del vaso y el fascículo de ultrasonidos no pueden ser conocidas de antemano, y en ocasiones el área de las arterias no es completamente circular, es difícil predecir la tasa de sobre o subestimación en el cálculo de la velocidad media.

Con la introducción del color al Eco-Doppler estas medidas pueden ser calculadas con una mayor exactitud, ya que la definición de los contornos del vaso en una posición geométrica determinada es mucho mayor. De hecho muchos aparatos de las últimas generaciones de Eco-Doppler Color incorporan un software aplicado a los cálculos volumétricos, de modo que proporcionan información adicional sobre los márgenes de error y maniobras para minimizarlos en las diferentes tomas de las medidas.

MATERIAL Y MÉTODOS

II. MATERIAL Y MÉTODOS.

II.1. POBLACIÓN: PACIENTES ESTUDIADOS.

Describiremos en este apartado la población de pacientes estudiados tanto en la parte prospectiva como en la retrospectiva del trabajo, indicando los criterios de inclusión y exclusión, el protocolo aplicado sobre el que se tomaron los datos, así como la forma de recogida de los mismos, dejando para el apartado siguiente de métodos, los detalles técnicos y la descripción de los diferentes instrumentos de las exploraciones específicas.

Todos los pacientes incluidos en ambos estudios fueron intervenidos y tratados en los Servicios de Cirugía Plástica y Cirugía Maxilofacial del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla, a excepción de un paciente del estudio prospectivo (paciente nº 2/FSG) remitido para el estudio y tratado por el Dr. Sicilia, del Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Puerta del Mar de Cádiz.

II.1.1. ESTUDIO PROSPECTIVO.

VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS EN EL PATRÓN VASCULAR DE LA MANO TRAS LA DISECCIÓN DEL COLGAJO RADIAL.

Como ya hemos visto en la introducción, éste es el objetivo principal de esta tesis doctoral. Los pacientes estudiados de forma prospectiva corresponden a todos aquéllos a los que se les practicó un colgajo radial libre o pediculado de forma electiva, durante el periodo comprendido entre Noviembre de 1994 y Diciembre de 1995.

II.1.1.1. Criterios de inclusión y exclusión.

Fueron incluidos en este estudio todos los pacientes de cualquier edad y sexo, a los que de forma programada se les fuera a realizar un colgajo radial, tanto en su forma libre como pediculada.

También se incluyeron en el estudio aquéllos enfermos que precisaron utilizar el eje vascular radial como pedículo receptor para cualquier reconstrucción sobre la extremidad superior. Tal fue el caso del paciente nº 3/R, en el que se utilizó la arteria radial basada proximalmente como vaso receptor de un colgajo libre del músculo dorsal ancho para cobertura de codo y

brazo. Se trata en realidad del mismo efecto que produciría un colgajo radial con pedículo proximal.

Quedaron excluidos de este estudio, aquéllos enfermos que hubieran sufrido traumatismos, laceraciones o intervenciones previas sobre el antebrazo donante que hicieran sospechar acerca de lesiones sobre sus ejes arteriales principales (arterias cubital y radial) o secundarios (arterias interósea anterior y posterior).

También se excluyeron aquéllos pacientes con antecedentes de enfermedades cardiorespiratorias graves, ya que por ejemplo, cualquier proceso anémico o patología respiratoria que repercutiera sobre el intercambio gaseoso afectaría al gasto cardiaco, lo cual afecta directamente al flujo de las arterias periféricas del organismo, de modo que nos situaría fuera de las condiciones basales necesarias para el cálculo de los índices volumétricos.

Además, cualquier antebrazo con test de Allen positivo o cualquier otra contraindicación para levantar el colgajo radial fueron motivos de exclusión del estudio, como ocurrió con una paciente del Servicio de Cirugía Maxilofacial con ausencia congénita de la arteria radial en ambos antebrazos.

II.1.1.2. Protocolo de recogida de datos.

Se elaboró un protocolo de recogida de datos para cada paciente, dividido en tres apartados y cuya copia se incluye en las páginas siguientes (Tablas I, II y III):

- Hoja 1: Datos de la historia clínica.

Aquí se recogen los datos de filiación del paciente, antecedentes clínicos importantes, datos acerca del problema que va a ser reconstruido con el colgajo radial, tipo de colgajo y de intervención realizada, incidencia de complicaciones, necesidad de reintervenciones y otras incidencias de la evolución.

- Hoja 2: Exploración vascular.

Se trata de recoger datos acerca de los diferentes ejes arteriales del antebrazo utilizando el Doppler continuo y el test de Allen, para determinar, entre otros aspectos, la permeabilidad de las arterias y su contribución o no en la vascularización de la mano.

- Hoja 3: Exploración con el Eco-Doppler Color.

Es la exploración realmente importante para el objetivo principal del estudio. En esta hoja se presentan las tablas para la recogida de datos acerca de la velocidad media, el diámetro, el área y el flujo de los diferentes ejes arteriales antes y después de la intervención.



ESTUDIO PROSPECTIVO

HOJA 1: DATOS DE LA HISTORIA CLÍNICA.

Nº:

fecha:

nombre	
apellidos	
edad	
sexo	
servicio	
nº historia	
cirujano	
dirección	
ciudad	
teléfono	
otro contacto	

antecedentes	
diagnóstico localización	
tratamientos e intervenciones previas	1) 2) 3)
intervención	1) colgajo radial <input type="checkbox"/> libre, <input type="checkbox"/> pediculado directo, <input type="checkbox"/> pediculado invertido, <input type="checkbox"/> fasciocutáneo, <input type="checkbox"/> fascial/fasciosubcutáneo <input type="checkbox"/> osteocutáneo, <input type="checkbox"/> nervio, <input type="checkbox"/> tendón tamaño: _____ x _____ cm. <input type="checkbox"/> dcho., <input type="checkbox"/> izqdo., <input type="checkbox"/> dominante, <input type="checkbox"/> no domin. cierre: <input type="checkbox"/> directo, <input type="checkbox"/> injerto, <input type="checkbox"/> expansión 2) 3)
fecha operación	
duración op.	
complicaciones	
reintervención	
tiempo hosp.	
incidencias en la evolución y op. posteriores	

TABLA I. Hoja 1 del estudio prospectivo: datos de la historia clínica.

ESTUDIO PROSPECTIVO

HOJA 2: EXPLORACIÓN VASCULAR.

Nº:

Nombre y apellidos / Nº Hta.: _____

<u>Mano control (preoperatorio):</u>		fecha: ___/___/___
A) Test de Allen		
a) puño ➡ cubital + radial presionada ➡ mano abierta:	<input type="checkbox"/> relleno en ___ sg.	<input type="checkbox"/> no relleno (>10 sg.)
b) puño ➡ cubital + radial presionada ➡ mano abierta ➡ cubital libre:	<input type="checkbox"/> relleno en ___ sg.	
c) puño ➡ cubital + radial presionada ➡ mano abierta ➡ radial libre:	<input type="checkbox"/> relleno en ___ sg.	
B) Doppler		
A. Cubital	0 / 1 / 2 / 3 / 4	
A. Radial	0 / 1 / 2 / 3 / 4	
A. Interósea Ant.	0 / 1 / 2 / 3 / 4 / Volar / Dorsal	
A. Interósea Post.	0 / 1 / 2 / 3 / 4	

<u>Mano operada (postoperatorio):</u>		fecha: ___/___/___
A) Test de Allen		
a) puño ➡ cubital presionada ➡ mano abierta:	<input type="checkbox"/> relleno en ___ sg.	<input type="checkbox"/> no relleno (>10 sg.)
b) puño ➡ cubital presionada ➡ mano abierta ➡ cubital libre:	<input type="checkbox"/> relleno en ___ sg.	
B) Doppler		
A. Cubital	0 / 1 / 2 / 3 / 4	
A. Interósea Ant.	0 / 1 / 2 / 3 / 4 / Volar / Dorsal	
A. Interósea Post.	0 / 1 / 2 / 3 / 4	

TABLA II. Hoja 2 del estudio prospectivo: exploración vascular.

ESTUDIO PROSPECTIVO.
HOJA 3: ECO-DOPPLER COLOR.

Nº:

Nombre y apellidos / Nº Hta.: _____

Fecha: ___/___/___

preoperatorio	velocidad promedio cm/sg	diámetro mm	sección mm ²	volumen ml/min
humeral				
radial				
cubital				
interósea anterior				
interósea posterior <input type="checkbox"/> flujo anterógrado <input type="checkbox"/> flujo retrógrado				

Fecha: ___/___/___

postoperatorio	velocidad promedio cm/sg	diámetro mm	sección mm ²	volumen ml/min
humeral				
cubital				
interósea anterior				
interósea posterior <input type="checkbox"/> flujo anterógrado <input type="checkbox"/> flujo retrógrado				

TABLA III. Hoja 3 del estudio prospectivo: Exploración vascular mediante el Eco-Doppler Color.

II.1.1.3. Método de la recogida de datos.

CRONOLOGÍA.

Todos los datos se tomaron en dos citas concertadas con los pacientes. La primera se programaba una vez ingresado el enfermo, y en ella se tomaba nota de los datos de la historia clínica (Tabla I), y se realizaba la parte correspondiente al examen preoperatorio tanto de la exploración vascular (Tabla II: test de Allen y Doppler continuo), como del estudio con el Eco-Doppler Color (Tabla III).

Una segunda cita se concertaba telefónicamente con el paciente no antes de los dos meses tras la intervención, haciéndola coincidir normalmente con alguna revisión postoperatoria. En este momento se completaban los datos de la historia clínica referentes a incidencias en la evolución y se realizaba la exploración vascular (test de Allen y Doppler continuo) y el estudio del Eco-Doppler Color postoperatorios.

MÉTODO.

Los **datos de la historia clínica** se anotaban directamente sobre el protocolo correspondiente, recogiendo en primer lugar los datos de filiación del paciente.

Especial interés se tuvo a la hora de recoger los antecedentes clínicos del paciente por varias razones: por una parte, había que descartar cualquier enfermedad o condición de base que aparte de que pudiera contraindicar el procedimiento microquirúrgico, pudiese interferir con los índices volumétricos registrados en el Eco-Doppler Color como ya hemos apuntado en los criterios de exclusión, al igual que con los antecedentes traumáticos sobre el antebrazo y la mano. Por otro lado, ciertos antecedentes como tabaquismo, hipertensión, diabetes o alteraciones en la coagulación, pueden incrementar el riesgo de complicaciones microquirúrgicas y hacer fracasar el resultado de la intervención.

El resto de datos acerca del tipo de intervención, complicaciones e incidencias postoperatorias se completaban en la segunda cita, y ya con todos los datos recogidos, éstos se archivaban informáticamente en una base de datos creada con el programa Works V2.0 para Windows^(*).

Los datos referentes a la **exploración vascular** se tomaban como hemos dicho en dos tiempos, pre y postoperatoriamente. En ambos casos, lo primero que se hacía era localizar con el Doppler continuo el flujo de las arterias radial y cubital, aproximadamente a unos

1.5 cm. proximal al pliegue de flexión de la muñeca, marcando con un punto su situación a este nivel.

Seguidamente se localizaba también con Doppler la arteria interósea posterior en la cara dorsal del antebrazo, lateralmente al borde externo del cúbito y a unos 2 cm. por encima de la estiloides cubital, marcando igualmente este punto. Por último, se trataba de localizar la señal de la arteria interósea anterior: primero se intentaba encontrar su rama posterior, que es la verdadera terminación distal de esta arteria, sobre la cara posterior del antebrazo, a aproximadamente 1 cm. proximal a la estiloides cubital, en el septum entre el extensor largo y el extensor corto del pulgar; si no se apreciaba señal alguna, se intentaba localizar su rama distal anterior, a la altura de la estiloides radial sobre la cara anterior de la muñeca, y medialmente al tendón del palmar mayor, marcando el punto en el que más claramente se escuchase, y señalando en la hoja el registro *volar/dorsal* correspondiente.

Una vez marcados los puntos correspondientes a las cuatro arterias, se realizaba el test de Allen. En la exploración preoperatoria, antes de medir el tiempo de relleno capilar digital de las arteria radial y cubital, se comprobaba si existía algún otro eje principal que aportase vascularización a la mano manteniendo ambas arterias presionadas, hasta dejar transcurrir al menos 10 segundos sin relleno capilar. En la exploración postoperatoria, al ya no existir arteria radial, sólo podía medirse el tiempo de relleno de la arteria cubital, y comprobar si existía éste a partir de los ejes vasculares secundarios a pesar de mantener la cubital presionada.

La exploración con el Doppler continuo de cada una de estas arterias señaladas en los puntos correspondientes, se valoraba según una escala funcional muy útil empleada por Bellan⁽²³⁰⁾ en su estudio realizado para valorar 48 arterias reparadas a nivel de la muñeca. Esta clasificación dinámica puntúa de 0 a 4 cada arteria en función de:

- su propia señal,
- de las variaciones de su señal al comprimir o liberar los otros ejes arteriales alrededor de la muñeca,
- de la señal de las arterias digitales cuando la arteria en cuestión se mantiene libre y se presionan el resto de ejes vasculares.

La clasificación empleada fue la siguiente:

0 Arteria no detectable con el Doppler.

1 Arteria presente, detectable con Doppler, pero no contributiva al flujo de la mano. Cuando se presionan el resto de las arterias,

su señal no cambia, y la señal de los flujos distales de los dedos queda completamente abolida durante esta maniobra.

2 Arteria presente, no contributiva al flujo de la mano pero potencialmente disponible. Su señal se ve amplificada ligeramente cuando se comprimen el resto de ejes vasculares existentes, aunque los flujos distales digitales siguen abolidos mientras tanto.

3 Arteria presente, contributiva parcialmente a la vascularización de la mano. La señal Doppler de la arteria se ve claramente amplificada cuando se comprimen el resto de los ejes principales, y la señal de los flujos digitales no queda abolida totalmente. La compresión de esta arteria puede disminuir la señal distal de los dedos del mismo lado de la mano.

4 Arteria presente, totalmente contributiva en la vascularización de la mano. Su señal no se altera o aumenta ligeramente cuando se presionan el resto de los ejes, sin disminución de los flujos distales de todos los dedos de la mano. Su compresión llega a abolir los flujos digitales si no existe otro eje tipo 4, o aún existiendo, puede disminuir en intensidad la señal de los dedos del mismo lado de la mano.

Todos estos datos se registraban en la Hoja 2, apuntando el tiempo de relleno de los tests de Allen, y marcando el correspondiente grado de señal de Doppler de cada arteria.

Finalmente, los registros correspondientes a la exploración realizada con el **Eco-Doppler Color** fueron realizados, tanto pre como postoperatoriamente, con el mismo aparato y por un único explorador, el Dr. Talegón del Servicio de Radiología del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla, con lo que eliminamos el posible sesgo atribuible a varios instrumentos o exploradores.

Como ya hemos visto en la cronología, esta exploración se realizó pre y postoperatoriamente en condiciones basales, tras la toma de datos de la historia y la exploración vascular previamente comentada, previa cita con el Servicio de Radiología, ya que hasta Octubre de 1995 sólo se disponía de un Dúplex-Color en el Hospital.

Utilizando una sonda de 7.5 Mz., se tomaron tres medidas de los siguientes parámetros:

- curva de velocidad de flujos,
- diámetro y
- área del vaso.

Estas medidas se llevaron a cabo en cada una de las arterias principales (radial y cubital) y secundarias (interósea anterior y

posterior) en los puntos marcados previamente durante la exploración vascular con Doppler continuo. Asimismo se indicaba el sentido del flujo de la arteria interósea posterior, que no tiene por qué ser siempre anterógrado, como veremos en los resultados y como analizaremos en la discusión. Además, se registraba también las mismas medidas correspondientes a la arteria humeral a unos cinco cm. proximal a la epitroclea. La diferencia entre el examen pre y postoperatorio fue, lógicamente, la ausencia de las medidas sobre la arteria radial en éste último.

Todas las medidas fueron registradas por el aparato y codificadas en placas de ecografía convencional. Posteriormente se calculó la media de las tres medidas de cada parámetro y se determinó el flujo o débito sanguíneo, como explicaremos en el apartado correspondiente al método.

Todos estos datos se anotaron en la Hoja 3 del protocolo (Tabla III), junto con el sumatorio de los volúmenes de sangre de las diferentes arterias y su porcentaje relativo respecto al total. Posteriormente se procesaron informáticamente en una base de datos creada con el programa DBase IV para DOS^(*).

II.1.2. ESTUDIO RETROSPECTIVO.

A) VALORACIÓN DE LA MORBILIDAD, Y

B) VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA RECONSTRUCCIÓN.

En esta parte del trabajo se desarrollan la mayoría de los objetivos secundarios de esta tesis, como son la valoración de la morbilidad y de los resultados de la reconstrucción del colgajo radial, junto con la valoración de la exploración vascular de la mano mediante el empleo del test de Allen y el doppler continuo.

II.1.2.1. Criterios de inclusión y exclusión.

Fueron incluidos en esta parte del estudio todos aquéllos pacientes tratados en los Servicios de Cirugía Plástica y Cirugía Maxilofacial del Hospital Universitario Virgen del Rocío a los que se les hubiese realizado un colgajo radial en sus diferentes modalidades: libre o pediculado, de flujo directo o retrógrado, fasciocutáneo, osteocutáneo, fasciosubcutáneo o cualquiera de sus variantes.

Dado que se trata de un estudio retrospectivo para valorar fundamentalmente secuelas y resultados con el colgajo chino, inicialmente ningún paciente de los citados sería excluido, excepto en las siguientes circunstancias:

- 1) que posteriormente a la intervención, hubiera sufrido algún traumatismo o intervención sobre el antebrazo donante que perturbase el estudio de las secuelas,
- 2) que tras la reconstrucción en casos de cirugía oncológica, una recidiva hubiese interferido sobre los resultados, o incluso hubiera hecho necesaria una nueva extirpación incluyendo el colgajo radial empleado en la reconstrucción,
- 3) que hubiesen transcurrido menos de cuatro meses tras la intervención correspondiente a la toma del colgajo radial, periodo de tiempo tras el que pueden considerarse como definitivos tanto los resultados como las secuelas.

Además, en el apartado correspondiente a la exploración vascular mediante el empleo del test de Allen y doppler continuo, dado que el brazo contralateral al donante del colgajo chino fue utilizado como control en esta exploración, se excluyeron de esta parte del trabajo aquéllos pacientes cuyos antebrazos contralaterales hubiesen sufrido traumatismos, laceraciones o intervenciones previas que hicieran sospechar lesiones de sus ejes arteriales principales (arterias radial y cubital) o secundarios (arterias interósea anterior y posterior).

II.1.2.2. Protocolo de recogida de datos.

Igualmente que en el estudio prospectivo, se elaboró un protocolo de recogida de datos para cada paciente, dividido en cuatro apartados y cuya copia se incluye en las últimas páginas de este apartado del Material y Métodos (Tablas IV, V, VI y VII).

- Hoja 1: Datos de la historia clínica.

Se trata exactamente del mismo protocolo que el utilizado en el estudio prospectivo. Se tomaron nota de los datos de filiación, antecedentes médico-quirúrgicos, diagnóstico o problema a reconstruir, tipo de colgajo radial empleado, incidencia de complicaciones, necesidad de reintervenciones posteriores y otras incidencias en la evolución.

- Hoja 2: Valoración subjetiva del paciente.

Consiste en una entrevista breve y concreta acerca de las posibles secuelas de la zona donante del colgajo y de la satisfacción del enfermo respecto a la reconstrucción realizada.

- Hoja 3: Exploración zona receptora y zona donante.

En este apartado se exploraron por parte del autor ambas zonas operatorias para valorar la calidad de la reconstrucción y las secuelas sensitivas, motoras y cosméticas de la zona donante.

- Hoja 4: Exploración vascular.

Se trata de la misma exploración de la realizada en la Hoja 2 del estudio prospectivo, pero utilizando el brazo contralateral al donante del colgajo como control. Se empleó el test de Allen y el Doppler continuo para determinar entre otros aspectos la permeabilidad de las arterias y su contribución en la vascularización de la mano.

II.1.2.3. Método de la recogida de datos.

CRONOLOGÍA.

Todos los datos del estudio retrospectivo se recogieron en dos tiempos. En un primer tiempo se recogieron los datos de la historia clínica reflejados en la Hoja 1 del protocolo; estos datos fueron tomados directamente de la revisión de las historias clínicas del archivo del Hospital Virgen del Rocío.

Posteriormente se concertó telefónicamente una cita con cada paciente, en el transcurso de la cual se realizó la entrevista de la Hoja 2 del protocolo, y se recogieron los datos correspondientes a las exploraciones de las Hojas 3 y 4 del mismo.

MÉTODO.

Los **datos de la historia clínica** se recogieron de las correspondientes historias solicitadas al archivo del Hospital (Tabla IV). Previamente, la lista de pacientes incluidos en esta parte del estudio se obtuvo a partir de los registros de quirófano de los Servicios de Cirugía Plástica y Cirugía Maxilofacial, junto con los registros correspondientes a las bases de datos de colgajos libres del Dr. Gómez Cía.

Parte de estos datos fueron, no obstante, comprobados, corregidos y ampliados en el segundo tiempo de recogida de datos cuando se citaron a los pacientes para su exploración.

Todos estos datos se almacenaron posteriormente en una base de datos similar a la del estudio prospectivo, pero creada separadamente en otro archivo de Works V2.0 para Windows.

La **valoración subjetiva del paciente** tanto de las posibles secuelas de la zona donante del colgajo radial, como de los resultados de la reconstrucción, se valoró mediante la realización de una entrevista dirigida simple y concreta, según el modelo de la Hoja 2 del protocolo (Tabla V). En ella se reflejan posibles molestias y complicaciones sobre el antebrazo donante en cuanto a motricidad, sensibilidad y estética, y el grado de satisfacción por parte del paciente con el resultado global de la reconstrucción.

Seguidamente se registraban los datos correspondientes a la **exploración de las zonas donante y receptora** del colgajo radial (Tabla VI). La zona receptora ha sido valorada de forma cualitativa en cuanto a la calidad de la cobertura proporcionada por el colgajo radial, la estabilidad ósea y su funcionalidad en caso de que se aportara hueso con el colgajo, el aspecto estético de la reconstrucción, y el resultado global de la misma. En estos casos se utilizó una escala sencilla clasificando en tres grados los diferentes aspectos de la reconstrucción (bueno, regular o malo). Asimismo se valoró de forma cuantitativa la sensibilidad de la paleta cutánea del colgajo, midiendo la discriminación entre dos puntos, del modo que detallaremos más adelante en el apartado de los métodos empleados.

En la exploración de la zona donante del colgajo se valoró de forma cuantitativa la fuerza de prensión de la mano, los grados de movimientos de la muñeca (flexo-extensión, prono-supinación y desviación lateral), la discriminación sensitiva entre dos puntos de la primera comisura (para descartar lesión del nervio radial) y del injerto aplicado sobre el defecto. Además se valoró de forma cualitativa la posible provocación de tincl sobre el nervio radial, o sobre ramas distales del nervio musculocutáneo, y el defecto cosmético secundario.

Todos estos datos quedaron registrados en la Hoja 3 del protocolo correspondiente, almacenando de modo informático en un archivo de DBase IV para DOS, únicamente los registros de las medidas de fuerza de la mano y de la discriminación sensitiva, pruebas en las que se utilizó la extremidad contralateral como control, siempre y cuando ésta no hubiera sufrido ninguna lesión o cirugía que la excluyera del estudio.

Por último, los datos referentes a la **exploración vascular** se tomaron explorando el antebrazo donante y el contralateral que se utilizó como control (Tabla VII). En ambas extremidades, la exploración se iniciaba marcando con un punto de referencia las diferentes arterias a nivel de la muñeca, exactamente igual que hemos descrito en la parte de la exploración vascular del estudio prospectivo.

Posteriormente se realizaba la exploración mediante el test de Allen y el empleo de Doppler continuo en las dos manos. Las diferentes medidas se tomaban de la misma forma que en el estudio prospectivo, utilizando también la misma clasificación que hemos descrito previamente. De la misma manera, todos los datos se apuntaban en la Hoja 4, midiendo el tiempo de relleno capilar de los tests de Allen, y marcando el correspondiente grado de la señal del Doppler en cada arteria.

ESTUDIO RETROSPECTIVO

HOJA 1: DATOS DE LA HISTORIA CLÍNICA.

Nº:

fecha:

nombre	
apellidos	
edad	
sexo	
servicio	
nº historia	
cirujano	
dirección	
ciudad	
teléfono	
otro contacto	

antecedentes	
diagnóstico localización	
tratamientos e intervenciones previas	1) 2) 3)
intervención	1) colgajo radial <input type="checkbox"/> libre, <input type="checkbox"/> pediculado directo, <input type="checkbox"/> pediculado invertido, <input type="checkbox"/> fasciocutáneo, <input type="checkbox"/> fascial/fasciosubcutáneo <input type="checkbox"/> osteocutáneo, <input type="checkbox"/> nervio, <input type="checkbox"/> tendón tamaño: _____ x _____ cm. <input type="checkbox"/> dcho., <input type="checkbox"/> izqdo., <input type="checkbox"/> dominante, <input type="checkbox"/> no domin. cierre: <input type="checkbox"/> directo, <input type="checkbox"/> injerto, <input type="checkbox"/> expansión 2) 3)
fecha operación	
duración op.	
complicaciones	
reintervención	
tiempo hosp.	
incidencias en la evolución y op. posteriores	

TABLA IV. Hoja 1 del estudio retrospectivo: datos de la historia clínica.

ESTUDIO RETROSPECTIVO

HOJA 2: VALORACIÓN SUBJETIVA DEL PACIENTE. N° _____ Fecha:

Nombre y apellidos / N° Hta.: _____

Valoración zona donante

MOTRICIDAD.

1. ¿ Cree vd. que ha perdido fuerza en su mano tras la intervención ?

en absoluto , algo, un poco , bastante.

SENSIBILIDAD.

1. ¿ Ha notado vd. sensaciones anormales en su antebrazo o mano ?

NO, ninguna,

hormigueos: _____

dolores: _____

zonas insensibles: _____

calambres (tinel): _____

2. ¿ El agua fría provoca una sensación dolorosa en su mano operada en relación con la otra ?

NO, algo, un poco, si, bastante, seguro.

ESTÉTICA.

1. ¿ Le preocupa el aspecto de la cicatriz que ha quedado en su antebrazo ?

NO, en absoluto, algo, un poco, mucho.

Satisfacción resultado reconstrucción.

1. En general, considerando toda su enfermedad en conjunto, ¿ está vd. contento con los resultados de la reconstrucción que le hemos hecho ?

SI, estoy satisfecho Parcialmente/regular NO, en absoluto

2. ¿ Qué ha sido para vd. lo peor de todo de su enfermedad/problema desde su ingreso?

TABLA V. Hoja 2 del estudio retrospectivo: valoración subjetiva del paciente.

ESTUDIO RETROSPECTIVO

HOJA 3: EXPLORACIÓN ZONAS RECEPTORA Y DONANTE. N° ____ Fecha:

Nombre y apellidos / N° Hta.: _____

Valoración zona receptora.

1. COBERTURA. adecuada, deficiente, redundante.
2. SENSIBILIDAD. tacto grosero si no
discriminación entre dos puntos = ____ mm.
3. ESTABILIDAD OSEA. buena, regular, mala
4. ESTÉTICA. buena, regular, mala
- 5 RESULTADO GLOBAL bueno, regular, malo

Valoración zona donante.

1. MOTRICIDAD. Dinamómetro. Mano donante = _____, control = _____
2. SENSIBILIDAD. Discriminación entre dos puntos
1ª comisura = ____ mm, control = ____ mm

Tacto grosero zona injertada si no ,

Discriminación entre dos puntos
zona injertada = ____ mm, control = ____ mm

Provocación tinel: no, radial, otros: _____
3. MOVILIDAD MUÑECA. Pronosup.: ____ °, Flexoext.: ____ °, Desv. lat.: ____ °
4. ESTÉTICA. satisfactorio, aceptable, regular, malo

TABLA VI. Hoja 3 del estudio retrospectivo: exploración zonas donante y receptora.

ESTUDIO RETROSPECTIVO

HOJA 4: EXPLORACIÓN VASCULAR.

Nº _____

Fecha: ___/___/___

Nombre y apellidos / N° Hta.: _____

Mano control:

A) Test de Allen

a) puño ➡ cubital + radial presionada ➡ mano abierta: relleno en ____ sg.
 no relleno (>10 sg.)

b) puño ➡ cubital + radial presionada ➡ mano abierta ➡ cubital libre:
 relleno en ____ sg.

c) puño ➡ cubital + radial presionada ➡ mano abierta ➡ radial libre:
 relleno en ____ sg.

B) Doppler

A. Cubital	0 / 1 / 2 / 3 / 4
A. Radial	0 / 1 / 2 / 3 / 4
A. Interósea Ant.	0 / 1 / 2 / 3 / 4 / Volar / Dorsal
A. Interósea Post.	0 / 1 / 2 / 3 / 4

Mano donante colgajo radial:

A) Test de Allen

a) puño ➡ cubital presionada ➡ mano abierta: relleno en ____ sg.
 no relleno (>10 sg.)

b) puño ➡ cubital presionada ➡ mano abierta ➡ cubital libre:
 relleno en ____ sg.

B) Doppler

A. Cubital	0 / 1 / 2 / 3 / 4
A. Interósea Ant.	0 / 1 / 2 / 3 / 4 / Volar / Dorsal
A. Interósea Post.	0 / 1 / 2 / 3 / 4

TABLA VII. Hoja 4 del estudio retrospectivo: exploración vascular.

II.2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LOS DATOS.

II.2.1. ECO-DOPPLER COLOR.

El instrumento de Eco-Doppler color empleado en este estudio corresponde al modelo P-700 fabricado por Philips Medical Systems.

Este modelo constituye un versátil y fiable aparato de ultrasonidos que proporciona una imagen ecotomográfica de alta calidad, recogida a través de un canal de 128 líneas de imagen y procesada mediante un ordenador interno. La alta resolución de contraste de la imagen temporal, se debe a una escala de 256 grados de grises comprendidos entre el blanco y el negro, codificados digitalmente para permitir una óptima diferenciación de tejidos.

El aparato incorpora una amplia gama de sondas electrónicas para la emisión de ultrasonidos, desde 3.5 hasta 7.5 MHz de frecuencia. En todas las mediciones de este estudio se ha empleado la sonda de 7.5 MHz, que resulta la más apropiada para analizar el efecto del doppler y medir el diámetro y sección de vasos relativamente superficiales como los del antebrazo.

Junto con los datos de la ecografía, el aparato incorpora diferentes opciones para aplicaciones en la exploración de prácticamente todos los sistemas y aparatos. Entre ellas destacan:

- La aplicación simultánea de doppler pulsado.
- La incorporación del efecto color sobre el examen doppler de los vasos sanguíneos, patentado por Philips como CVI (Color Velocity Imaging).
- El efecto 'Cine Review', que permite avanzar temporalmente de forma secuencial sobre imágenes almacenadas previamente en tiempo real, en fracciones distintas en función del tipo de sonda:
 - 350 fracciones de imagen en 7 segundos almacenados, o hasta
 - 1500 fracciones de un total de 30 segundos grabados.
- Cuantificación de parámetros derivados del Doppler:
 - velocidad pico,
 - velocidad sistólica y diastólica,
 - área y diámetro,
 - índice de pulsatilidad,
 - índice de resistencia,
 - porcentaje de estenosis.

- Una gran variedad de instrumentos de almacenamiento de datos, que incluye un disco duro de 80 MBytes que permitiría almacenar datos de hasta 12000 pacientes.
- Diferentes sistemas de copia y reproducción de las imágenes, como la difusión mediante impresora y vídeo, aparte de la grabación en placas de ecografía convencionales.

II.2.2. DOPPLER CONTINUO.

La exploración vascular realizada con doppler continuo, tanto en la parte prospectiva como en la retrospectiva de este estudio, se realizó utilizando la sonda de 9.5 Mz. del modelo 810 del Doppler Flowmeter fabricado por Parks Electronics Lab.

II.2.3. DINAMÓMETRO.

Para el examen de la fuerza de la mano se empleó un dinamómetro calibrado Jamar, con la abertura de puño en su posición intermedia.

En todos los pacientes la evaluación de la fuerza se realizó con el brazo en posición estándar tal y como recomienda la Sociedad Americana de Fisioterapeutas de Mano⁽²³¹⁾: el hombro adducido y rotado en posición neutra, el codo flexionado 90° y el antebrazo en prono-supinación neutra.

II.2.4. DISCRIMINACIÓN SENSITIVA ENTRE DOS PUNTOS.

La valoración sensitiva realizada en la parte retrospectiva de este trabajo, fue efectuada mediante la presión cutánea de los dos extremos metálicos de una pinza de trabajo cuya apertura calibrábamos de forma manual a intervalos de 0.5 cm., con un rango entre 1.5 y 7.5 cm.

II.3. ESTUDIO ANATÓMICO EN CADÁVERES FRESCOS.

Un total de cinco disecciones en otros tantos antebrazos de cadáveres frescos, fueron realizadas por el autor de esta tesis entre Julio y Agosto de 1995 en el laboratorio de Anatomía de la Universidad II de Burdeos, bajo la dirección del Profesor Martin y del Dr. Backach.

Todos los antebrazos habían sido tratados previamente mediante la inyección de látex coloreado en la arteria braquial previo lavado con suero fisiológico y acetona.

Las disecciones se realizaron sistemáticamente en el antebrazo, muñeca y mano, siguiendo el trayecto de la arteria interósea anterior y sus ramas distales en busca de anastomosis directas con las arterias radial, cubital o los arcos palmares profundos. Todos los exámenes se realizaron macroscópicamente sin emplear instrumentos de magnificación.

II.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Inicialmente se calculó el tamaño de la muestra necesaria utilizando el método propuesto por Guenther⁽²³²⁾ para estudios en los que se comparan medias de dos muestras apareadas, considerando un error alfa del 5%, una potencia del 90% y una diferencia de 0.65 DE.

La significación estadística de la diferencia de medias de las variables continuas de las poblaciones apareadas, se ha medido utilizando el test de Wilcoxon como prueba no paramétrica, ya que no requiere hacer hipótesis sobre la distribución de la variable.

Asimismo, se han construido intervalos de confianza para los cambios que se producen en los valores medios tras la realización del experimento en el estudio prospectivo (disección del colgajo radial), calculando una seguridad del 95%.

Todos estos cálculos se han realizado con la ayuda del programa STATISTICA 5.0 para Windows(*), y han sido desarrollados por el Profesor D. Agustín Mayo del Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid.

RESULTADOS

III. RESULTADOS.

III.1. ESTUDIO PROSPECTIVO: CAMBIOS EN EL PATRÓN VASCULAR DE LA MANO TRAS LA DISECCIÓN DEL COLGAJO RADIAL.

En esta primera parte expondremos los resultados del estudio prospectivo desarrollado para cumplir el objetivo fundamental de este trabajo. En primer lugar describiremos las características de la población y los diferentes datos de la historia clínica registrados en la Hoja 1 del protocolo. Posteriormente, mostraremos los datos resultantes de la exploración mediante el Dúplex-Color (Hoja 3) y de la exploración vascular utilizando el test de Allen y el Doppler continuo (Hoja 2).

Por último, mostraremos los datos recogidos en cuanto a otras aplicaciones del Eco-Doppler Color en Cirugía Plástica, que era el último de los objetivos secundarios enumerados en el índice de esta tesis.

III.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.

Número de pacientes, edad y sexo.

Un total de 11 pacientes intervenidos entre Noviembre de 1994 y Diciembre de 1995 fueron incluidos en la parte prospectiva del estudio. De ellos 7 (63.6%) eran varones y 4 mujeres (36.4%). La edad media fue de 41.63 años, teniendo el paciente más joven 18 y el mayor 72 años.

Cirujano, Servicio y Hospital.

Siete de los pacientes fueron operados en el Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla (5 intervenidos por el Dr. Gómez Cía y 2 por el Dr. Ciria) y tres en el Servicio de Cirugía Maxilofacial del mismo centro (2 por el Dr. González Padilla y 1 por el Dr. Hernández). El enfermo que falta fue tratado por el Dr. Sicilia, del Servicio de Cirugía Plástica del Hospital Puerta del Mar

de Cádiz, quien amablemente remitió pre y postoperatoriamente al enfermo para su inclusión en el estudio.

Antecedentes clínicos.

Su incidencia la podemos resumir en la siguiente tabla:

- Tabaquismo (> 1 paquete/día) n = 5
- Hipertensión arterial n = 1
- Diabetes mellitus n = 1
- Insuficiencia cardiaca leve n = 1

Diagnóstico/Problema reconstructivo.

La localización del defecto a reconstruir en los 11 casos fue:

- Cabeza y cuello n = 5
- Mano y miembro superior n = 4
- Pie n = 2

La etiología genérica del defecto a reconstruir fue la siguiente:

- Traumática n = 6
- Oncológica n = 5

La causa específica y su localización fueron las siguientes

- CA Epidermoide borde cubital mano n = 1
- Pérdida de sustancia dorso mano n = 1
- Pérdida de sustancia brazo y codo n = 1
- Reconstrucción oncológica nasal total n = 1
- Reconstrucción 1/3 inferior facial n = 1
- CA epidermoide labio inferior T4N26M0 n = 1
- CA suelo de boca n = 1
- Secuela radioterapia facial n = 1
- Secuela postquemadura pie n = 1
- Secuela amputación pulgar n = 1
- Pérdida de sustancia plantar sobre talón n = 1

total N = 11

Intervenciones previas sobre la zona a reconstruir.

En ninguno de estos pacientes se había realizado previamente ningún procedimiento reconstructivo, aunque algunos de ellos sí que habían sido intervenidos previamente en varias ocasiones como motivo de su patología traumática o tumoral:

- Reconstrucción oncológica nasal total : 17 extirpaciones parciales.
- Pérdida de sustancia brazo y codo: 4 desbridamientos.
- Secuela postquemadura pie: 4 escarectomías y autoinjertos.
- Ca epidermoide borde cubital mano: 2 extirpaciones previas.

Colgajo radial.

Los diferentes tipos de colgajo radial aplicados en estos pacientes fueron los siguientes:

- Colgajos libres	n = 7
- fasciocutáneos	n = 6
- osteo-fasciocutáneos	n = 1
- resensibilizados	n = 2
- Colgajos pediculados con flujo invertido	n = 3
- fasciocutáneos	n = 2
- osteo-fasciocutáneos	n = 1
- Colgajos pediculados con flujo anterógrado	n = 1
	total N = 11

Se trató en este último caso, de la utilización de la arteria radial como vaso receptor de un colgajo muscular libre de dorsal ancho, para cubrir una pérdida de sustancia importante en la cara externa del brazo y codo. La arteria radial y sus venas comitantes fueron ligadas a nivel de la muñeca y disecadas proximalmente hasta el tercio proximal del antebrazo. El efecto es el mismo que el de haber utilizado un colgajo pediculado proximalmente basado, por lo que lo incluimos como tal en este apartado.

Todos los pacientes de los colgajos libres eran diestros y en seis de ellos se utilizó el antebrazo izquierdo no dominante como donante. En el otro paciente se usó el antebrazo derecho dominante por

presentar el izquierdo un test de Allen positivo para la arteria radial. En los casos de colgajos pediculados, lógicamente se utilizó como donante la extremidad del defecto: 3 izquierdos y 1 derecho.

Los fragmentos de radio extraídos en los dos casos de colgajos osteocutáneos para reconstrucción del pulgar y mandibular, midieron 5 y 8 cm. respectivamente.

Las paletas cutáneas utilizadas midieron 62.3 cm² de media, siendo el mayor de los colgajos de 12 x 9 cm., el utilizado como unidad estética en la secuela post-radioterapia facial.

En todos los casos excepto en el considerado como colgajo proximalmente basado, todos los defectos fueron cerrados con autoinjertos de piel parcial tomados del muslo. De los 10 casos 4 fueron pasados por el mallador de Tanner con placas de 1:1½, y 6 se aplicaron sin mallar.

Tiempo operatorio.

Para los casos de colgajos libres, el tiempo medio operatorio sin incluir la inducción y preparación anestésica fue de 283.6 minutos, siendo la intervención más larga de 8½ h. (el caso del CA de suelo de boca, donde se realizó disección cervical ganglionar), y la más corta de 4:10 h (el caso de la secuela de quemadura del pie).

Tiempo de hospitalización.

El tiempo medio de hospitalización fueron 11.18 días contados a partir del día de la intervención. La estancia más larga fue de 32 días, y correspondió al paciente de la cobertura sobre el brazo y codo, quien presentaba quemaduras en otras zonas del cuerpo. La estancia más breve fue la del paciente de la pérdida de sustancia del dorso de la mano (4 días).

Necesidad de reintervención.

En este apartado se incluyen únicamente las reintervenciones en las primeras 48 horas por complicaciones directas del colgajo. Sólo en un caso se precisó evacuar un hematoma que estaba provocando cierta tensión sobre el colgajo (en el caso de la pérdida de sustancia plantar). Ningún paciente precisó revisión de las anastomosis microquirúrgicas.

Complicaciones.

En un caso (el paciente de la reconstrucción nasal total) se perdió totalmente el colgajo al 4º día de postoperatorio, y en otro (el paciente del CA epidermoide sobre el borde cubital de la mano) se produjo una pérdida aproximada del 50 % por congestión venosa, permitiendo ser cubierta posteriormente con un injerto de piel parcial.

Incidencias en la evolución posterior.

El **tiempo medio de seguimiento** fue de 4.65 meses, equivalente al periodo de tiempo entre la intervención y la exploración vascular de control postoperatorio. Ningún paciente fue revisado antes de los 2.7 meses.

La **morbilidad de la zona donante** en esta serie puede considerarse como mínima si tenemos en cuenta que sólo un paciente (9%) presentaba parestesias e hipoestесias sobre el territorio del nervio radial superficial. Ningún antebrazo donante tuvo problemas en cuanto al prendimiento del injerto, cuya morbilidad cosmética no fue valorada por el corto periodo de seguimiento.

Ninguno de los dos radios donantes de hueso tuvo fracturas secundarias, sin déficit motor ni limitación en la pronosupinación de la muñeca al momento del control postoperatorio.

En cuanto a la **necesidad de intervenciones posteriores** sobre la zona receptora, 4 pacientes precisaron ser operados: dos por complicaciones de necrosis del colgajo como hemos visto anteriormente, y otros dos por problemas añadidos del traumatismo previo sin relación con el buen resultado de la transferencia del colgajo radial.

Los **resultados de la reconstrucción** pueden considerarse satisfactorios en el 81.8% de los casos (en todos excepto los dos casos de pérdida de los colgajos). En los dos casos en que se empleó hueso se produjo su consolidación en la zona donante sin problemas, con un resultado funcional excelente. De los dos colgajos resensibilizados utilizados en cobertura del pie, uno de ellos mostraba a los 3.7 meses tinnel positivo y recuperación parcial de la sensación a la presión, mientras que el otro no mostraba ningún signo de resensibilización a los 2.7 meses de seguimiento.

III.1.2. MEDIDAS DE VOLÚMENES DE FLUJO MEDIANTE DÚPLEX-COLOR.

Como hemos visto en la parte correspondiente del material y métodos, tanto pre como postoperatoriamente todas las exploraciones con Eco-Doppler Color fueron realizadas por un único explorador, el Dr. Talegón del Servicio de Radiología, con la presencia del autor de esta tesis, quien previamente había realizado la exploración vascular mediante el test de Allen y el Doppler continuo, marcando los puntos donde se iban a efectuar las diferentes mediciones de volúmenes en las distintas arterias.

En cada una de las arterias estudiadas (humeral, cubital, radial, interósea anterior e interósea posterior) se tomaron secuencialmente tres medidas de la velocidad, tres medidas del diámetro y otras tres medidas del área del vaso en cuestión, con el enfermo en decúbito supino tras unos minutos de reposo.

Cada una de estas medidas era grabada en una placa de ecografía, de modo que se recogían 9 placas por arteria, lo que significa un total de 81 registros por enfermo (45 pre y 36 postoperatorios). Si tenemos en cuenta los 11 enfermos estudiados, resultan 891 registros ecográficos.

El tiempo medio de duración de la exploración por paciente fue de 68 minutos para el examen preoperatorio y 54 minutos en el postoperatorio.

Una vez reveladas las placas de ecografía, el volumen medido en ml/minuto se calculó según la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen (flujo)} = \text{Velocidad media (cm/sg)} \times (\pi \text{ Diámetro(cm)}^2 / 4)$$

A su vez, la velocidad media se había calculado promediando las tres muestras tomadas a partir del índice de pulsatibilidad (IP):

$$\text{Velocidad media} = \text{Velocidad sistólica} - \text{Velocidad diastólica} / \text{IP}$$

El diámetro se calculó promediando las diferentes tomas de las medidas del área y del diámetro.

En cada paciente, el volumen total que le llegaba a la mano se calculó como la suma de los volúmenes de las arterias medidas en la muñeca (cubital, radial, interósea anterior e interósea posterior preoperatoriamente, y cubital y ambas interóseas postoperatoriamente). Las medidas de la arteria humeral nos sirven de orientación para interpretar los cambios de flujo tras la extirpación de la arteria radial.

En las siguientes páginas se detallan todos los resultados obtenidos en los diferentes pacientes resumidos en dos tablas: datos pre y postoperatorios. En la primera columna se indica la velocidad promedio en cm/sg. En la segunda se recoge el diámetro en mm. Finalmente se expresa el volumen de sangre en ml/minuto, señalando a continuación del volumen en cada arteria entre paréntesis el porcentaje relativo del volumen total. Éste se refleja abajo en una fila aparte como la suma de los volúmenes de las arterias medidas en la muñeca.

Sólo hubo dos casos (pacientes nº 5 y 10) en los que preoperatoriamente el flujo de la arteria interósea posterior era retrógrado; en éstos se consideró el flujo negativo, siendo deducido del flujo de la arteria interósea anterior para el cálculo del volumen global y para el cálculo del porcentaje relativo de volumen en la interósea anterior. De esta forma, el porcentaje de flujo de la interósea posterior se indica como 0%. Se supone que en estos casos, la porción distal de la arteria interósea posterior es en realidad una rama recurrente dorsal de la arteria interósea anterior. Postoperatoriamente, con la extirpación de la arteria radial el flujo en este segmento arterial se invierte, considerándolo entonces como flujo positivo anterógrado de la interósea posterior.

Tras las tablas correspondientes a los 11 pacientes incluidos en esta parte del estudio (Tablas VIII - XVIII), se incluye la tabla correspondiente a los datos de la media y la desviación típica de todos los valores (Tabla XIX). De todos ellos cabe destacar las siguientes observaciones:

- El volumen total medio de sangre que le llega a la mano entendido como la suma de los volúmenes medios de las diferentes arterias medidos a nivel de la muñeca, pasa de 165.05 a 215.3 ml/minuto tras la extirpación de la arteria radial. Este aumento se produce como resultado del aumento del flujo en cada una de las arterias restantes.
- La arteria que proporcionalmente más incrementa su flujo es la interósea anterior, que pasa de 8.25 a 67.7 ml/minuto de media, alcanzando un flujo similar al de la arteria radial preoperatoriamente (63.23 ml/minuto).
- En varios pacientes, tanto en la exploración pre como postoperatoria, el débito sanguíneo de la arteria humeral es inferior a la suma de los flujos de las diferentes arterias a nivel de la muñeca. Esta aparente contradicción puede explicarse desde tres puntos de vista:
 - 1) Fisiológicamente, la arteria humeral a través de sus numerosas ramas colaterales forma una red de seguridad a nivel del codo muy importante, de forma que su sección a este nivel no tiene ninguna repercusión en la perfusión sanguínea del resto de la extremidad. Estas arterias colaterales periarticulares se anasto-

mosan directamente con ramas recurrentes procedentes de las arterias radial, cubital e interóseas. Por ello, es posible que el volumen de sangre que circula por estas arterias en el antebrazo provenga no solo del tronco principal de la arteria humeral.

2) Existen ciertas variaciones anatómicas que afectan frecuentemente a las arterias del brazo y antebrazo, como el origen alto de la arteria radial descrito hasta en un 15.45% de los casos⁽¹⁰⁸⁾. Por supuesto, son posibles además diversas variaciones en las arterias colaterales de la red periarticular del codo. Todas estas variaciones pueden justificar en ciertos pacientes el hecho de que el flujo de la arteria humeral sea inferior a la suma del flujo de las arterias del antebrazo.

3) No debemos olvidar el factor de error que supone la medida del área de sección de los vasos, error que es más frecuente cuanto menor sea su diámetro, como hemos explicado en la parte correspondiente de la introducción. Este error suele desviarse hacia el aumento, al considerar el diámetro externo como el real del vaso, y repercute considerablemente sobre el volumen. Como son cuatro las arterias cuyos flujos se suman para obtener el volumen total de sangre, es posible que pequeños errores acumulados en las medidas del área de los cuatro vasos implicados influyan en esta contradicción.

No obstante, es importante observar cómo la velocidad del flujo en las arterias radial y cubital a nivel de la muñeca es a veces muy superior a la de la arteria humeral. Ello apunta a que el volumen de sangre que circula por estas arterias debe ser reclutado de otras fuentes aparte de la arteria humeral, posiblemente en relación con las colaterales periarticulares del codo que hemos mencionado anteriormente.

PACIENTE N° 1 / PAO / V33

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	14.99	4.63	182.6
A. Cubital	23.29	3.53	111.8 (58.7%)
A. Radial	11.16	3.53	55.7 (29.3%)
A. Interósea Ant.	4.42	1.65	4.9 (2.60%)
A. Interósea Post.	8.56	2.30	17.9 (9.4%)
		total	190.3 (100%)
<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	28.45	4.20	310.6
A. Cubital	37.49	3.56	219.3 (62.7%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	12.80	3.93	89.8 (25.7%)
A. Interósea Post.	9.26	3.00	40.5 (11.6%)
		total	349.6 (100%)

TABLA VIII. Resultados del estudio prospectivo. Paciente n° 1.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

PACIENTE N° 2 / FSG / V67

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	22.26	4.9	253.7
A. Cubital	23.88	3.0	101.2 (48.8%)
A. Radial	21.59	3.0	91.52 (44.1%)
A. Interósea Ant.	5.8	1.4	5.35 (2.6%)
A. Interósea Post.	4.9	2.0	9.23 (4.5%)
		total	207.3 (100%)

<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	21.10	5.1	240.5
A. Cubital	22.90	2.9	90.7 (58.2%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	14.61	2.5	43.0 (27.6%)
A. Interósea Post.	10.60	2.1	22.0 (14.2%)
		total	155.7 (100%)

TABLA IX. Resultados del estudio prospectivo. Paciente n° 2.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

PACIENTE Nº 3 / R / V21

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	26.69	5.2	340.0
A. Cubital	31.01	3.7	172.9 (48.1%)
A. Radial	27.14	3.7	130.3 (36.3%)
A. Interósea Ant.	8.20	1.8	12.51 (3.5%)
A. Interósea Post.	12.05	2.2	43.41 (12.1%)
		total	359.1 (100%)

<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	26.12	5.1	320
A. Cubital	24.03	4.0	191.75 (55.4%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	19.06	3.7	112.07 (32.4%)
A. Interósea Post.	12.39	2.8	42.12 (12.2%)
		total	345.9 (100%)

TABLA X. Resultados del estudio prospectivo. Paciente nº 3.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

PACIENTE Nº 4 / MGR / V42

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	19.21	4.4	175.2
A. Cubital	15.19	2.9	60.1 (51.8%)
A. Radial	14.90	2.5	43.8 (37.8%)
A. Interósea Ant.	6.20	1.6	7.4 (6.4%)
A. Interósea Post.	5.80	1.3	4.6 (4.0%)
		total	116.1 (100%)

<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	21.36	4.5	203.7
A. Cubital	17.20	2.9	68.1 (53.6%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	15.60	2.3	38.8 (30.6%)
A. Interósea Post.	10.70	2.0	20.1 (15.8%)
		total	127.1 (100%)

TABLA XI. Resultados del estudio prospectivo. Paciente nº 4.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

PACIENTE Nº 5 / ARC / V72

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	17.8	4.7	185.2
A. Cubital	16.0	2.8	59.1 (51.1%)
A. Radial	13.6	2.6	43.3 (37.4%)
A. Interósea Ant.	9.8	1.9	16.6 (11.5%)
A. Interósea Post.	4.2	1.3	-3.34 (0%)
		total	115.7 (100%)

<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	18.6	4.6	185.4
A. Cubital	18.2	2.9	72.09 (49.0%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	14.9	2.5	43.8 (29.8%)
A. Interósea Post.	11.5	2.4	31.2 (21.2%)
		total	147.1 (100%)

TABLA XII. Resultados del estudio prospectivo. Paciente nº 5.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

PACIENTE Nº 6 / ASM / M21

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	22.05	3.0	127.0
A. Cubital	10.51	3.5	54.2 (56.9%)
A. Radial	10.09	2.6	34.0 (35.6%)
A. Interósea Ant.	3.20	1.5	3.4 (3.6%)
A. Interósea Post.	3.10	1.6	3.7 (3.9%)
		total	95.3 (100%)

<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	21.49	2.8	77.1
A. Cubital	10.49	2.7	37.8 (47.7%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	8.72	2.8	34.8 (44.0%)
A. Interósea Post.	3.46	2.0	6.5 (8.2%)
		total	79.1 (100%)

TABLA XIII. Resultados del estudio prospectivo. Paciente nº 6.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

PACIENTE N° 7 / SPL / M18

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	18.70	3.0	97.2
A. Cubital	9.49	2.2	30.1 (34.2%)
A. Radial	10.67	2.8	41.6 (47.2%)
A. Interósea Ant.	7.10	1.7	9.6 (10.9%)
A. Interósea Post.	6.35	1.5	6.7 (7.6%)
		total	88.17 (100%)

<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	38.90	3.3	203.1
A. Cubital	30.39	2.8	114.6 (41.8%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	21.03	2.8	79.3 (28.9%)
A. Interósea Post.	15.60	3.3	80.0 (29.2%)
		total	273.9 (100%)

TABLA XIV. Resultados del estudio prospectivo. Paciente n° 7.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

PACIENTE Nº 8 / JARF / V27

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	24.08	3.9	197.3
A. Cubital	22.92	2.7	76.4 (44.1%)
A. Radial	23.61	2.2	66.0 (38.1%)
A. Interósea Ant.	4.50	1.5	5.1 (2.9%)
A. Interósea Post.	7.84	2.3	25.5 (14.8%)
		total	173.0 (100%)

<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	38.30	4.5	365.3
A. Cubital	46.00	3.2	221.8 (67.2%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	18.54	2.9	73.4 (22.2%)
A. Interósea Post.	10.77	2.6	35.1 (10.6%)
		total	330.3 (100%)

TABLA XV. Resultados del estudio prospectivo. Paciente nº 8.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

PACIENTE Nº 9 / RMD / M42

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	26.20	3.5	151.16
A. Cubital	25.76	2.2	87.48 (50.1%)
A. Radial	18.78	2.3	75.04 (43.0%)
A. Interósea Ant.	3.40	1.6	4.1 (2.4%)
A. Interósea Post.	5.10	1.8	7.8 (4.5%)
		total	174.4 (100%)

<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	28.79	3.5	171.85
A. Cubital	18.89	3.2	92.82 (35.6%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	27.57	3.1	109.2 (41.9%)
A. Interósea Post.	17.49	2.7	58.3 (22.4%)
		total	260.3 (100%)

TABLA XVI. Resultados del estudio prospectivo. Paciente nº 9.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.



PACIENTE N° 10 / MHM / M54

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	19.4	3.6	118.4
A. Cubital	17.3	2.4	46.9 (46.1%)
A. Radial	18.5	2.3	46.1 (45.3%)
A. Interósea Ant.	8.8	1,7	11.9 (8.6%)
A. Interósea Post.	4.0	1.3	-3.9 (0%)
		total	101.8 (100%)

<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	20.7	3.7	133.5
A. Cubital	19.2	2.6	61.1 (45.6%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	15.8	2.8	58.3 (43.5%)
A. Interósea Post.	8.6	1.9	14.6 (10.9%)
		total	134.1 (100%)

TABLA XVII. Resultados del estudio prospectivo. Paciente n° 10.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

PACIENTE N° 11 / JLPA / V61

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	21.5	4.3	187.2
A. Cubital	16.8	3.1	76.0 (47.1%)
A. Radial	17.2	2.9	68.1 (42.2%)
A. Interósea Ant.	6.2	1.8	9.4 (5.9%)
A. Interósea Post.	5.7	1.7	7.7 (4.8%)
		total	161.3 (100%)

<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	20.2	4.3	175.9
A. Cubital	17.0	3.3	87.2 (52.4%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	16.8	2.8	62.0 (37.3%)
A. Interósea Post.	9.1	2.0	17.1 (10.3%)
		total	166.3 (100%)

TABLA XVIII. Resultados del estudio prospectivo. Paciente n° 11.
Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

N = 11

<u>Preoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)	% vol. flujo (%)
A. Humeral	21.17 ± 3.59	4.10 ± 0.75	183.18 ± 67.54	
A. Cubital	19.29 ± 6.63	2.91 ± 0.52	79.67 ± 39.04	48.82 ± 6.52
A. Radial	17.02 ± 5.57	2.77 ± 0.49	63.23 ± 28.13	39.66 ± 5.21
A. Interósea Ant.	6.15 ± 2.18	1.65 ± 0.15	8.25 ± 4.20	5.54 ± 3.41
A. Interósea Post.	6.15 ± 2.53	1.75 ± 0.39	10.91 ± 13.60	5.96 ± 4.63
		total	162.05 ± 77.29	
<u>Postoperatorio</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)	% vol. flujo (%)
A. Humeral	25.82 ± 7.16	4.15 ± 0.73	216.9 ± 85.7	
A. Cubital	23.80 ± 10.33	3.10 ± 0.41	114.3 ± 65.5	51.73 ± 9.14
A. Radial	-	-	-	-
A. Interósea Ant.	16.86 ± 4.83	2.92 ± 0.49	67.7 ± 27.4	33.08 ± 7.49
A. Interósea Post.	10.86 ± 3.67	2.44 ± 0.47	33.4 ± 21.3	15.15 ± 6.47
		total	215.3 ± 98.5	

TABLA XIX. Resultados del estudio prospectivo.
 Datos de la media y la desviación estándar.
 Exploración vascular mediante Eco-Doppler Color.

III.1.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los diferentes datos obtenidos fueron almacenados informáticamente en sus respectivos ficheros utilizando el programa DBase IV para el sistema operativo DOS 6.0. En cada fichero/base de datos se registraron los valores repartidos lógicamente en dos campos, pre y postoperatorio.

Las ficheros de bases de datos fueron denominados con un nombre de archivo, en el que a modo de clave se incluía un número de orden, seguido por unas letras correspondientes a la arteria analizada, y por último en la extensión la abreviatura del parámetro registrado. En total fueron 21 los ficheros de bases de datos apareados creadas con los siguientes nombres (Tabla XX):

1humeral.vel	velocidad de flujo de la arteria humeral
2cubital.vel	velocidad de flujo de la arteria cubital
3radial.vel	velocidad de flujo de la arteria radial
4intant.vel	velocidad de flujo de la arteria interósea anterior
5intpost.vel	velocidad de flujo de la arteria interósea posterior
6humeral.dia	diámetro de la arteria humeral
7cubital.dia	diámetro de la arteria cubital
8radial.dia	diámetro de la arteria radial
9intant.dia	diámetro de la arteria interósea anterior
10intpos.dia	diámetro de la arteria interósea posterior
11humera.vol	volumen de flujo de la arteria humeral
12cubita.vol	volumen de flujo de la arteria cubital
13radial.vol	volumen de flujo de la arteria radial
14intant.vol	volumen de flujo de la arteria interósea anterior
15intpos.vol	volumen de flujo de la arteria interósea posterior
16total.vol	volumen de flujo total (sumatorio 12+13+14+15)
17%volt.cub	% relativo del volumen de la cubital respecto al total
18%volt.rad	% relativo del volumen de la radial respecto al total
19%volt.ita	%relativo del volumen de la int. ant. respecto al total
20%volt.itp	%relativo del volumen de la int. pos. respecto al total
21intpos.flw	dirección del flujo de la arteria interósea posterior

TABLA XX. Ficheros de las bases de datos de los diferentes parámetros valorados en el estudio prospectivo.

Como puede apreciarse se trata de variables cuantitativas continuas con la única excepción de la base de datos número 21intpos.flw, en la que cualitativamente se valoró el sentido del flujo (anterógrado o retrógrado) de la arteria interósea posterior como una variable archivada en campo lógico.

Dado como hemos visto anteriormente que sólo hubo dos casos en los que preoperatoriamente este flujo fuera retrógrado, el hecho de que cambiase el sentido de flujo tras levantar el colgajo radial, no puede valorarse estadísticamente en una muestra de tan solo 2 casos sobre un total de 11, por lo este parámetro no se analizó en el tratamiento estadístico.

Con la ayuda del programa STATISTICA 5.0 para Windows, y aplicando el test de Wicoxon para datos apareados de variables no paramétricas, la diferencia de las variables se analizaron a tres niveles:

- 1) Estadística descriptiva: se calculó la diferencia de los valores de la media, mediana, valor máximo, valor mínimo, percentil 25, percentil 75, rango entre percentiles 25 y 75, y desviación estándar. Aparte de la información numérica, se realizaron tablas demostrativas de las diferencias de los datos, con sus unidades respectivas representadas en ordenadas.
- 2) Significación estadística: se valoró calculando el valor de la p para cada par de variables con el test de Wilcoxon.
- 3) Finalmente se crearon intervalos de confianza para cada par de variables con una seguridad del 95%.

1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.

Los siguientes datos descriptivos corresponden a la diferencia de los valores de las variables (antes y después de la disección del colgajo radial) para cada una de las parejas de datos (Tablas XXI y XXII). Los parámetros analizados de cada variable han sido los siguientes:

valid N = número total de casos
mean = media
median = mediana
minimum = valor mínimo
maximum = valor máximo
lower quartile = valor mínimo del cuartil inferior
upper quartile = valor máximo del cuartil superior
quartile range = intervalo máximo entre cuartiles
std. dev. = desviación estándar

Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum
1HUMERAL.VEL	11	4.6482	1.3000	-1.300
2CUBITAL.VEL	11	4.5127	1.9000	-6.980
3RADIAL.VEL	11	-17.0218	-17.2000	-27.140
4INTANT.VEL	11	10.7100	9.4000	5.100
5INTPOST.VEL	11	4.7155	4.6000	.340
6HUMERAL.DIA	11	.0427	0.0000	-.430
7CUBITAL.DIA	11	.1845	.2000	-.800
8RADIAL.DIA	11	-2.7664	-2.6000	-3.700
9INTANT.DIA	11	1.2709	1.1000	.600
10INTPOS.DIA	11	.6818	.6000	.100
11HUMERA.VOL	11	33.8091	15.1000	-49.900
12CUBITA.VOL	11	34.6364	13.0000	-16.400
13RADIAL.VOL	11	-63.2273	-55.7000	-130.300
14INTANT.VOL	11	59.4545	52.5000	27.200
15INTPOS.VOL	11	22.5000	15.5000	-1.300
16TOTAL.VOL	11	53.3455	31.4000	-51.600
17%VOLT.CUB	11	2.9182	4.0000	-14.500
18%VOLT.RAD	11	-39.6636	-38.1000	-47.200
19%VOLT.ITA	11	27.5455	25.0000	18.000
20%VOLT.ITP	11	9.1818	9.7000	-4.200

TABLA XXI. Número total de casos, media, mediana y valor mínimo de las diferencias para cada variable.

Variable	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Quartile Range	Std.Dev.
1HUMERAL.VEL	20.2000	-.5700	13.4600	14.0300	7.55707
2CUBITAL.VEL	23.0800	-.9800	14.2000	15.1800	10.27878
3RADIAL.VEL	-10.0900	-21.5900	-11.1600	10.4300	5.57607
4INTANT.VEL	24.1700	7.0000	13.9300	6.9300	5.34407
5INTPOST.VEL	12.3900	.7000	7.3000	6.6000	3.82510
6HUMERAL.DIA	.6000	-.1000	.2000	.3000	.27108
7CUBITAL.DIA	1.0000	0.0000	.5000	.5000	.45456
8RADIAL.DIA	-2.2000	-3.0000	-2.3000	.7000	.49096
9INTANT.DIA	2.2800	1.0000	1.5000	.5000	.49205
10INTPOS.DIA	1.8000	.3000	.9000	.6000	.46865
11HUMERA.VOL	168.0000	-13.2000	105.9000	119.1000	69.21402
12CUBITA.VOL	145.4000	5.4000	84.4000	79.0000	52.86417
13RADIAL.VOL	-34.0000	-75.0000	-43.3000	31.7000	28.12604
14INTANT.VOL	105.1000	31.4000	84.9000	53.5000	27.98740
15INTPOS.VOL	73.3000	9.4000	34.5000	25.1000	22.28538
16TOTAL.VOL	185.7000	-13.2000	157.3000	170.5000	81.21174
17%VOLT.CUB	23.0000	-2.1000	7.6000	9.7000	9.90766
18%VOLT.RAD	-29.3000	-44.1000	-36.3000	7.8000	5.21618
19%VOLT.ITA	40.4000	19.3000	34.9000	15.6000	8.12987
20%VOLT.ITP	21.6000	2.2000	17.9000	15.7000	8.55813

TABLA XXII. Valor máximo, valor mínimo del cuartil inferior, valor máximo del cuartil superior, intervalo máximo entre cuartiles y desviación estándar de las diferencias para cada variable.

En las siguientes páginas mostramos gráficamente estos mismos resultados en el mismo orden que anteriormente se presentaba cada base de datos (Gráficos 1 al 20).

En ordenadas se encuentran calibradas las unidades correspondientes a las diferencias pre y postoperatorias de cada variable, de modo que en función del tipo de unidad, la velocidad viene expresada en cm./segundo, el diámetro en mm., el volumen en ml./minuto y, por último, se expresa el porcentaje de volumen en tanto por cien.

En cada gráfica se expresan los siguientes valores:

- valor máximo = non-outlier max.
- valor mínimo = non-outlier min.
- valor máximo del cuartil 75 = 75%
- valor mínimo del cuartil 25 = 25%
- mediana = median

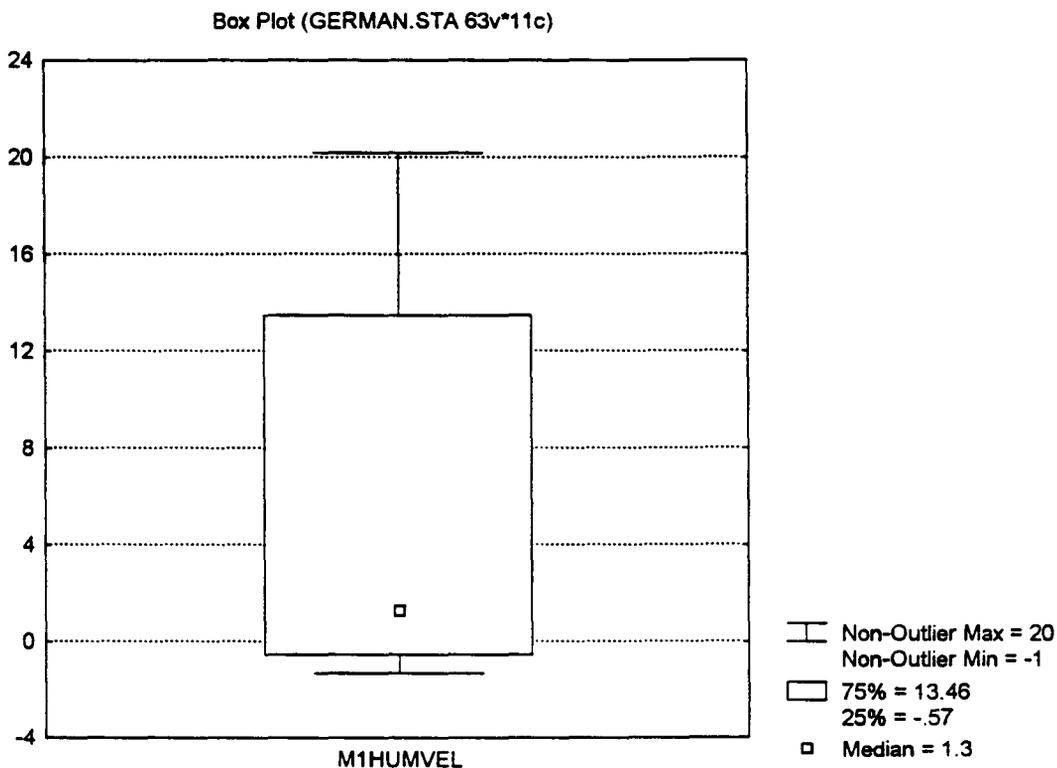


GRÁFICO 1. Datos correspondientes a la diferencia de los valores de la velocidad del flujo de la arteria humeral.

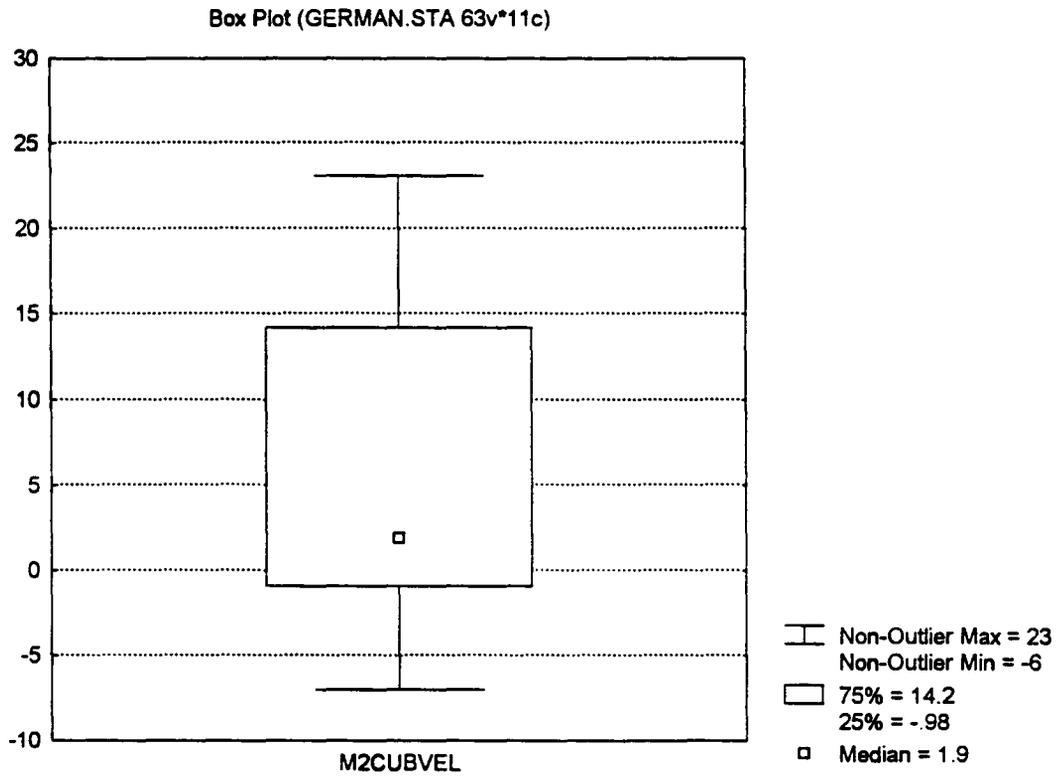


GRÁFICO 2. Datos correspondientes a la diferencia de los valores de la velocidad del flujo de la arteria cubital.

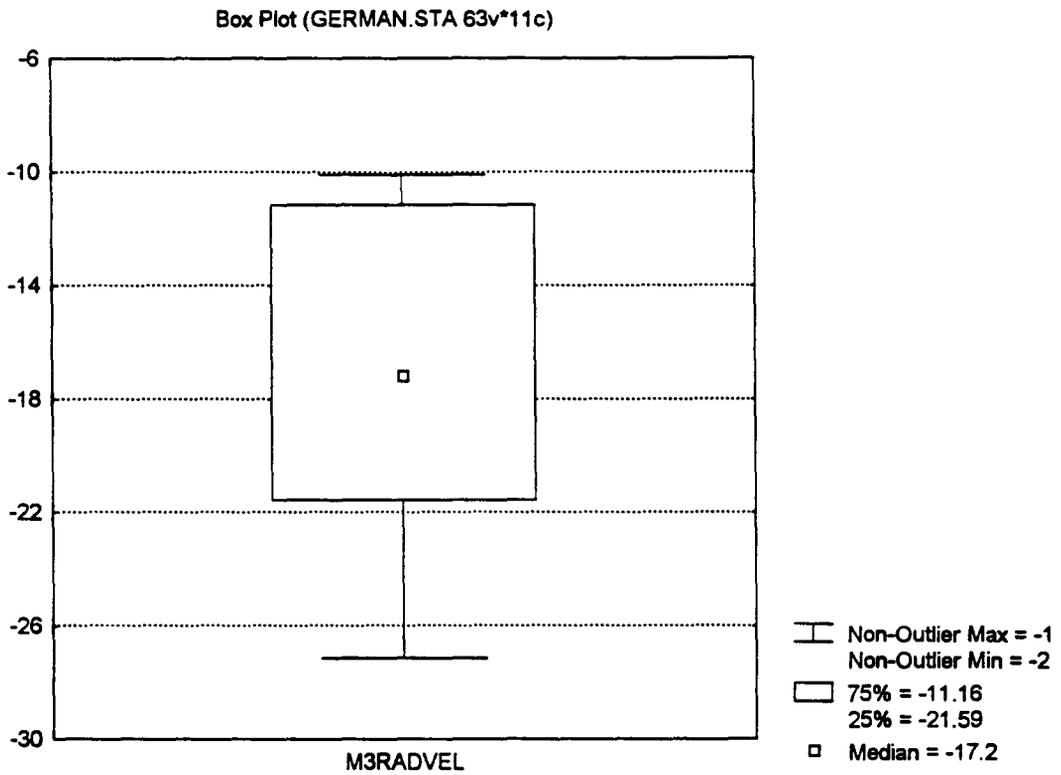


GRÁFICO 3. Datos correspondientes a la diferencia de los valores de la **velocidad del flujo de la arteria radial**.

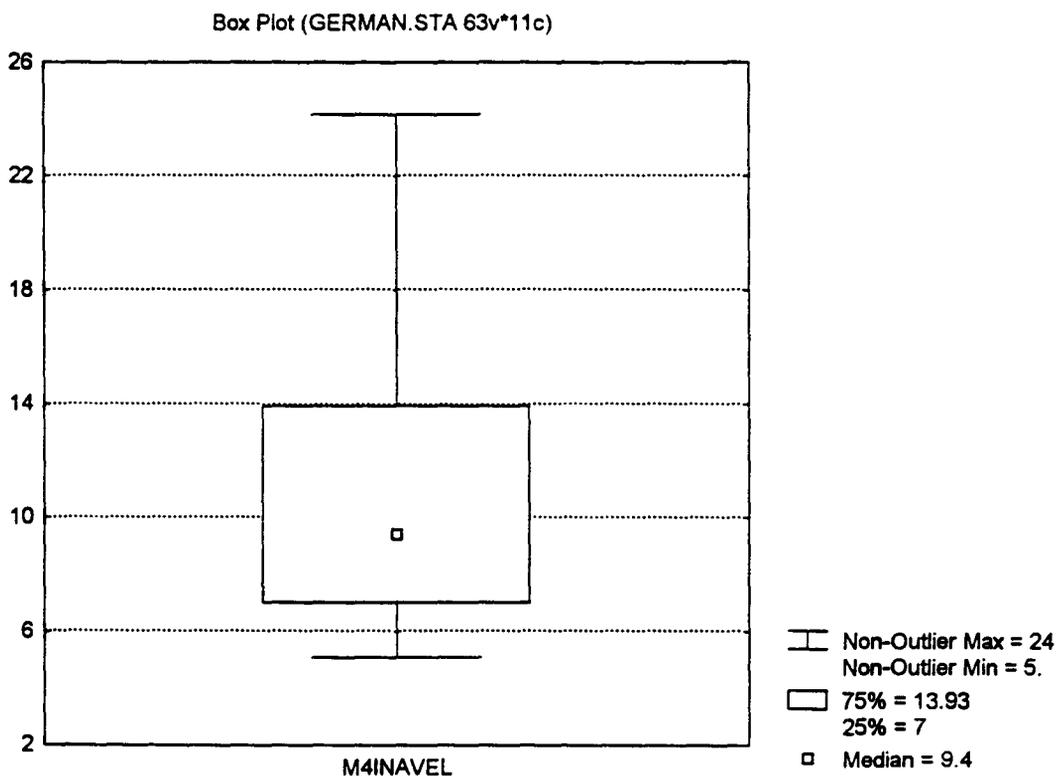


GRÁFICO 4. Datos correspondientes a la diferencia de los valores de la velocidad del flujo de la arteria interósea anterior.

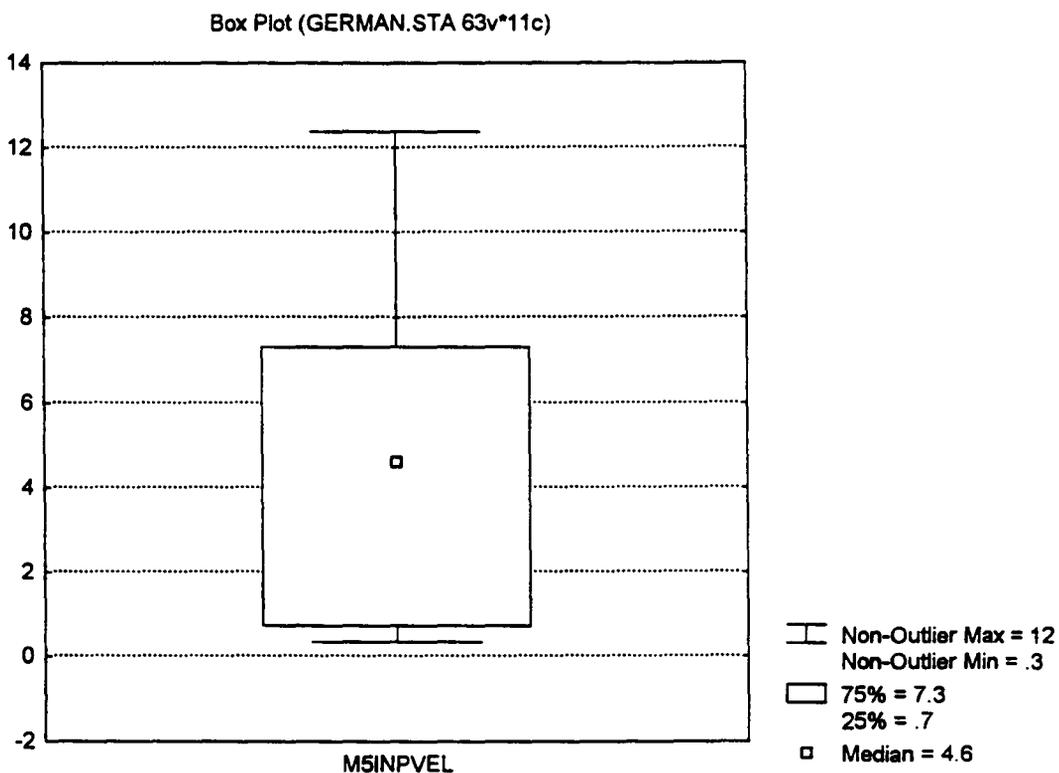


GRÁFICO 5. Datos correspondientes a la diferencia de los valores de la velocidad del flujo de la arteria interósea posterior.

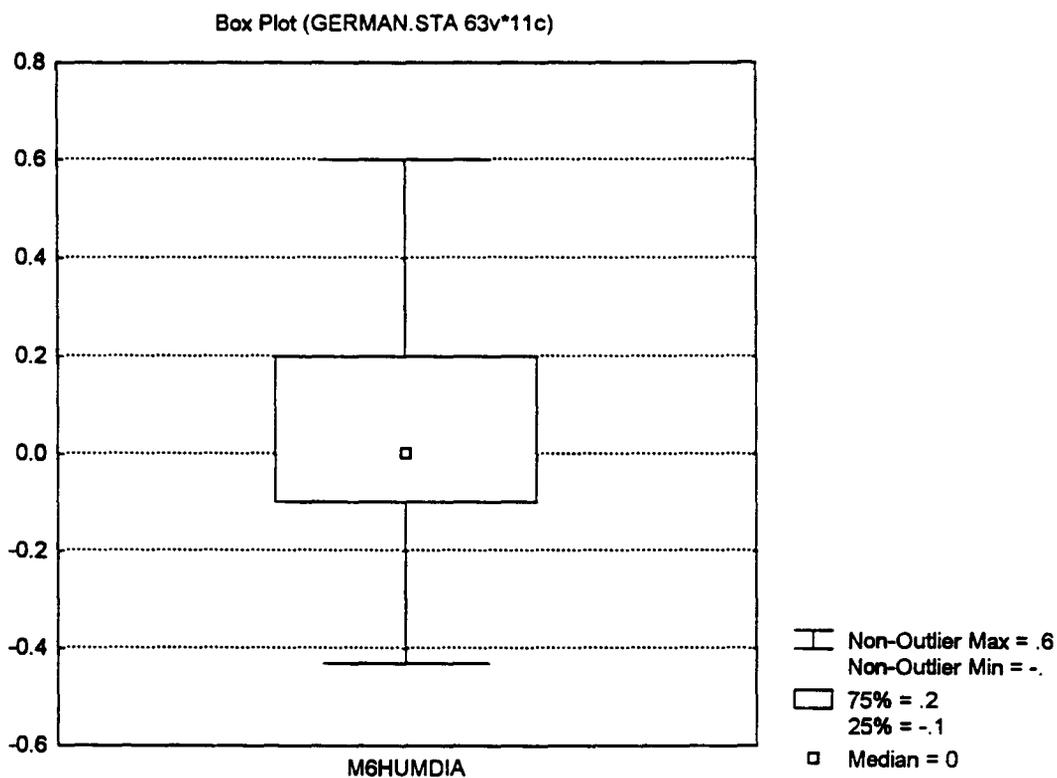


GRÁFICO 6. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del diámetro de la arteria humeral.

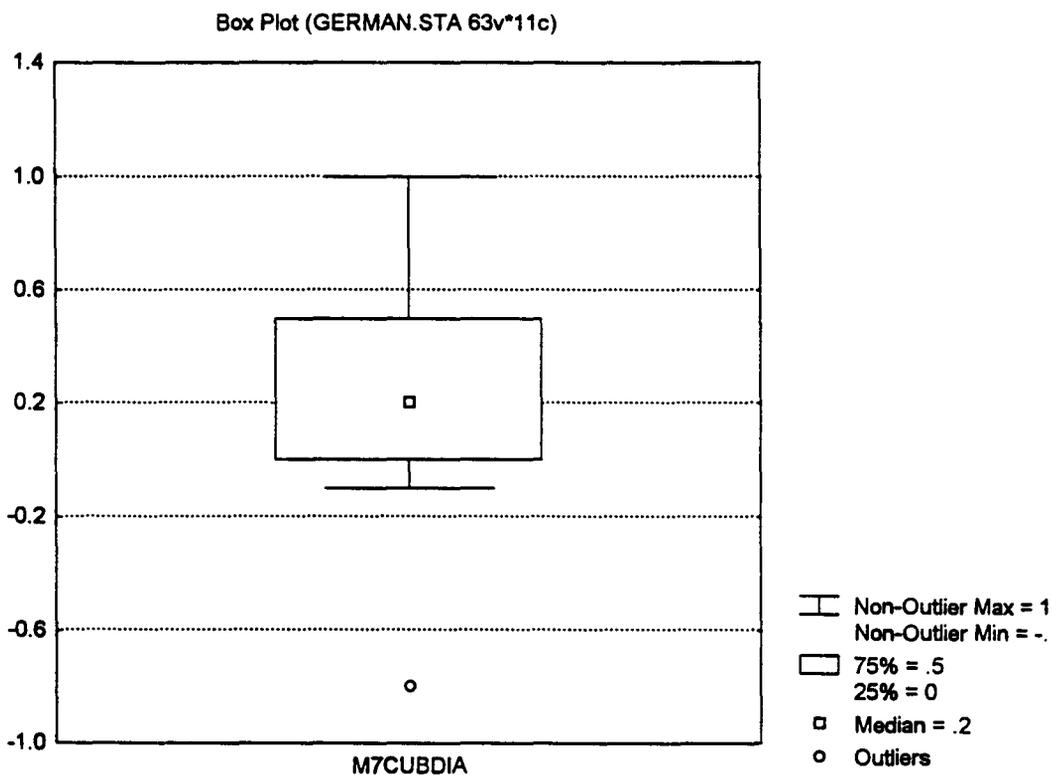


GRÁFICO 7. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del diámetro de la arteria cubital.

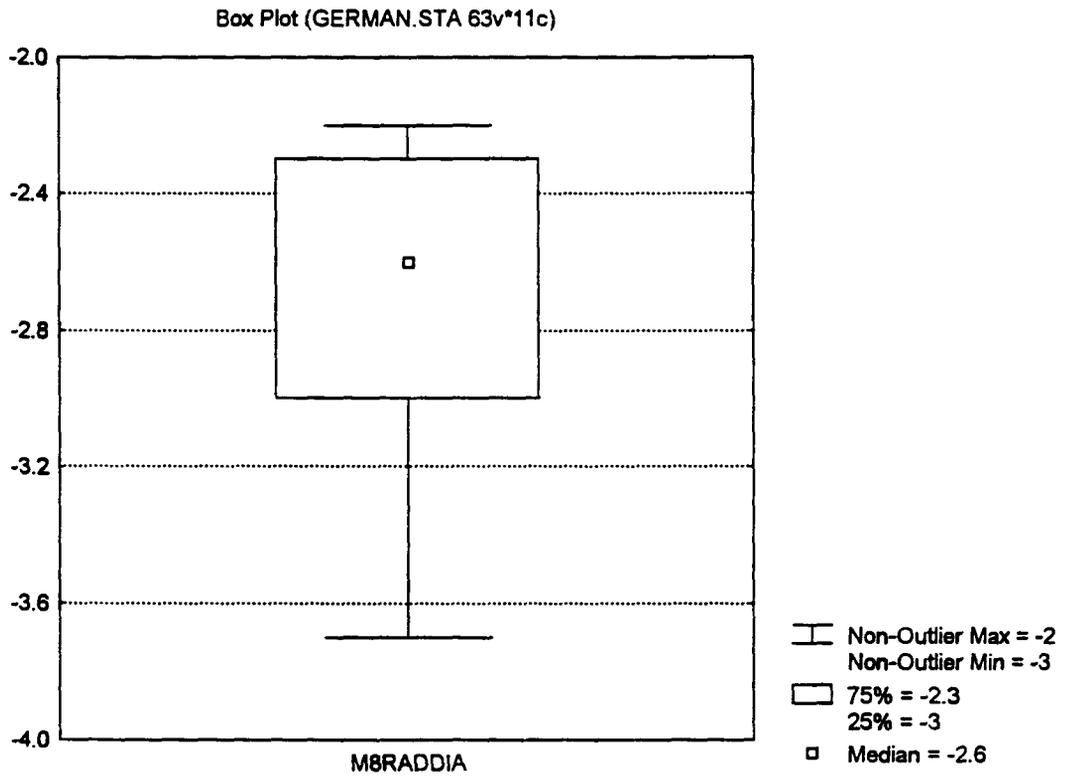


GRÁFICO 8. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del diámetro de la arteria radial.

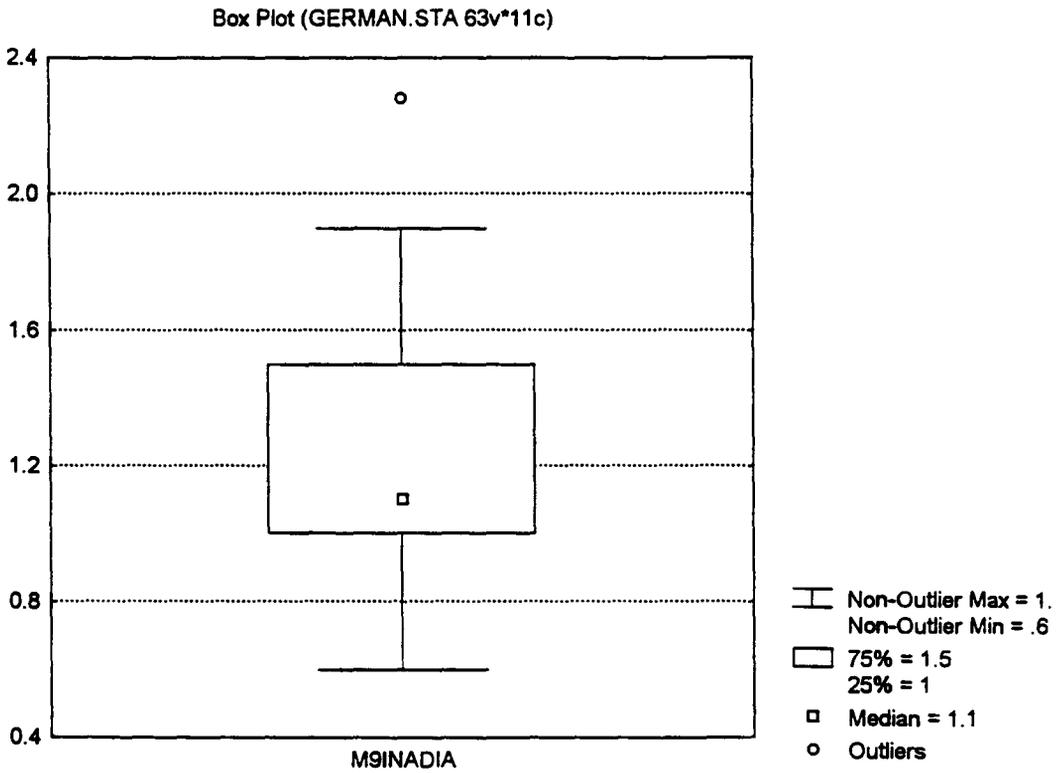


GRÁFICO 9. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del diámetro de la arteria interósea anterior.

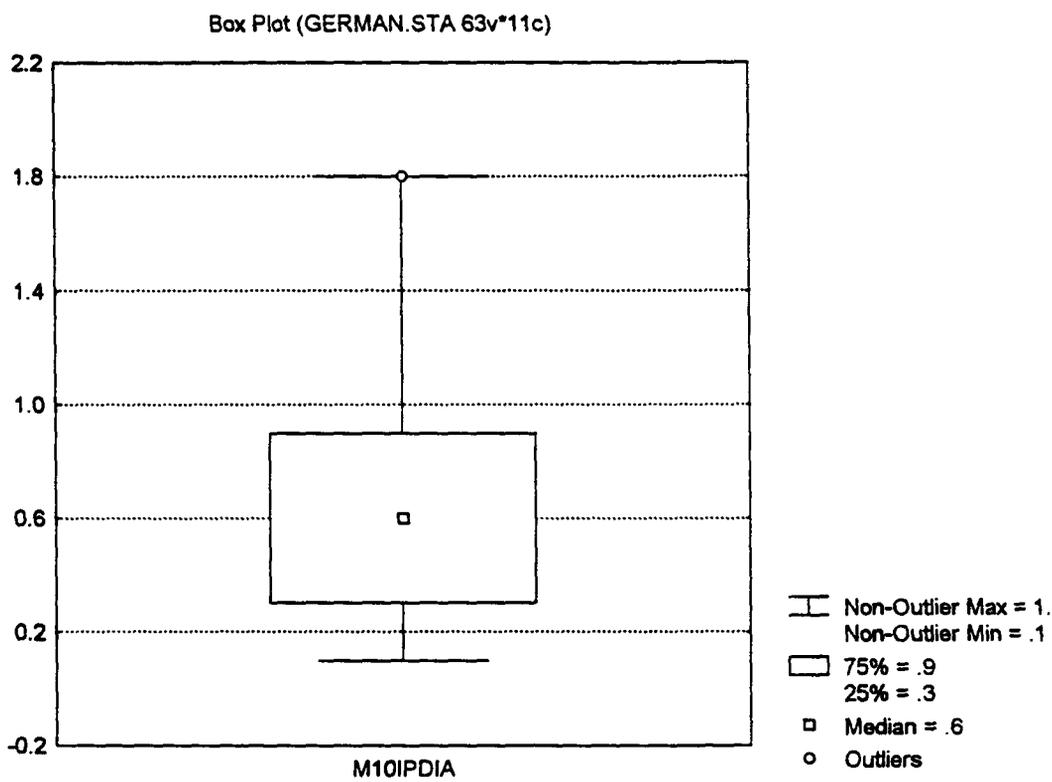


GRÁFICO 10. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del diámetro de la arteria interósea posterior.

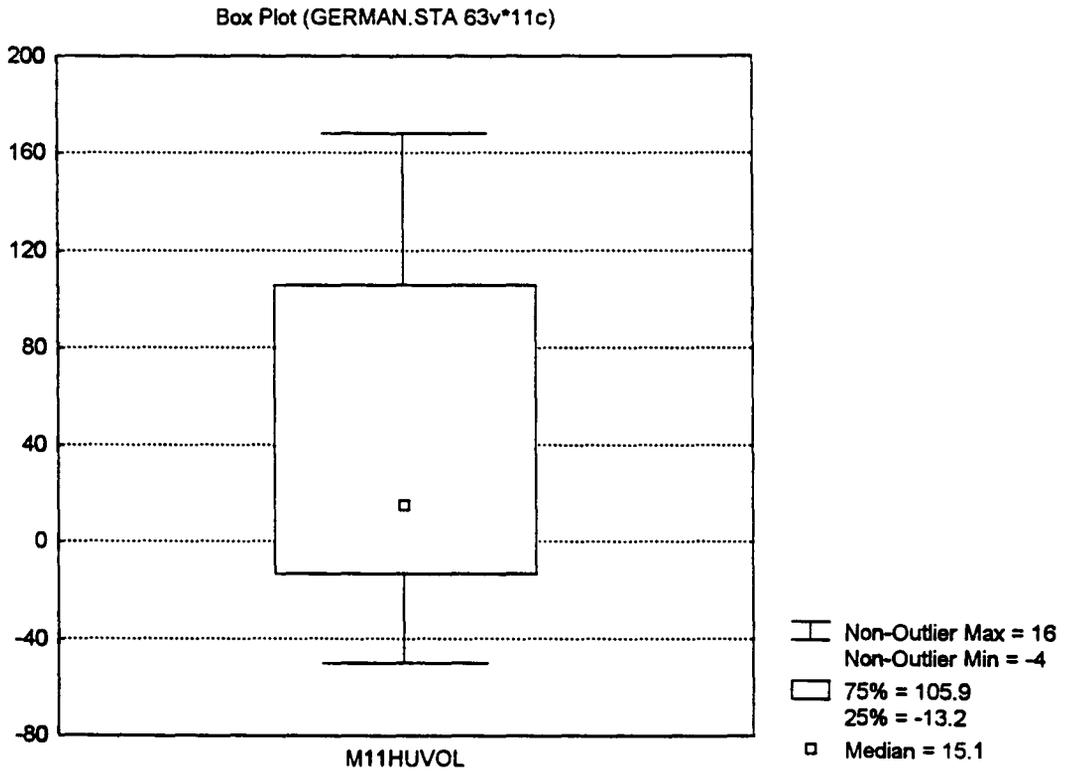


GRÁFICO 11. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del flujo sanguíneo de la arteria humeral.

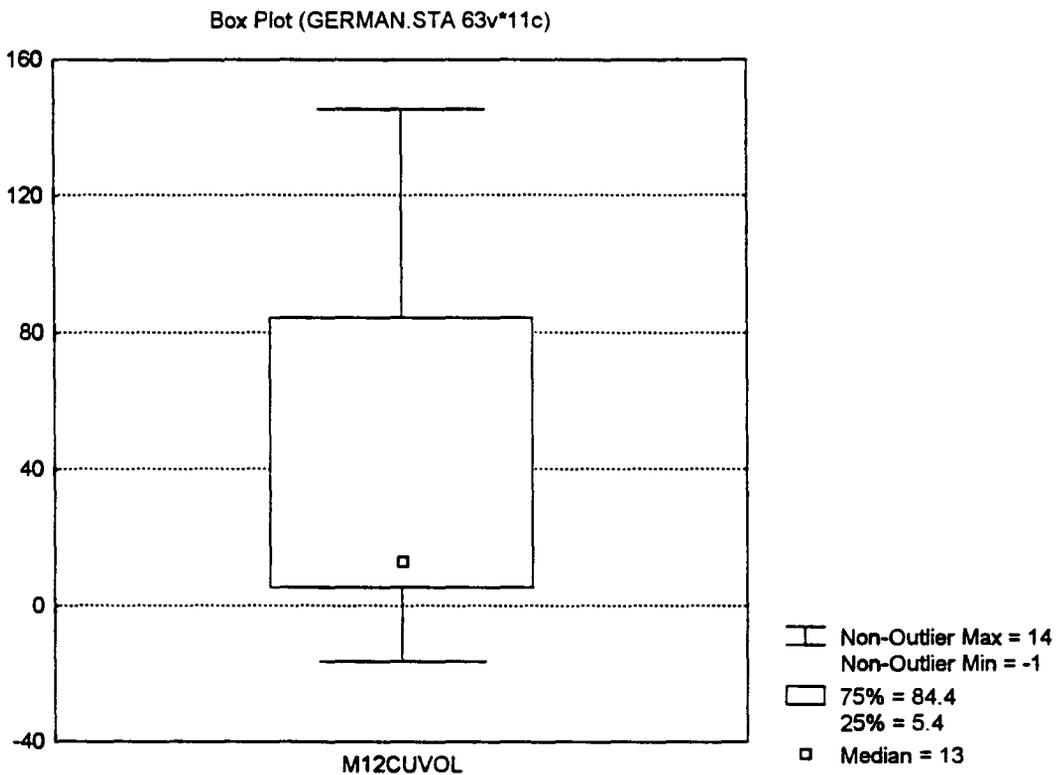


GRÁFICO 12. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del **flujo sanguíneo de la arteria cubital.**

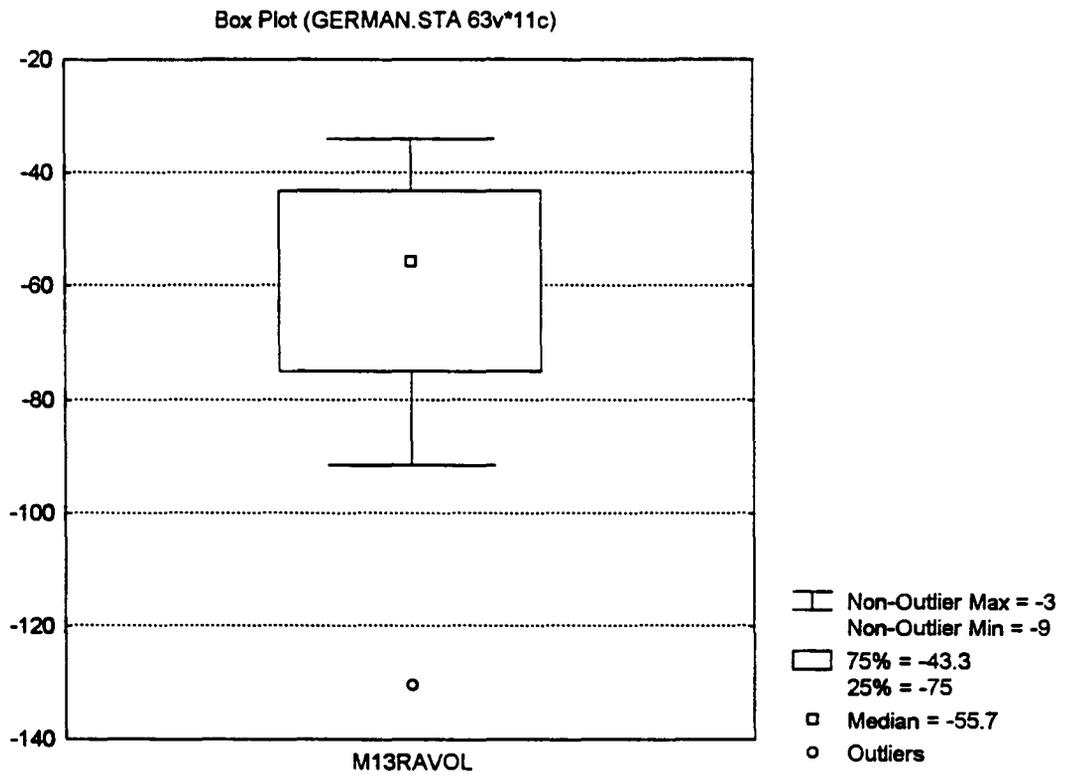


GRÁFICO 13. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del flujo sanguíneo de la arteria radial.

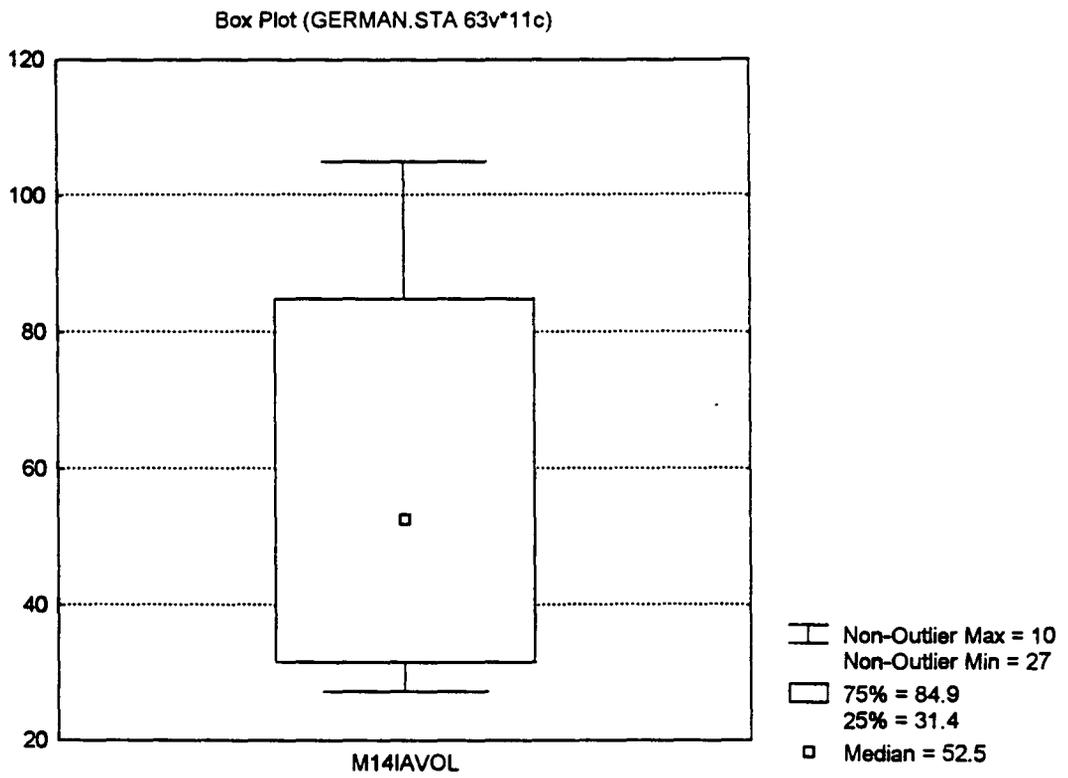


GRÁFICO 14. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del flujo sanguíneo de la arteria interósea anterior.

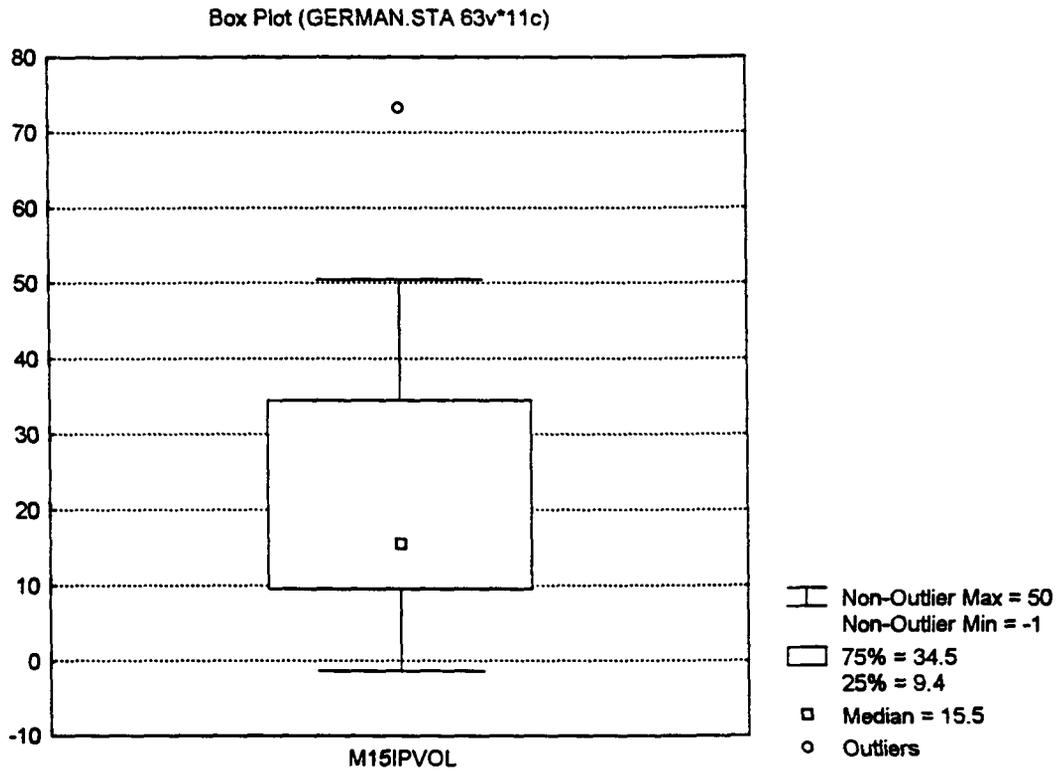


GRÁFICO 15. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del flujo sanguíneo de la arteria interósea posterior.

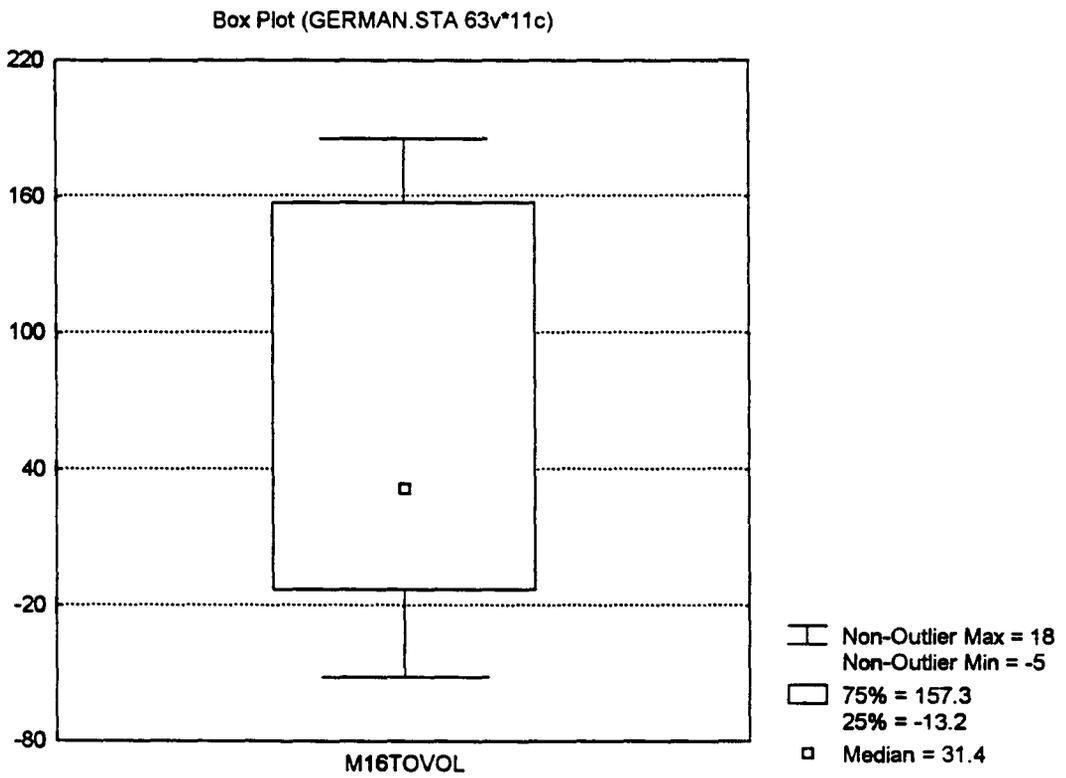


GRÁFICO 16. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del flujo sanguíneo total.

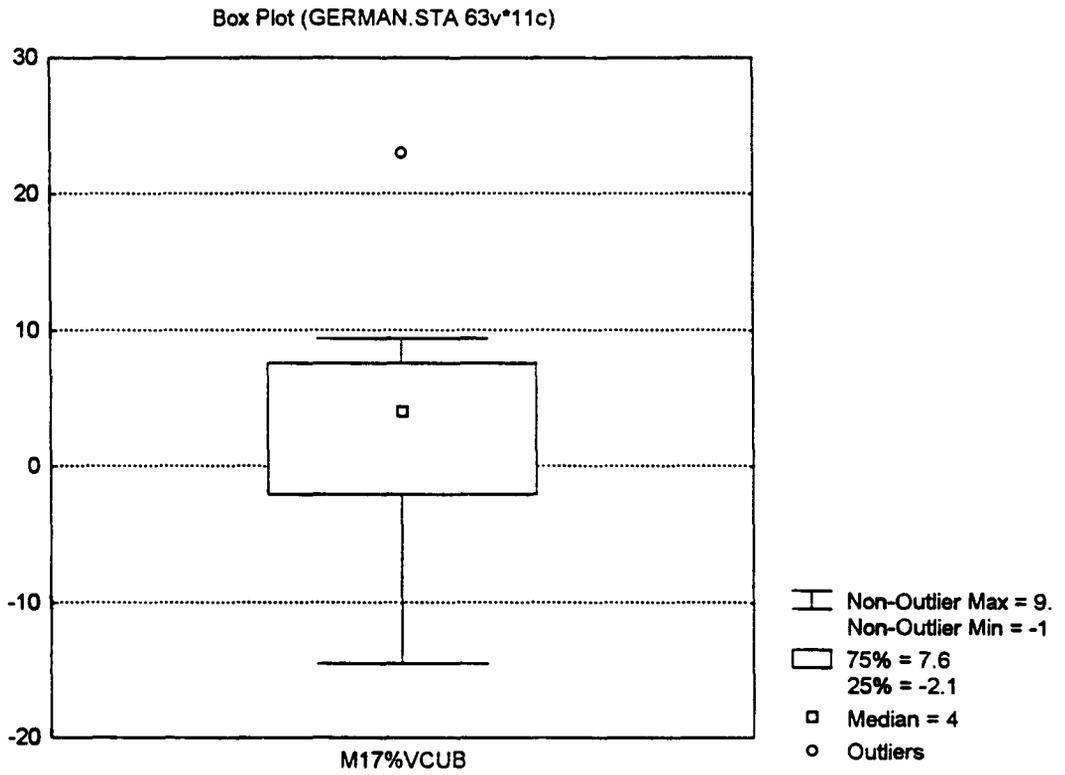


GRÁFICO 17. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del % relativo del flujo de la arteria cubital.

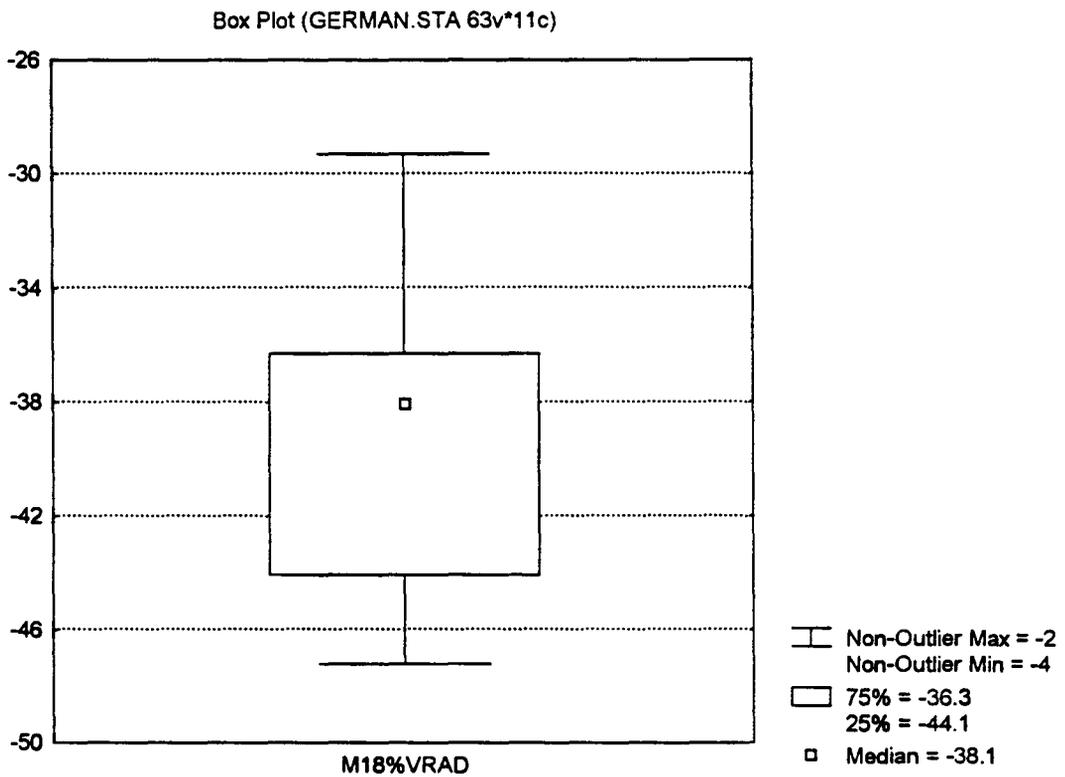


GRÁFICO 18. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del % relativo del flujo de la arteria radial.

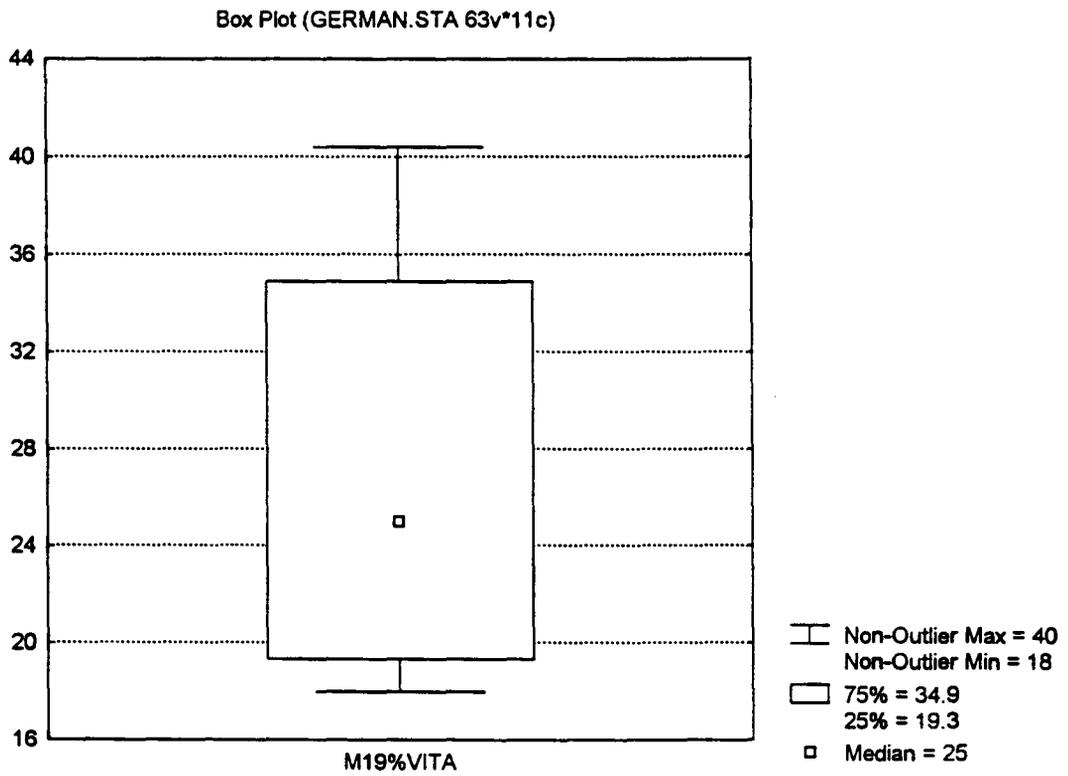


GRÁFICO 19. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del % relativo del flujo de la arteria interósea anterior.

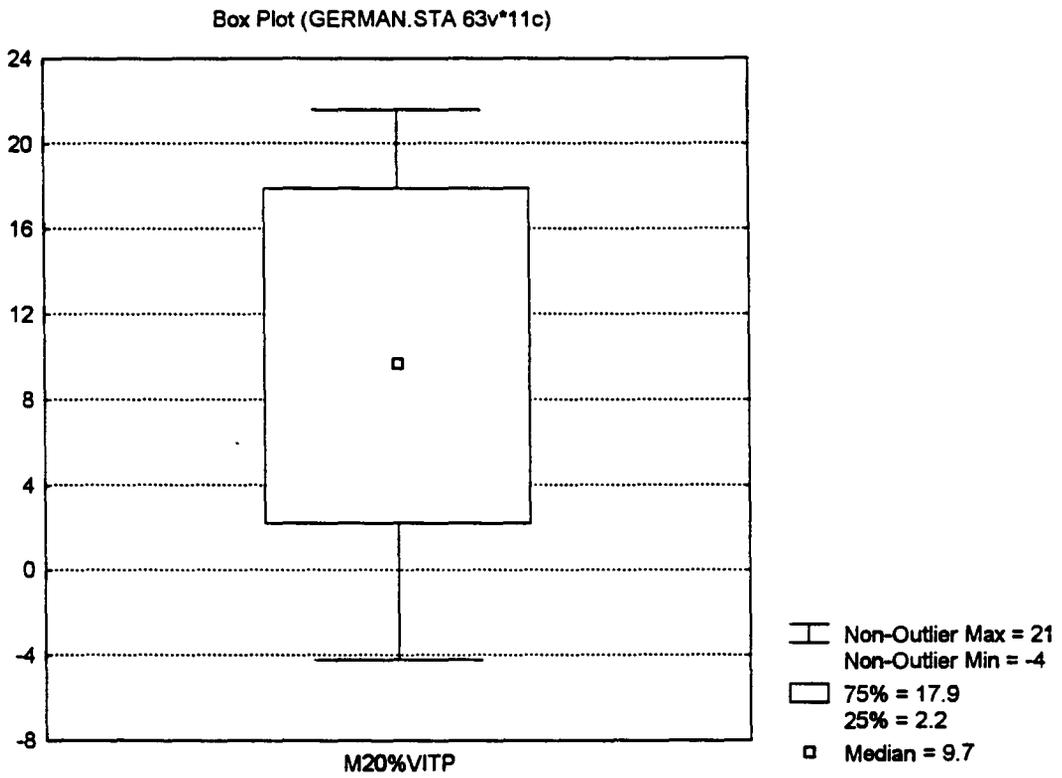


GRÁFICO 20. Datos correspondientes a la diferencia de los valores del % relativo del flujo de la arteria interósea posterior.

2. SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA.

Los valores de la p calculados para las diferencias de los valores de los distintos datos apareados se muestran a continuación (Tabla XXIII). En negrita aparecen las diferencias con $p < 0.05$, consideradas como estadísticamente significativas:

Variables	N	Nivel p
1HUMERAL.VEL	11	.061893
2CUBITAL.VEL	11	.213232
3RADIAL.VEL	11	.003348
4INTANT.VEL	11	.003348
5INTPOST.VEL	11	.003348
6HUMERAL.DIA	11	.593958
7CUBITAL.DIA	11	.092610
8RADIAL.DIA	11	.003348
9INTANT.DIA	11	.003348
10INTPOS.DIA	11	.003348
11HUMERA.VOL	11	.182324
12CUBITA.VOL	11	.040868
13RADIAL.VOL	11	.003348
14INTANT.VOL	11	.003348
15INTPOS.VOL	11	.004442
16TOTAL.VOL	11	.091171
17%VOLT.CUB	11	.328072
18%VOLT.RAD	11	.003348
19%VOLT.ITA	11	.003348
20%VOLT.ITP	11	.007650

TABLA XXIII. Valores de la p al aplicar el test de Wilcoxon.

3. INTERVALOS DE CONFIANZA.

Con una seguridad del 95%, se han calculado los siguientes intervalos de confianza para la diferencia de valores de cada una de las variables (Tabla XXIV):

Base datos	Lím. sup. conf.	Lím. inf. conf.	Base datos	Lím. sup. conf.	Lím. inf. conf.
1	-0.45573483	9.75213483	11	-12.9370394	80.5552394
2	-2.42943806	11.4548381	12	-1.06728923	70.3400892
3	-20.7877963	-13.2558037	13	-82.2232171	-44.2313829
4	7.10069308	14.3193069	14	40.5522183	78.3567817
5	2.13208326	7.29891674	15	7.44877945	37.5512205
6	-0.14038348	0.22578348	16	-1.50372447	108.194724
7	-0.12250319	0.49150319	17	-3.77328903	9.60968903
8	-3.09798722	-2.43481278	18	-43.1865319	-36.1406681
9	0.93857661	1.60322339	19	22.0547044	33.0362956
10	0.36528063	0.99831937	20	3.40176385	14.9618362

TABLA XXIV. Intervalos de confianza para las diferentes variables

III.1.4. EXPLORACIÓN VASCULAR MEDIANTE TEST DE ALLEN Y DOPPLER CONTINUO.

1) Exploración mediante test de Allen cualitativo o convencional.

- Preoperatoriamente, en ningún caso se apreció relleno capilar digital mientras se mantenían presionadas simultáneamente las arterias radial y cubital, lo que indica a priori que no existe ningún otro eje principal en la mano. El tiempo medio de relleno de la arteria radial fue de 2.2 ± 1.1 segundos, y de la arteria cubital de 2.4 ± 1.0 segundos. Ninguna de las dos arterias fue vascularmente incompetente en esta serie.

- Postoperatoriamente, con la arteria cubital presionada, en tres casos (27%) se obtuvo un relleno capilar en 5.4 ± 1.6 segundos de media, lo que significa que ejes vasculares secundarios intentan de algún modo sustituir a la arteria radial ya extirpada. El tiempo de relleno de la arteria cubital fue de 1.9 ± 0.6 segundos, discretamente más rápido que antes de extirpar la arteria radial.

2) Exploración vascular con Doppler continuo.

La exploración pre y postoperatoria mediante doppler continuo, realizada al mismo tiempo que se localizaban las diferentes arterias a nivel de la muñeca como explicamos anteriormente en material y métodos, fue valorada según la escala funcional de Bellan⁽²³⁰⁾. Los resultados son los que se ofrecen a continuación en la tabla XXV:

PREOPERATORIO

	grado 0	grado 1	grado 2	grado 3	grado 4
	no detectable	detectable no contributiva	potencialmente disponible	parcialmente contributiva	totalmente contributiva
cubital	-	-	-	-	100%
radial	-	-	-	-	100%
interósea ant.	27% (3/11)	46% (5/11)	27% (3/11)	-	-
interósea pos.	18% (2/11)	82% (9/11)	-	-	-

POSTOPERATORIO

	grado 0	grado 1	grado 2	grado 3	grado 4
	no detectable	detectable no contributiva	potencialmente disponible	parcialmente contributiva	totalmente contributiva
cubital	-	-	-	-	100%
radial	100%	-	-	-	-
interósea ant.	-	-	73% (8/11)	27% (3/11)	-
interósea pos.	9% (1/11)	55% (6/11)	36% (4/11)	-	-

TABLA XXV. Exploración vascular con Doppler continuo.

III.1.5. OTRAS APLICACIONES DEL DÚPLEX-COLOR EN CIRUGÍA PLÁSTICA.

Como hemos visto en el apartado I.5.6.3. de la introducción, desde hace varios años se está utilizando el Eco-Doppler Color como método complementario de diagnóstico por la imagen en muchos problemas de cirugía plástica. Fundamentalmente se ha descrito su uso en el estudio de tumoraciones de la extremidad superior (apartado I.5.6.3.1.), en alteraciones de perfusión de las extremidades (apartado I.5.6.3.2.), en la monitorización de anastomosis vasculares (apartado I.5.6.3.3.), y en la identificación de perforantes y pedículos vasculares (apartado I.5.6.3.4.).

Incluso sus aplicaciones se han extendido hasta el punto de sustituir a la arteriografía en el diagnóstico de muchos casos en los que la angiografía era considerada como la técnica de elección (apartado I.5.6.2.)

Tal y como señalábamos en el apartado correspondiente a los objetivos secundarios de esta tesis (I.3.2.), las diferentes aplicaciones del Dúplex-Color en relación con nuestra especialidad han sido valoradas en diferentes pacientes conforme iba avanzando la investigación.

Aparte del estudio volumétrico desarrollado en el apartado III.1.2., otros cinco de los diferentes aspectos relacionados con la aplicación de esta técnica han sido estudiados en seis pacientes de los cuales, como veremos a continuación, tres pertenecían al estudio prospectivo, uno al retrospectivo, y los dos restantes eran pacientes con otros problemas ajenos a este estudio.

1) **Estudio de tumoraciones de la extremidad superior.** Durante el desarrollo del estudio prospectivo, un paciente fue remitido para realizar un examen vascular con Eco-Doppler Color. Se trataba de un varón de 47 años que presentaba en el dorso de la mano una tumoración subcutánea de unos tres cm. de diámetro sobre el segundo espacio inter-metacarpiano, sin ninguna otra sintomatología que preocupase al paciente salvo la presencia de la propia tumoración.

La tumoración tenía consistencia blanda, no se vaciaba a la presión, no presentaba thriller ni estaba adherida a piel, aunque parecía relativamente fija a planos profundos. No existían antecedentes de traumatismo ni de proceso inflamatorio o infeccioso previo. La tumoración había aparecido hace unos 5 meses y había crecido paulatinamente hasta adoptar este tamaño. La exploración con Doppler convencional mostraba un fuerte latido sobre la parte central de la tumoración.

El diagnóstico diferencial se realizó entre tumoración vascular (posible psuedoaneurisma), tumoración tendinosa o sinovial, y tumoración inespecífica de tejidos blandos.

El Dúplex-Color descartó el componente vascular de la tumoración y el posible origen tendinoso o articular, confirmando que se trataba de una masa sólida bien delimitada de 3.4 cm. de diámetro en su eje mayor. La tumoración se situaba en profundidad sobre el espacio intermetacarpiano, desplazando hacia la superficie el eje vascular dorsal del segundo espacio, que era el responsable de la señal pulsátil obtenida con el doppler continuo.

Su extirpación se realizó bajo anestesia troncular axilar, y el análisis histológico mostró que se trataba de una neoformación quística redondeada con restos hemáticos, con el diagnóstico de hiperplasia endotelial papilar intravascular (pseudosarcoma de Masson).

2) En cuanto a **identificación de perforantes y pedículos vasculares**, un paciente remitido del Servicio de Traumatología fue examinado con Eco-Doppler Color. Se trataba de un paciente de 36 años que presentaba una pérdida de sustancia aquilea tras reparación de rotura espontánea del tendón de Aquiles. Tras tres meses de postoperatorio, el paciente continuaba con exposición parcial del tendón secundaria a una necrosis cutánea.

Aunque el defecto era relativamente pequeño (3.5 x 1.5 cm.), se le propuso al paciente su cobertura con un colgajo supramaleolar, con el fin de obtener una cobertura definitiva de buena calidad que le permitiese iniciar la rehabilitación sin riesgo de una nueva rotura tendinosa. Mediante el empleo del Dúplex-Color se identificó la localización de la perforante distal de la arteria peronea, y de su rama ascendente cutánea, marcando el punto de salida y el trayecto de este eje vascular que constituye el pedículo del colgajo cutáneo diseñado. La intervención se realizó bajo anestesia epidural, confirmándose los hallazgos previos de la exploración. Se realizó un colgajo de 4 x 2 cm. con flujo anterógrado que curó sin complicaciones sobre la zona receptora.

3) Aunque la **monitorización de las anastomosis** de colgajos libres mediante el empleo de Dúplex-Color resulta, como ya hemos explicado en la introducción costosa (apartado I.5.6.3.3.), sus ventajas puede que en el futuro hagan de este instrumento un método muy útil en detectar precozmente cualquier complicación del flujo tanto arterial como venoso.

Durante la realización del examen postoperatorio con Dúplex-Color al enfermo que presentaba la pérdida de sustancia en brazo y codo (Paciente nº 3/R/V21), tuvimos la oportunidad de comprobar la permeabilidad de las anastomosis entre la arteria radial y una de sus venas concomitantes (que se utilizó como pedículo receptor), con el pedículo tóraco-dorsal del colgajo libre de dorsal ancho.

Fue muy ilustrativa la identificación de la zona de la microsutura vascular término-terminal, debido a que la anastomosis venosa se realizó con una sutura automática en forma de anillo (Precise Microvascular Suture 3M®). De este modo se visualizó el anillo de la anastomosis venosa y como existían turbulencias de flujo en esta zona, mientras que la sutura arterial convencional con puntos de nylon de 9/0 mostraba un flujo normal.

4) **Exploración de pedículos receptores.** En los dos casos de reconstrucción de defectos del pie, se comprobó la permeabilidad y el buen flujo arterial de los pedículos receptores mediante el Dúplex-Color, así como la adecuada circulación colateral a partir de las arterias tibial anterior y peroneas (en los dos casos se utilizó la arteria tibial posterior con anastomosis término-terminal).

Asímismo se comprobó la permeabilidad de las venas safenas mayor y menor que fueron anastomosadas a una vena del sistema venoso superficial del colgajo radial antebraquial.

La importancia de la exploración de estos pedículos en zonas que han sufrido traumatismos importantes recientes, radica en comprobar la existencia de un buen flujo y descartar edema y fibrosis perivascular que puedan provocar trombosis en las anastomosis. En estos casos es de vital importancia recurrir a zonas más proximales donde realizar las microanastomosis aunque para ello se precise alargar los pedículos con injertos venosos.

5) **Dúplex-Color frente a arteriografía.** En dos pacientes a los que se les había realizado una arteriografía para valorar los posibles pedículos receptores, uno del estudio prospectivo (el caso de la pérdida de sustancia del brazo y codo) y otro del retrospectivo (un caso de mano catastrófica en el que se utilizó un radial invertido), se contrastó la información obtenida en estos estudios con la derivada de la exploración del Eco-Doppler Color.

- En el caso del estudio prospectivo (Paciente nº3/R/V21), se trataba como ya hemos visto de un traumatismo grave sobre el brazo izquierdo, con fractura bifocal del húmero, lesión del nervio radial y afectación del plexo braquial. Además, existía una importante pérdida

de sustancia sobre el foco de fractura en la cara anteroexterna del tercio distal del brazo, que se extendía sobre el aspecto anterior de la articulación del codo. Tras estabilizar la fractura y realizar varios desbridamientos, se decidió realizar un colgajo libre muscular de dorsal ancho para la cobertura. Para valorar el estado del pedículo receptor se realizó una arteriografía, que confirmó la continuidad de la arteria braquial pero en la que no se encontró ninguna arteria colateral de buen calibre salvo la porción proximal de la humeral profunda. Por ello se decidió diseccionar distalmente la arteria radial y utilizarla como colgajo proximalmente basado portador del pedículo receptor.

En este caso la exploración con Eco-Doppler Color fue extremadamente dificultada por la ferulización del brazo y la existencia de la pérdida de sustancia, junto a la movilización dolorosa tanto del hombro como del codo. Por ello, sólo fue posible confirmar la permeabilidad de la arteria humeral en el codo, y la normalidad del estado de las arterias en la muñeca. Es importante destacar cómo en este paciente se obtuvieron los registros más elevados de volúmenes:

- A. humeral	= 340 ml/min (Preop),	320 ml/min (Postop)
- A. cubital	= 173 ml/min	" 192 ml/min "
- A. radial	= 130 ml/min	" - "
- A. int. ant.	= 12 ml/min	" 112 ml/min "
- A. int. post.	= 43 ml/min	" 42 ml/min "

En este caso la aportación de la arteriografía se consideró imprescindible ante la imposibilidad material de explorar ecográficamente las arterias colaterales de la humeral para emplearlas como posibles pedículos receptores. No obstante, dado que era bastante lógico alejarse de la zona traumatizada para elegir un vaso receptor, tal y como se realizaron finalmente las anastomosis con la arteria radial, hubiera bastado con el Dúplex-Color para comprobar la indemnidad del pedículo radial.

Aún en el caso de que la arteriografía hubiera mostrado, por ejemplo, una arteria colateral ulnar inferior de buen calibre para las anastomosis, la dificultad de la disección en la zona traumatizada hubiera sido difícil y el riesgo de complicaciones hubiese sido sin duda más alto que utilizando el pedículo radial como se hizo.

- En el caso de la paciente del estudio retrospectivo, se trata de una niña de 7 años que presentaba un déficit de cobertura sobre el dorso de la muñeca y la mano derecha, secundario a un traumatismo importante con lesión de extensores y avulsión cutánea tratado con un injerto cutáneo. En Diciembre de 1991 se le realizó liberación de la zona cicatricial, tenolisis del aparato extensor del índice, injertos tendinosos para los extensores del tercer y cuarto dedos y cobertura con un colgajo radial fasciosubcutáneo de flujo invertido.

A pesar de una rehabilitación precoz, la contractura recidivó con el tiempo impidiendo una flexión normal de la muñeca, por lo que se planteó en Marzo de 1995 una nueva liberación de la zona cicatricial sobre el dorso de la muñeca, tenolisis de extensores y artrolisis de la muñeca, seguido de cobertura con un colgajo libre del músculo serrato anterior.

Dado que ya se había empleado la arteria radial con el colgajo a flujo invertido, se realizó un arteriografía para valorar los posibles vasos receptores del colgajo libre. En este estudio se observó una arteria interósea anterior anormalmente grande, que se comunicaba con el muñón de la arteria radial restaurando así la dinámica de los arcos palmares (Fig. 4). Por eso en esta niña, como veremos más adelante en los resultados del estudio retrospectivo, al presionar la arteria cubital seguía existiendo flujo digital.

Estos hallazgos fueron uno de los que nos llevaron a plantear la hipótesis científica de la presente tesis, y fueron comprobados posteriormente cuando se le realizó el Dúplex-Color, ya que se encontraron flujos en la arteria interósea anterior incluso superiores a los de la arteria radial del brazo sano contralateral (Fig. 5 y Tabla XXVI).

Como podemos apreciar en la tabla XXVI, el volumen total de la mano operada a pesar de no existir la arteria radial (243.2 ml/min), es superior al doble del volumen total de la mano control (112.5 ml/min). Asimismo, el flujo de la arteria interósea anterior en la mano operada (104.83 ml/min) supera con mucho al de la arteria radial de la mano control (40.62 ml/min).

Finalmente se utilizó la porción distal de la arteria radial como vaso receptor para el serrato libre, que presentaba un flujo adecuado a través del arco palmar (no se evidenció en la arteriografía la continuidad de la arteria radial utilizada como pedículo del colgajo a flujo invertido realizado previamente). Por ello, consideramos que en este caso la exploración con Eco-Doppler Color podría haber ahorrado la arteriografía, si bien la imagen simultánea obtenida por ésta de la ramificación de la arteria braquial en sus diferentes arterias antebraquiales, es mucho más ilustrativa gráficamente de la redistribución de flujos que las placas ecográficas aisladas de las diferentes arterias.

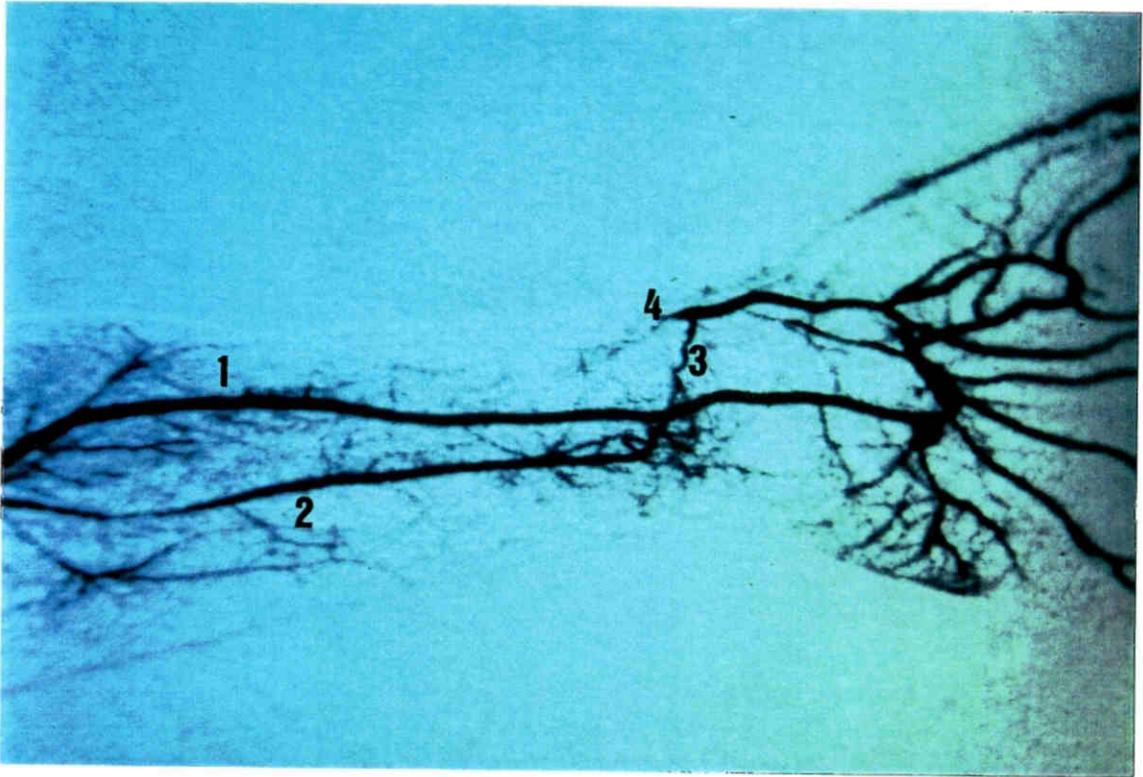


Figura 4. Arteriografía tras la realización de un colgajo radial fascio-subcutáneo a flujo invertido. La arteria cubital (1) aporta la principal contribución a los arcos palmares. La arteria interósea anterior (2) ha desarrollado un calibre importante, y mediante una de sus ramas distales (3), se anastomosa con el muñón distal de la arteria radial (4).

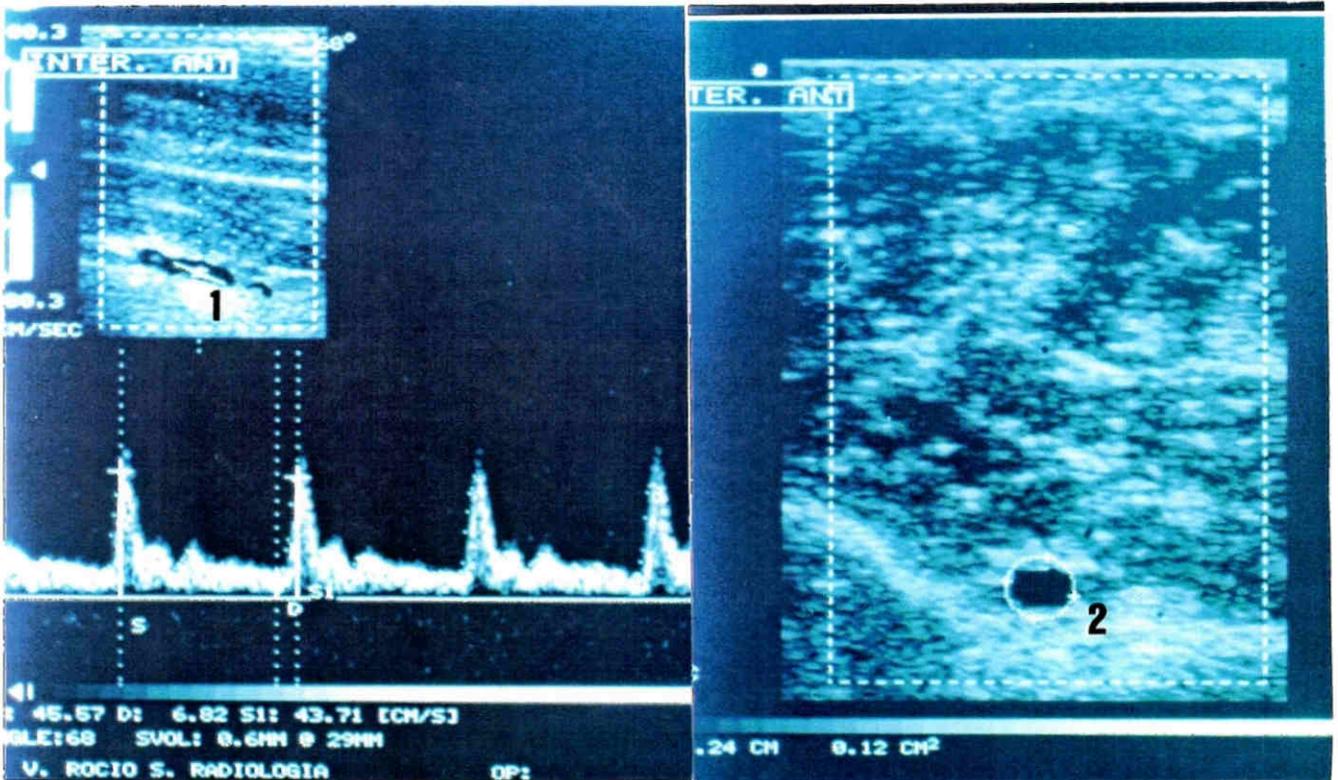


Figura 5. Eco-Doppler Color de la arteria interósea anterior de la arteriografía previa.
1 Medición de la velocidad del flujo (26.7 cm/s) en el eje longitudinal de la arteria.
2 Medida del área (0.12cm²) de la arteria en su eje transversal.

<u>Mano control</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	25.20	3.5	145.39
A. Cubital	23.60	2.3	58.80(52.2%)
A. Radial	17.82	2.2	40.62 (36.2%)
A. Interósea Ant.	4.40	1.6	5.3 (4.7%)
A. Interósea Post.	5.10	1.8	7.8 (6.9%)
		total	112.5 (100%)
<u>Mano Operada</u>	vel. promedio (cm/sg)	diámetro (mm)	vol. flujo (ml/min)
A. Humeral	27.32	3.5	157.62
A. Cubital	17.77	3.2	85.70 (35.2%)
A. Radial	-	-	-
A. Interósea Ant.	24.73	3.0	104.83 (43.1%)
A. Interósea Post.	16.55	2.6	52.69 (21.7%)
		total	243.2 (100%)

TABLA XXVI. Exploración con Eco-Doppler Color.

III.2. ESTUDIO RETROSPECTIVO: VALORACIÓN DE LA MORBILIDAD DE LA ZONA DONANTE RADIAL, Y VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA RECONSTRUCCIÓN.

En esta segunda parte expondremos los resultados del estudio retrospectivo desarrollado para cumplir los objetivos secundarios propuestos en este trabajo.

En primer lugar describiremos las características de la población y los diferentes datos de la historia clínica registrados en la Hoja 1 del protocolo. Posteriormente, mostraremos los datos resultantes de la entrevista con el paciente acerca de las secuelas de la zona donante radial y de su satisfacción con la reconstrucción realizada (Hoja 2), así como la valoración y exploración por el autor de ambas zonas donante y receptora (Hoja 3). Finalmente se mostrarán los resultados de la exploración vascular del brazo donante y del contralateral utilizando el test de Allen y el Doppler continuo (Hoja 4).

III.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.

Número de pacientes, edad y sexo.

Un total de 55 historias clínicas fueron inicialmente revisadas en el primer tiempo de esta parte del estudio como hemos explicado en la parte II.1.2.3. del método de recogida de datos. De ellos sólo 37 (67.27%) fueron citados para realizar la entrevista y la exploración de las Hojas 2, 3 y 4 del protocolo. De ahí que en esta parte de los resultados sean 55 los registros a los que se le aplicó la Hoja 1 del protocolo.

Todos estos 55 pacientes fueron intervenidos entre Enero de 1991 y Mayo de 1995. De ellos 34 (61.8%) eran varones y 21 (38.2%) mujeres. La edad media calculada a partir de la edad de los pacientes en la fecha de la intervención fue de 34,5 años, teniendo el paciente más joven 3 años y el mayor 72 años.

Cirujano, Servicio y Hospital.

Los 55 pacientes fueron intervenidos en el Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla durante el periodo arriba indicado, 40 de ellos pertenecientes al Servicio de Cirugía Plástica y 15 al Servicio de Cirugía Maxilofacial.

Los diferentes facultativos que actuaron como cirujanos fueron:

Dr. Gómez Cía	n = 35
Dr. Sicilia	n = 2
Dr. Ortega Martínez	n = 1
Dr. Fernández Ortega	n = 1
Dr. Ciria	n = 1
Dr. Rollón	n = 7
Dr. González Padilla	n = 4
Dr. Hernández	n = 2
Dr. Restoy	n = 2

Antecedentes clínicos.

Su incidencia la podemos resumir en la siguiente tabla:

- Tabaquismo (>1 paquete/día)	n = 19 (34.5%)
- HTA	n = 5 (09.0%)
- Diabetes Mellitus	n = 8 (14.5%)
- Hábito alcohólico importante	n = 12 (21.8%)
- ADVP	n = 1 (01.8%)

Diagnóstico/Problema reconstructivo.

La localización del defecto a reconstruir en los 55 casos fue:

- Cabeza y cuello	n = 28 (50.9%)
- Mano y extremidad superior	n = 14 (25.5%)
- Pie y miembro inferior	n = 13 (23.6%)

La etiología genérica del defecto a tratar fue la siguiente:

- Traumatismos y sus secuelas	n = 21 (38.2%)
- Oncológica	n = 16 (29.0%)
- Quemaduras y sus secuelas	n = 11 (20.0%)
- Úlceras por falta de sensibilidad	n = 7 (12.7%)

La causa específica y su localización fueron las siguientes:

- Oncología oral	n = 15
- Traumatismos y secuelas mano	n = 11
- Quemaduras extremidades	n = 5
- Oncología facial	n = 5
- Mal perforante plantar	n = 5
- Traumatismo y secuelas pie	n = 4
- Traumatismo y secuelas faciales	n = 4
- Retracciones cervicales postquemadura	n = 3
- Secuela de radiodermatitis facial	n = 2
- Avulsión cuero cabelludo	n = 1

Intervenciones previas sobre la zona a reconstruir.

Prácticamente un tercio (32.7%) de estos pacientes (18 de 55) habían sido tratados previamente con intentos reconstructivos, incluyendo un caso de colgajo libre de epiplon mayor para el caso de la avulsión de cuero cabelludo, aunque en la mayoría de ellos (11 de 18) el procedimiento más utilizado fue el injerto libre de piel parcial.

Colgajo radial.

Los diferentes tipos de colgajo radial fueron los siguientes:

- Colgajos libres	n = 46
- fasciocutáneos	n = 34
- osteo-fasciocutáneos	n = 12
- resensibilizados	n = 9
- Colgajos pediculados	n = 9
- Flujo invertido	n = 8
- fasciocutáneos	n = 7
(con tendón palmar menor	n = 1)
- fasciosubcutáneo	n = 1
- Flujo directo fasciocutáneo	n = 1

Los datos acerca de la dominancia de la mano no fueron encontrados en la historia clínica (sólo en 9 casos de 55), pudiendo señalar únicamente que sin tener en cuenta los colgajos pediculados, donde lógicamente el brazo donante es el impuesto por la lesión, el 67.3% (31 de 46) de los antebrazos donantes fueron izquierdos.

Los datos acerca del tamaño de las paletas cutáneas se encontraron en el 63.6% (35/55) de las hojas operatorias, con una superficie media de 56.8 cm², siendo el mayor de los colgajos fasciocutáneos de 19 x 14 cm., el que se utilizó para el caso de avulsión de cuero cabelludo.

Los fragmentos de radio extraídos en los 12 casos de colgajos osteocutáneos midieron 7.5 cm. de media. Sólo en un caso de fractura intraoperatoria se utilizó esponjosa de cresta iliaca para rellenar el defecto óseo.

Sólo en el 7.2% (4/55) de los casos, incluido el caso de colgajo fasciosubcutáneo a flujo invertido, se realizó un cierre primario de la zona donante. En el resto de los casos se utilizó un autoinjerto de piel parcial.

Tiempo operatorio.

Para los colgajos libres realizados en el Servicio de C. Plástica por el Dr. Gómez Cía, el tiempo medio operatorio medido en 23 pacientes fue de 4:40 h (279.34 minutos).

En seis de los pacientes intervenidos de oncología oral en el Servicio de C. Maxilofacial, en los que junto con la extirpación oncológica se precisó disección cervical, el tiempo medio fue de 8:35 h.

Tiempo de hospitalización.

De 36 pacientes de colgajos libres en los que fueron recogidas las fechas de intervención y de alta, la media de días transcurridos entre ambas fue de 18.75 días.

En 20 pacientes intervenidos de colgajos libres en pacientes no oncológicos en el Servicio de C. Plástica, que no precisaron postoperatorio en UCI ni tiempo de hospitalización por otras causas ajenas a la reconstrucción, el tiempo medio de hospitalización desde la intervención al alta fue de 11.2 días.



Necesidad de reintervención.

En este apartado se incluyen únicamente las reintervenciones en las primeras 48 horas por complicaciones directas del colgajo en relación generalmente con sufrimiento del mismo. En total fueron 8 (14.5%) los casos que precisaron ser reintervenidos por los siguientes motivos:

- | | |
|---------------------------------|-------|
| - trombosis arterial y/o venosa | n = 5 |
| - evacuación hematoma | n = 3 |

Complicaciones.

Al margen de las complicaciones de las zonas quirúrgicas no hubo morbilidad ni mortalidad significativa dependientes del acto quirúrgico reconstructivo. En los pacientes de oncología de cabeza y cuello, la morbilidad de la extirpación tumoral no ha sido valorada.

- Complicaciones de la zona receptora:

- | | |
|---|-----------------------|
| - pérdida total del colgajo | n = 3 (5.4%) |
| - pérdidas menores del colgajo | n = 7 (12.7%) |
| - otras (hematomas, infecciones, dehiscencia suturas,...) | <u>n = 14 (25.4%)</u> |
| | total = 43.5% |

- Complicaciones de la zona donante:

- | | |
|---|-------|
| - pérdida menor del injerto | n = 8 |
| - pérdida importante del injerto, junto infección y exposición ósea | n = 2 |
| - fractura de radio | n = 2 |
| - Sudeck | n = 1 |

Incidencias en la evolución posterior.

El **tiempo medio de seguimiento** desde la intervención hasta la última revisión que figuraba en la historia clínica fue de 14.83 meses.

Durante este tiempo 19 pacientes (34.5%) precisaron algún tipo de **reintervención** tanto sobre la zona receptora como sobre la zona donante.

III.2.2. VALORACIÓN SUBJETIVA DEL PACIENTE.

En este apartado de los resultados, presentamos los datos referentes a la valoración subjetiva que los pacientes hacen tanto de la zona donante como de la receptora. Estos datos fueron recogidos en la encuesta que figura como la Hoja 2 del protocolo retrospectivo de recogida de datos. En total 37 pacientes de las 55 historias revisadas fueron entrevistados (67.27%), con un seguimiento medio desde la intervención hasta la entrevista de 18.66 meses.

III.2.2.1. VALORACIÓN DE LA ZONA DONANTE RADIAL.

Tres aspectos fueron valorados de la zona donante radial:

1) MOTRICIDAD.

La valoración subjetiva de la posible pérdida de fuerza en el antebrazo o la mano generó estos resultados:

- No pérdida de fuerza	n = 30 (81.0%)
- Un poco	n = 5 (13.6%)
- Bastante	n = 2 (5.4%)

2) SENSIBILIDAD.

En cuanto a la percepción de sensaciones anormales en el antebrazo o mano, los pacientes fueron interrogados acerca de padecer las siguientes alteraciones en el momento de la encuesta:

- No, ningún problema	n = 17 (45.9%)
- Dolor	n = 8 (21.6%)
- Hormigueos	n = 9 (24.3%)
- Zonas insensibles en mano	n = 16 (43.2%)
- Calambres (tinnel)	n = 13 (35.1%)
- Intolerancia al agua fría	n = 3 (08.1%)

3) ESTÉTICA.

Acerca de si les preocupa el aspecto de la cicatriz que ha quedado en el antebrazo, los resultados fueron:

- No, en absoluto	n = 26 (70.2%)
- Algo, un poco	n = 3 (08.1%)
- Mucho	n = 8 (21.6%)

III.2.2.2. VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA RECONSTRUCCIÓN.

Para la valoración subjetiva del paciente de los resultados de la reconstrucción, se le planteó a los enfermos las dos preguntas siguientes:

1. En general, considerando toda su enfermedad en conjunto, ¿está vd. satisfecho con los resultados de la reconstrucción que le hemos hecho ?

- | | |
|------------------------|----------------|
| - Si, estoy satisfecho | n = 28 (75.6%) |
| - Parcialmente/Regular | n = 5 (13.6%) |
| - No, en absoluto | n = 4 (10.8%) |

2. ¿ Qué ha sido para vd. lo peor de todo de su enfermedad/problema desde su ingreso ?

- | | |
|------------------------------|----------------|
| - Nada | n = 12 (32.4%) |
| - Tiempo hospitalización | n = 21 (56.7%) |
| - Elevado número operaciones | n = 6 (16.2%) |
| - Dolor/molestias postop. | n = 9 (24.3%) |
| - Prohibición de fumar | n = 4 (10.8%) |
| - Anestesia | n = 3 (08.1%) |

III.2.3. EXPLORACIÓN DE LAS ZONAS DONANTE Y RECEPTORA.

En este apartado de los resultados, vamos a presentar los datos referentes a la valoración de un explorador, el autor de esta tesis, acerca de las zonas donante y receptora.

Estos datos fueron recogidos en la Hoja 3 del protocolo retrospectivo de recogida de datos, tras la realización de la encuesta precedente. En total 37 pacientes de las 55 historias revisadas fueron explorados (67.27%), con un seguimiento medio desde la intervención hasta la exploración de 18.66 meses

III.2.3.1. EXPLORACIÓN DE LA ZONA DONANTE.

Se valoraron cuatro parámetros de la zona donante:

1. FUERZA.

La fuerza de la mano fue valorada con la ayuda de un dinamómetro Jamar, comparando la mano donante con su contralateral normal. De los 37 pacientes, 7 fueron excluidos por presentar el problema a reconstruir precisamente en la mano. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Total N=30	- Mano donante	fuerza = 48.4±11.9 kg.
	- Mano control	fuerza = 48.0±21.0 kg.
Varones N=18	- Mano donante	fuerza = 56.7±6.1 kg.
	- Mano control	fuerza = 56.2±6.2 kg.
Mujeres N=12	- Mano donante	fuerza = 35.8±5.8 kg.
	- Mano control	fuerza = 35.6±6.7 kg.

El total de los datos fueron analizados estadísticamente de forma descriptiva y mediante el test de Wilcoxon para datos apareados de variables no paramétricas, siendo las diferencias no significativas estadísticamente ($p = 0.082579$).

Los valores descriptivos de las diferencias entre ambos grupos fueron los siguientes:

Valid N	Mean	-95.000%	+95.000%	Median	Minimum
30	-.400000	-.855748	.055748	-.500000	-3.00000
		Lower	Upper	Quartile	
	Maximum	Quartil	Quartile	Range	Std.Dev.
	3.000000	-1.00000	0.00	1.000000	1.220514

2. SENSIBILIDAD.

2A) En cuanto a la exploración sensitiva del territorio del nervio radial, de los 30 pacientes explorados, hubo 5 casos (16.6%) con anestesia completa sobre la primera comisura, y 8 casos (26.6%) en los que se pudo provocar un tinnel, de modo que de los 25 pacientes restantes, la discriminación mínima entre dos puntos en este territorio fue la siguiente:

Total N=25	- Mano donante	sensibilidad = 23.6±4.2 mm.
	- Mano control	sensibilidad = 23.7±4.4 mm.

Los datos fueron analizados estadísticamente de forma similar al apartado anterior, de modo que en estos 25 pacientes no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p=0.71$). Los valores descriptivos de las diferencias de ambos grupos fueron los siguientes:

Valid N	Mean	-95.000%	+95.000%	Median	Minimum
25	.200000	-.73066	1.130663	.00000	-3.00000
		Lower	Upper	Quartile	
	Maximum	Quartil	Quartile	Range	Std.Dev.
	5.000000	-2.00000	2.00	4.000000	2.25

2B) En cuanto a la zona injertada sobre los antebrazos donantes, de los 30 pacientes explorados tan sólo 13 (43.3%) presentaban sensibilidad grosera a la presión. De los antebrazos control explorados, la discriminación media de dos puntos medida en la zona equivalente a la injertada en el antebrazo control fue de 36.3 ± 5.39 mm.

3. MOVILIDAD MUÑECA.

De los 30 pacientes explorados, sólo uno de ellos (3.33%) presentaba limitación importante tanto de la flexo-extensión, como de la prono-supinación y desviación lateral de la muñeca. Se trataba del único enfermo con complicaciones graves de la zona donante que derivaron en una distrofia simpática refleja de Sudeck.

4. ESTÉTICA.

La secuela cosmética de la zona donante injertada se valoró en función del aspecto e integración del injerto, de la aparición de queloides, cicatrices hipertróficas, bridas cicatriciales, etc. No se tuvo en cuenta, lógicamente, los requerimientos dependientes de las necesidades reconstructivas, como el tamaño del colgajo y su localización.

Teniendo en cuenta estas premisas, de los 37 casos explorados 24 de ellos (64.8%) podrían considerarse como satisfactorios o aceptables y 13 (35.2%) como regulares o malos resultados, de los cuales en 9 casos los injertos empleados habían sido mallados.

III.2.3.2. EXPLORACIÓN DE LA ZONA RECEPTORA: VALORACIÓN DE LA RECONSTRUCCIÓN.

Dada la gran heterogeneidad de problemas reconstruídos, resulta difícil valorar los resultados conjuntamente, de modo que esta exploración de la zona receptora trata simplemente de comprobar si se cumplieron aceptablemente los objetivos impuestos al plantear la

reconstrucción en los 37 pacientes revisados. Los diferentes aspectos valorados han sido:

1. COBERTURA.

- Adecuada	n = 30 (81.1%)
- Deficiente	n = 4 (10.8%)
- Redundante	n = 3 (08.1%)

2. SENSIBILIDAD.

De los 9 pacientes en los que se intentó resensibilizar parte de su zona de apoyo plantar, sólo 3 consiguieron una sensibilidad de protección a la presión. En dos casos hubo recidiva del mal perforante plantar por el que fueron operados. En los cuatro restantes se estableció una cobertura adecuada a pesar de no existir resensibilización tras un mínimo de 5 meses tras la intervención.

3. ESTABILIDAD ÓSEA.

En los 12 colgajos osteocutáneos realizados, con un seguimiento medio de 20.6 meses, se obtuvo un contorno adecuado, si bien la masticación sólo puede realizarse con normalidad en dos casos, en los que se ha completado la rehabilitación oral con la colocación de implantes osteointegrados.

III.2.4. EXPLORACIÓN VASCULAR MEDIANTE TEST DE ALLEN Y DOPPLER CONTINUO.

De los 37 pacientes citados a revisión, la exploración vascular se llevó a cabo sólo en 27 pacientes, ya que los 10 pacientes restantes fueron descartados por una de estas dos razones:

- 1) las condiciones de la mano donante no permitían realizar un test de Allen con plenas garantías, como en algunas en las que se realizaron colgajos radiales de flujo invertido;
- 2) la mano control contralateral había tenido antecedentes de traumatismos o de intervenciones que hubieran podido interferir con los resultados.

1) Exploración mediante test de Allen cualitativo o convencional.

- En las manos control (no operadas), al igual que en las manos preoperatorias del estudio prospectivo, en ningún caso se apreció

relleno capilar digital mientras se mantenían presionadas simultáneamente las arterias radial y cubital. El tiempo medio de relleno de la arteria radial fue de 2.4 ± 1.3 sg., y el de la arteria cubital de 2.3 ± 1.1 sg. Ninguna de estas dos arterias fue vascularmente incompetente.

- En las manos donantes, con la arteria cubital presionada hubo 16 casos (59.2%) en los que se obtuvo un relleno capilar digital en 3.4 ± 1.2 segundos de media, lo que significa que ejes vasculares secundarios sustituirían de algún modo a la arteria radial ya extirpada. El tiempo de relleno de la arteria cubital en estas manos fue de 2.1 segundos.

2) Exploración vascular con Doppler continuo.

La exploración de ambas manos en estos pacientes ha sido realizada, al igual que en los casos del estudio prospectivo, según la escala funcional de Bellan⁽²³⁰⁾. Los resultados se muestran a continuación en la tabla XXVII.

MANOS CONTROL

	grado 0	grado 1	grado 2	grado 3	grado 4
	no detectable	detectable no contributiva	potencialmente disponible	parcialmente contributiva	totalmente contributiva
cubital	-	-	-	-	100%
radial	-	-	-	-	100%
interósea ant.	29%(8/27)	37%(10/27)	34%(9/27)	-	-
interósea pos.	11%(3/11)	89%(24/11)	-	-	-

MANOS OPERADAS

	grado 0	grado 1	grado 2	grado 3	grado 4
	no detectable	detectable no contributiva	potencialmente disponible	parcialmente contributiva	totalmente contributiva
cubital	-	-	-	-	100%
radial	100%	-	-	-	-
interósea ant.	-	-	37%(10/27)	52%(14/27)	11%(3/27)
interósea pos.	8%(2/11)	70%(19/27)	22%(6/27)	-	-

TABLA XXVII. Exploración vascular con Doppler continuo.

III.3. ESTUDIO ANATÓMICO.

Este estudio fue realizado por el autor con el objetivo de ilustrar las bases anatómicas de esta tesis doctoral. Se llevó a cabo en el laboratorio de anatomía de la Universidad II de Burdeos bajo la dirección del Prof. Martin, cuya experiencia en trabajos realizados sobre esta región anatómica fue de gran ayuda.

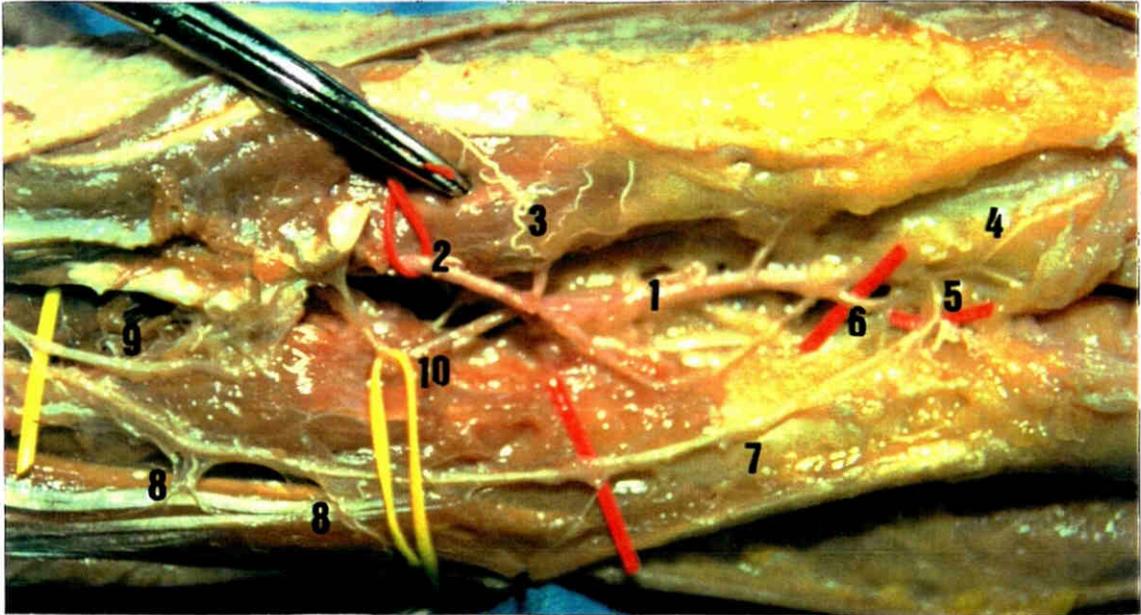
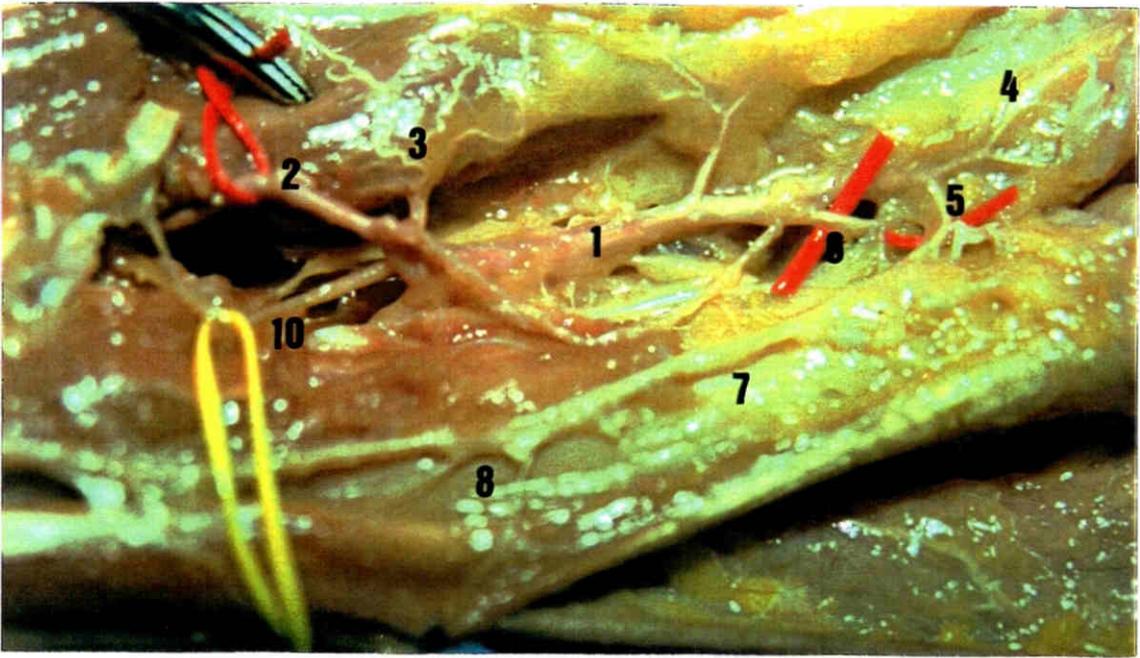
En los cinco antebrazos disecados, se siguió distalmente a nivel macroscópico las ramas terminales anterior y posterior de la arteria interósea anterior, en busca de anastomosis con ramas de las arterias radial, cubital, o ramos recurrentes del arco palmar profundo (Fig. 6 y 7).

No se encontró ninguna anastomosis de la rama dorsal de la arteria interósea anterior con el resto de las arterias principales, salvo con la interósea posterior, anastomosis presente en los cinco casos. En todos los casos esta rama dorsal terminaba distalmente ramificándose en profundidad a nivel de la articulación radiocubital distal (Fig. 6 y 7).

También se halló de forma constante una rama fasciocutánea de aproximadamente 1 mm. de calibre, discurriendo entre los músculos extensor largo y extensor corto del pulgar y situada a 6.4 cm. de media proximalmente al pliegue de extensión de la muñeca, así como varios ramos pequeños distribuidos por la cara dorsal de la metáfisis distal del radio (Fig. 6 y 7).

En cuanto a la rama terminal anterior de la arteria interósea anterior, en tres casos se encontraron anastomosis con una rama carpiana proximal volar de la arteria radial. En otro caso se halló una ramificación muy fina que llegaba a conectar con la rama transversa de la arteria radial que iba a formar el arco palmar superficial. En el caso restante, esta rama anterior terminaba distalmente ramificándose sobre la primera hilera del carpo para formar arcos carpianos de muy pequeño calibre que precisaban disección microscópica (Fig. 6 y 7).

En resumen, a nivel macroscópico se pudieron evidenciar conexiones de la rama terminal volar de la arteria interósea anterior con ramas procedentes de la arteria radial en cuatro de las cinco extremidades estudiadas.



Figuras 6 y 7. Diseción sobre la cara dorsal del antebrazo derecho de un cadáver fresco previamente preparado con inyección de látex coloreado. La muñeca del antebrazo queda a la derecha y la porción proximal del mismo a la izquierda.

- 1 Rama dorsal terminal de la arteria interósea anterior.
- 2 Perforante distal de la arteria interósea anterior.
- 3 Rama muscular de la arteria interósea anterior para el extensor largo del pulgar.
- 4 Rama de la arteria interósea anterior para la epífisis distal del radio.
- 5 Anastomosis distal entre ambas arterias interóseas.
- 6 Rama carpina dorsal que se anastomosa con la arteria radial.
- 7 Arteria interósea posterior.
- 8 Ramas musculares de la arteria interósea posterior para el cubital posterior.
- 9 Nervio interóseo posterior.
- 10 Nervio interóseo anterior.

DISCUSIÓN

IV. DISCUSIÓN

IV.1. ESTUDIO PROSPECTIVO.

IV.1.1. DISCUSIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.

El sacrificio de la arteria radial ha levantado muchas críticas desde las primeras aplicaciones del colgajo chino, pero de todas las grandes series presentadas hasta la fecha, sólo hay un caso publicado de isquemia de la mano secundaria a la disección de un colgajo radial⁽¹⁷⁰⁾.

Muchos autores, al publicar series o variaciones de otros colgajos, ya sean libres para diferentes aplicaciones^(233-235,237,238,240,243,244) o pediculados para cobertura de la mano^(236,239,241,242), hacen hincapié en los posibles efectos perjudiciales que puede tener suprimir el eje vascular radial sin presentar ejemplos clínicos o datos de algún estudio en concreto.

Es lógico pensar que eliminar la arteria radial conlleva cierta morbilidad inherente. No obstante, existen mecanismos de compensación a través de la circulación colateral que pueden paliar este déficit. El beneficio de las innegables ventajas de la calidad de cobertura que proporciona este colgajo, junto con su gran seguridad sirve a ciertos autores⁽²⁴⁵⁾ para justificar esta morbilidad.

Para poder valorar la morbilidad vascular que para la mano supone privarla de la arteria radial cuando se realiza un colgajo chino, se pueden plantear varios tipos de estudio. Algunos de ellos han sido ya publicados como estudios que tratan de valorar sus posibles consecuencias clínicas como la temperatura digital o la intolerancia al frío⁽¹⁷¹⁾.

Otros utilizan métodos objetivos como la pletismografía, registros de fluometría capilar digital con laser-doppler, medidas de la velocidad y el volumen sanguíneo con doppler pulsado^(105,171,172) o valoración del volumen de la onda de presión digital.

No obstante, todos los estudios que hemos analizado son trabajos retrospectivos que comparan el brazo donante con el contralateral. Éste es un sesgo que consideramos de gran importancia si tenemos en cuenta algunos factores como la variabilidad anatómica arterial entre ambas manos de un mismo individuo, y la diferente dominancia de una mano sobre la otra en la extremidad superior. Parece evidente que si bien lo más parecido a la mano de un individuo es su otra mano, no por ello debe ser igual ni mucho menos.

Por ello, como primer aspecto importante a la hora de plantear este estudio pensamos en la necesidad de que fuera un trabajo prospectivo, de modo que valorase los cambios en la misma mano, antes y después de realizar el colgajo radial.

En segundo lugar, tratamos de buscar un método objetivo y fiable para poder valorar estos cambios desde el punto de vista vascular. Al parecer por la bibliografía y especialistas consultados, no existe ningún método que nos informe directamente con precisión del volumen de sangre que le llega a una porción de la extremidad superior por unidad de tejido⁽²⁴⁶⁻²⁵¹⁾. Y aunque lo hubiese, precisaríamos de otros métodos para valorar, además de la cantidad, que la distribución de este flujo se realiza correctamente. Si además tenemos en cuenta los diferentes cambios del aporte vascular que se producen en la extremidad superior entre el reposo y el ejercicio, nos damos cuenta de lo complicado, por no decir imposible, que resulta conseguir tener una idea precisa del flujo que nutre a una unidad de tejido expresado en unidades como ml/minuto/100 gr. de tejido^(252,253).

De entre los diferentes métodos con los que contamos en el laboratorio de exploración vascular, existen distintas formas de aproximarse con cierta exactitud a determinados aspectos del sistema vascular, que van desde la exploración clínica y las maniobras del test de Allen^(145,254,255), hasta la fluometría capilar con laser-doppler, pasando por la pletismografía, las medidas de presión arterial segmentarias, la ecografía, el doppler, las unidades de eco-doppler, las medidas de presión y volumen de la onda de pulso digital, la arteriografía y los radioisótopos.^(220,247,248,250,251)

Dado que al realizar el colgajo radial se suprime uno de los ejes arteriales principales del antebrazo, estamos hablando de la eliminación de un eje vascular longitudinal de distribución genérica del flujo cuyo destinatario principal es la mano y los tejidos del antebrazo. Debido a que existe otro eje principal -la arteria cubital-, y otros ejes secundarios -arterias interóseas- con la misma función de distribución de flujo que la arteria radial, pensamos al igual que Dunet⁽¹⁷²⁾ que sería una buena aproximación para valorar la morbilidad del colgajo radial medir el flujo de sangre que circula por estas arterias en un determinado punto, siempre en la misma mano, antes y después de eliminar el eje radial.

Si realizamos estas mediciones a nivel de la muñeca, este método nos va a permitir conocer los cambios del volumen de sangre que circula por las principales arterias hacia la mano, que obviamente es la parte de la extremidad que más podría verse afectada al suprimir la arteria radial.

De esta forma, si tras realizar el colgajo comprobáramos que el volumen que antes aportaba la arteria radial ahora ya no se compensa con el aporte del resto de ejes arteriales, y que ese volumen constituía un porcentaje importante del total que circula por las arterias del antebrazo, entonces tendríamos elementos de juicio para afirmar que existe morbilidad vascular al eliminar la arteria radial.

No se trata de negar que suprimir uno de los ejes de distribución de flujo en una extremidad es algo negativo; esto es evidente. Se trata de comprobar científicamente que este hecho negativo, gracias a ciertos mecanismos de compensación, no desencadena necesariamente una morbilidad, entendiendo como tal una alteración en las funciones de la mano, tanto como máquina del aparato locomotor, como en su papel de aparato de los sentidos y sistema de relación social que filogenéticamente tanto ha significado en la evolución de la especie humana.

IV.1.2. DISCUSIÓN DE LA APLICACIÓN DEL DÚPLEX-COLOR.

IV.1.2.1. DISCUSIÓN DEL ESTUDIO VOLUMÉTRICO.

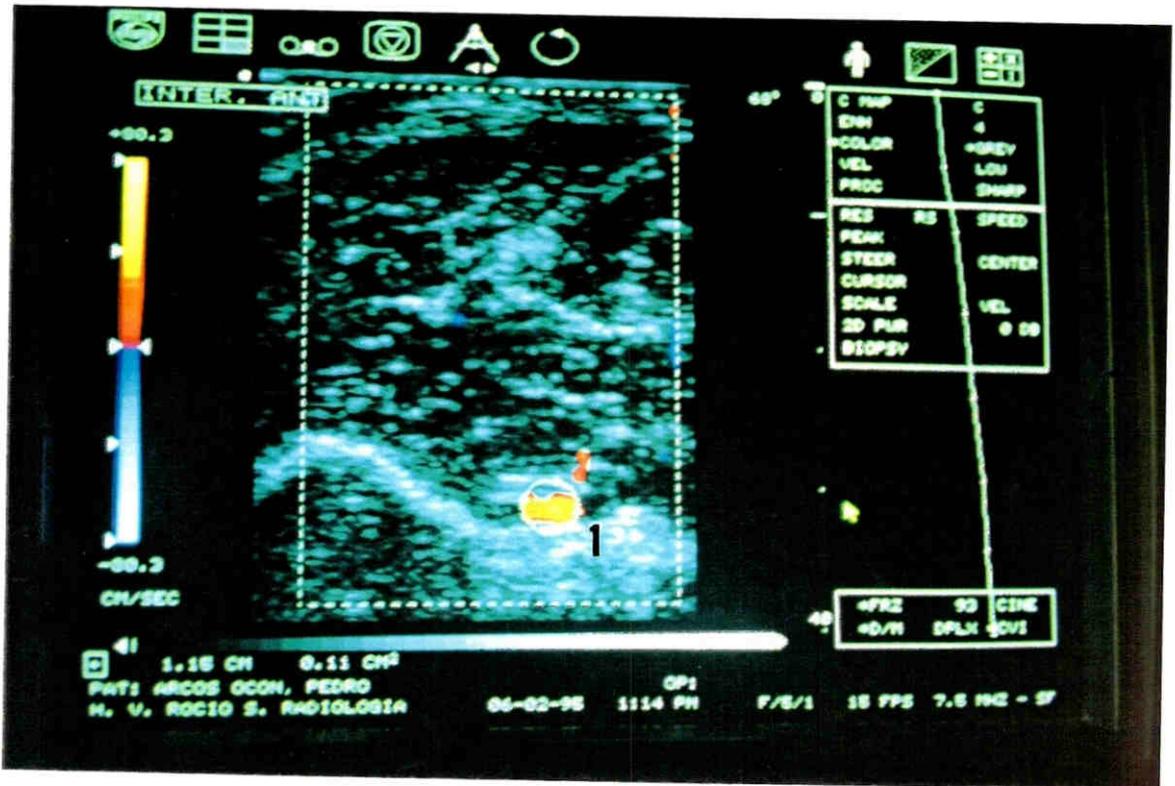
Una vez definido el planteamiento del estudio, había que seleccionar el método de exploración más idóneo para medir con la mayor precisión posible el volumen de sangre circulante por las diferentes arterias del antebrazo.

De los diferentes métodos que permiten aproximarse al cálculo del débito sanguíneo en un vaso arterial, el Eco-Doppler Color permite conocer actualmente con la mayor precisión posible este volumen expresado en unidades de ml/minuto.^(226-223,247,250,252,256)

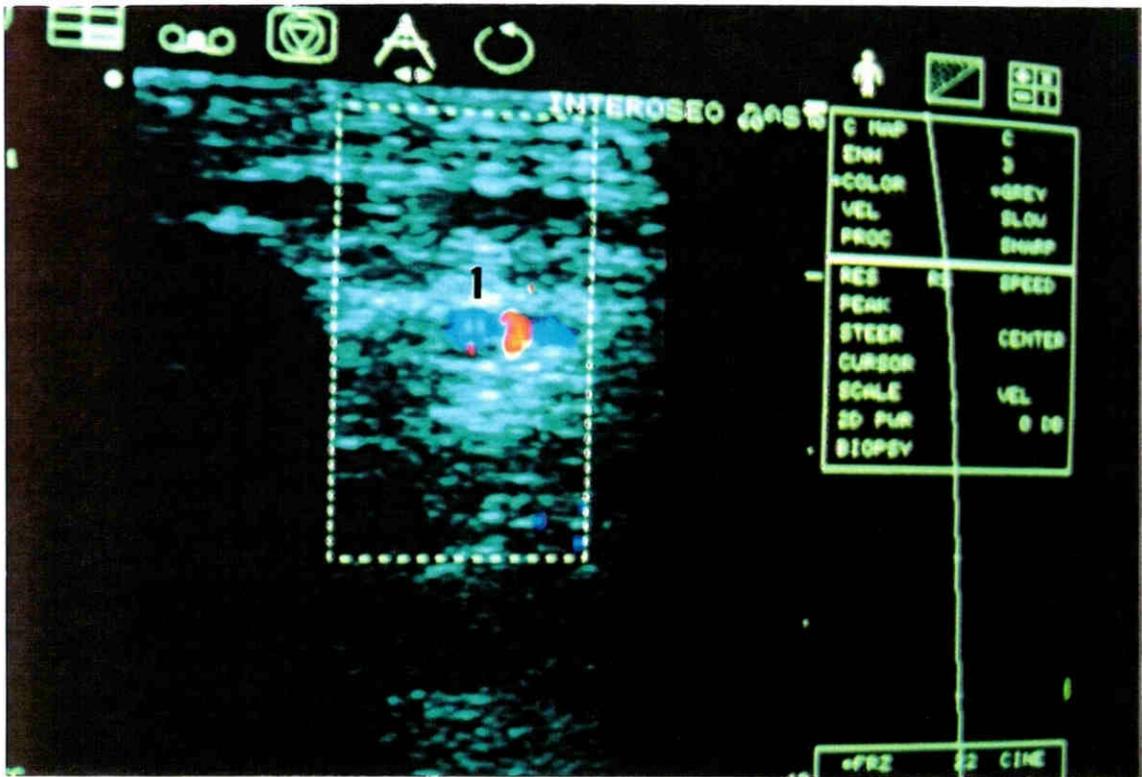
Es razonable pensar que si el volumen de flujo que circula por un vaso sanguíneo depende de la velocidad de ese flujo y del diámetro del vaso, la técnica que se aproxime a medir con mayor exactitud estos dos parámetros será de elección para el cálculo volumétrico. Ello se consigue con las unidades de Eco-Doppler Color como la que utilizamos en este trabajo, y que hemos descrito en el apartado correspondiente del material y métodos. El componente de Doppler pulsado proporciona datos acerca de las velocidades del flujo, y la imagen ecotomográfica simultánea del vaso relleno de color, permitir medir con exactitud el diámetro vascular^(252,257,258). La exactitud de esta técnica, aunque con ciertas imprecisiones, permite detectar hasta flujos de 0.3 cm/sg en vasos de hasta 0.2 mm. de calibre⁽²²⁰⁾.

A modo de ejemplo, como podemos observar en las figuras 8, 9, 10 y 11 de la siguiente página, mediante el Eco-Doppler Color se puede calcular con precisión el flujo o débito sanguíneo a partir de la medición de la velocidad y el área de los vasos.

Aunque otros métodos se han utilizado clínicamente para cálculos volumétricos, únicamente el doppler pulsado^(259,260), la aparición del Eco-Doppler Color ha desplazado a este otro tipo de medidas más imprecisas.



Figuras 8 y 9. Medidas del área (1) y de la velocidad (2) de la arteria interósea anterior en el control postoperatorio del paciente n° 1 del estudio prospectivo (PAO/V33). Para hallar el flujo se calculó la media de las tres medidas efectuadas; sus valores fueron diámetro = 3.9 mm., velocidad = 12.8 cm/sg. y volumen = 89.8 ml/minuto.



Figuras 10 y 11. Medidas del área (1) y de la velocidad (2) de la arteria intereósea posterior en el control postoperatorio del paciente nº 1 del estudio prospectivo (PAON/33). Para hallar el flujo se calculó la media de las tres medidas efectuadas; sus valores fueron diámetro = 3.0 mm., velocidad = 9.2 cm/sg. y volumen = 40.5 ml/minuto.

La aplicación del Eco-Doppler Color en este estudio permite principalmente orientar la discusión en un sentido: la imprecisión de esta técnica puede llegar a ser importante en vasos de pequeño calibre, especialmente en los menores de 1.5-2 mm. de diámetro, pues como hemos explicado en la introducción, cualquier error sobre el diámetro repercute de forma importante en el cálculo del área, y en consecuencia del flujo, ya que al elevar al cuadrado el diámetro se incrementa geoméricamente el error sobre la sección⁽²⁵²⁾.

Para minimizar en lo posible este error, hemos creído conveniente tomar las siguientes precauciones:

- 1) Calcular el área de sección del vaso no sólo a partir del diámetro, sino también a partir de la superficie medida directamente por el aparato con la ayuda de un calibrador circular manejado con un ratón. Los datos de estas dos medidas eran posteriormente promediados para el posterior cálculo del volumen.
- 2) De cada parámetro (diámetro, área y velocidad), se tomaron tres medidas para comprobar que no había diferencias relevantes, y la media de estos tres valores fue la que se utilizó para el cálculo de la cantidad de flujo circulante.
- 3) Todas las exploraciones fueron realizadas por un único explorador, el Dr. Talegón del Servicio de Radiología del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla, codirector de esta tesis, y en un mismo aparato (Philips P-700), para reducir al máximo el sesgo de diferentes exploradores.

De este modo, se ha intentado obtener datos de aporte volumétrico con el mínimo margen de error posible. No obstante, aún reconociendo que estos datos puedan tener cierta imprecisión, a la hora de valorar los resultados, la magnitud de las diferencias entre las exploraciones pre y postoperatorias, van a restar o añadir importancia a esta inexactitud en función de que estas diferencias sean, respectivamente, muy significativas o no.

Como ya hemos expuesto en los resultados, para los parámetros de importancia clínica a la hora de establecer conclusiones, las diferencias han sido cuantitativa y estadísticamente lo suficientemente significativas como para restar importancia a estos posibles errores necesariamente ligados al propio método de exploración.

IV.1.2.2. DISCUSIÓN DE SUS APLICACIONES EN CIRUGÍA PLÁSTICA.

La exploración con el Dúplex Color de las arterias del antebrazo en los diferentes pacientes, junto con la documentación bibliográfica de sus recientes aplicaciones en cirugía reconstructiva⁽²²⁰⁾, nos llevó durante el periodo de realización de esta tesis a valorar su utilidad en muchos aspectos de nuestra especialidad.

Aunque en principio no contábamos con incorporar esta técnica a otras aplicaciones aparte de los cálculos volumétricos, algunos pacientes se han beneficiado de esta exploración como hemos presentado en la parte correspondiente de los resultados.

Lo más importante a mencionar en esta discusión, quizá sea el que muchas de estas aplicaciones están consideradas como indicación para realizar una arteriografía, de forma que con el Eco-Doppler Color, puede obtenerse de modo totalmente inocuo y con mucho menor coste estos mismos datos e incluso información adicional.^(220,261)

De este modo, el estudio de tumoraciones de tejidos blandos de posible origen vascular o en contacto con vasos importantes⁽²⁶²⁾, el diagnóstico de enfermedad vascular oclusiva de la extremidad superior y su seguimiento⁽²⁶³⁾, la identificación y localización de perforantes y pedículos vasculares de muchos colgajos^(264,265,266), la exploración del estado de pedículos receptores en colgajos libres⁽²⁶⁷⁾, e incluso la monitorización de anastomosis vasculares⁽²⁶⁸⁾, puede realizarse tantas veces como sea necesario, incluso intraoperatoriamente, sin la morbilidad de la arteriografía.^(269,270)

Aunque para las distintas indicaciones todavía no hemos realizado estas exploraciones en un número significativo de pacientes como para sacar nuestras propias conclusiones, este estudio nos ha servido de nexo con los ecografistas para aportar un nuevo método de exploración muy útil en nuestra especialidad y, sobre todo, para el beneficio del paciente.

IV.1.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Aunque la serie de pacientes es relativamente pequeña, la magnitud de las diferencias entre los datos volumétricos pre y postoperatorios permiten confirmar la hipótesis científica planteada en la introducción de este estudio con rigor estadístico.

Sin querer repetir los datos numéricos presentados ya en los resultados, a modo de resumen podemos establecer como motivo fundamental de esta discusión las dos siguientes afirmaciones:

1) Tras la extirpación de la arteria radial al realizar un colgajo chino, el volumen de sangre que en conjunto circula por las arterias principales del antebrazo en su porción distal no disminuye, como podría pensarse en un principio, sino que presenta cierta tendencia a aumentar, aunque lo hace sin valor estadístico ($p=0.09$).

2) Ello depende fundamentalmente de la arteria interósea anterior, que multiplica su volumen de flujo seis veces ($p=0.003$) al incrementar tanto su diámetro ($p=0.003$) como la velocidad de flujo ($p=0.003$).

Al analizar los datos numéricos con los que se explican estas afirmaciones, es importante apreciar que la validez de los mismos, además de estar representada por la significación estadística, viene condicionada por el hecho de que en la mayoría de las variables el valor de la mediana sigue al de la media, lo que habla en favor de la homogeneidad de las diferencias entre datos apareados.

Por otro lado, los intervalos de confianza creados, permiten extrapolar a la población el sentido y la magnitud de los cambios esperados tras el experimento con una seguridad del 95%. En estos intervalos se aprecia como la tendencia de los cambios en ciertas variables se correlaciona con su significancia estadística.

Los mecanismos que provocan estos cambios están muy probablemente en relación con el sistema nervioso autónomo y siguen los principios de las leyes hemodinámicas que dirigen la circulación colateral. Las premisas anatómicas que hemos expuesto en la introducción marcan las posibles vías de compensación, y otros factores humorales pueden tener influencia en estos cambios.

Lo que parece claro es que el sistema vascular, en la extremidad superior, dispone de vías y mecanismos de compensación que hacen que no podamos hablar de "morbilidad" en sentido estricto al eliminar la arteria radial, pues funcionalmente no existe ninguna repercusión clínica ni biológica demostrada sobre la mano.

Para poder explicar estos mecanismos, en el siguiente apartado se desarrolla lo que el autor de esta tesis doctoral ha denominado "*hipótesis de la redistribución de los tipos de flujo en los ejes vasculares axiales*", donde se analiza pormenorizadamente los elementos que intervienen en estos cambios.

IV.1.4. HIPÓTESIS DE LA REDISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE FLUJO EN LOS EJES VASCULARES AXIALES.

Básicamente la función principal del sistema vascular arterial en las extremidades, como ocurre en general en el resto del organismo, es la de aportar nutrientes y oxígeno a la piel y los tejidos del aparato locomotor para que éstos puedan realizar sus funciones. El sistema venoso se encarga de canalizar la evacuación de los productos correspondientes a su metabolismo. Entre ambos, con la regulación que sobre ellos ejerce el sistema nervioso autónomo, se controlan otras funciones como el mantenimiento de la temperatura, lo que permite que las extremidades funcionen adecuadamente ante diferentes grados de rendimiento y distintas condiciones ambientales. Al mismo tiempo, el sistema vascular permite que los elementos del sistema de la coagulación, diferentes neurotransmisores circulantes y los responsables de la inmunidad humoral, se distribuyan por los distintos tejidos para garantizar su perfecto funcionamiento.

El aporte de nutrientes y oxígeno se realiza a través del sistema arterial como la distribución de un volumen/minuto de sangre a los diferentes tejidos, basado en las leyes hemodinámicas que rigen la circulación sanguínea. En condiciones fisiológicas, este débito o volumen/minuto que circula por las arterias depende de la velocidad del flujo y del diámetro del vaso. A su vez, la velocidad deriva fundamentalmente del gradiente de presión y de las resistencias periféricas. El gradiente de presión es directamente proporcional a la diferencia entre la presión producida por el corazón y la presión estática de llenado del resto del sistema circulatorio. Por su parte, la resistencia al flujo es inversamente proporcional a la cuarta potencia del radio de las arterias, pero también depende de otros factores como su longitud, la viscosidad de la sangre, y alteraciones patológicas como turbulencias o estenosis^(250,251).

Diferentes mecanismos de retroalimentación coordinados por el sistema nervioso autónomo regulan muchos de estos factores, de forma que se pueda garantizar el aporte de nutrientes ante distintas condiciones fisiológicas y patológicas.

Teniendo en cuenta cómo influyen todos estos factores en el sistema vascular arterial, éste podría dividirse hemodinámicamente en tres partes o elementos de distribución de flujo:

- 1) En primer lugar tendríamos los **vasos de canalización de flujo**, dependientes casi directamente de la bomba cardíaca, que corresponderían a los principales ejes arteriales axiales de las extremidades.

En la extremidad superior estarían representados, de proximal a distal, por la arteria humeral, la humeral profunda, la arteria cubital, el tronco y las dos arterias interóseas, la arteria radial, los arcos palmares,

los troncos digitales comunes y las arterias colaterales digitales. La función de estos vasos es la de aportar una cantidad genérica determinada de sangre a un segmento de la extremidad a partir de sus ramificaciones, pero en sí mismas no son más que segmentos vasculares axiales de canalización de flujo.

Estos ejes a su vez, como veremos luego, pueden dividirse en principales y secundarios. Los principales continúan distalmente como ejes principales de canalización, y los secundarios, nacidos de ramificaciones de los anteriores, finalizan en el segmento de la extremidad donde se iniciaron.

Las terminaciones distales de éstos últimos juegan un doble papel: por una lado se pueden considerar como vasos de distribución de flujo, que como explicaremos a continuación se encargan de nutrir una porción concreta de uno o más tejidos, en este caso situados normalmente alrededor de zonas articulares; pero además por otra parte, suelen terminar anastomosándose con ramas recurrentes de los segmentos inmediatamente distales de la extremidad, o con arcos transversales provenientes de un eje paralelo.

Esto es lo que sucede por ejemplo en el codo con las anastomosis entre la rama posterior de la arteria colateral radial de la humeral profunda con la arteria recurrente interósea, así como entre la rama anterior de la colateral radial y la recurrente radial, o entre la colateral ulnar superior y la arteria recurrente cubital. Estas conexiones permiten por un lado, a través de sus ramificaciones en vasos de distribución, levantar colgajos a flujo invertido muy útiles en la cobertura de defectos alrededor del codo (son respectivamente los colgajos lateral de brazo a flujo invertido, y recurrente radial y cubital de Maruyama^(134,195)), mientras que por otra parte aseguran una importante circulación colateral en caso de lesiones de las arterias axiales principales.

En el caso de la muñeca, las comunicaciones entre las arterias interóseas y entre la radial y la cubital a través de los arcos palmares permiten igualmente la realización de colgajos antebraquiales a flujo invertido, al mismo tiempo que aseguran una importante circulación colateral.

Más distalmente, algo similar sucede entre las arterias digitales comunes y las metacarpianas dorsales, la red anastomótica comisural, las comunicaciones de colaterales digitales con la vascularización metacarpiana dorsal de la primera falange, así como de las colaterales digitales entre sí a lo largo de toda la longitud de los dedos.

2) En segundo lugar estarían las arterias que, provenientes de las anteriores o de ramificaciones de las anteriores, se van a distribuir por una unidad determinada de normalmente uno, o excepcionalmente de varios tejidos para aportarles su vascularización. Son los **vasos de distribución de flujo**, verdaderas unidades de aporte vascular.

Correspondería a las arterias nutricias de los huesos largos, a ramas musculares que constituyen los pedículos vasculares principales o secundarios de los músculos, a las perforantes septocutáneas que nutren una porción de piel o a ramos arteriales que acompañan a los nervios principales vascularizándolos.

Igualmente se englobarían entre estas arterias a ramos recurrentes que aportan flujo al origen muscular, la cápsula articular, la epífisis ósea y parte de la piel de una región determinada como ocurre con la arteria recurrente radial, a ramas cutáneas directas como sucede con la arteria cubito-dorsal inferior, a ramas neurocutáneas que acompañan a los nervios sensitivos en su trayecto suprafascial, a ramas que participan en la nutrición de un complejo osteoarticular como los ramos carpianos anteriores y posteriores, a ramificaciones que se distribuyen por una región anatómica contribuyendo a la nutrición de piel, tendones, hueso y músculo, como en los espacios intermetacarpianos dorsales, a los ejes vasculares digitales y sus ramas transversales que participan en la vascularización de todos los elementos de un segmento del dedo, etc.

Estas arterias constituirían a nivel teórico los pedículos axiales de lo que podríamos llamar **unidades elementales de colgajo**, cuyo conjunto ensamblado configuraría el puzzle de colgajos que representa la extremidad superior. Muchas de ellas no son aplicables por separado en la práctica, pero otras, en conjunto y en continuidad con los vasos de canalización, constituyen los diferentes colgajos de uso clínico.

Sus ramificaciones distales dentro del tejido que nutren, o entre varios de ellos cuando se distribuyen por más de un tejido, comunican un territorio con otro enlazando las unidades elementales de colgajo entre sí. Estas uniones se realizan a través de las anastomosis de choque descritas por Taylor⁽³⁹⁾, y tienen su contrapartida venosa representada por venas avalvulares de conexión⁽⁴⁰⁾; ambas juegan un papel fundamental en los fenómenos de retardo vascular de los colgajos.^(49,50)

3) Finalmente, como resultado de consecutivas ramificaciones de estas últimas arterias, obtendríamos los **vasos de aprovechamiento y regulación del flujo**, representados por arteriolas y los vasos precapilares y capilares, donde se prepara el flujo y donde se realiza el intercambio metabólico.

Su función última es permitir que el contenido del flujo sanguíneo participe en la nutrición celular, asegurando así el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas que integran las extremidades. Pero también desempeñan un papel fundamental en la regulación de las resistencias periféricas, y de ellos depende por ejemplo, el mantenimiento de la tensión arterial en casos de shock hipovolémico.

Estos vasos poseen diferente inervación según su localización; así, en la piel de los dedos, las manos y los pies existen fundamentalmente fibras simpáticas vasoconstrictoras, siendo la vasodilatación resultado de la inhibición o cese de la estimulación de éstas; más proximalmente, como sucede en la piel del antebrazo, actúan además fibras vasodilatadoras en conjunción con el aparato sudomotor. Los músculos en cambio, están inervados por fibras dilatadoras y constrictoras que responden respectivamente al estrés emocional o cambios posturales, aunque sin duda más importante es la respuesta vasodilatadora a varios metabolitos generados durante el ejercicio⁽²⁵⁰⁾.

Por último, es importante destacar la gran capacidad de autoregulación que tienen estos vasos para mantener constante el nivel de flujo dentro de un amplio rango de variaciones en la presión sanguínea.

Asimismo, como hemos mencionado anteriormente, entre los **vasos de canalización** que discurren en un segmento en concreto o área seccional de cada porción de la extremidad, existen dos tipos de ejes arteriales: principales y secundarios.

- Los **principales**, aparte de nutrir al segmento a través de sus diferentes ramas escalonadas de distribución, continúan en el siguiente segmento distal también como ejes principales, de modo que se van dividiendo conforme avanzan hasta alcanzar las arterias colaterales digitales, ejes principales de los dedos. Estos ejes están representados, siempre en la extremidad superior, por la arteria humeral en el brazo, las arterias radial y cubital en el antebrazo, los arcos palmares y las arterias digitales comunes en la mano, y las arterias colaterales en los dedos.

- Los ejes **secundarios**, finalizan en la parte distal de ese segmento de la extremidad, bien como ramas distales de distribución, o como ramas anastomóticas periarticulares, como hemos visto previamente. Estos ejes corresponden en el brazo a la arteria humeral profunda y sus ramas de división (arteria colateral media, y rama anterior y posterior de la arteria colateral radial), y a las arterias colaterales ulnares superior e inferior. En el antebrazo estarían representados por las arterias interóseas, y en la mano por las metacarpianas dorsales y ramos

anastomóticos, tanto de las arterias digitales comunes como de las colaterales digitales propias.

De ello se desprende que los ejes secundarios, en condiciones fisiológicas, realmente sólo actúan como vasos de canalización de flujo en su segmento proximal, comportándose sus ramas terminales como vasos de distribución de flujo al segmento de la región anatómica correspondiente. Lo mismo sucede ya en la porción distal de las arterias digitales propias, que se convierten en vasos de distribución de la porción más distal de los dedos.

La hipótesis de la redistribución de los tipos de flujo trata simplemente de explicar hemodinámicamente la eficacia de la circulación colateral cuando se interrumpen las arterias principales en su recorrido en la extremidad superior. Esto es lo que sucede en parte cuando por ejemplo, se suprime un vaso de canalización de flujo principal, como ocurre con la arteria radial cuando la tomamos como pedículo del colgajo chino, o cuando una herida incisa secciona uno o más ejes principales.

El resultado prácticamente automático de estas alteraciones, supone el reestablecimiento de un nuevo equilibrio hemodinámico con una perfusión tisular normal, lo que se realiza a costa de uno o ambos de los siguientes mecanismos:

a) otro eje principal asume el flujo interrumpido en la otra arteria principal (esto sólo puede ocurrir donde existan dos ejes principales en paralelo, como en el antebrazo con las arterias radial y cubital, en la mano con los arcos superficial y profundo y las arterias digitales comunes, y en los dedos con ambas colaterales digitales),

y/o

b) uno o más ejes secundarios se transforman en su porción distal de vasos de distribución en vasos de canalización, convirtiéndose a partir de ese momento en ejes principales.

Los cambios que se producen ante estas circunstancias dependen por una parte, de la arteria o las arterias lesionadas, de su nivel de lesión, y por otra, de la orientación y distribución espacial y numérica de los ejes de canalización principal y secundarios.

Esta distribución, amén de las múltiples variaciones anatómicas posibles, parece que se corresponda con un dispositivo muy especial y perfectamente organizado para evitar riesgos de isquemia. Resulta curioso como cambia esta disposición en los distintos segmentos de la extremidad superior, desde la región axilar, donde existen múltiples vías de seguridad fundamentalmente a partir de las arterias circunflejas, hasta los dedos largos y el pulgar, pasando por las importantes arcadas anastomóticas alrededor del codo, el doble sistema radial-cubital en paralelo del antebrazo, el triple sistema sagital de los arcos palmares y las arterias metacarpianas dorsales.

Este complejo y perfecto sistema vascular, es sin duda resultado de la evolución filogenética que la mano ha alcanzado en la especie humana, y que ontogénicamente descubre cómo las arterias radial y cubital se desarrollan en último lugar para aportar vascularización a la mano, como porción más evolucionada de la extremidad.

Pero ¿ Qué cantidad de pérdida de flujo actúa de estímulo para provocar la activación de la circulación colateral ? ¿De dónde y cómo se originan los mecanismos que provocan estos cambios ?

No podemos hablar en sentido estricto de activación de la circulación colateral cuando suprimimos la arteria radial al levantar el colgajo chino, pues existe en el antebrazo otro eje paralelo (la arteria cubital) de contribución equivalente en la vascularización de la mano. Sería necesario suprimir todos los ejes de canalización principales existentes en un área de la extremidad para asumir esta condición.

Por ello, cuando la arteria interósea anterior incrementa su porcentaje medio relativo de participación en la vascularización de la mano de un 5.54 a un 33.08%, tal y como han mostrado los resultados, pienso que es más adecuado considerar que ha dejado de ser un vaso de canalización secundario para convertirse en uno principal. En todo caso se trataría de una **circulación colateral parcial**, pues si los antebrazos no dispusieran de arterias interóseas ni ningún otro eje de canalización secundario, la arteria cubital se haría probablemente cargo de todo el flujo de la mano.

Sólo cuando se eliminan las arterias cubital y radial, quedando únicamente ejes secundarios, es cuando puede hablarse de **circulación colateral en sentido estricto**. En este caso, las arterias interóseas, sobre todo la anterior, pasaría a ser eje de canalización principal, y probablemente muchos vasos de distribución, especialmente las ramas musculares más voluminosas o ramas periarticulares, se constituirían en ejes de canalización secundarios, a través de las ramificaciones de arterias musculares o articulares recurrentes del segmento inmediatamente distal, como las provenientes del arco palmar profundo.

De hecho, como sucede con el colgajo braquial externo "extremo" descrito por Martin⁽⁷³⁾, si una cantidad importante de piel del brazo y del antebrazo puede sobrevivir con flujo retrógrado a partir de las ramificaciones de una rama muscular para el tríceps de la arteria humeral profunda, ¿ por qué no podría convertirse esta vía de distribución muscular en una vía de canalización secundaria con flujo anterógrado en caso de una sección de la arteria humeral? Incluso aún más: si más tarde este hipotético paciente tiene la mala suerte de seccionarse el resto de colaterales, que con la sección de la humeral previamente se habían transformado en ejes de canalización principal, ¿ por qué no esta misma vía podría pasar a ser ahora el eje arterial principal de la extremidad ?

La siguiente pregunta lógica sería: ¿Qué posibilidades habría clínicamente de manipular temporalmente y de forma secuencial interrupciones de flujo similares a las sucedidas en el ejemplo anterior? ¿Podría aplicarse en la explotación de nuevos pedículos secundarios o de nuevas arterias de distribución para transferir colgajos locales de baja morbilidad con largos pedículos?

Las respuestas a estas preguntas suponen plantear nuevos estudios experimentales, que con métodos de exploración objetivos adecuados como el Dúplex Color, permitan estudiar hemodinámicamente éstas y otras hipótesis científicas. De hecho, este tipo de sucesión de acontecimientos tiene cierta similitud, pero en sentido inverso, al desarrollo ontogénico de los ejes vasculares de la extremidad superior durante el periodo embrionario.

IV.2. ESTUDIO RETROSPECTIVO.

IV.1.1. DISCUSIÓN DE LA MORBILIDAD.

Los resultados del estudio retrospectivo en cuanto a la morbilidad de la zona donante radial, al igual que en otras series publicadas⁽²⁷¹⁻²⁷⁴⁾, nos muestran una incidencia relativamente importante de complicaciones menores, si entendemos como tales aquéllas que afectan poco a la funcionalidad de la mano, y que permiten realizar una actividad laboral, recreativa y de relación normal. Entre ellas podemos destacar:

- 14.5% (8/55) de pérdida menor del injerto, con alargamiento del tiempo de curación de la zona donante superior a tres semanas;
- 19% (7/37) de pérdida subjetiva de fuerza, aunque no hubo diferencias significativas ($p=0.082579$) al comparar la fuerza de prensión de la mano operada con la contralateral;
- 54% (20/37) de los pacientes referían algún tipo de alteración de la sensibilidad en la zona donante, si bien la exploración objetiva evidenció lesión de la rama sensitiva del nervio radial con anestesia completa de su territorio en el 16% (5/30) de los pacientes explorados, y provocación de hormigueos a la percusión del radial en un 26% (8/30);
- un 30% de los pacientes se sentía preocupado del aspecto de la cicatriz del injerto sobre el antebrazo;

Pensamos que muchos de estos problemas podrían reducirse con una disección más cuidadosa, particularmente en lo que respecta a intentar preservar las ramas sensitivas del nervio radial, así como realizando un cierre de la zona donante mucho más metódico, evitando injertar directamente sobre estas ramas, protegiéndolas previamente con vientres musculares para garantizar en lo posible el prendimiento del injerto cutáneo. Muchos autores han publicado diferentes medidas para reducir en lo posible la incidencia de estas complicaciones.⁽²⁷⁵⁻²⁸²⁾

Otro aspecto fundamental es la ausencia completa, en prácticamente todas las extremidades donantes de colgajos libres revisados, de una rehabilitación adecuada de la mano donante. Creemos que el tratamiento con medidas físicas por parte de un fisioterapeuta especializado puede ayudar mucho, si no a evitar las secuelas dependientes del acto quirúrgico, sí a reducir el tiempo de recuperación de la actividad normal de la mano operada.

En cuanto a complicaciones mayores, de las 55 historias revisadas podemos considerar un caso de distrofia simpática severa grave, con dolor intenso y congelación casi completa de la articulación de la muñeca. Se trataba de un paciente al que se había realizado un colgajo osteocutáneo tras extirpación de un carcinoma epidermoide de suelo de boca. Intraoperatoriamente se fracturó el radio, y posteriormente el foco de fractura quedó expuesto por pérdida del injerto e infección de la zona donante. El colgajo interóseo posterior que se realizó como cobertura fracasó a las 24 h. por problemas venosos, recurriendo finalmente a un colgajo torácico a distancia en dos tiempos. El resultado fue una distrofia de Sudeck agresiva con un componente de dolor muy severo.

Tanto entre las historias revisadas como en los pacientes explorados, no se apreció ningún signo de morbilidad vascular. Tan sólo un 8% (3/37) de los enfermos entrevistados presentaba ocasionalmente intolerancia leve al agua fría.

La principal discusión en este apartado debe orientarse, desde el punto de vista del autor, a enfocar la morbilidad del colgajo radial como resultado de complicaciones quirúrgicas y postoperatorias, muchas veces derivadas de concentrar el máximo interés del acto quirúrgico en la zona receptora a reconstruir, y de no tratar con el celo que se merece la propia "reconstrucción" de la zona donante.

Tal y como hemos visto por los resultados del estudio prospectivo, así como por los datos de la exploración vascular de los enfermos revisados retrospectivamente, el hecho de suprimir el eje arterial radial no supone ninguna morbilidad clínica ni funcional para la mano, aunque no por ello deba considerarse como un hecho negativo, pues al fin y al cabo alteramos la anatomía y la fisiología normal del sistema vascular de la mano.

De hecho, las series que publica Guimberteau^(199,200)(55 casos) de colgajos antebraquiales cubitales, aún siendo ésta la arteria dominante en la mayoría de las manos, no presenta ningún problema relacionado con la morbilidad vascular.

Del mismo modo, en los casos de trombosis de la arteria cubital, prácticamente todos los pacientes muestran una regresión de los síntomas cuando se extirpa un buen fragmento de la arteria cubital trombosada, sin necesidad de reestablecer su flujo con injertos venosos⁽¹⁶⁸⁾.

Además, recientemente Lovie y Glasson⁽²⁰³⁾ destacan la dominancia de la arteria radial a nivel de la muñeca en cuanto a un mayor diámetro que el de la arteria cubital. También mencionan la ausencia de signos o síntomas de morbilidad vascular en más de 100 casos de colgajos antebraquiales cubitales, por lo que dichos autores no recomiendan la reconstrucción de la arteria cubital con injertos venosos.

De éstas y otras muchas experiencias publicadas^(230,283-288), se desprende que gracias a varios mecanismos, entre los que se incluye principalmente el sistema nervioso autónomo, eliminar uno de los ejes arteriales del antebrazo no equivale a morbilidad. Es más, ni siquiera se ha demostrado que en estos casos, la incidencia o coexistencia de otras enfermedades vasculares tenga una peor repercusión sobre la vascularización de la mano.

IV.1.2. DISCUSIÓN DE LA EXPLORACIÓN VASCULAR MEDIANTE TEST DE ALLEN Y DOPPLER CONTINUO.

Tanto la exploración con el test de Allen como con el Doppler continuo indican que, tras la extirpación de la arteria radial, otros ejes arteriales del antebrazo (fundamentalmente la arteria interósea anterior) incrementan la cantidad de su flujo en relación con su participación en la vascularización de la mano.

Sin querer olvidar que estamos comparando la mano operada de forma retrospectiva con otra -la contralateral- que no tiene por qué ser igual, y sin querer restar importancia a este significativo sesgo, hay datos descriptivos que muestran una diferencia clara entre ambas manos en estos dos métodos de exploración:

- Test de Allen: en las manos control no existe ningún caso en que se produzca relleno capilar al mantener presionadas las dos arterias principales (radial y cubital). Por el contrario, en las manos operadas, en un 59.2% de los casos (16/27) se produce este relleno en 3.4 ± 1.2 segundos de media.

- Exploración vascular con Doppler continuo: Existe una diferencia importante en la exploración dinámica de la arteria interósea anterior tal y como muestran los resultados: según la clasificación funcional de Bellan⁽²³⁰⁾, un 66% de estas arterias se encontraba en los grados 0 y 1 en las manos control, mientras que en las operadas el 63% corresponden a grados 4 y 5.

Estos datos, como mínimo, destacan la importancia de los cambios producidos en las arterias del antebrazo tras eliminar el eje radial; el que se oriente su discusión como mecanismo de compensación, o simplemente como redistribución de flujos que no persigue necesariamente una compensación (porque puede no ser necesaria), es algo bastante más complicado de demostrar.

IV.1.2.1. CIRCULACIÓN COLATERAL DE LA MANO. ESTUDIO CLÍNICO PROSPECTIVO.

No obstante, para intentar obtener más datos acerca de estos cambios relacionados de algún modo con los mecanismos implicados en la circulación colateral, desde Septiembre de 1996 el autor de esta tesis ha iniciado en el Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid un estudio clínico prospectivo que persigue conocer la participación del eje de las arterias interóseas en la circulación colateral de la mano.

El planteamiento del estudio y su aplicación son muy sencillos: se trata de aprovechar el efecto de la isquemia prolongada al que se somete la extremidad superior en pacientes que son intervenidos por cualquier patología no vascular de la mano, para observar como se comportan los ejes secundarios vasculares del antebrazo.

Los requisitos previos son :

- no antecedentes traumáticos ni quirúrgicos en la mano a estudiar;
- test de Allen normal para las arterias radial y cubital;
- comprobar mediante pulsioximetría-pletismografía en el pulgar que la señal de la onda de pulso es normal, y descartar la presencia de una arteria del nervio mediano u otros vasos anómalos al comprobar que esta señal desaparece totalmente al presionar las arterias radial y cubital;
- tiempo mínimo de isquemia = 30 minutos.

Al finalizar la intervención y antes de soltar la isquemia, se coloca el pulsioxímetro-pletismógrafo en el pulgar y se presionan las arterias radial y cubital en la muñeca como si estuviéramos realizando el test de Allen. El

experimento consiste en medir el tiempo de reperfusión a partir de la circulación colateral como el tiempo que se tarda en captar la onda de pulso con ambas arterias presionadas. Si en cinco minutos no se obtiene ninguna respuesta, se abandona el experimento y se considera negativo.

Hasta el momento de preparación del borrador de esta tesis, 14 pacientes han sido estudiados. Sólo en uno de ellos (7.1%) no se obtuvo señal de pulso en menos de cinco minutos. En los ocho restantes, el tiempo de reperfusión fue de 3.36 ± 1.22 minutos.

Aunque la serie no es lo suficientemente representativa, estos resultados preliminares nos dan una idea de la eficacia de la circulación colateral en la mano, y nos orienta a pensar que los cambios hemodinámicos tras suprimir los ejes vasculares principales se establecen de forma relativamente precoz.

IV.2.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA RECONSTRUCCIÓN Y DE LAS INDICACIONES DEL COLGAJO RADIAL.

Resulta difícil valorar de forma conjunta y objetiva los resultados obtenidos en la reconstrucción con el colgajo radial, básicamente por la gran diversidad de problemas en los que se emplea este colgajo⁽²⁸⁹⁻²⁹⁹⁾. Incluso dentro de una misma categoría etiológica, los diferentes casos no son siempre comparables. Es evidente que lo ideal sería comparar un problema reconstructivo en concreto con diferentes métodos reparadores, para así poder apreciar mejor las ventajas e inconvenientes de cada técnica, pero en esta serie no ha sido posible.

Algunos autores han realizado estudios comparativos en este sentido, destacando las ventajas del colgajo radial sobre otros métodos de reconstrucción.⁽³⁰⁰⁻³⁰³⁾

En el capítulo de los resultados hemos presentado de forma muy genérica la valoración de la reconstrucción, tanto desde el punto de vista de satisfacción del paciente, como exploración en cuanto a cobertura, sensibilidad y estabilidad del componente óseo.

Desde el punto de vista de la valoración subjetiva del paciente, quizá una forma interesante de evaluar su satisfacción en relación con el defecto donante, hubiera sido preguntarles si de conocer de antemano los resultados, hubiera decidido no operarse o elegir otro método de reconstrucción, tal y como se presenta en un reciente estudio⁽¹⁰⁵⁾.

No obstante en la serie retrospectiva que hemos analizado, la mayoría de los casos son reconstrucciones complejas que dejan pocas posibilidades, de modo que las transferencias libres de tejidos constituyen muchas veces la

única alternativa, y la selección de un determinado colgajo libre es la decisión más importante a la hora de intentar garantizar los resultados.

La excelente calidad de la piel que aporta, junto con la gran fiabilidad del colgajo radial en comparación con otros colgajos libres⁽²⁴⁵⁾, hace que en ciertos casos los beneficios de la reconstrucción compensen sobradamente su morbilidad sobre la zona donante antebraquial. De este modo, sus indicaciones continúan estando muy justificadas especialmente en el campo de reconstrucción facial e intraoral.

No obstante, con la descripción de nuevos colgajos libres⁽³⁰⁴⁻³⁰⁶⁾ y pediculados⁽³⁰⁷⁾, otras indicaciones del colgajo radial están siendo en la actualidad motivo de discusión:

a) Como colgajo libre:

1. El empleo de hueso radio vascularizado presenta actualmente mejores alternativas donantes (peroné, cresta iliaca), reduciendo de este modo considerablemente la importante morbilidad del colgajo radial osteo-fasciocutáneo^(30,31).
2. En reconstrucción de miembro inferior, incluso en casos de cobertura y resensibilización plantar, no existen datos concluyentes de mejores resultados que con otros colgajos con menor morbilidad⁽³⁰⁸⁻³¹⁰⁾.

b) Como colgajo pediculado:

Para la mayoría de defectos de pequeño y moderado tamaño, tanto en la mano como alrededor del codo, suele disponerse de otros colgajos locoregionales axiales que respetan los ejes arteriales principales del antebrazo^(30,288).

No obstante, la tendencia actual en cirugía reparadora trata de obtener la mejor calidad de resultado independientemente de la técnica a utilizar, de modo que la clásica escala reconstructiva (desde el injerto cutáneo al colgajo libre) ha perdido su validez. Además, el auge de los colgajos libres en problemas relativamente sencillos que pueden solucionarse por otros procedimientos más "clásicos", se debe simplemente a la mejor calidad de resultado a un menor precio donante, por supuesto contando con unas mínimas garantías de éxito en conjunto del procedimiento^(229,311).



CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES

De los diferentes estudios que componen esta tesis doctoral, y siguiendo el orden de los objetivos marcados en la introducción, podemos deducir las siguientes conclusiones obtenidas a partir del análisis de los resultados:

1. No existen cambios estadísticamente significativos ($p=0.09$) en el volumen total de sangre que circula en conjunto por las principales arterias (cubital, interósea anterior e interósea posterior) a nivel de la muñeca tras la extirpación de la arteria radial, encontrándose en todo caso una tendencia clara al aumento de dicho volumen, expresado en la diferencia de las medidas de centralización y en el intervalo de confianza construido para esta variable.
2. Tras la extirpación de la arteria radial se produce un incremento del volumen global de sangre que circulaba a través de las tres arterias restantes a nivel de la muñeca. Este incremento depende de un aumento estadísticamente significativo del volumen de flujo en cada una de ellas: arteria cubital ($p=0.04$), arteria interósea anterior ($p=0.003$) y arteria interósea posterior ($p=0.004$).
3. El incremento proporcional de volumen más importante es el de la arteria interósea anterior, que presenta la diferencia más significativa ($p=0.003$), volumen que a su vez depende de aumentos también estadísticamente significativos de su diámetro ($p=0.003$) y de la velocidad de su flujo ($p=0.003$).
4. El incremento en el porcentaje relativo al volumen total que aporta a la mano la arteria interósea anterior es también el más significativo estadísticamente ($p=0.003$), y este porcentaje alcanza de media un valor (33%) muy similar al que preoperatoriamente tenía la arteria radial (39%), coincidiendo también el intervalo de confianza para ambas variables pero, lógicamente, con signo contrario.
5. Existe una tendencia sin valor estadístico ($p=0.18$) al incremento del flujo de la arteria humeral, incremento que depende fundamentalmente de cambios en la velocidad de su flujo ($p=0.06$) más que en su diámetro ($p=0.59$), en relación muy probablemente con los cambios hemodinámicos que provoca la supresión del eje arterial radial.

6. El Eco-Doppler Color representa un método de diagnóstico por la imagen preciso y fiable para valorar los diferentes índices de flujo en arterias periféricas de cierto calibre. Además, gracias a su inocuidad, sus diferentes y cada vez mayores aplicaciones en cirugía reconstructiva están desplazando a las indicaciones de la arteriografía como método estándar de exploración vascular.
7. El Doppler continuo constituye un método de exploración vascular muy útil y mucho más sensible que el test de Allen convencional. Mediante la aplicación de una escala funcional, permite comprobar la notable contribución de la arteria interósea anterior en la vascularización de la mano tras eliminar el eje vascular radial.
8. La morbilidad grave del colgajo radial no depende de la supresión del aporte arterial de dicho eje vascular (que debe descartarse preoperatoriamente mediante una adecuada exploración), sino de la incidencia de complicaciones mayores sobre la zona donante que desencadenen una distrofia simpática refleja (1.5% de incidencia entre las series prospectiva y retrospectiva de este estudio).
9. Es relativamente frecuente la existencia de morbilidad menor en cuanto a problemas de sensibilidad (44%), pérdida relativa de fuerza (19%) y defecto cosmético (30%), que pueden minimizarse con una disección y un cierre meticuloso de la zona donante.

Objetivamente, no obstante, salvo lesión del nervio radial en un 16% de los casos, no hubo diferencias con rigor estadístico entre ambas manos en cuanto a la discriminación sensitiva del nervio radial ($p=0.71$) en el resto de los pacientes. En relación con la fuerza de prensión de la mano, tampoco se hallaron diferencias entre la mano operada y la contralateral ($p=0.08$).

10. En vista de los buenos resultados obtenidos en la reconstrucción de problemas muy diversos y normalmente complejos, y junto con la elevada seguridad del colgajo (95%), las indicaciones del colgajo radial continúan estando justificadas especialmente en el campo de la reconstrucción facial e intraoral, donde se requiere aportar piel normalmente de extrema calidad, y en el área de reconstrucción de extremidades donde se precise aportar simultáneamente a la cobertura un injerto vascular como método de revascularización.

11. No obstante, con la descripción de nuevos colgajos libres y pediculados, otras indicaciones del colgajo radial están siendo en la actualidad motivo de discusión:

a) Como colgajo libre:

1. El empleo de hueso radio vascularizado presenta actualmente mejores alternativas donantes (peroné, cresta iliaca), reduciendo de este modo considerablemente la importante morbilidad del colgajo radial osteo-fasciocutáneo.

2. En reconstrucción de miembro inferior, incluso en casos de cobertura y resensibilización plantar, no existen datos concluyentes de mejores resultados que con otros colgajos con menor morbilidad.

b) Como colgajo pediculado:

Para la mayoría de defectos de pequeño y moderado tamaño, tanto en la mano como alrededor del codo, suele disponerse de otros colgajos locoregionales axiales que respetan los ejes arteriales principales del antebrazo.

RESUMEN

VI. RESUMEN

Desde la introducción del colgajo radial antebraquial en cirugía reconstructiva, su inherente morbilidad vascular al sacrificar el eje arterial radial ha sido motivo de importantes críticas. Además, la descripción de otras zonas donantes de colgajos libres, junto con la aplicación de nuevos colgajos pediculados antebraquiales de flujo invertido, han ido desplazando sus indicaciones cada vez más. No obstante, la gran calidad y cantidad de piel que aporta, junto con la facilidad de su disección y la fiabilidad que proporciona el buen calibre y longitud de sus vasos, mantienen al colgajo chino como de primera elección ante ciertos problemas reconstructivos.

El objetivo principal de este estudio es evaluar los cambios que produce la disección del colgajo radial en el patrón vascular de las arterias del antebrazo. Para ello se ha diseñado un estudio prospectivo que permita calcular pre y postoperatoriamente el volumen de flujo circulante en las arterias radial, cubital, interósea anterior e interósea posterior a nivel de la muñeca mediante la exploración con Eco-Doppler Color. Además, para valorar otros aspectos de la morbilidad de la zona donante radial y el resultado de las reconstrucciones realizadas con este colgajo, se ha realizado una revisión retrospectiva de los pacientes ya intervenidos.

En total fueron estudiados de forma prospectiva 11 pacientes. El análisis estadístico de los resultados muestra que no sólo no existe una disminución en el volumen de flujo que en conjunto circula por las arterias del antebrazo, sino que se aprecia una tendencia al incremento de este volumen aunque sin valor estadístico ($p=0.09$). Además, la arteria interósea anterior es la que muestra un mayor aumento en su flujo ($p=0.003$), de forma que al multiplicar por seis veces de media su volumen circulante, consigue aportar a la mano un porcentaje del volumen total (33%) muy similar al que preoperatoriamente aportaba la arteria radial (39%).

En el estudio retrospectivo fueron explorados 37 pacientes de un total de 55 historias clínicas revisadas, en los que se halló una incidencia del 1.8% de complicaciones graves (distrofia de Sudeck). La tasa de complicaciones menores fue relativamente elevada (44% de problemas sensoriales, 30% de defecto cosmético, 19% de pérdida relativa de fuerza).

La conclusión principal a la vista de los cambios producidos en el patrón de flujo de las arterias antebraquiales, indica que la supresión del eje arterial radial no supone una morbilidad desde el punto de vista vascular, gracias a que la existencia de mecanismos de compensación permiten al resto de las arterias suplir adecuadamente el déficit de la radial. Por otra parte, la morbilidad del colgajo viene desencadenada por complicaciones en la disección y en el cierre de la zona donante, especialmente en casos de colgajos osteocutáneos.

Por la tanto, las indicaciones del colgajo radial tanto de forma pediculada en cirugía de la mano como colgajo libre, continúan teniendo validez en función básicamente de la naturaleza del problema a tratar, y de la experiencia del equipo quirúrgico, de forma que permita obtener unos buenos resultados ante reconstrucciones relativamente complejas con el menor índice riesgo/beneficio posible para el paciente.

BIBLIOGRAFÍA

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Taylor GI, Palmer JH, McManamny D. The vascular territories of the body (angiosomes) and their clinical applications. In *Plastic Surgery*, Vol 1:329, McCarthy Ed. Philadelphia , W.B. Saunders, 1990.
2. Yang G, Chen B, Liu X, Li J, Jiang S, He S. Forearm free skin flap transplantation. *Natl. Med. J. China* 61:139, 1981.
3. Timmons MJ, Missotten FEM, Poole MD, Davies DM. Complications of radial forearm flap donor sites. *Br. J. Plast. Surg.* 78:1, 1986.
4. Boorman G, Brown JA, Sykes PJ. Morbidity in the forearm flap donor arm. *Br. J. Plast. Surg.* 40:207, 1987.
5. Hallock GG. Refinement of the radial forearm flap donor site using skin expansion. *Plast. Reconstr. Surg.* 81:21, 1988.
6. Hallock GG. Free flap donor site refinement using tissue expansion. *Ann. Plast. Surg.* 20:566, 1988.
7. Soutar DS, Ray AK. The radial forearm flap in head and neck reconstruction. In *Recent Advances in Plastic Surgery* 4:77. Edited by Ian T. Jackson and Brian C. Sommerland. Edinburgh: Churchill-Livingstone, 1992.
8. Jin YT, Guan WX, Shi TM. Reversed island forearm fascial flap in hand surgery. *Ann. Plast. Surg.* 15:340, 1985.
9. Reyes FA, Burkhalter WE. The fascial radial flap. *J. Hand Surg.* 13A:432, 1988.
10. Ismail TI. The free fascial forearm flap. *Microsurgery.* 10:155, 1989.
11. Cherup LL, Zachary LS, Gottlieb LJ, Petti CA. The radial forearm skin graft-fascial flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 85:898, 1990.
12. Brenner P, Berger A, Caspary L. Angiologic observations following autologous vein grafting and free radial artery flap elevation. *J. Reconstr. Microsurg.* 4:297, 1988.
13. Meland NB, Core GB, Hoverman VR. The radial forearm flap donor site: should we vein graft the artery? A comparative study. *Plast. Reconstr. Surg.* 91:865, 1993.
14. Weinzwieg N, Chen L, Chen ZW. The distally based radial forearm fascio-subcutaneous flap with preservation of the radial artery: an anatomic and clinical approach. *Plast. Reconstr. Surg.* 94:675, 1994.
15. Dautel G. Cobertura cutánea, p. 75. *En Mano traumática*. Merle M., Dautel G., Loda G. Eds. Masson, Barcelona, 1993.
16. Lister GD. Skin flaps, pp. 1741. In David P. Green: *Operative Hand Surgery*. Third Ed. Churchill-Livingstone. New York, 1993.
17. Ciria-Lloréns G, Espín F, Fernández Ortega P. Observations using the posterior interosseous flap for coverage of radial flap donor defects. *Br. J. Plast. Surg.* (In press).
18. Baudet J, Martin D, Bahkach J, LeGaillard Ph, Ciria-Lloréns G. The forearm flaps. *Clin. Plast. Surg.* (In press).
19. McGregor IA, Morgan G. Axial and random pattern flaps. *Br. J. Plast. Surg.* 26:202, 1973.
20. Kaplan EL, Buncke HJ, Murray DE. Distant transfer of cutaneous island flaps in humans by microvascular anastomosis. *Plast. Reconstr. Surg.* 52:301, 1973.
21. Soutar DS History and development of microvascular surgery. In Soutar DS: *Microvascular surgery and free tissue transfer*. London, Edward Arnold, 1992.
22. Komatsu S, Tamai S. Successful replantation of a completely cut off thumb. *Case Report. Plast. Reconstr. Surg.* 42:374, 1968.
23. McCraw JB, Dibbell KG, Carraway JH. Clinical definition of independant myocutaneous vascular territories. *Plast. Reconstr. Surg.* 60:341, 1977.
24. Ponten B. The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg. *Br. J. Plast. Surg.* 34:215, 1981.
25. Esser JFS. Schwerer verschluss eines brustwand perforation. *Berl. Klin. Wochenschr.* 55:1197, 1918.
26. Song R. Discussion: the forearm flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 70:343, 1982.
27. Song R, Gao Y, Song Y, Yu Y, Song Y. The forearm flap. *Clin. Plast. Surg.* 9:21, 1982.
28. Cariou JL. 1984-94: Dix ans de lambeaux cutanés. Les progrès et evolutions conceptuels. *Ann.Chir.Plast. Esthet.* 40:447, 1995.

29. Khouri RK. Free flap surgery. The second decade. *Clin. Plast. Surg.* 19:757, 1992.
30. Martin D. 1984-94: Dix ans de lambeaux cutanés. Evolution des techniques de transfert et nouvelles autoplasties décrites pendant cette période. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 40:527, 1995.
31. Baudet J, Martin D, Cullen K. Maximizing donor tissue use while minimizing donor site morbidity. *Probl. Plast. Reconstr. Surg.* 1:64, 1991.
32. Manhot C. *Manhot: The cutaneous arteries of the human body*. Edited by Morain WD and Ristic J. New York: Springer-Verlag, 1983.
33. Salmon M. Les artères de la peau. Etude anatomique et chirurgicale. Paris, Masson Ed. 1936.
34. Salmon M. Salmon's arteries of the skin. Edited by Taylor GI and Tempest M. Edinburgh: Churchill-Livingstone, 1988.
35. Nakajima H, Fujino T, Adachi S. A new concept of vascular supply to the skin and classification of skin flaps according to their vascularization. *Ann. Plast. Surg.* 16:1, 1986.
36. Cormack GC, Lamberty BGH. Cadaver studies of correlation between vessel size and anatomical territory of cutaneous supply. *Br. J. Plast. Surg.* 39:300, 1986.
37. Cormack GC, Lamberty BGH. A classification of fasciocutaneous flaps according to their patterns of vascularization. *Br. J. Plast. Surg.* 37:80, 1984.
38. Cormack GC, Lamberty BGH. The arterial anatomy of skin flaps. Second Edition. Edinburgh, Churchill-Livingstone, 1994.
39. Cormack GC, Lamberty BGH. The arterial anatomy of skin flaps. Second Edition. Edinburgh, Churchill-Livingstone, 1994.
40. Taylor GI, Caddy CM, Watterson PA, Crock JG. The venous territories (venosomes) of the human body. *Plast. Reconstr. Surg.* 86:185, 1990.
41. Taylor GI, Gianoutsos MP, Morris SF. The neurovascular territories of the human skin and muscles: anatomic study and clinical applications. *Plast. Reconstr. Surg.* 94:1, 1994.
42. Bertelli JA, Khoury Z. Neurocutaneous island flaps in the hand: anatomical basis and preliminary results. *Br. J. Plast. Surg.* 45:586, 1992.
43. Bertelli JA. Neurocutaneous axial island flaps in the forearm: anatomical, experimental and preliminary clinical results. *Br. J. Plast. Surg.* 46:489, 1993.
44. Masquelet AC, Romana MC, Wolf W. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg. *Plast. Reconstr. Surg.* 89:1115, 1992.
45. McGregor IA, Jackson IT. The groin flap. *Br. J. Plast. Surg.* 25:3, 1972.
46. Washio H. Retroauricular temporal flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 43:162, 1969.
47. Bakamjian VY, Long M, Rigg B. Experience with the medially based deltopectoral flap in reconstructive surgery of the head and neck. *Br. J. Plast. Surg.* 24:174, 1971.
48. Nakajima H, Maruyama Y, Koda E. The definition of vascular skin territories with prostaglandin E1: the anterior chest, abdomen and thigh-inguinal regions. *Br. J. Plast. Surg.* 34:258, 1981.
49. Callegari PR, Taylor GI, Caddy CM, Minabe T. An anatomic review of the delay phenomenon: Part I. *Plast. Reconstr. Surg.* 89:397, 1992.
50. Taylor GI, Corlett RJ, Caddy CM, Zelt RG. An anatomic review of the delay phenomenon: Part II. *Plast. Reconstr. Surg.* 89:408, 1992.
51. Timmons MJ. William Harvey revisited: reverse flow through the valves of forearm veins. *Lancet* ii:394, 1984.
52. Lin SD, Lai CS, Chiu CC. Venous drainage in the reverse forearm flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 74:508, 1984.
53. Torii S, Namiki Y, Mori R. Reverse-flow island flap: clinical report and venous drainage. *Plast. Reconstr. Surg.* 79:300, 1987.
54. Satoh K, Le Danvic M, Grosliere D, Pétain DS, Servant JM. Mécanisme du retour veineux du lambeau antibrachial en îlot à pédicule distal. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 33:215, 1988.
55. Piza-Katzer H, Weinstabl R, Firbas W. The venous blood-flow of the flexor aspect of the human forearm. Clinical relevance to the distally-pedicled forearm flap. *Surg. Radiol. Anat.* 10:229, 1988.
56. Wee JT. Reversed venous flow in the distally pedicled radial forearm flap: surgical implications. *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 20:119, 1988.

57. Wee JT. Drainage veineux dans le lambeau radial antibrachial à pédicule inversé. Considérations anatomiques et physiologiques. Applications chirurgicales. In: Monographie de GEM, Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur, 80. Expansion Scientifique Française, Paris, 1990.
58. Stewart DH, Puckett CL. Is reversed venous flow safe in free-flap transfer? A dilemma with the radial forearm flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 89:237, 1992.
59. Masquelet AC. Le retour veineux dans les lambeaux à flux artériel rétrograde. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 39:327, 1994.
60. Timmons MJ. The deep venous system and reverse flow flaps. *Br. J. Plast. Surg.* 47:290, 1994.
61. de Pinal F, Taylor GI. The deep venous system and reverse flow flaps. *Br. J. Plast. Surg.* (In press).
62. Servant JM, Revol M. Lambeaux. In Banzet P, Servant JM (Eds.): *Chirurgie Plastique, Reconstructive et Esthétique*. Paris, Médecines-Sciences, 1994.
63. Hennebert H, Revol M, Vergote T, Banzet P, Servant JM. Le lambeau antibrachial radial libre. Etude rétrospective de quarante-huit cas. Applications pratiques. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 37:450, 1992.
64. Freedman A, Meiland NB. Arteriovenous shunts in free vascularized tissue transfers for extremity reconstruction. *Ann. Plast. Surg.* 23:123, 1989.
65. Khashaba AA, McGregor A. Haemodynamics of the radial forearm flap. *Br. J. Plast. Surg.* 39:441, 1986.
66. Emerson DJM, Sprigg A, Page RE. Some observations on the radial artery island flap. *Br. J. Plast. Surg.* 38:107, 1985.
67. Martin D, Rivet D, Boileau R, Baudet J. The posterior radial epiphysis free flap: a new donor site. *Br. J. Plast. Surg.* 42:499, 1989.
68. Hu W, Martin D, Baudet J. Reconstruction de la colonne du pouce par les lambeaux ostéocutanés de l'avant-bras. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 38:381, 1993.
69. Hu W, Martin D, Foucher G, Baudet J. Le lambeau interosseux antérieur. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 39:290, 1994.
70. Hu W, Martin D, Baudet J. Thumb reconstruction by the anterior interosseous osteocutaneous island flap. *Eur. J. Plast. Surg.* 17:10, 1994.
71. Martin D, LeGaillard Ph, Bakhach J, Hu W, Baudet J. L'allongement pédiculaire en VY à flux rétrograde: un moyen pour doubler l'arc de rotation d'un lambeau sous certaines conditions. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 39:403, 1994.
72. Martin D, Hu W, LeGaillard Ph, Bakhach J, Salom A, Baudet J. The reverse-flow V-Y pedicle extension of a flap; review of the first 47 cases in six different applications. Abstract from the 63rd Annual Scientific Meeting of the ASPRS. San Diego, 1994.
73. Martin D, LeGaillard Ph, Bakhach J. et al. La lambeau brachial extrême: une utilisation pédiculée très distale du lambeau brachial externe. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 39:321, 1994.
74. LeGaillard Ph, Righini S, Casoli V, Becker C, Martin D, Gilbert A, Baudet J. Nouvelle conception du lambeau de Becker: le lambeau cubito-dorsal insulaire à pédicule distale. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* (In press).
75. Martin D, Baudet J, Mondie JM, Peri G. À propos du lambeau cutané sous-mental en îlot. Protocole préopératoire. Perspectives d'utilisation. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 35:480, 1990.
76. Nakayama Y, Soeda S, Kasai Y. Flaps nourished by arterial inflow through the venous system: an experimental investigation. *Plast. Reconstr. Surg.* 67:328, 1981.
77. Yoshiimura M, Shimada T, Imura S, Shimamura K, Yamauchi S. The venous skin graft method for repairing skin defects of the fingers. *Plast. Reconstr. Surg.* 79:243, 1987.
78. Tsai TM, Matiko JD, Breidenbach W, Kutz JE. Venous flaps in digital revascularization and replantation. *J. Reconstr. Microsurg.* 3:113, 1987.
79. Foucher G, Norris RW. The venous dorsal digital island flap or the 'neutral' flap. *Br. J. Plast. Surg.* 41:337, 1988.
80. Baek SM, Weinberg HY, Park CG et al. Experimental studies in the survival of venous island flaps without arterial inflow. *Plast. Reconstr. Surg.* 75:88, 1985.
81. Fukui M, Maeda M, Tamai S. et al. The pedicle venous flap. An experimental study. *Br. J. Plast. Surg.* 46:116, 1993.
82. Thatte MR, Kamdar NB, Khakkar DV et al. Static and dynamic computerised radio-active trace studies, vital dye staining and theoretical mathematical calculations to ascertain the mide

- of survival of single cephalad channel venous island flaps. *Br. J. Plast. Surg.* 42:405, 1989.
83. Spalteholz W. Atlas de anatomía humana. Séptima edición. Labor. Barcelona, 1974.
84. Landsmeer JMF. Atlas de anatomía de la mano. Primera edición. JIMS. Barcelona, 1979
85. McMinn RMH, Hutchings RT. Gran atlas de anatomía humana. Ediciones Centrum. Madrid, 1984.
86. Reid CD, Taylor GI. The vascular territory of the acromioclavicular axis. *Br. J. Plast. Surg.* 37:194, 1984.
87. Baek SM. Two new cutaneous free flaps: the medial and the lateral thigh flaps. *Plast. Reconstr. Surg.* 71:354, 1983.
88. Wang TN, Whetzel T, Mathes SJ, Vasconez LO. A fasciocutaneous flap for vaginal reconstruction. *Plast. Reconstr. Surg.* 80:95, 1987.
89. Kolhe PS, Leonard AG. The posterior auricular flap: anatomical studies. Intraoral reconstruction. *Br. J. Plast. Surg.* 40:562, 1987.
90. Fujino J, Harashina J, Nakajima T. Free skin flap from the retroauricular region to the nose. *Plast. Reconstr. Surg.* 57:338, 1976.
91. Wang H, Shen J, Ma D, Wang J, Tian A. The infrahyoid myocutaneous flap for reconstruction after resection of head and neck cancer. *Cancer* 57:663, 1986.
92. Baudet J, Martin D, Ferreira R et al. The supraclavicular neurovascular free flap. Anatomy and clinical applications. In: Brunelli G. *Textbook of Microsurgery*. Paris, Masson, 1988.
93. Song YG, Chen GZ, Song YL. The free thigh flap: a new free flap concept based on a septocutaneous artery. *Br. J. Plast. Surg.* 37:149, 1984.
94. Masquelet AC, Bessa J, Romana MC. Bourget's artery: anatomic basis for a new cutaneous skin flap. *Surg. Radiol. Anat.* 11:244, 1989.
95. Laitung JKG. The lower postero-lateral thigh flap. *Br. J. Plast. Surg.* 42, 260, 1989.
96. Acland RD, Schusterman M, Godina M, et al. The saphenous neurovascular free flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 67:763, 1981.
97. Walton RL, Matory WE Jr, Petry JJ. The posterior calf fascial free flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 76:6, 1985.
98. Masquelet AC, Romana MC, Beveridge J. Le lambeau supra-malléolaire externe. *Chirurgie* 113:232, 1987.
99. Mialhe C, Brice M. A new compound osteomyocutaneous free flap: the posterior iliac artery flap. *Br. J. Plast. Surg.* 38:30, 1985.
100. Huang GK, Hu RQ, Miao H, et al. Microvascular free transfer of iliac bone based on the deep superior branches of the superior gluteal vessels. *Plast. Reconstr. Surg.* 75:68, 1985.
101. Buncke HJ. *Microsurgery: Transplantation-Replantation. An Atlas-Text*. Lea & Febiger. Philadelphia, 1991.
102. Urbaniak JR. *Microsurgery for major limb reconstruction*. St Louis, Mosby, 1987.
103. Smet HT. *Tissue transfers in reconstructive surgery*. New York. Raven Press, 1989.
104. Serafin DS. *Atlas of microsurgical composite tissue transplantation*, Ed. 2. Philadelphia, WB Saunders, 1996.
105. Suominen S, Ahovuo J, Asko-Seljavaara S. Donor site morbidity of radial forearm flaps. *Scand J. Plast. Reconstr. Hand Surg.* 30:57, 1996.
106. Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast. Reconstr. Surg.* 78:285, 1986.
107. Salmon M. *Michael Salmon: Anatomic studies*. Book 1: Arteries of the muscles of the extremities and the trunk. Book 2: Arterial anastomotic pathways of the extremities. Edited by Taylor GI and Razaboni RM. St. Louis: Quality Medical Publishing Inc. 1994.
108. McCormack LJ, Cauldwell EW, Anson BJ. Brachial and antebrachial arterial patterns. *Surg. Gynecol. Obstet.* 96:43, 1953.
109. Coleman SS, Anson BJ. Arterial patterns in the hand. Based upon a study of 650 specimens. *Surg. Gynecol. Obstet.* 113:409, 1961.
110. Barreiro FJJ, Valdecasas JMG. Étude à l'aide de la radio-anatomie de la vascularisation de l'avant-bras et de la main: acquisitions récentes. In *La Main*. R. Tubiana (Ed). Paris, Masson, 1980.
111. Backhouse KM. Innervation et vascularisation. In *La Main*. R. Tubiana (Ed). Paris, Masson, 1980.
112. Taleisnik J. The Vascular anatomy of the wrist. In *The wrist*. Taleisnik J (Ed.) Edinburgh. Churchill-Livingstone, 1985.

113. Gelberman RH, Panagis JS, Taleisnik J, Baumgaertner M. The arterial anatomy of the human carpus. *J. Hand Surg.* 8:367, 1983.
114. Lawrence HW, Bachuber AE. The colateral circulation after ligation of both radial and ulnar arteries at the wrist. Thesis. Department of Anatomy. University of Wisconsin. 1923.
115. Quiring AP. Collateral circulation. Philadelphia. Lea & Febiger. 1949.
116. Ikeda, Ugawa A, Kazihara Y, Hamada N. Arterial patterns in the hand based on a three-dimensional analysis of 220 cadaver hands. *J. Hand Surg.* 13A:501, 1988.
117. Lebreton E. Vascularisation de la main. Cahiers d'enseignement de la chirurgie de la main. Monographie du Groupe d'Etude de la Main. Paris, Expansion Scientifique Française, 1993.
118. Inoue Y, Taylor GI. The angiosomes of the forearm: anatomic study and clinical implications. *Plast. Reconstr. Surg.* 98:195, 1996.
119. Shaw WWL. Microvascular reconstruction of the nose. *Clin. Plast. Surg.* 8:471, 1981.
120. Mühlbahuer W, Herndl E, Stock W. The forearm flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 70:336, 1982.
121. Foucher G, van Genechten F, Merle N, Minchon J. A compound radial artery forearm flap in hand surgery: an original modification of the chinese forearm flap. *Br. J. Plast. Surg.* 37:139, 1984.
122. Foucher G, van Genechten F, Merle N, Minchon J. Single stage thumb reconstruction by a composite forearm island flap. *J. Hand Surg.* 9B:245, 1984.
123. Stock W, Mühlbauer W, Biemer E. Der neurovasculare unterarm-insellappen. *Z. Plast. Chir.* 5:158, 1981.
124. Biemer E, Stock W. Total thumb reconstruction: a one stage reconstruction using an osteocutaneous forearm flap. *Br. J. Plast. Surg.* 36:52, 1983.
125. Soutar DS, Scheker LR, Tanner NSB, McGregory IA. The radial forearm flap: a versatile method for intraoral reconstruction. *Br. J. Plast. Surg.* 36:1, 1983.
126. Soutar DS, Tanner NSB. The radial forearm flap in the management of soft tissue injuries of the hand. *Br. J. Plast. Surg.* 37:18, 1984.
127. Strauch B, Yu HL. Forearm flaps. In *Atlas of Microvascular Surgery*. New York, Thieme Medical Publishers, 1993.
128. Colen SR, Shaw WW, McCarthy JG. Review of the morbidity of 300 free-flap donor sites. *Plast. Reconstr. Surg.* 77:948, 1986.
129. Katsaros J. Indications for free soft-tissue flap transfer to the upper limb and the role of alternative procedures. *Hand Clin.* 8:479, 1992.
130. Gang RK, Makhlof S. One-stage reconstruction of the thumb using an osteocutaneous radial artery forearm flap. *Eur. J. Plast. Surg.* 9:79, 1986.
131. Goffin D, Brunelli F, Galbiatti A, Sammut D, Gilbert A. A new flap based on the distal branches of the radial artery. *Ann. Chir. Main. Memb. Super.* 11:217, 1992.
132. Weinzweig N, Weinzweig J. Prevention of morbidity and complications in the radial forearm flap donor site. Abstract from the 63rd Annual Scientific Meeting of the ASPRS. San Diego, 1994.
133. Timmons MJ. The vascular basis of the radial forearm flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 77:80, 1986.
134. Maruyama Y, Takeuchi S. The radial recurrent fasciocutaneous flap: reverse upper arm flap. *Br. J. Plast. Surg.* 39:458, 1986.
135. Foucher G, Braun JB. A new island flap transfer from the dorsum of the index to the thumb. *Plast. Reconstr. Surg.* 63:344, 1979.
136. Lamberty BGH, Cormack GC. The forearm angiotomes. *Br. J. Plast. Surg.* 35:420, 1982.
137. Lamberty BGH, Cormack GC. The antecubital fasciocutaneous flap. *Br. J. Plast. Surg.* 36:428, 1983.
138. Evans HB. The radial forearm flap. In *Microsurgery: Transplantation-Replantation. An Atlas-Text*. Buncke HJ Editor. Lea & Febiger. Philadelphia, 1991.
139. Brotherston TM, Banerjee A, Lamberty BGH. Digital reconstruction using the distally based osteo-fasciocutaneous radial forearm flap. *J. Hand Surg.* 12B:93, 1987.
140. Foucher G, Merle M. Lambeau antibrachial de l'artère radiale en chirurgie de la main. In: Monographie de GEM, *Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur*, 72. Expansion Scientifique Française, Paris, 1990.
141. Strauch B, Greenstein B. Neurovascular flaps to the hand. *Hand Clin.* 1:327, 1985.

142. Lee WPA, May JW. Neurosensory free flaps to the hand: indications and donor selection. *Hand Clin.* 8:465, 1992.
143. Foucher G, Citron N, Hoang PH. Technique and applications of the forearm flap in surgery of the hand: a report on 33 cases. In Urbaniak JR (Ed.) *Microsurgery for major limb reconstruction*. St Louis, Mosby, 1987.
144. Swartz WM. Restoration of sensibility in mutilating hand injuries. *Clin. Plast. Surg.* 16:515, 1989.
145. Allen EV. Thromboangitis obliterans. Method of diagnosis of chronic occlusive arterial lesions distal to the wrist with illustrative cases. *Am. J. Med. Sci.* 178:237, 1929.
146. Gelberman RH, Blasingame JP. The timed Allen test. *J. Trauma*, 21:477, 1981.
147. Harii K, Ebihara S, Ono Y. Pharyngo-oesophageal reconstruction using a fabricated forearm free flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 75:463, 1985.
148. Chang TS, Hwang WY. Forearm flap in one-stage reconstruction of the penis. *Plast. Reconstr. Surg.* 74:251, 1984.
149. Nakayama Y, Soeda S, Iino T. A radial forearm flap based on an extended dissection of the cephalic vein. The longest venous pedicle. *Br. J. Plast. Surg.* 39:454, 1986.
150. Soutar DS, Widdowson WP. Immediate reconstruction of the mandible using a vascularised segment of radius. *Head Neck Surg.* 2:232, 1986.
151. Swanson E, Boyd JB, Mulholland RS. The radial forearm flap: a biomechanical study of the osteotomised radius. *Plast. Reconstr. Surg.* 85:267, 1990.
152. Bardsley AF, Soutar DS, Elliot D, Batchelor AG. Reducing morbidity in the radial forearm flap donor site. *Plast. Reconstr. Surg.* 86:287, 1990.
153. Boorman JG, Green MF. A split chinese forearm flap for simultaneous oral lining and skin cover. *Br. J. Plast. Surg.* 39:179, 1986.
154. Bhatena HM, Kavarana NM. Bi-paddled, retrograde radial extended forearm flap with microarterial anastomosis for reconstruction in oral cancer. *Br. J. Plast. Surg.* 41:354, 1988.
155. Scheker LR. The radial forearm flap. Discussion. In Serafin DS. *The radial forearm flap. Atlas of microsurgical composite tissue transplantation*, Ed. 2. Philadelphia, WB Saunders, 1996.
156. Reid CD, Moss ALH. One-stage flap repair with vascularised tendon grafts in a dorsal hand injury using the Chinese forearm flap. *Br. J. Plast. Surg.* 36:473, 1983.
157. Sadove RC, Luce EA, McGrath PC. Reconstruction of the lower lip and chin with the composite radial forearm-palmaris longus free flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 88:209, 1991.
158. Masser MR. The pre-expanded radial free flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 86:295, 1990.
159. Elliot D, Bardsley AF, Batchelor AG, Soutar DS. Direct closure of the radial forearm flap donor defect. *Br. J. Plast. Surg.* 41:358, 1988.
160. Zancolli EA, Angrigiani C. Colgajo dorsal de antebrazo en isla con pedículo de vasos interóseos posteriores. *Rev. Asoc. Arg. Orthop. Traumatol.* 51:161, 1986.
161. Zancolli EA, Angrigiani C. Posterior interosseous island forearm flap. *J. Hand Surg.* 13(B):130, 1988.
162. Penteado CV, Masquelet AC, Chevrel JP. The anatomic basis of the fasciocutaneous flap of the posterior interosseous artery. *Surg. Radiol. Anat.* 8:209, 1986.
163. Masquelet AC, Penteado CV. The posterior interosseous flap. *Ann. Chir. Main.* 6:131, 1987.
164. Brody GA, Buncke HJ, Alpert BS, Hing DN. Serratus anterior muscle transplantation for treatment of soft tissue defects in the hand. *J. Hand Surg.* 15A:322, 1990.
165. Zancolli EA, Cozzi EP. *Atlas de anatomía quirúrgica de la mano*. Editorial Médica Panamericana, Madrid, 1993.
166. Cavanagh S, Pho RW. The reverse radial forearm flap in the severely injured hand: an anatomical and clinical study. *J. Hand Surg.* (B)17:501, 1992.
167. Naasan A, Quaba AA. Successful transfer of two reverse forearm flaps despite disruption of both palmar arches. *Br. J. Plast. Surg.* 43:476, 1990.
168. Lister GD. *The hand: Diagnosis and Indications*. Third Ed. Churchill-Livingstone. New York, 1993.
169. Gelberman RH, Blasingame JP, Fronek A, Dimick MP. Forearm arterial injuries. *J. Hand Surg.* 4:401, 1979.
170. Jones BM, O'Brien CJ. Acute ischemia of the hand resulting from elevation of a radial forearm flap. *Br. J. Plast. Surg.* 38:396, 1985.

171. Kleinman WB, O'Connell SJ. Effects of the fasciocutaneous radial forearm flap on vascularity of the hand. *J. Hand Surg.* 18(A):953, 1993.
172. Dunet E, Leyder P, Devauchelle B, Levy B, Oliki JM, Bourquelot P. Séquelles neurovasculaires liées au prélèvement des lambeaux libres fascio-cutanés anti-braquiaux à pédicule radial. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 35:307, 1990.
173. Dubner S, Heller KS. Reinnervated radial forearm free flaps in head and neck reconstruction. *J. Reconstr. Microsurg.* 8:467, 1992.
174. Evans GR, Schusterman MA, Kroll SS, Miller MJ, Reece GP, Robb GL, Ainslie N. The radial forearm free flap for head and neck reconstruction: a review. *Am. J. Surg.* 168:446, 1994.
175. Soutar DS, McGregor IA. The radial forearm flap in intraoral reconstruction: the experience of 60 consecutive cases. *Plast. Reconstr. Surg.* 78:1, 1986.
176. Boyd JB, Rosen I, Rotstein L, Freeman J, Gullane P, Manktelow R, Zuker R. The iliac crest and the radial forearm flap in vascularized oromandibular reconstruction. *Am. J. Surg.* 159:301, 1990.
177. Boyd B, Mulholland S, Gullane P, Irish J, Kelly L, Rotstein L, Brown D. Reinnervated lateral antebrachial cutaneous neurosome flaps in oral reconstruction: are we making sense? *Plast. Reconstr. Surg.* 93:1350, 1994.
178. Batchelor AG, Palmer JH. A novel method of closing a palatal fistula: the free fascial flap. *Br. J. Plast. Surg.* 43:359, 1990.
179. Hatoko M, Harashina T, Inoue T, Tanaka I, Imai K. Reconstruction of palate with radial forearm flap; a report of 3 cases. *Br. J. Plast. Surg.* 43:350, 1990.
180. Badran DH. An investigation of the behaviour of the epithelium of radial forearm flaps transplanted into the oral cavity. PhD thesis, University of Glasgow, 1991.
181. Jones TR, Jones NF. Advances in reconstruction of the upper aerodigestive tract and cranial base with free tissue transfer. *Clin. Plast. Surg.* 19:819, 1992.
182. Chicarilli ZN, Ariyan S, Cuono CB. Single-stage repair of complex scalp and cranial defects with the free radial forearm flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 77:577, 1986.
183. Brice M, Chassagne JF, Stricker M. Reconstruction totale du nez par lambeau antibrachial osteo-cutané préformé. A propos d'un cas clinique. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 38:279, 1994.
184. Young VL, Khouri RK, Lee GW, Nemecek JAR. Advances in total phalloplasty and urethroplasty with microvascular free flaps. *Clin. Plast. Surg.* 19:927, 1992.
185. Rautio J. Resurfacing and sensory recovery of the sole. *Clin. Plast. Surg.* 18:615, 1991.
186. May JW. Discussion of Chicarilli ZN, Price GJ: Complete plantar foot coverage with the free neurosensory radial forearm flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 78:99, 1986.
187. Angrigiani C, Grilli D, Dominikow D, Zancoi EA. Posterior interosseous reverse forearm flap: experience with 80 consecutive cases. *Plast. Reconstr. Surg.* 92:285, 1993.
188. Scheker LR. Soft-tissue defects of the upper limb. In Soutar DS: *Microvascular surgery and free tissue transfer*. London, Edward Arnold, 1992.
189. Costa H, Smith R, McGrouther DA. Thumb reconstruction by the posterior interosseous osteocutaneous flap. *Br. J. Plast. Surg.* 41:228, 1988.
190. Hallock GG. Caution in using the chinese radial forearm flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 77:164, 1986.
191. Masquelet AC, Rinaldi S, Mouchet A, Gilbert A. The posterior arm free flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 76:908, 1985.
192. Masquelet, AC Rinaldi S. Lambeau brachial postérieur. In Monographie du GEM: Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur, 52. Expansion Scientifique Française, Paris, 1990.
193. Song R, Song Y, Yu Y, Song Y. The upper arm free flap. *Clin. Plast. Surg.* 9:27, 1982.
194. Culbertson JH, Mutimer K. The reverse lateral upper arm flap for elbow coverage. *Ann. Chir. Main* 6:62, 1987.
195. Maruyama Y, Onishi K, Iwahira Y. The ulnar recurrent fasciocutaneous island flap: reverse medial arm flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 79:381, 1987.
196. Lovie MJ, Duncan GM, Glasson DW. The ulnar artery forearm free flap. *Br. J. Plast. Surg.* 37:486, 1984.
197. Moore MH, Blake GB. Elbow coverage. *Plast. Reconstr. Surg.* 77:499, 1987.

198. Guimberteau JC, Panconi B. Le lambeau cubital en îlot en chirurgie de la main. Étude expérimentale. Technique de dissection. *Ann. Chir. Main* 7:143, 1988.
199. Guimberteau JC, Goin JL, Panconi B, Schumacher B. The ulnar reverse forearm flap: about 54 cases. *Plast. Reconstr. Surg.* 81:925, 1988.
200. Guimberteau JC, Panconi B, Boileau R. Lambeau antibrachial de l'artère cubital. In: Monographie du GEM, *Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur*, 94. Expansion Scientifique Française, Paris, 1990.
201. Li Z, Liu K, Cao Y. The reverse flow ulnar artery island flap: 42 clinical cases. *Br. J. Plast. Surg.* 42:256, 1989.
202. Guimberteau JC, Baudet J, Panconi B, Boileau R, Potaux L. Human allotransplant of a digital flexion system vascularized on the ulnar pedicle: a preliminary report and one-year follow-up of two cases. *Plast. Reconstr. Surg.* 89:1135, 1992.
203. Lovie MJ, Glasson DW. The ulnar forearm flap. Discussion. In Serafin DS. *The radial forearm flap. In Atlas of microsurgical composite tissue transplantation*, ed. 2. Philadelphia, WB Saunders, 1996.
204. Devansh MS. Superficial ulnar artery flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 97:420, 1996.
205. Fatah MF, Nancarrow, Murray DS. Raising the radial artery forearm flap: the superficial ulnar artery "trap". *Br. J. Plast. Surg.* 38:394, 1985.
206. Thoma A, Young JE. The superficial ulnar artery "trap" and the free forearm flap. *Ann. Plast. Surg.* 28:370, 1992.
207. Büchler U, Frey HP. Retrograde posterior interosseous flap. *J. Hand Surg.* 16(A):283, 1991.
208. Costa H, Soutar DS. The distally based island posterior interosseous flap. *Br. J. Plast. Surg.* 41:221, 1988.
209. Bayon P, Pho RWH. Anatomical basis of dorsal forearm flap. *J. Hand Surg.* 13(B):435, 1988.
210. Ding Y, Sun G, Lu Y, Ly S. The micro-anatomy of nutrient vessels of skin territory of the posterior forearm and its clinical application. *Ann. Plast. Surg.* 22:126, 1989.
211. Costa H, Comba S, Martins A, Rodrigues J, Reis J, Amarante J. Further experience with the posterior interosseous flap. *Br. J. Plast. Surg.* 44:449, 1991.
212. Pionchon H, Martin D. Systématisation des branches terminales de l'artère interosseuse antérieure. Travail anatomique fait au laboratoire d'Anatomie de Clermont-Ferrand, 1980. (Non publié).
213. Shibata M, Ogishyo N. Free flaps based on the anterior interosseous artery. *Plast. Reconstr. Surg.* 97:746, 1996.
214. Becker C, Gilbert A. Le lambeau cubital. *Ann. Chir. Main.* 7:136, 1988.
215. Becker C, Gilbert A. Lambeau antibrachial des branches distales de l'artère cubital. In Monographie du GEM: *Les lambeaux artériels pédiculés du membre supérieur*, 102. Expansion Scientifique Française, Paris, 1990.
216. Bakhach J, Saint-Cast Y, Gazarian A, Martin D, Comtet JJ, Baudet J. Le lambeau paramétacarpien ulnaire. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 40:136, 1995.
217. Bakhach J, Ciria-Lloréns G, Martin D, Baudet J. Direct and reverse ulnar parametacarpal flap. *Plast. Reconstr. Surg.* (In press).
218. McGeorGe DD, Arnstein PM, Stilwell JH. The distally based brachioradialis muscle flap. *Br. J. Plast. Surg.* 44:30, 1991.
219. Niranjana NS, Shibu MM. The median forearm flap. *Br. J. Plast. Surg.* 47:272, 1994.
220. Hutchinson DT. Color duplex imaging. Application to upper extremity and microvascular surgery. *Hand Clinics*, 9:47, 1993.
221. Strandness DE. Clinical applications of doppler ultrasound in the assessment of arterial disease. In Taylor KJW, Strandness DE (Eds): *Duplex Doppler Ultrasound*. Churchill Livingstone, New York, 1990.
222. Merritt CRB. Doppler color flow imaging. *Clinical Ultrasound* 15:591, 1987.
223. Merritt CRB. Introduction. In Merritt CRB (Ed): *Doppler color imaging*. New York, Churchill Livingstone, 1992.
224. Dooley TW, Welsh CF, Puckett CL. Noninvasive assesment of microvessels with duplex scanner. *J. Hand Surg.* 14(A):670, 1989.
225. Schmidt DM, McClinton MA. Microvascular anastomoses in replanted fingers: Do they stay open? *Microsurgery* 11:251, 1990.
226. Dominici C, Pacifici A, Tinti A, Cordellini M, Flamini FO. Preoperative and postoperative

- evaluation of latissimus dorsi myocutaneous flap vascularization by color flow duplex scanning. *Plast. Reconstr. Surg.* 96:1358, 1995.
227. Miller JR, Potparic Z, Colen LB, Sorrell K, Carraway JH. The accuracy of duplex ultrasonography in planning skin flaps in the lower extremity. *Plast. Reconstr. Surg.* 95:1221, 1995.
228. Rand RP, Cramer MM, Strandness DE. Color-flow duplex scanning in the preoperative assessment of TRAM flap perforators: a report of 32 consecutive patients. *Plast. Reconstr. Surg.* 93:453, 1994.
229. Francheschi, C. L'investigation vasculaire par ultrasonographie Doppler. In *Collection de Médecine Ultrasonore*. Ed. 2. Paris. Masson. 1979.
230. Bellan N, Vongsouthi S, Dauzat M, Gomis R, Allieu Y. Evaluation post-opératoire de la réparation artérielle au poignet. Application de l'ultrasonographie en mode doppler. A propos de 48 artères examinées. *Ann. Chir. Main* 8:22, 1989.
231. Crosby CA, Wehbé MA, Mawr B. Hand strength: normative values. *J. Hand Surg.* 19(A):665, 1994.
232. Guenther WC. Sample size formulas for normal theory t-tests. *Am. Stat.* 35:243, 1981.
233. Vaughan DE. The radial forearm free flap in orofacial reconstruction. Personal experience in 120 consecutive cases. *J. Cranio-Maxillo-Facial Surg.* 18:2, 1990.
234. Vaughan DE. The radial forearm flap in orofacial reconstruction. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 23:194, 1994.
235. Urken ML, Weinberg H, Vickery C, Biller HF. The neurofasciocutaneous radial forearm flap in head and neck reconstruction: a preliminary report. *Laryngoscope.* 100:161, 1990.
236. Upton J, Havlik RJ, Khouri RK. Refinements in hand coverage with microvascular free flaps. *Clin. Plast Surg.* 19:841, 1992.
237. Tsuji H, Minami T, Yamashita T, Kumazawa T. Head and neck reconstruction with microvascular tissue transfer and its surgical indications: our experiences. A review. *Acta Otolaryngol. Suppl.* 500:131, 1993.
238. Tomljanovic Z, Kovacevic M, Tic A, Rakuljic I, Zambelli M, Stalekar H, Kirin I, Ekl D. Free forearm flap in the reconstruction of mucosal defects of the oral cavity and oropharynx after radical removal of a tumor. *Chir. Maxillofac. Plast.* 19:91, 1989.
239. Thoma A, Archibald S, Jackson S, Young JE. Surgical patterns of venous drainage of the free forearm flap in head and neck reconstruction. *Plast. Reconstr. Surg.* 93:54, 1994.
240. Swanson E, Boyd JB, Manktelow RT. The radial forearm flap: reconstructive applications and donor-site defects in 35 consecutive patients. *Plast. Reconstr. Surg.* 85:258, 1990.
241. Soucacos PN, Beris AE, Xenakis TA, Malizos KN, Touliatos AS. Forearm flap in orthopaedic and hand surgery. *Microsurgery.* 13:170, 1992.
242. Meland NB, Lincenberg SM, Cooney WP III, Wood MB, Hentz VR. Experience with the island radial forearm flap in local hand coverage. *J. Trauma* 29:489, 1989.
243. Ma S, Yinn JH, Chen CF, Liu JM, Lin JT, Yeh FL, Tang YW, Wang CY, Fang RH. Clinical application of Chinese forearm flap: 5-year review. *Chung Hua I Hsueh Tsa Chih (Taipei).* 47:45, 1991.
244. Katou F, Shirai N, Kamakura S, Ohki H. Intraoral reconstruction with innervated forearm flap: A comparison of sensibility and reinnervation in innervated versus noninnervated forearm flap. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 80:638, 1995.
245. Kroll SS, Schusterman MA, Reece GP, Miller MJ, Evans GRD, Robb GL, Baldwin BJ. Choice of flap and incidence of free flap success. *Plast. Reconstr. Surg.* 98:459, 1996.
246. Berger AC, Kleinert JM. Noninvasive vascular studies: a comparison with arteriography and surgical findings in the upper extremity. *J. Hand Surg.* 17(A):206, 1992.
247. Buehner JW, Koontz CL. The examination in the vascular laboratory. *Hand Clinics,* 9:5, 1993.
248. Kleinert JM, Gupta A. Pulse volume recording. *Hand Clinics,* 9:13, 1993.
249. Levy BI et al. Comparison of plethysmographic methods with pulsed Doppler blood flowmetry. *Am. J. Physiol.* 236:889, 1979.
250. Sumner DS. Hemodynamics and pathophysiology of arterial disease. In Rutherford RB (Ed): *Vascular Surgery*, Ed 3. Philadelphia, WB Saunders, 1989.
251. Sumner DS. Objective diagnostic techniques: the role of the vascular laboratory. In Rutherford RB (Ed): *Vascular Surgery*, Ed 3. Philadelphia, WB Saunders, 1989.

252. Dauzat M. La mesure du débit sanguin par ultrasonographie en mode doppler. In *Ultrasonographie Vasculaire Diagnostique: Theorie et Pratique*. Paris, Vigot, 1991.
253. Koman LA, Smith B, Smith TL. Stress testing in the evaluation of upper extremity perfusion. *Hand Clinics*, 9:59, 1993.
254. Hosokawa K, Hata Y, Yano K, Matsuka K, Ito O, Ogli K. Results of the Allen test on 2,940 arms. *Ann. Plast. Surg.* 24:149, 1990.
255. Levinsohn DG, Gordon L, Sessler DI. The Allen's test: analysis of four methods. *J. Hand Surg.* 16(A):279, 1991.
256. Yao JST, Ricco JB. Arterial survey with doppler ultrasonography. In Rutheford RB (Ed): *Vascular Surgery*. 2nd Ed. Philadelphia, WB Saunders, 1984.
257. Zierler RE. Hemodynamic considerations in evaluation of arterial disease by doppler ultrasound. In Taylor KJW, Strandness DE (Ed), *Duplex Doppler Ultrasound*. Churchill Livingstone, New York, 1990.
258. Wells PNT. Future developments in doppler ultrasound. p 165. In Taylor KJW, Strandness DE (Eds): *Duplex Doppler Ultrasound*. Churchill Livingstone, New York, 1990.
259. Martinaud JP, Valladares W, Ghaem A, Levy B. Mesure du débit sanguin dans un segment de membre. Validation de la vélocimétrie ultrasonore Doppler à impulsion. *Ann. Cardiol. Angeiol.* 29:117, 1980.
260. Chauveau M, Levy B, Dessanges JF, Savin E, Bailliart O, Martineaud JP. Quantitative doppler blood flow measurement method and in vivo calibration. *Cardiovasc. Res.* 19:700, 1985.
261. Holder LE, Merine DS, Yang A. Nuclear medicine, contrast angiography, and magnetic resonance imaging for evaluating vascular problems in the hand. *Hand Clinics*, 9:85, 1993.
262. Kisslo J, Adams DB, Belkin RN. *Doppler color flow imaging*. Churchill-Livingstone, Edinburgh, 1988.
263. Zimmerman NB. Occlusive vascular disorders of the upper extremity. *Hand Clinics*, 9:139, 1993.
264. Taylor GI, McCarten G, Doyle M. The use of the Doppler probe for planning flaps: anatomical study and clinical applications. *Br. J. Plast. Surg.* 43:1, 1990.
265. Hallock GG. Evaluation of fasciocutaneous perforators using color-duplex imaging. *Plast. Reconstr. Surg.* 94:644, 1994.
266. Hallock GG. Color duplex imaging for identifying perforators prior to pretransfer expansion of fasciocutaneous free flaps. *Ann. Plast. Surg.* 32:595, 1994.
267. Pellerito JS, Taylor KJW. Peripheral arteries. In Merrit CRB (Ed): *Doppler color imaging*. New York, Churchill Livingstone, 1992.
268. Stevenson TR, Rubin JM, Herzenberg JE. Vascular patency of fibular free graft assesment by Doppler color-flow imaging. A case report. *J. Reconstr. Microsurg.* 4:409, 1988.
269. Kremkau FW. Principles and instrumentation. In Merrit CRB (Ed): *Doppler color imaging*. New York, Churchill Livingstone, 1992.
270. Picot PA, Rickey DW, Mitchell R, Rankin RN, Fenster A. Three-dimensional colour doppler imaging. *Ultrasound Med. Biol.* 19:95, 1993.
271. Tillman RM, Smith RB. Successful bone grafting of fracture nonunion at the forearm radial flap donor site. *Plast. Reconstr. Surg.* 90:684, 1992.
272. Meland NB, Maki S, Chao EY. The radial forearm flap: a biomechanical study of donor site morbidity utilizing sheep tibia. *Plast. Reconstr. Surg.* 90:763, 1992.
273. Inglefield CJ, Kolhe PS. Fracture of the radial forearm osteocutaneous donor site. *Ann. Plast. Surg.* 33:638, 1994.
274. Kropfl A, Helmberger R, Gasperschitz F, Moosmuller W, Hertz H. Donor site morbidity following radial forearm flap. *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 27:72, 1995.
275. Fenton OM, Roberts JO. Improving the donor site of the radial forearm flap. *Br. J. Plast. Surg.* 38:504, 1985.
276. Matev I. The osteocutaneous pedicle forearm flap. *J. Hand Surg.* 10B:179, 1985.
277. McGregor AD. The free radial forearm flap: the management of the secondary defect. *Br. J. Plast. Surg.* 40:83, 1987.
278. Kupfer D, Lister G. The pronator quadratus muscle flap: coverage of the osteotomized radius following elevation of the radial forearm flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 90:1093, 1992.

279. Hallock GG. The radial forearm donor site: a locus minoris resistentiae. *Plast. Reconstr. Surg.* 83:579, 1989.
280. Liang MD, Swartz WM, Jones NF. Local full-thickness skin-graft coverage for the radial forearm flap donor site. *Plast. Reconstr. Surg.* 93:621, 1994.
281. Gaukroger MC, Langdon JD, Whear NM, Zaki GA. Repair of the radial forearm flap donor site with a full-thickness graft. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 23:205, 1994.
282. Wolff KD, Ervens J, Hoffmeister B. Improvement of the radial forearm donor site by prefabrication of fascial-split-thickness skin grafts. *Plast. reconstr. Surg.* 98:358, 1996.
283. Wilgis EFS. La isquemia del miembro superior, pp 757. En *Cirugía Plástica. La Mano*. Editores McCarthy, May, Littler. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, 1992.
284. Raskin KB. Acute vascular injuries of the upper extremity. *Hand Clinics*, 9:115, 1993.
285. Oberlin C, Sarcy JJ, Alnot JY. Apport artériel cutané de la main. Application à la réalisation des lambeaux en îlot. *Ann. Chir. Main* 7:122, 1988.
286. Hammond DC, Gould JS, Hanel DP. Management of acute and chronic vascular injuries to the arm and forearm: indications and technique. *Hand Clin.* 8:453, 1992.
287. Greenberg MB, Cuadros CL, Jupiter JB. Interpositional vein grafts to restore superficial palmar arch in severe devascularising injuries of the hand. *J. Hand Surg.* 13A:753, 1988.
288. Deutinger M, Porenta G, Metz V, Kaliman J, Freilinger G. Hemodynamic and clinical studies following injury of the arteries of the forearm. *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 21:283, 1989.
289. Anthony JP, Singer MI, Mathes SJ. Pharyngoesophageal reconstruction using the tubed free radial forearm flap. *Clin. Plast. Surg.* 21:137, 1994.
290. Anthony JP, Singer MI, Deschler DG, Dougherty ET, Reed CG, Kaplann MJ. Long-term functional results after pharyngoesophageal reconstruction with the radial forearm free flap. *Am.J.Surg.* 168:441, 1994.
291. Bodin IK, Lind MG, Arnander C. Free radial forearm flap reconstruction in surgery of the oral cavity and pharynx: surgical complications, impairment of speech and swallowing. *Clin. Otolaryngol.* 19:28, 1994.
292. Bootz F, Becker D, Fliesek J. Functional results and survival probability of tumor patients after reconstruction of the mouth cavity and oropharynx using a microvascular radial forearm flap. *HNO.* 41:380, 1993.
293. Chen HC, Ganos DL, Coessens BC, Kyutoku S, Noordhoff MS. Free forearm flap for closure of difficult oronasal fistulas in cleft palate patients. *Plast. Reconstr. Surg.* 90:757, 1992.
294. Fang RH, Lin JT, Ma S. Phalloplasty for female transsexuals with sensate free forearm flap. *Microsurgery.* 15:349, 1994.
295. Matti BA, Matthews RN, Davies DM. Phalloplasty using the free radial forearm flap. *Br. J. Plast. Surg.* 41:160, 1988.
296. Mimoun M, Hilligot P, Baux S. The nutrien flap: a new concept of the role of the flap and application to the salvage of arterioesclerotic lower limbs. *Plast. Reconstr. Surg.* 84:458, 1989.
297. Sakai S, Soeda S, Endo T, Ishii M, Uchiumi E. A compound radial artery forearm flap for the reconstruction of lip and chin defect. *Br. J. Plast. Surg.* 42:337, 1989.
298. Weinzweig N, Chen L. Lower face reconstruction using a neurosensory osteocutaneous radial forearm flap and Webster modification lip repair. *Plast. Reconstr. Surg.* 94:685, 1994.
299. Yamada A, Harii K, Itoh Y, Kikawada T, Miyashita H. Reconstruction of the cervical trachea with a free forearm flap. *Br. J. Plast. Surg.* 46:32, 1993.
300. Davidson J, Boyd B, Gullane P, Rotstein L, Freeman J, Manktelow R, Rosen Y. A comparison of the results following oromandibular reconstruction using a radial forearm flap with either radial bone or a reconstruction plate. *Plast. Reconstr. Surg.* 88:201, 1991.
301. Govila A, Sharma D. The radial forearm flap for reconstruction of the upper extremity. *Plast. Reconstr. Surg.* 86:920, 1990.
302. Niazi ZB, McLean NR, Black MJ. The radial forearm flap: a reconstructive chameleon. Holveich-Madjarova B. Fasciocutaneous island flap from the dorsal forearm. *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 23:23, 1991. *J. Reconstr. Microsurg.* 10:299, 1994.
303. Schusterman MA, Kroll SS, Weber RS, Byers RM, Guillaumondegui O, Goepfert H. Intraoral soft tissue reconstruction after cancer ablation: a comparison of the pectoralis major flap and the free radial forearm flap. *Am. J. Surg.* 162:397, 1991.

304. Hing DN, Buncke HJ, Alpert BS et al. Free flap coverage of the hand. *Hand Clin.* 1:741, 1985.
305. Lister GD, Scheker L. Emergency free flaps to the upper extremity. *J. Hand Surg.* 13A:22, 1988.
306. Logan SE, Alpert BS, Buncke HJ. Free serratus anterior muscle transplantation for hand reconstruction. *Br. J. Plast. Surg.* 41:639, 1988.
307. Holevich-Madjarova B. Fasciocutaneous island flap from the dorsal forearm. *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 23:23, 1991.
308. Cavanagh S, Pho RW, Kour AK. A composite neuro-teno-cutaneous forearm flap in the one-stage reconstruction of a large defect of the soft tissue around the ankle. *J. Reconstr. Microsurg.* 7:323, 1991.
309. Gaulke R, Partecke BD. Follow-up and gait study in patients with plastic-surgery-treated foot sole defects. *Unfallchirurg.* 97:47, 1994.
310. Orgel MG. Innervated free flaps and free vascularized nerve grafts in the hand. In McCarthy JG, May JW, Littler JW (Ed): *Plastic Surgery, Vol 7*: 4859. Philadelphia, WB Saunders, 1990.
311. Hallock GG. "Microleaps" in the progression of flaps and grafts. *Clin. Plast. Surg.* 23:117, 1996.

GERMAN LIRIA LORENS
CAMBIOS EN EL PATRON VASCULAR
DE LA MANO TRAS LA DISECCION DEZ
COLGATO RADIAL

21

FEBRERO

97

[Signature]
El Doctor

[Signature]

[Signature]
El Doctor

[Signature]
[Signature]

[Signature]

[Signature]