

Reconstrucción Microquirúrgica de **Mano y Miembro Superior**

Carlos Eduardo Torres Fuentes
Julio César Bermúdez Panche



RECONSTRUCCIÓN MICROQUIRÚRGICA DE MANO Y MIEMBRO SUPERIOR

Editor

Carlos Eduardo Torres Fuentes

Cirujano de la Mano
Especialista en Cirugía Plástica y Microcirugía Reconstructiva
Especialista en Docencia Universitaria
Investigador reconocido por Colciencias
Miembro Junta Directiva Asociación Colombiana de Cirugía de la Mano,
Miembro EWAS y Faculty Fundación AO
Jefe del Programa de Especialización en Cirugía de la Mano
Instructor Asociado Facultad de Medicina
Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud
Hospital de San José. Bogotá, Colombia

Coeditor

Julio César Bermúdez Panche

Cirujano de la Mano
Especialista en Ortopedia y Traumatología, Microcirugía Reconstructiva
Miembro Institucional Fundación Santa Fe de Bogotá
Profesor Clínico Asociado
Universidad de los Andes, Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia

2020



Asociación Colombiana
de Cirugía de la Mano

CONTENIDO

Sección 1

CAPÍTULO 1 PRINCIPIOS Y TÉCNICAS BÁSICAS EN MICROCIROUGÍA

Aplicación práctica en reimplantes y colgajos	3
Desbridamiento y coaptación	4
Suturas vasculares	5
Instrumental y técnicas de sutura	5
Distribución de los puntos	6
Injertos	7
Farmacología	7
Reperusión	8
Cuidado posoperatorio	8
Resumen y conclusiones	8



CAPÍTULO 2 ERGONOMÍA EN MICROCIROUGÍA

Introducción	11
Biomecánica de la columna cervical	11
Postura	11
Fatiga muscular	12
Efecto de las lupas, fuentes de luz y microscopio	12
Medidas preventivas y correctivas	13
Conclusión	14

CAPÍTULO 3 ANGIOSOMAS Y TERRITORIOS VASCULARES

Introducción	17
Angiosomas, vasos de choque y anastomosis verdaderas	17
Perforantes y perforosomas	18
Clasificación de las arterias perforantes	18
Aplicaciones clínicas	19

CAPÍTULO 4 CLASIFICACIÓN DE COLGAJOS: CONCEPTOS ACTUALES

Introducción	23
Colgajos de perforantes	23
Nomenclatura	24
Colgajos de perforantes combinados	25
Colgajo de perforante plus (perforator plus flap)	29
Colgajos en propela	29
Tipo de pedículo	29
Colgajos Keystone	30
Colgajos venosos	30



CAPÍTULO 5 PLANEAMIENTO EN MICROCIRUGÍA RECONSTRUCTIVA

Introducción	33
Requerimientos de la reconstrucción	33
Análisis del defecto	33
Requerimientos funcionales	34
Requerimientos estéticos	34
Análisis de los vasos receptores	36
Selección del área donante y diseño del colgajo	36
Diseño de la plantilla	40
Algunas consideraciones específicas por áreas corporales	40
Mano y antebrazo	42
Genitales masculinos	43
Preparación del escenario quirúrgico	44

CAPÍTULO 6 PRINCIPIOS PARA ELECCIÓN DE COLGAJOS Y VASOS RECEPTORES

Introducción	49
Principios de tratamiento	49
Elección del colgajo	50
Evaluación del defecto	50
Evaluación de la circulación de la extremidad	53
El sitio donante	54
Elección de los vasos receptores	54

CAPÍTULO 7 UTILIZACIÓN DE IMÁGENES EN EL PLANEAMIENTO EN MICROCIRUGÍA

Doppler manual portátil	57
Ultrasonido a color	58
Angiografía	58
Angiotomografía computarizada	59
Angiorresonancia magnética	60
Radiografía simple y tomografía computarizada	61
Medicina basada en la evidencia	61
Conclusiones y futuro	62



CAPÍTULO 8 MONITOREO DE COLGAJOS LIBRES

Introducción	65
Control de parámetros fisiológicos	65
Dolor y agitación	66
Manejo de variables externas locales y monitorización del colgajo	66

CAPÍTULO 9 TERAPIA DE ANTICOAGULACIÓN EN CIRUGÍA MICROVASCULAR

Introducción	73
Razonamiento para el uso de heparina	73
Protocolo de manejo y seguimiento del paciente	73
Precauciones relacionadas con el uso de heparina	73
Uso clínico del protocolo	74

CAPÍTULO 10

FALLO DEL COLGAJO LIBRE: PREVENCIÓN, RESCATE Y TRATAMIENTO. GUÍA DE RECOMENDACIONES

Educación preoperatoria	77
Evaluación nutricional preoperatoria	77
Profilaxis antibiótica	77
Profilaxis del tromboembolismo venoso	78
Evaluación preanestésica	78
Protocolo anestésico	78
Medicación posoperatoria	78
Elección del colgajo y técnica quirúrgica	78
Monitoreo posoperatorio del colgajo	78
Salvataje de colgajos libres	79

Sección 2

CAPÍTULO 11

COLGAJO ANTEBRAQUIAL RADIAL

Introducción	85
Historia	86
Anatomía	86
Evaluación preoperatoria	87
Indicaciones del colgajo radial microvascular en el miembro superior	87
Diseño del colgajo	87
Técnica de disección del colgajo	87
Manejo del área donante	90
Complicaciones asociadas al área donante	90
Complicaciones asociadas al colgajo y al área receptora	91
Conclusiones	91

CAPÍTULO 12

COLGAJO LIBRE ALT Y VARIANTES

Introducción	93
Anatomía	93
Utilidades en extremidad superior	93
Vasos receptores más comunes en extremidad superior	93
Marcación y planeamiento prequirúrgico	94
Técnica quirúrgica estándar	94

Otras formas para elevar el colgajo	95
Variantes	95
Complicaciones	95
Consejos del experto	96
Casos clínicos	97

CAPÍTULO 13

COLGAJOS DE PERFORANTES ESTILO LIBRE

Introducción	101
Técnica quirúrgica	101
Diseño y planeamiento	101
Procedimiento quirúrgico	104
Cuidado posoperatorio	106
Movilización del colgajo	106
Rotación tipo propela	107
Interpolación con pedículo subcutáneo	107
Avance tipo Keystone	107
Colgajos locales "mejorados"	110
Complicaciones	110
Conclusiones	110



CAPÍTULO 14

COLGAJO PARA ESCAPULAR-ESCAPULAR

Introducción	113
Pedículo vascular	113
Área cutánea	113
Indicaciones	114
Contraindicaciones	114
Ventajas	114
Desventajas	114
Preparación de cirugía	116
Técnica quirúrgica disección del colgajo	117
Complicaciones	117
Recomendaciones	118
Palabras clave	118

CAPÍTULO 15

OTROS COLGAJOS DE PIEL

Introducción	121
Colgajo de la perforante de la circunfleja ilíaca superficial (SCIP)	121
Colgajo dorsal pedio	123
Colgajo paraescapular	123
Colgajo lateral de brazo	124
Conclusión	124

Sección 3

CAPÍTULO 16

COLGAJO DE PERONÉ

Introducción	129
Historia	129
Anatomía	129
Técnica quirúrgica	130
Posoperatorio	131
Indicaciones	131
Ventajas de los colgajos óseos	133
Casos clínicos	133
Resultados clínicos	135
Resumen	135



CAPÍTULO 17

COLGAJO DE CÓNDILO FEMORAL MEDIAL

Introducción	141
Anatomía	141
Indicaciones en el miembro superior	144
Técnica quirúrgica	145
Complicaciones	146
Experiencia del autor	147
Casos clínicos	153
Resumen	154
Palabras clave	154

CAPÍTULO 18

OTROS COLGAJOS ÓSEOS

Marcación	158
Disección	158
Colgajo osteocutáneo lateral del brazo	159
Diseño	159
Disección	159
Colgajo osteocutáneo escapular	160
Marcación	160
Disección	160
Colgajos óseos de tejido costal	161
Colgajo libre de huesos metatarsianos	161
Conclusiones	165

Sección 4

CAPÍTULO 19

MANO CATASTRÓFICA: LESIONES COMPLEJAS DE TEJIDOS BLANDOS

Introducción	169
Mecanismo y fisiopatología de la lesión	169
Valoración inicial	169
Examen físico	170
Tratamiento	170
Lesiones óseas	171
Lesiones tendinosas	172
Reparación vascular	172
Reparación de nervio periférico	173
Cobertura de tejidos blandos	173
Rehabilitación	174

CAPÍTULO 20

REVASCULARIZACIÓN Y REIMPLANTE DIGITAL

Introducción	177
Indicaciones quirúrgicas	177
Absolutas	177
Relativas	177

Contraindicaciones	177
Clasificación	179
Transporte de la parte amputada	179
Consideraciones prequirúrgicas	179
Técnica quirúrgica	179
Avulsiones por anillo	180
Medidas posoperatorias	180
Anticoagulación	180
Otras recomendaciones	181
Rehabilitación	181
Desenlaces finales	183
Complicaciones	183
Palabras clave	183

CAPÍTULO 21

REEMPLANTES DISTALES

Introducción	185
Definición de punta de dedo	185
Indicaciones para mantener en isquemia fría la parte amputada	186
Criterios de inclusión y exclusión	186
Metas del tratamiento	187
Programación de cirugía	188
Medicamentos	188
Técnica quirúrgica	189
Cuidados posoperatorios	191
Anticoagulación	192
Evaluación del reemplante	192

CAPÍTULO 22

REEMPLANTES MAYORES

Introducción	197
Definiciones	197
Mecanismo de trauma y fisiopatología	197
Clasificación de amputación mayor de miembro superior	198
Indicaciones y contraindicaciones	198
Manejo inicial	199



El examen físico	199
Imágenes diagnósticas	199
Remodelación del muñón	199
Procedimiento	199
Secuencia intraoperatoria de reimplante	200
Localización, etiquetado nervios y vasos. Desbridamiento	200
Acortamiento óseo – Osteosíntesis	200
Anastomosis arterial	200
Anastomosis venosa	201
Coaptación nerviosa	201
Tenorrafia extensores y flexores	201
Piel	201
Posoperatorio	201
Reimplantes con evolución tórpida	203
Medidas de salvamento ante signos de sufrimiento	203
Rehabilitación	203
Reimplantes en niños	203
Complicaciones	203
Conclusiones	203

CAPÍTULO 23

TRASPLANTE DE DEDO DEL PIE A LA MANO

Indicaciones	207
Elección	207
Bases anatómicas de la red vascular	208
Técnica quirúrgica	209
Resultados esperados	215
Caso clínico	216
Conclusiones	216

CAPÍTULO 24

TRANSFERENCIAS MUSCULARES LIBRES

Introducción	219
Selección de pacientes	219
Principios generales	219

Selección de transferencia muscular	220
Consideraciones vasculares y nerviosas	220
Disección de colgajo muscular gracilis motorizado libre	220
Reconstrucciones específicas con colgajo muscular libre	222
Reconstrucción de flexión de dedos tras contractura isquémica de Volkmann	228
Manejo posoperatorio	228
Resumen	228

Sección 5

CAPÍTULO 25

SUPERMICROCIRUGÍA

¿Qué es la supermicrocirugía en cirugía de mano?	233
Reseña histórica y la relación de la supermicrocirugía con América Latina	234
Técnica de guía abierta, una técnica ideal en Supermicrocirugía	234
Estado actual de la supermicrocirugía	237
Aplicaciones actuales de la supermicrocirugía	237
Cirugía de la mano	237
Manejo del linfedema	238
Otras aplicaciones	238
El futuro de la supermicrocirugía	238



AMOLCA
PARA UNA PRÁCTICA EXITOSA

CAPÍTULO 26

PERSPECTIVAS DE RECONSTRUCCIÓN EN MIEMBRO SUPERIOR. TELECIURUGÍA Y TELEMICROCIRUGÍA

Introducción	241
Historia	241
El sistema Da Vinci	242
Plataformas alternativas	243
Configuración de la sala de operaciones	243
Abordajes telescópicos para la reconstrucción de extremidades superiores	243
Conclusión	244

Introducción

La clasificación y aplicación de colgajos para reconstrucción en todas las áreas anatómicas del cuerpo humano se ha revolucionado gracias al conocimiento cada vez más profundo y detallado de la anatomía vascular. Esto ha permitido ampliar considerablemente las opciones de cobertura local, regional y a distancia más allá del uso de colgajos aleatorios que requerían de múltiples tiempos quirúrgicos y que no eran tan seguros. Inicialmente gracias a los conceptos de colgajos musculocutáneos descritos por Orticoechea¹ y el desarrollo del concepto de angiosoma por Taylor² se abrió la puerta a la idea del colgajo fasciocutáneo y posteriormente de colgajos de perforantes. Esta idea permitió diseñar colgajos seguros con base en un pedículo vascular determinado, que permite preservar estructuras musculares, disminuir la morbilidad de área donante y tener un influjo arterial y drenaje venoso confiable que pueden ser utilizados local, regionalmente o como colgajos libres además de dar opción para modificaciones. En el presente capítulo haremos una revisión de las clasificaciones actuales de colgajos que consideramos más prácticas y aplicables para solucionar problemas en el miembro superior desde el punto de vista microquirúrgico dando especial atención a los colgajos de perforantes y sus modificaciones en el contexto de la reconstrucción microquirúrgica del miembro superior.

Colgajos de perforantes

Según Geddes y Nelligan³ un colgajo de perforantes es aquel cuyo aporte sanguíneo está dado por vasos perforantes, es decir, vasos que pasan a través de tejidos profundos antes de perforar la fascia para irrigar la piel.

El uso de colgajos de perforantes implica la disección con técnica microquirúrgica cuidadosa de la perforante hasta su vaso regional fuente. En este sentido son superiores pues preservan estructuras adyacentes. Geddes igualmente describió las principales ventajas de los colgajos de perforantes las cuales consisten en:

1. Morbilidad de área donante reducida al evitar la necesidad de un "carguero" muscular pasivo o el plexo fascial para la

supervivencia del colgajo con lo cual se ahorra músculo disminuyendo el déficit funcional.

2. Posibilidad de diseño de colgajos de tamaños y grosores variables para adaptar al área receptora, además permite obtener un pedículo más largo con mayor facilidad de orientación del mismo respecto a colgajos musculocutáneos.
3. La velocidad y cantidad de flujo a la piel es mayor en este tipo de colgajos debido a dos motivos: primero en su disección se ligan vasos colaterales con lo cual un sistema de resistencia en paralelo se convierte en un sistema en serie, segundo el vaso fuente del pedículo tiene un calibre que va disminuyendo conforme llega a la piel lo cual produce una mayor velocidad en la porción más distal.⁴

Para entender la clasificación de colgajos de perforantes, es necesario tener claro ciertos conceptos anatómicos fundamentales:

1. Perforosoma: es una unidad de tejido suplida por cada perforante que se comunica con perforosomas adyacentes a través de vasos comunicantes directos en el plexo suprafascial o vasos comunicantes indirectos en el plexo subdérmico (recurrentes). Estas comunicaciones tienen sentido axial en las extremidades y perpendicular en el tronco.⁵
2. Tipos de perforantes: Nakajima *et al.*⁶ describieron inicialmente 6 tipos de perforantes, sin embargo en términos prácticos podemos reducirlas a 3 según lo describe Bloondel⁷ en las cuales la perforante es directa si atraviesa la fascia profunda sin antes atravesar otro tipo de tejido y es indirecta si atraviesa algún tejido intermediario.

Estos tipos de perforantes se correlacionarán con la clasificación que utilizaremos y tiene impacto en la aplicación práctica (Figura 1):

- a. Perforante cutánea directa: originada en el vaso fuente perfora directamente la fascia profunda.
- b. Perforante indirecta septocutánea: originada en el vaso fuente, tiene curso a través de *septum* intermusculares y puede dar ramas al músculo.
- c. Perforante muscular: se origina en el vaso fuente y tiene curso a través de tejido muscular. Da ramas que

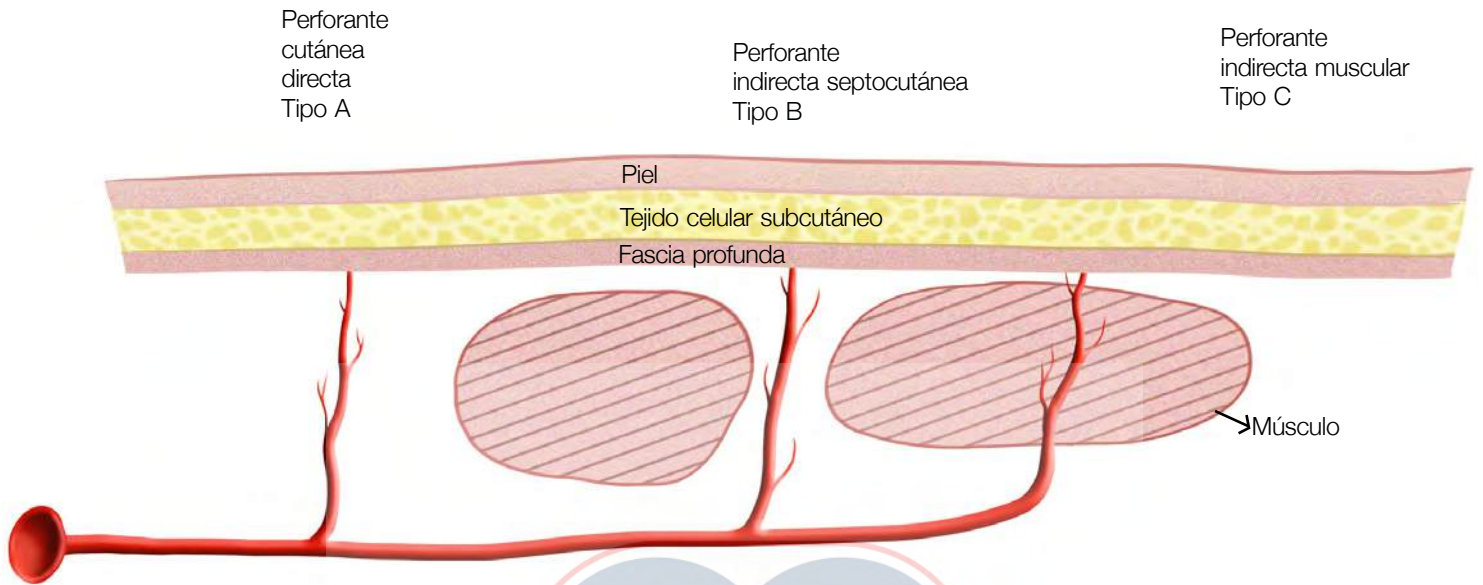


Figura 1 Tipos de perforantes/clasificación de colgajos de perforantes.

AMOLCA
PARA UNA PRÁCTICA EXITOSA

nutren dichos tejidos. En estudios anatómicos de Colgajo DIEAP, Vandevooort definió que pueden presentar un trayecto intramuscular largo (mayor a 4 cm) o corto (menor a 4 cm).⁸

Existen 3 clasificaciones de colgajos fasciocutáneos de perforantes (Cormack y Lamberty, Nakajima y Mathes Nahai) las cuales conceptualmente son muy similares a fin de simplificarlas consideramos hacer un paralelo entre la clasificación de los tipos de perforantes de Bloondel para la cual la clasificación de colgajos fasciocutáneos de Mathes Nahai⁹:

- Tipo A: colgajo fasciocutáneo que depende de perforante cutánea directa. Un ejemplo de estos colgajos es el SCIAP el cual se origina en la rama superficial de la circunfleja ilíaca superficial o el colgajo de fascia temporal superficial.
- Tipo B: colgajo fasciocutáneo que depende de perforante septocutánea indirecta. Un ejemplo de estos colgajos es el colgajo braquial lateral, el colgajo radial o el LCFAP (ALT) cuando su perforante es septocutánea.
- Tipo C: colgajo fasciocutáneo que depende de perforante musculocutánea indirecta. En estos colgajos encontramos el DIEAP, LCFAPv/ (ALT con perforantes del vasto lateral).

Nomenclatura

Para facilitar la comunicación entre cirujanos el grupo europeo encabezado por Bloondel definió la nomenclatura estandarizada de colgajos de perforantes. Esta nomenclatura nombra primero en siglas el vaso fuente que es el vaso regional del cual se origina la perforante, a continuación se adiciona el sufijo AP de *Artery Perforator* (se incluye la A para hacer más fácil la pronunciación y semántica). Por último y debido a que un vaso regional puede originar múltiples perforantes por distintos músculos, se indica en letra itálica e iniciales el músculo a través del cual surge el vaso perforante. En caso de perforante tipo A y B se omite esta última parte Figura 2.

Así por ejemplo el llamado tradicionalmente colgajo antero lateral de muslo (ALT) tiene como nombre correcto, en caso de tener perforante septo cutánea, LFCAP (*Lateral Femoral Circunflex Artery Perforator*). Si es el mismo colgajo, pero con una perforante musculocutánea del vasto lateral se denomina LFCAPv/ o si la perforante es musculocutánea del tensor de fascia lata, su denominación es LFCAPtfl.

Se han descrito ciertas desventajas de colgajos de perforantes las cuales pueden ser relativas teniendo en cuenta múltiples factores que se describen a continuación:

Arteria fuente	Músculo perforado	Abreviación
Arteria humeral circunfleja posterior	Deltoides	PCHAPd
Braquial profunda	Septocutánea	PBAP
	Tríceps braquial	PBAPt
	Deltoides	PBAPd
	<i>Braquiorradialis</i>	PBAPb
Braquial	Bíceps braquial	BAP
Cubital (<i>ulnar</i>)	Septocutánea	UAP
	<i>Flexor Carpi Ulnaris</i>	UAPfcu
Radial	Septocutánea	RAP
	<i>Flexor carpi radialis</i>	RAPfcr
	<i>Braquiorradialis</i>	RAPb
Interósea posterior	Septocutánea	PIOAP
	Supinador	PIOAPs
	<i>Abductor pollicis longus</i>	PIOAPapl
	<i>Extensor pollicis brevis</i>	PIOAPapb
	<i>Extensor pollicis longus</i>	PIOAPepl
	<i>Extensor indicis</i>	PIOAPei
Interósea anterior	Septocutánea	AIOAP
	<i>Flexor digitorum profundus</i>	AIOAPfdp
	Supinador	AIOAPs
	<i>Pronator quadratus</i>	AIOAPpq

Adaptado de Bloondeel P. Perforator flaps: anatomy, technique and clinical applications. 2 ed. QMP. 2013 Chap 3. P 68.

Figura 2 Nomenclatura estandarizada de colgajos de perforantes.

1. Disección meticulosa y larga de pedículo:¹⁰ es una desventaja relativa pues con el entrenamiento adecuado y programas de formación (especialmente durante la residencia), los cirujanos más jóvenes pueden desarrollar dichas habilidades disminuyendo tiempos quirúrgicos.¹¹
2. Variabilidad en localización, tamaño y anatomía de perforantes:¹² es relativo pues se cuenta con ayudas diagnósticas cada vez más precisas (*Doppler, angiotac, cámara termográfica*) que permiten planificar el colgajo previo al inicio de cirugía anticipando problemas relacionados con estos factores.¹³

Colgajos de perforantes combinados

Se denominan así los colgajos compuestos que tienen múltiples componentes con varias fuentes de vascularización intrínseca

(perforantes) para cada uno de estos con un vaso fuente común y que siendo trasferidos simultáneamente permiten una reconstrucción más eficiente.¹⁴ De igual manera estos colgajos se pueden diseccionar conservando múltiples perforantes y si vaso fuente los cuales llamaremos nativos o pueden ser creados mediante la unión de pedículos de varios colgajos de perforantes a los cuales denominaremos fabricados. Se definen dos tipos de colgajos combinados:

- Unidos (**conjoined**): tiene múltiples territorios cutáneos (perforosomas) cada uno con su propia perforante independiente, pero que se encuentran unidos físicamente por segmentos de tejido (en este caso la isla de piel). Pueden ser de pedículo común o independiente. Un ejemplo de un colgajo unido de tipo nativo con pedículo común es el colgajo de perforantes LCFAPvI con 2 perforantes o más con un segmento único de piel y en el cual las dos perforantes llegan al vaso fuente (Figura 3). Un ejemplo de colgajo unido tipo nativo con

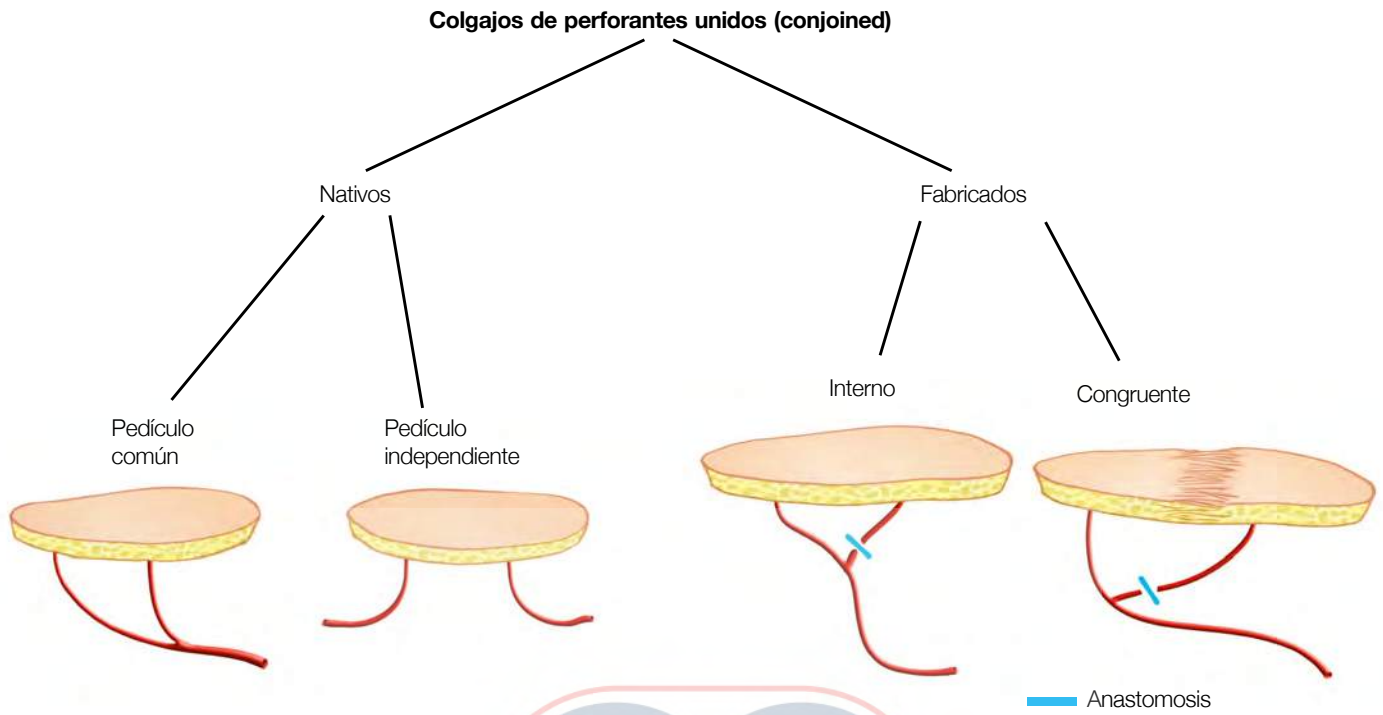


Figura 3 Colgajos unidos.

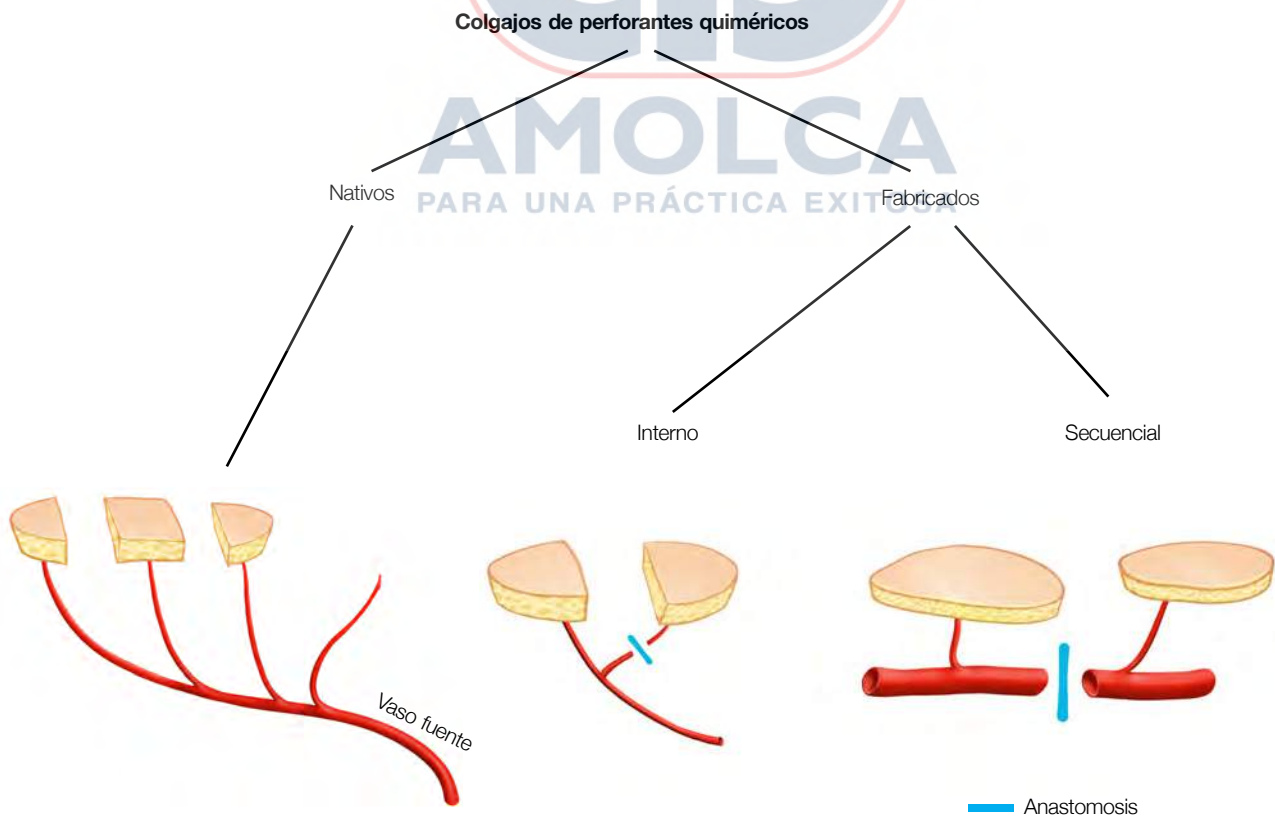


Figura 4 Colgajos quiméricos.

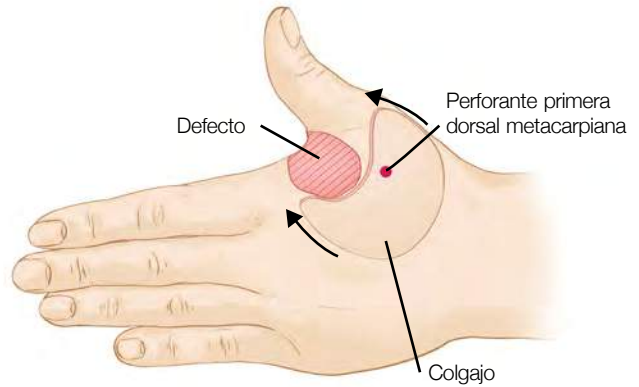


Figura 5 Colgajo perforante plus.

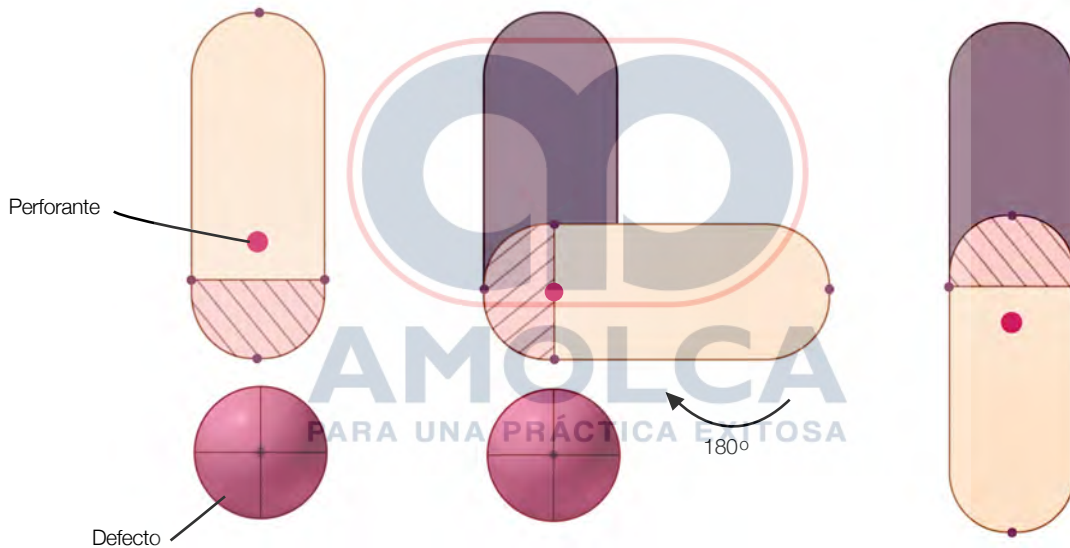


Figura 6 Colgajo en propela

pedículo independiente es el colgajo de perforantes PAPA_m y MCFAP_g descrito por el autor para reconstrucción mamaria¹⁵ o el colgajo "Orochi" descrito por Koushima¹⁶ para reconstrucción de grandes defectos de extremidades que combina TDAP, ICAP y SCIP (PP). Un ejemplo de un colgajo unido fabricado sería un colgajo de perforantes LCFAP_{vI} y LCFAP_{tII} en el cual la perforante del tensor de *fascia lata* se anastomosa terminolateralmente a la rama descendente. Respecto a los colgajos unidos fabricados podemos encontrar dos tipos:

- Internos: en angiosomas comunes se hace una anastomosis de una perforante a una rama de otra perforante.
- Congruentes: en angiosomas diferentes, pero contiguos se conecta una perforante a una rama de la perforante

principal para dar suplencia por el vaso fuente de esta última.

- Quiméricos: tiene múltiples territorios cutáneos (perforosomas) independientes (o musculares o con segmentos óseos vascularizados inclusive) cada uno con su perforante independiente y sin ninguna conexión física de sus segmentos, pero que comparte un vaso fuente. Un ejemplo de colgajo quimérico nativo es un LCFAP con perforante septocutánea y adicionalmente se incluye una perforante muscular con una porción de músculo vasto lateral. También es el caso de un colgajo LCFAP_{vI} con 2 o más perforantes en la cual se separa la isla de piel completa en un segmento para cada perforante independiente.

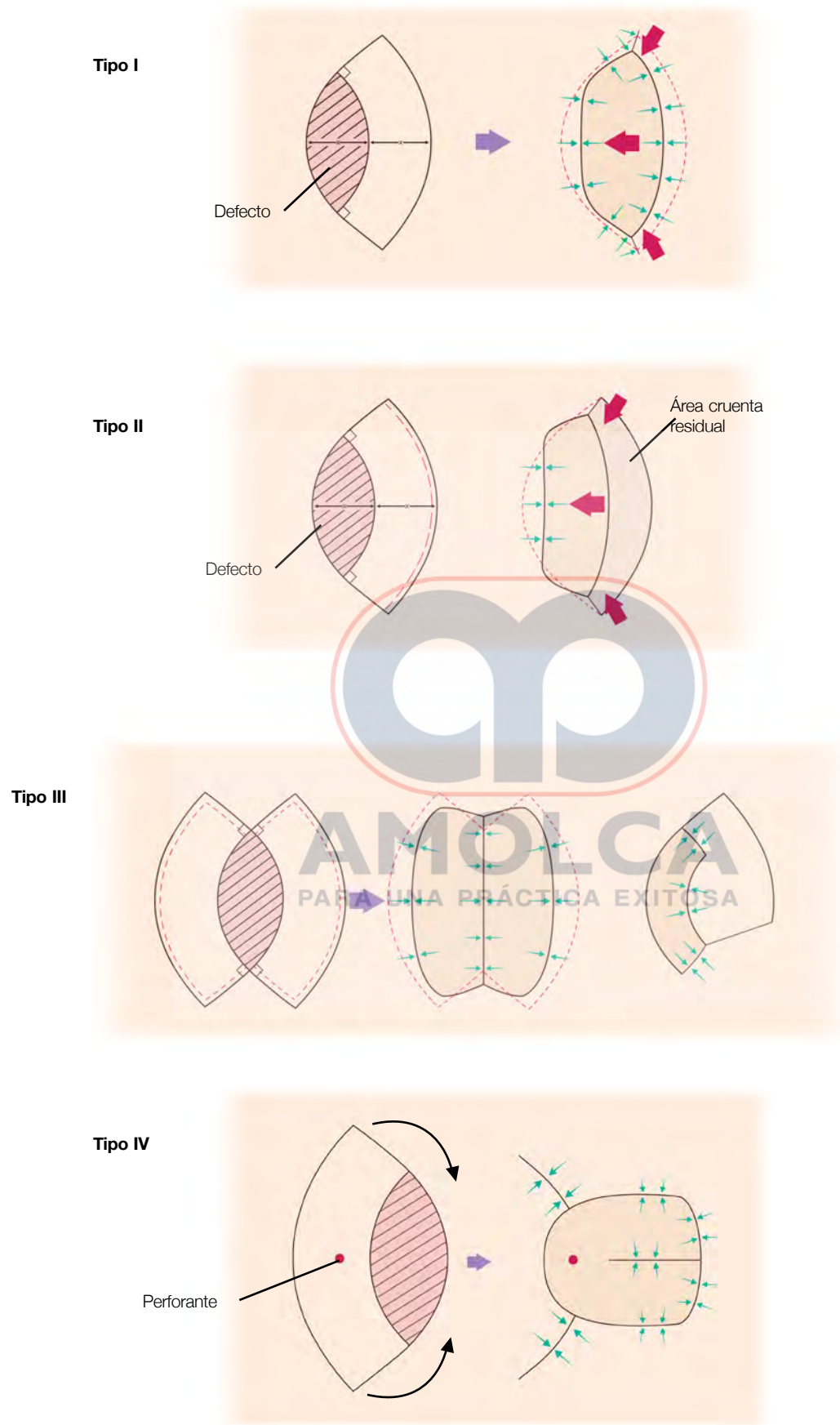


Figura 7 Clasificación de colgajos tipo Keystone.

Nombre	Colgajo venoso de perfusión venosa total	Colgajo venoso arterializado con fístula a-v aferente	Colgajo venoso con perfusión venosa arterializada total
Modo de conexión vascular	V-V-V	A-V-V	A-V-A
Tipo de perfusión	Sangre venosa	Sangre arterializada	Sangre arterializada


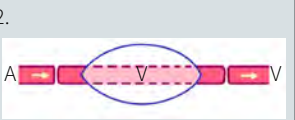
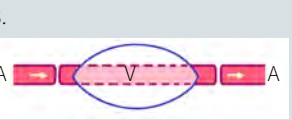
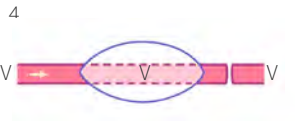
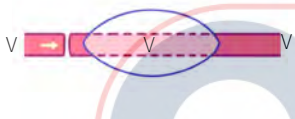
Como colgajo libre	1. 	2. 	3. 
Como colgajo convencional	4.  	NIL	NIL

Figura 8 Clasificación de los colgajos venosos, según Chen.

Respecto a los colgajos quiméricos fabricados se pueden encontrar dos tipos:

- Internos: en el que se conectan perforantes independientes de dos perforosomas diferentes nutridas por un vaso fuente común formando un circuito en paralelo.
- Secuenciales: en el cual el vaso fuente se conecta a otro colgajo para formar un circuito en serie. Es especialmente útil en casos en que hay limitados vasos receptores y se requiere de un puente vascular. Un ejemplo es el puente vascular con colgajo radial conectado a vasos toracoacromiales o mamarios internos al que posteriormente se conecta un colgajo LFCAP para reconstrucciones en cabeza y cuello en cuellos con depleción de vasos¹⁷ (Figura 4).

Colgajo de perforante plus (*perforator plus flap*)

Según Wong, un colgajo de perforante plus es un colgajo locorregional que permanece pegado a su sitio donante por un pedículo dado por un paquete perforante diseccionado hasta su origen y adicionalmente por un puente de piel o fasciocutáneo. Esto produce una “super carga” neurovenocutánea por el segundo pedículo a su vez mejora el drenaje venoso y linfático. Estos colgajos generalmente tienen forma peninsular y permiten coberturas locorregionales (Figura 5).¹⁸

Colgajos en propela

Según el consenso de Tokio se define un colgajo en propela como un colgajo fasciocutáneo en isla que llega al sitio receptor por una rotación axial. Prácticamente cualquier colgajo en isla se puede considerar un colgajo en propela siempre y cuando gire sobre su eje, no llegue al área receptora por medio de avance o sea peninsular.¹⁹ Estos tipos de colgajos tienen tres características, las cuales consisten en tipo de pedículo, grados de rotación y (cuando es posible) arteria de origen de vaso perforante.

Tipo de pedículo

- Pedículo subcutáneo: el colgajo se basa en un pedículo subcutáneo “aleatorio” en el cual no se visualiza la perforante. Permite rotación hasta 90°.
- Pedículo perforante: el colgajo se basa en una perforante la cual se disecciona hasta el vaso regional fuente y permite rotación hasta 180°.
- Supercargado o superdescargado: cuando el colgajo es largo o de gran tamaño y el vaso perforante no es suficiente para drenaje venoso o irrigación arterial, se realiza una supercarga arterial o una superdescarga venosa mediante microanastomosis una vez se ha transpuesto.

Los colgajos en propela de perforantes son los más utilizados por su versatilidad. Hay ciertos detalles técnicos que enunciamos a continuación para lograrlos exitosamente²⁰ (Figura 6).

- El diseño de este colgajo de piel se hace en 2 segmentos. Uno corto y uno largo, el eje de rotación es el vaso perforante el cual separa ambos segmentos. Debido a que cuando los 2 segmentos son largos y angostos el colgajo toma la forma de una hélice, de ahí se originó el nombre de propela. No es necesario que los segmentos sean rectos, también se pueden modificar para optimizar la cobertura (por ejemplo con forma de palo de golf).
- El segmento largo será el que cubra el defecto y su área donante está ubicada en la posición opuesta al mismo respecto al eje. Su longitud debe ser la distancia entre la perforante hasta el borde del defecto (que es el segmento corto) más la longitud del defecto y 1 y 2 cm adicionales para evitar el cierre bajo tensión. Igualmente a cada lado se debe adicionar 0,5 a 1 cm por la misma razón.
- La posición de la perforante determinará el tamaño de cada una de la hélices, entre más cerca se encuentre del defecto más corto será el segmento corto. De igual manera el segmento largo será determinado según la disponibilidad de tejido en el lado opuesto al defecto. Se debe anotar que debido a las comunicaciones en sentido axial de los perforosomas en las extremidades, idealmente se deben diseñar en sentido del eje longitudinal y no tiene necesariamente que seguir las normas de colgajos aleatorios de base por longitud.
- Al efectuar una rotación en el eje de la perforante es lógico que se produce una torsión del vaso, por este motivo la disección de la perforante debe ser lo más larga posible (hasta el vaso fuente). Wong²¹ sugirió que para perforantes de 1 mm de diámetro se debe disecar 3 cm de longitud con el fin de evitar torsión que comprometa el flujo.

La complicación más frecuente de los colgajos de perforantes en propela es la congestión venosa. Esta puede ser secundaria a insuficiencia venosa ya sea por las características intrínsecas de las venas perforantes, por lesión de las mismas (por trauma inicial o durante la disección o por liberación inadecuada de adhesiones a fascia o *septum*). En estos casos es que toma importancia la superdescarga del colgajo con anastomosis venosa microvascular adicional. De igual manera maniobras como diferimiento también son útiles para tener mayor seguridad.

Colgajos Keystone

Los colgajos Keystone fueron descritos inicialmente por Behan en 1995 y su nombre se debe a que su forma semitrapezoidal se asemeja a la piedra clave (Keystone) apical, central y semejante a una cuña de los arcos romanos. Son colgajos fasciocutáneos para reconstrucciones locorreionales que se basan en perforantes y en pedículos neurovasculares especialmente en el sentido de dermatomas y que aprovechan la elasticidad de la piel y redistribución de tensión para lograr el cierre del defecto a reconstruir y secundario.²² Su avance se da como un doble v-y lo cual permite la redistribución de la tensión y permite (en la mayoría de los casos) el cierre primario del defecto y el área donante. Sus ventajas son su poca morbilidad de área donante, brindar tejido similar al área a reconstruir y su seguridad además de su facilidad técnica.

Las reconstrucciones con colgajos Keystone son principalmente para defectos elípticos y su diseño básico es en forma de trapezoide con un borde convexo y otro cóncavo. Debe guardar relación 1:1 defecto: ancho de colgajo con ángulos de 90° en los extremos. En las extremidades el eje longitudinal del colgajo debe ser paralelo al eje longitudinal del dermatoma. De igual forma se pueden localizar las perforantes para mayor seguridad sin embargo no es necesario hacer disección ni eskeletonización de las mismas.

Los colgajos Keystone se clasifican en 4 tipos: (Figura 7)

- Tipo I: se hace una incisión en todos los bordes de piel del colgajo, si es posible se preservan las estructuras nerviosas y venosas en el plano subcutáneo y se preserva la fascia. Útil para defectos de hasta 2 cm.
- Tipo II: se efectúa una incisión en la fascia del borde convexo para permitir mayor movilización, se subdivide en tipo A en el cual se da cierre primario de defecto y tipo B en el cual es necesario injertarlo.
- Tipo III: se usa un diseño doble Keystone opuesto para lograr el cierre de defectos de 5 a 10 cm. Pueden ser diseñados con ambos colgajos para avance en sentido perpendicular a eje del defecto o como un *ying yang*.
- Tipo IV: en este tipo de Keystone, se disecciona subfacialmente una porción del colgajo (hasta 2/3 partes) de forma roma dejando pediculado a otro segmento en el cual la fascia permanece adherida al plano profundo muscular y permite que esta área liberada dé cierre al defecto. De este tipo surge la variante tipo Omega y está indicada para cobertura en prominencias óseas o estructuras neurovasculares.

Colgajos venosos

Los colgajos venosos fueron descritos y clasificados por el autor principal de este capítulo hace ya dos décadas. Consiste en un colgajo con un segmento de piel y tejido celular subcutáneo en el cual el flujo se da a través de un canal venoso. Tienen aplicación especial para cobertura microquirúrgica en la mano y como ventaja que no sacrifican una arteria, sin embargo tiene indicaciones específicas y ciertas limitaciones que hay que tener en cuenta, especialmente en cuanto al tamaño del mismo. Se recomienda un tamaño de 2 cm de ancho siguiendo el eje del canal venoso.

Se clasifican en 4 tipos: (Figura 8)

- Tipo I: colgajo libre venoso con perfusión venosa total: se realiza anastomosis microquirúrgica aferente a vaso venoso y eferente a otro vaso venoso. Es un *flow trough* venoso. Este tipo de colgajo también se ha utilizado con éxito para transferencia de injertos nerviosos vascularizados.
- Tipo II: colgajo pediculado venoso con perfusión venosa total: su uso es locorreional, tiene vaso aferente, un vaso venoso nativo y como vaso eferente otro vaso venoso que se anastomosa microquirúrgicamente.
- Tipo III: colgajo libre venoso con aferente fístula arteriovenosa: el flujo aferente es dado por una anastomosis arteriovenosa y el eferente por una anastomosis venosa
- Tipo IV: colgajo libre venoso con perfusión arterial total: el flujo aferente es dado por una anastomosis arteriovenosa y el eferente por una anastomosis venoarterial. Es un *flow trough* arterial.

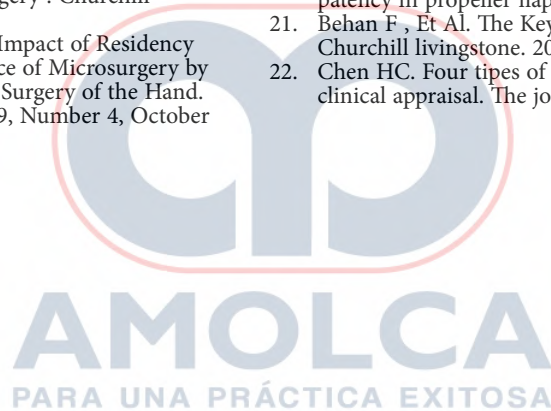
Claves para el éxito de colgajos venosos:

- El área donante idealmente debe tener piel delgada y canales venosos superficiales para optimizar la supervivencia del colgajo.
 - En colgajos tipo I y II debido a que la supervivencia del colgajo depende de un sistema de baja presión, se debe tener mucho cuidado con el tejido y los vendajes para proteger la tenue perfusión.
 - Elevar la extremidad a 30-45° para mejorar el gradiente y optimizar el flujo.
- Una buena anastomosis es lo más importante, sin embargo no se recomienda el uso de anticoagulantes en el posoperatorio. No es recomendable el uso de colgajos venosos para defectos extensos ni en lecho infectados o que se puedan infectar potencialmente.



Referencias

1. Orticochea M. The musculocutaneous flap method: an immediate and heroic substitute for the method of delay. *Br J Plast Surg* 25:106-110, 1972
2. Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg* 40:113-141, 1987.
3. Geddes C, Morris S, Neligan P. Perforator flaps: evolution, classification, and applications. *Ann Plast Surg.* 2003; 50: 90-99.
4. Rubino C, Coscia V, Cavazzuti A, Canu V. Haemodynamic enhancement in perforator flaps: The inversion phenomenon and its clinical significance. A study of the relation of blood velocity and flow between pedicle and perforator vessels in perforator flaps. *Reconstructive & Aesthetic Surgery.* 2006; 59: 636-643.
5. Saint M. The Perforasome Theory: Vascular Anatomy and Clinical implications. *Plast. Reconstr. Surg.* 2009; 124: 1529.
6. 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* 16:1-19, 1986.
7. Bloondeel P. Perforator Flaps : anatomy, technique and clinical applications. 2 ed. QMP. 2013 chap 3. P 66.
8. Vandervoort M, Vranckx j, Fabre G. Perforator topography of the deep inferior epigastric perforator flap in 100 cases of breast reconstruction. *Plastic and reconstructive surgery . vol* 109 2002.
9. Mathes S, Nahai F. *Reconstructive Surgery . Churchill livingstone* 1997. pag 31.
10. Elliot R, Baldwin K, Foroohar A. The Impact of Residency and Fellowship Training on the Practice of Microsurgery by Members of the American Society for Surgery of the Hand. *Annals of Plastic Surgery & Volume* 69, Number 4, October 2012
11. Kimata et al., 1998
12. Uppal R. The efficacy of preoperative mapping of perforators in reducing operative times and complications in perforator flap breast reconstruction. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery.* 2009; 62: 859e-864.
13. Bloondeel P. Perforator Flaps : anatomy, technique and clinical applications. 2 ed. QMP. 2013 chap 3. P 61.
14. Ciudad p, chen h. The combined transverse upper gracilis and profunda artery perforator (tugpap) flap for breast reconstruction. *Microsurgery* doi 10.1002/Micr 2015
15. Koshima i. The 'orochi' flap concept: multi-stage Combined Flap Using Sequential Flaps. *International Microsurgery Journal.* 2019;3(1):4
16. Ciudad P, Chen H. The radial forearm free flap as a "vascular bridge" for secondary microsurgical head and neck reconstruction in a vessel-depleted neck. *Microsurgery.* 2017;1-8. DOI: 10.1002/micr.30259
17. Wong CH, Tan BK. Perforator-plus flaps or perforator-sparing flaps: different names, same concept. *Plast Reconstr Surg* 120:1746-1747, 2007.
18. Pignatti M. et al. The "Tokyo" Consensus on Propeller Flaps. *Plastic and Reconstructive Surgery journal.* February 2011 DOI: 10.1097/PRS.0b013e3181fed6b2
19. Georgescu A. Propeller Perforator Flaps in Distal Lower Leg: Evolution and Clinical Applications. *Arch Plast Surg* 2012;39:94-105
20. Wong CH, Cui F, Tan BK, et al. Nonlinear finite element simulations to elucidate the determinants of perforator patency in propeller flaps. *Ann Plast Surg* 2007;59:672-8.
21. Behan F, Et Al. The Keystone Perforator Island Flap concept. *Churchill livingstone.* 2012
22. Chen HC. Four types of venous flaps for wound coverage: a clinical appraisal. *The journal of trauma.* Sept 1991.



Introducción

En casi sesenta años de trayectoria, la microcirugía reconstructiva se ha consolidado como uno de los grandes logros de la cirugía,¹ primero con el reimplante de extremidades, luego con el autotrasplante de segmentos o de tejidos y actualmente con la incursión en los alotrasplantes de tejidos compuestos para la reconstrucción de las manos y de la cara.

Los autotrasplantes más frecuentes, conocidos universalmente como colgajos libres o colgajos microvasculares, son los de piel, utilizados para cubrir heridas complejas. En la práctica clínica se ha trascendido de la simple cobertura de defectos para pasar a la reconstrucción funcional, al autotrasplantar músculos y sus nervios para recuperar el movimiento del miembro superior o la expresión facial.

Mediante el trabajo en equipo interdisciplinario, la microcirugía reconstructiva ha permitido la resección de grandes tumores, pues sin su asistencia, la ablación sería incompatible con la vida o con una inadecuada rehabilitación física, mental y social. Igualmente esta supraespecialización facilitó el tratamiento de traumas severos y de infecciones crónicas del sistema musculoesquelético que requieren grandes desbridamientos óseos y aporte de tejidos bien irrigados para facilitar el proceso de cicatrización.

Un pilar básico en este tipo de procedimientos de alta complejidad, es el planeamiento, que estructurado adecuadamente, permite que el curso intraoperatorio fluya ágilmente, que el colgajo sobreviva en el posoperatorio inmediato y finalmente que el resultado sea el más adecuado para las expectativas del paciente y del cirujano, es decir con la mejor función y apariencia en el largo plazo.

Requerimientos de la reconstrucción

El defecto que requiere reconstrucción microquirúrgica puede ser consecuencia de un trauma, una infección, enfermedad vascular o, con mucha frecuencia, causado por la resección de un tumor maligno y su tratamiento adicional, como la radioterapia.^{2,3} El planeamiento incluye el análisis del defecto, el examen de los vasos receptores y la selección del sitio donante con el respectivo diseño del colgajo.⁴

Análisis del defecto

Requerimientos anatómicos

En primer lugar, se debe analizar la ubicación, la extensión,² la profundidad y hacer un inventario de los tejidos comprometidos como piel, hueso, músculo, nervio, tendones, articulaciones, mucosa o duramadre, etc.

Existen características patológicas que se deben tener en cuenta, como la presencia de tejidos irradiados, cicatrizados con contractura⁵ o con infecciones crónicas.

Actualmente se indica la reconstrucción inmediata en los pacientes con cáncer; por lo general en el momento del planeamiento el paciente aún no ha sido intervenido y por lo tanto, el tumor está presente. La magnitud de la resección y las características del futuro defecto se deben definir con la mayor precisión posible en conjunto con el cirujano ablativo, apoyándose en el análisis de las imágenes diagnósticas como TAC y RNM. Cuando no se ha hecho la resección tumoral, se debe predecir qué estructuras podrían quedar expuestas, como hueso, duramadre, grandes vasos, etc., y definir si hay necesidad de obturar cavidades o hacer reconstrucción ósea (Figura 1).

En casos de infección del esqueleto, la gamagrafía ósea con tecnecio 99 o indio 111 para marcar leucocitos, o la RNM con



Figura 1 Predicción de la resección y elaboración de la plantilla.

gadolinio, ayuda a definir los bordes del tejido comprometido.⁵ Algunas resecciones tumorales en extremidades pueden involucrar ejes vasculares fundamentales; por lo tanto, la reconstrucción vascular debe planearse con fines de salvamento.

Estructuras anatómicas funcionales como la lengua, el dedo pulgar, la mandíbula o el pene pueden ser objeto de reconstrucción total o parcial. Cada caso particular requiere un inventario de necesidades y un planeamiento específico.

Requerimientos funcionales

La pérdida de segmentos musculares o nervios genera un déficit; de acuerdo con su repercusión funcional, es posible que el plan reconstructivo incluya la restauración de éstos. Algunos de los nervios motores, comprometidos con más frecuencia son el laríngeo recurrente, el peroneal común, el nervio femoral y el nervio radial. De acuerdo con el tiempo quirúrgico presupuestado y la condición de salud del paciente, la reconstrucción nerviosa puede hacerse de forma inmediata; esto es, simultáneamente con el colgajo libre destinado para la cobertura. Si las condiciones no lo permiten, la reconstrucción se hace de forma diferida.

La reconstrucción de áreas con sensibilidad epicrítica como la palma de las manos o la planta de los pies requiere la utilización de colgajos sensibles que contengan un nervio cutáneo que pueda unirse a un nervio receptor de la zona aledaña al defecto, para permitir la recuperación de una sensibilidad protectora.

En el planeamiento reconstructivo de la pérdida de un segmento compuesto cutáneo- muscular con afectación funcional, como puede suceder en el miembro superior, es ideal incorporar a la cobertura cutánea un músculo y su respectivo nervio, integrados en el mismo eje vascular, para solucionar el problema de cobertura y brindar la posibilidad de recuperar el movimiento adecuado en el mismo tiempo (Figura 3).

En la parálisis facial crónica, se puede hacer un autotrasplante muscular de Gracilis y en ausencia de un cabo de nervio proximal sano, se puede practicar anastomosis al facial contralateral o al nervio maseterino (Figura 4).

En el planeamiento de una reconstrucción con colgajo cutáneo libre en presencia de bridas o contracturas la predicción del futuro defecto requiere incluir la resección del tejido cicatricial. Para ello es necesario planear el molde preciso para el colgajo sobre el lado sano contralateral.

Requerimientos estéticos

La reconstrucción también debe considerar la buena apariencia. Para ello hay que analizar el color del colgajo, su volumen, la presencia de folículos pilosos, etc. La textura y el color ideal son los de la piel de las zonas vecinas; por ello en la reconstrucción facial siempre debe considerarse la utilización de colgajos locales⁶



Figura 2 Colgajo radial con pedículo neurovascular, suturado al nervio sural.

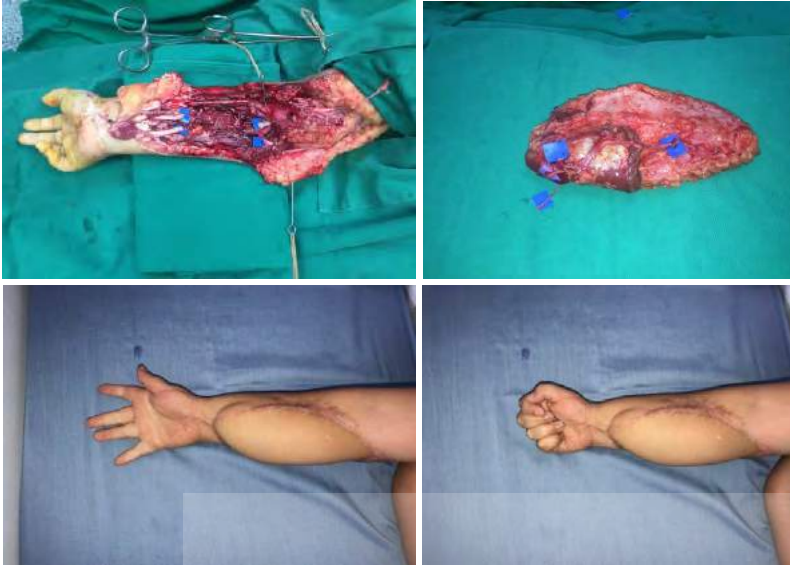


Figura 3 Paciente de 7 años con pérdida traumática muscular y nerviosa de 10 cm de longitud. Se reconstruyó con un colgajo ALT en quimera con el vasto lateral, con anastomosis nerviosa al nervio cubital. Resultado funcional un año PO (Cortesía del doctor D. Duque R.).



Figura 4 Parálisis facial crónica reconstruida con autotrasplante muscular. En el centro segmento de Gracilis con pedículo neurovascular para suturar al nervio maseterino.

en combinación con colgajos libres tratando de recuperar las diferentes unidades regionales y estéticas. La recuperación del contorno se logra únicamente con la reconstrucción exacta del esqueleto.

Análisis de los vasos receptores

La primera condición para la selección de los vasos receptores es su proximidad al defecto para minimizar la posibilidad de requerir injertos de vena. En segundo lugar, se busca un calibre y flujo adecuados para facilitar la técnica de la anastomosis. Idealmente deben estar ubicados en áreas no irradiadas y sin fibrosis, fuera del área del impacto del trauma, y en un lugar de fácil acceso. La valoración de los vasos receptores inicia por la inspección, la palpación de los pulsos⁵ y las pruebas clínicas, como el *test* de Allen.

En presencia de arteriosclerosis en pacientes mayores, en el transoperatorio se seleccionará el segmento que muestre mejor condición local.

Ante la sospecha de compromiso tumoral de la yugular interna o de manipulación durante vaciamientos ganglionares previos se debe documentar el flujo yugular con el ultrasonido-Doppler-color (*dúplex scan* color).

Los vasos temporales superficiales son muy útiles para recibir colgajos de cobertura del cráneo; usualmente la arteria es de un calibre adecuado, pero la vena puede ser hipoplásica o estar atrófica debido a la ligadura de sus tributarias durante intervenciones previas en el cuero cabelludo. Para precisar su condición también se indica la medición de su flujo y de su diámetro con el *dúplex scan* color.

En el cuello generalmente existen varias opciones de vasos receptores. Por el contrario, en la extremidad inferior la oferta es limitada debido a la mayor frecuencia de enfermedad vascular, al impacto del trauma o por estar ubicados estos vasos en áreas de difícil acceso, razón por la cual siempre se requiere de estudios arteriales y venosos con el *dúplex scan* color.

En casos de reintervenciones o en los que se sospeche alteración vascular por el trauma, se pueden indicar estudios no invasivos como la angiografía por tomografía (*angioTAC*) o por resonancia magnética.⁵ Aunque es una técnica invasiva, el estudio que brinda mayor y mejor información es la arteriografía transfemoral, que, además de hacer un diagnóstico preciso, permite tratar simultáneamente por vía endovascular, enfermedades vasculares periféricas con estenosis u oclusión arterial. Con esta

práctica se ha disminuido la tasa de amputación de extremidades y la pérdida de colgajos.^{5,7}

En caso de no disponer de vasos receptores cercanos al defecto, existen dos opciones: la primera es utilizar injertos venosos y la segunda es hacer una fístula arteriovenosa para llevar el flujo sanguíneo hasta un punto cercano al pedículo vascular del colgajo.⁵ La fístula puede hacerse unos días antes para disminuir el riesgo de trombosis durante la transferencia del colgajo (Figura 5).

Selección del área donante y diseño del colgajo

Generalidades

El principio propuesto por Gillies de intentar reconstruir "*like with like*" sigue siendo la premisa básica para el éxito (Figura 6).

Sin embargo, la condición sistémica del paciente debe primar sobre otras circunstancias: en casos de pacientes deteriorados



Figura 5 Fístula AV en la femoral superficial para llevar flujo a un nivel distal a la rodilla.



Figura 6 A) Reconstrucción de la falange distal del pulgar con autotrasplante parcial del hallux. **B)** Comparación con el dedo contralateral.

por comorbilidades o con un mal pronóstico por su enfermedad, se buscará la solución más sencilla que permita alcanzar las metas esenciales.⁶ Aunque la hipertensión y la enfermedad cardíaca son las patologías más frecuentes, no tienen un impacto estadísticamente significativo en la supervivencia del colgajo, quizás porque son ajustables al momento de la cirugía y en el posoperatorio. Contrariamente, la diabetes y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica sí tienen una relación estadísticamente significativa con un impacto negativo en las tasas de supervivencia de los colgajos.⁸ Si se trata de pacientes en buen estado de salud y con altas expectativas se programará un plan más ambicioso que posiblemente involucre varios tiempos. En ningún caso la reconstrucción debe retrasar terapéuticas complementarias como la radio o la quimioterapia,⁶ sino que debe facilitar su pronta implementación y en cirugía de la mano la rehabilitación rápida.

La selección del colgajo ideal se hace verificando el cumplimiento de varias premisas: la ubicación anatómica del defecto tisular obliga a asumir una posición del paciente durante la cirugía, bien sea en decúbito dorsal, lateral o ventral y por ende la selección del sitio donante será acorde con esta imposición (Figura 7).

La segunda condición es que el colgajo abarque el área, esto es, que tenga una superficie que cubra toda la herida y que permita un cierre sin tensión.

La tercera característica es que tenga un pedículo vascular de longitud adecuada para adaptarse a los vasos receptores.

Después de las tres primeras consideraciones básicas, existe otra característica importante: la de tener un volumen similar al del defecto, lo cual evitará que queden excesos por colgajos abultados o en el otro extremo tan delgados que no ocluyan espacios y permitan la formación de seromas, hematomas o la aparición de fístulas.

Algunos colgajos como el anterolateral del muslo² y el escapular permiten ser tallados mediante lipectomías inmediatas para ser adaptados a cada situación.

Cuando se requieran grandes volúmenes para ocluir cavidades o espacios, se puede considerar la inclusión de segmentos musculares en colgajos compuestos como el del recto abdominal (Figura 8) o en colgajos compuestos en quimera.²

Hay que tener en cuenta que los colgajos musculares sufren atrofia por denervación,² por lo tanto luego de dos meses se notará pérdida de volumen en la reconstrucción, hecho que se debe considerar si se utilizan para recrear el contorno o para

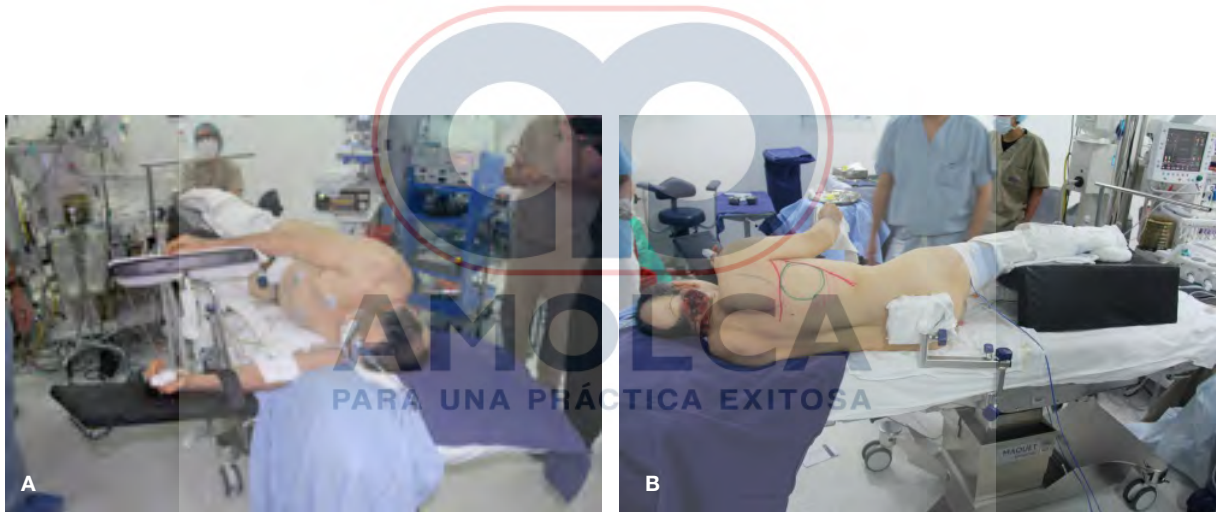


Figura 7 Defecto de cobertura por un carcinoma en la nuca. **A)** planeamiento con colgajo de dorsal ancho. **B)** Paciente en decúbito lateral con soportes acolchados para protección de la piel.



Figura 8 Resección tumoral con exposición encefálica. Cobertura con colgajo musculocutáneo de recto abdominal sin reconstrucción esquelética.



Figura 9 Glossectomía total reconstruida con colgajo de recto abdominal. Para disminuir la atrofia muscular se reinsertó el músculo y se hizo neurorrafia de los ramos de intercostales del recto abdominal al asa del hipogloso.

cubrir implantes metálicos que a largo plazo podrían exponerse al perforar el colgajo.

Para disminuir la atrofia muscular, en algunos casos se indica la reinervación y la reinsertación muscular (Figura 9).

Las zonas donantes que aportan los colgajos para las diferentes necesidades reconstructivas tienen bien descritos sus territorios vasculares o angiosomas, la longitud y calibre de sus pedículos.

Con el advenimiento de los colgajos de perforantes se ha logrado definir con mayor precisión el área de perfusión del colgajo con el denominado perforantósoma, lo cual permite hacer la selección del segmento específico que mejor se adapta al defecto, o incluir en forma de colgajos en quimera, diferentes unidades tisulares como dos islas de piel o piel y músculo o hueso, irrigados por diferentes arterias perforantes provenientes de un mismo árbol vascular (Figura 10). El colgajo de perforante también disminuye el daño colateral al preservar parte de los tejidos del área donante y permitir al cirujano ser altamente selectivo en la toma del colgajo.⁹

Para encontrar y marcar las arterias perforantes de un colgajo al hacer el planeamiento, el cirujano puede usar el Doppler manual de 8 a 10 MHz, o el ultrasonido Doppler color, que además de emitir el sonido permite ver y cuantificar el flujo arterial y venoso del vaso que se analiza.

El trayecto de un vaso desde el origen y su curso en dirección a la piel, se puede ver con la tomografía axial computarizada con inyección IV de un medio de contraste yodado (angioTAC). Esta imagen, que permite seleccionar la perforante más conveniente, es muy utilizada para analizar el colgajo de perforante de la arteria epigástrica inferior profunda "DIEP".¹⁰ Nuevas tecnologías como la termografía emergen como alternativas diagnósticas de fácil

acceso y aplicación. Las áreas cutáneas con mejor irrigación sanguínea poseen mayor temperatura y emiten radiación infrarroja detectada con esta técnica. Estas zonas se conocen como "puntos calientes". Existen estudios que evalúan la concordancia entre las imágenes por termografía obtenidas con la cámara térmica para teléfono inteligente (*smartphone*) con la angiografía y han encontrado una sensibilidad del 100 % y una especificidad del 98 %. Esta técnica ha sido propuesta por varios autores como una opción de bajo costo, sin reacciones adversas, útil en estudios preoperatorios, en el apoyo intraoperatorio y en el control después de la cirugía.¹¹

El mapeo vascular prequirúrgico ha sido introducido para ayudar a identificar el curso de las perforantes dominantes y de este modo disminuir el tiempo de disección. Sin embargo, el conocimiento anatómico sigue siendo la piedra angular del éxito en la disección de colgajos libres y los métodos de mapeo prequirúrgico se convierten en coadyuvantes en el planeamiento. El trabajo en equipo entre el radiólogo y el cirujano puede optimizar el resultado de los estudios vasculares prequirúrgicos.¹² Luego de los estudios y análisis, el colgajo seleccionado deberá generar la menor secuela posible y producir la pérdida funcional mínima y las menores deformidades y cicatrices.

La iatrogenia más frecuente de los colgajos libres es la cicatriz en la zona donante, máxime cuando se ha utilizado para el cubrimiento un injerto de piel parcial. Idealmente el colgajo debe planearse de forma tal que permita el cierre primario de la zona donante. En el caso del colgajo radial por ejemplo (Figura 11), si el requerimiento de longitud del pedículo lo permite, la isla de piel se debe diseñar sobre la unión del tercio medio con el tercio distal del antebrazo, así se evita una posible exposición de los

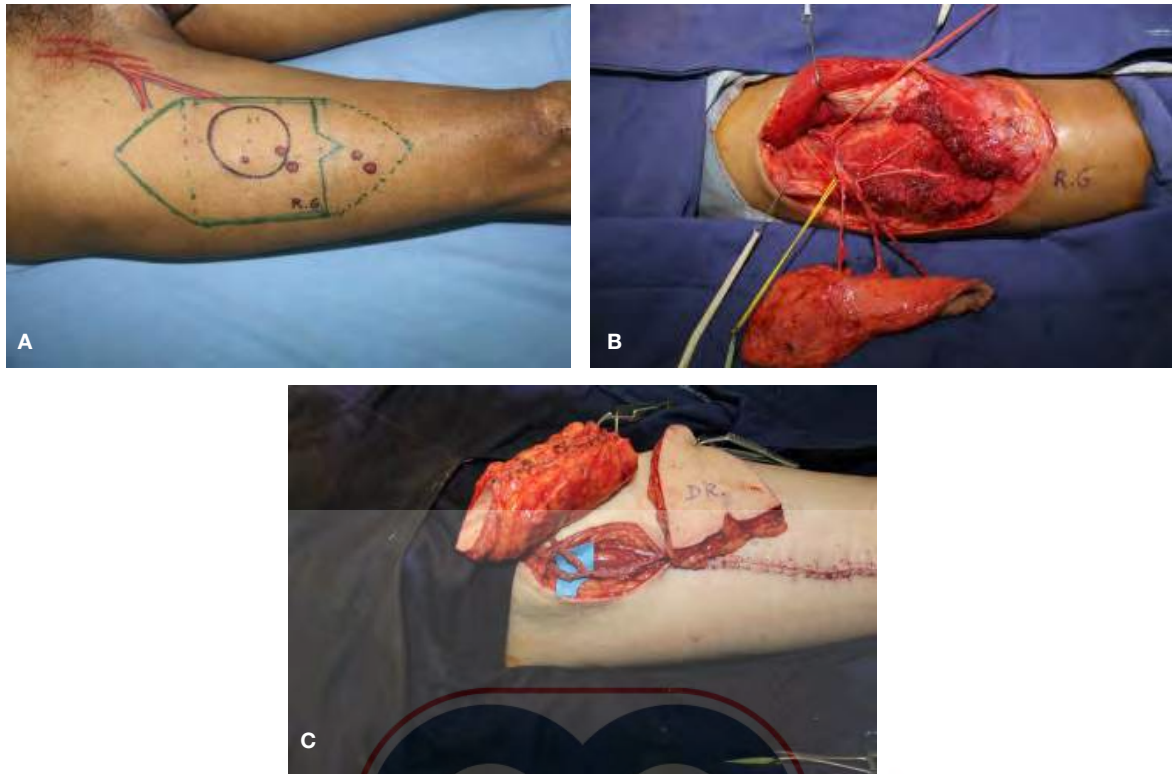


Figura 10 A) Marcación de perforantes con Doppler. B) Disección transoperatoria de las perforantes. C) Separación de dos islas cutáneas para diferentes fines.



Figura 11 A) Diseño más proximal del colgajo radial. B y C) Cierre primario en colgajos radial y anterolateral de muslo.

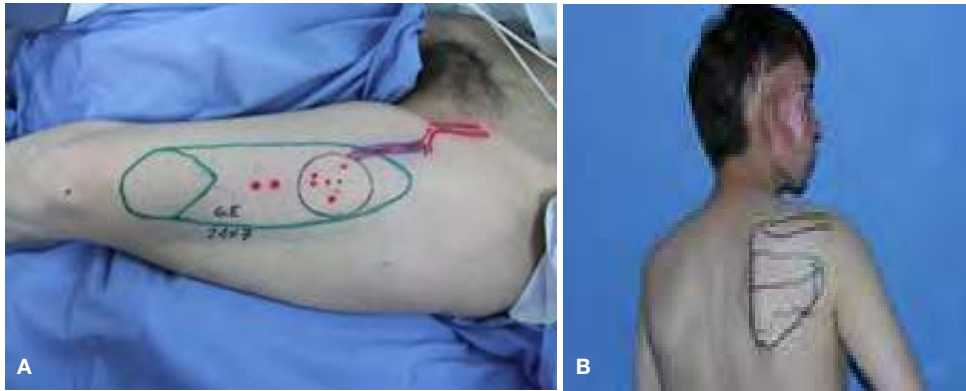


Figura 12 **A)** Diseño de un colgajo ALT con su eje vascular. Perforantes marcadas con Doppler manual. **B)** Diseño de un colgajo escapular.

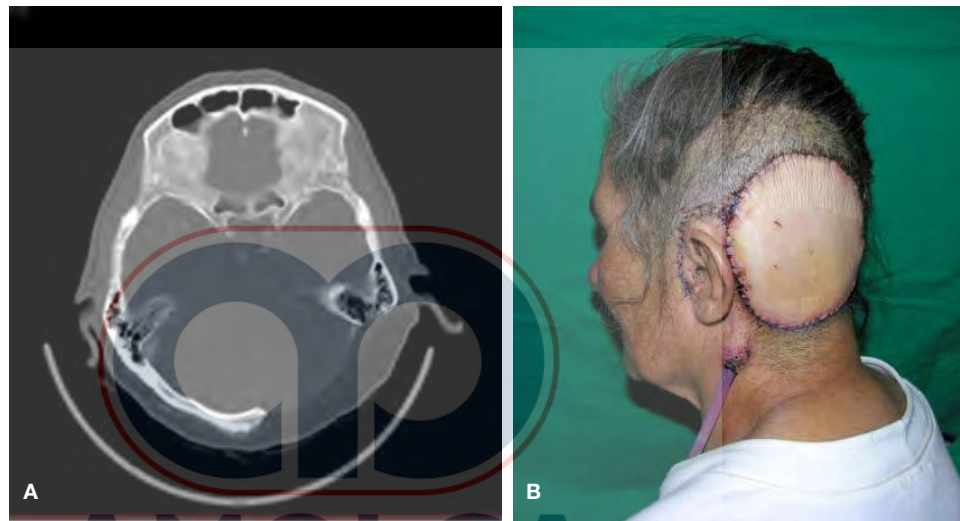


Figura 13 **A)** Ausencia del esqueleto en la fosa posterior, la imagen TAC muestra el encéfalo cubierto con un colgajo de dorsal ancho. **B)** Cierre primario del defecto con la isla de piel.

AMOLCA
PARA UNA PRÁCTICA EXITOSA

tendones flexores en la muñeca. Al calcular la dimensión del área donante con el *test* del pellizco es factible hacer un cierre primario para colgajos de menos de 4-5 cm.

Diseño de la plantilla

Concluido el análisis y la selección del colgajo se procede a concretar el planeamiento con la fabricación de moldes. Para un colgajo bidimensional de tejidos blandos, el patrón del defecto se hace con una lámina de polietileno en la cual se calca el perímetro del defecto dejando un excedente marginal que permita un cierre sin tensión, se señala el punto por donde debe ingresar el pedículo dirigido hacia el vaso receptor, luego se marca la cara que corresponde a la superficie epitelial. En el área donante del colgajo se dibuja el eje vascular del angiosoma (Figura 12) con las perforantes marcadas, si es el caso, y el molde de polietileno se centra sobre la perforante principal, o se ubica de forma tal que el eje vascular tenga el mayor recorrido posible dentro del colgajo y procurando no incluir áreas pilosas.

Si es factible, las áreas de mayor tejido adiposo se involucran y orientan de forma favorable para recrear el volumen y contorno de la reconstrucción del defecto. La orientación y rotación del

patrón del defecto respecto al eje del pedículo debe evitar angulaciones futuras de los vasos que podrían generar obstrucciones al flujo.

Concluido el diseño de la plantilla con su respectivo pedículo vascular, se valida su posición sobre el defecto y su ubicación y longitud respecto a los vasos receptores.

Algunas consideraciones específicas por áreas corporales

Cabeza y cuello

En algunas resecciones compuestas en el cráneo debido a tumores o traumas sobreinfectados con exposición de la duramadre no está indicada la reconstrucción esquelética inmediata. En esta situación, un colgajo musculocutáneo, idealmente con buen componente adiposo, puede obliterar el espacio y proveer cobertura al encéfalo (Figura 13).

La reconstrucción facial luego de resecciones tumorales o de grandes traumas implica la cobertura epitelial de estructuras tridimensionales con dos o más caras, para separar cavidades como la boca, los senos maxilares y la órbita.

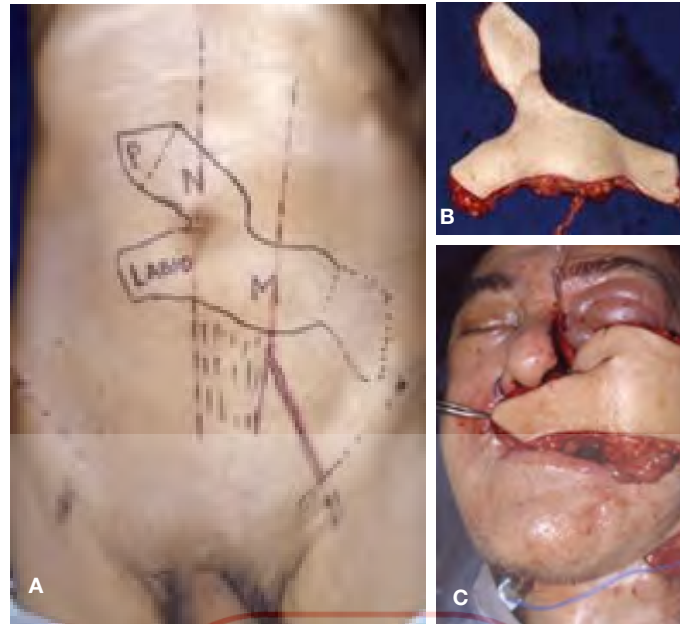


Figura 14 A, B) Diseño de islas cutáneas dependientes de la arteria epigástrica inferior profunda. C) Inserción del colgajo para separar cavidades nasal, oral, seno maxilar y cubrir el labio y la mejilla.



Figura 15 A) Elaboración de la plantilla sobre el modelo palatino en yeso. B) Defecto. C) Diseño del colgajo y D) resultado posoperatorio.

El plan reconstructivo utiliza una plantilla que tenga diferentes caras correspondientes a islas contiguas que puedan doblarse entre sí para lograr el aislamiento de las cavidades. En el colgajo seleccionado, las islas van separadas por segmentos desepite-lizados sin comprometer su perfusión (Figura 14).

Este objetivo también puede lograrse con islas de piel autó-nomas de arterias perforantes diferentes integradas en un colgajo en quimera.

Los defectos en la bóveda palatina se pueden valorar con alta precisión con un modelo del paladar en yeso, sobre el cual se diseña la plantilla (Figura 15).

La sustitución de la mucosa intraoral se logra con un colgajo delgado: como el radial o el braquial lateral y no es necesaria la sustitución ósea en la bóveda palatina ni doblar el colgajo para aportar cobertura epitelial del piso nasal.

Para la reconstrucción ósea de los maxilares existen básicamente tres opciones de donantes: el peroné, el iliaco y la escápula. Por su longitud, por su perfusión sanguínea perióstica, que permite hacer múltiples osteotomías de 2 cm en adelante con preservación de la irrigación segmentaria (Figura 16B) y posteriormente osteo-síntesis, por permitir incluir una o dos islas de piel independientes y englobar segmentos musculares, con una morbilidad aceptable, el colgajo de peroné es el más utilizado.

En la actualidad el planeamiento de una reconstrucción con este colgajo incluye dos tiempos. Primero: el examen de la arteria y las venas peroneales con un Doppler color para evaluar su permeabilidad. De manera similar, la localización de las perforantes septocutáneas con ayuda de un Doppler manual de 8 a 10 MHz, para ubicar y centrar la isla cutánea y hacer el diseño del colgajo osteocutáneo (Figura 16A).

En segundo lugar, la obtención de la imagen de recons-trucción tridimensional por tomografía axial computarizada

del área patológica y del peroné. Este proceso es muy utilizado para la reparación de defectos faciales, más frecuentemente del maxilar inferior.

La imagen 3D del área a reconstruir, como la mandíbula, permite planear las osteotomías y medir con precisión el defecto. El modelo 3D del peroné permite calcular y diseñar los ángulos de las osteotomías para las cuñas, que permitirán doblar y moldear el hueso (Figura 17).

El modelo en impresión 3D de la neomandíbula reconstruida con el peroné permite además moldear la placa de osteosíntesis (Figura 18).

Para la reconstrucción de estructuras tridimensionales como la lengua, las plantillas se pueden elaborar sobre modelos simples fabricados en plastilina (Figura 19). Este molde da mayor precisión en el cálculo de la cantidad de piel necesaria para la recons-trucción, evita desperdiciar tejidos donantes y por tanto disminuye la morbilidad (Figura 20).

Mano y antebrazo

Los defectos de tejidos en la mano pueden ser de cobertura simple o complejos. Para cubrir el dorso de la mano se requiere un colgajo delgado y maleable como el colgajo pedio (Figura 21), el radial¹³ o el braquial lateral.

La elevación del colgajo pedio, respetando el peritendón, con sustitución de la piel donante por un buen injerto de piel, genera una morbilidad bien tolerada por el paciente.

La cobertura cutánea de diferentes dedos se puede hacer en un tiempo quirúrgico evitando la sindactilia mediante un diseño multilobulado que incluya y oriente pequeñas perforantes inde-pendientes de la arteria radial. En la mano traumatizada con

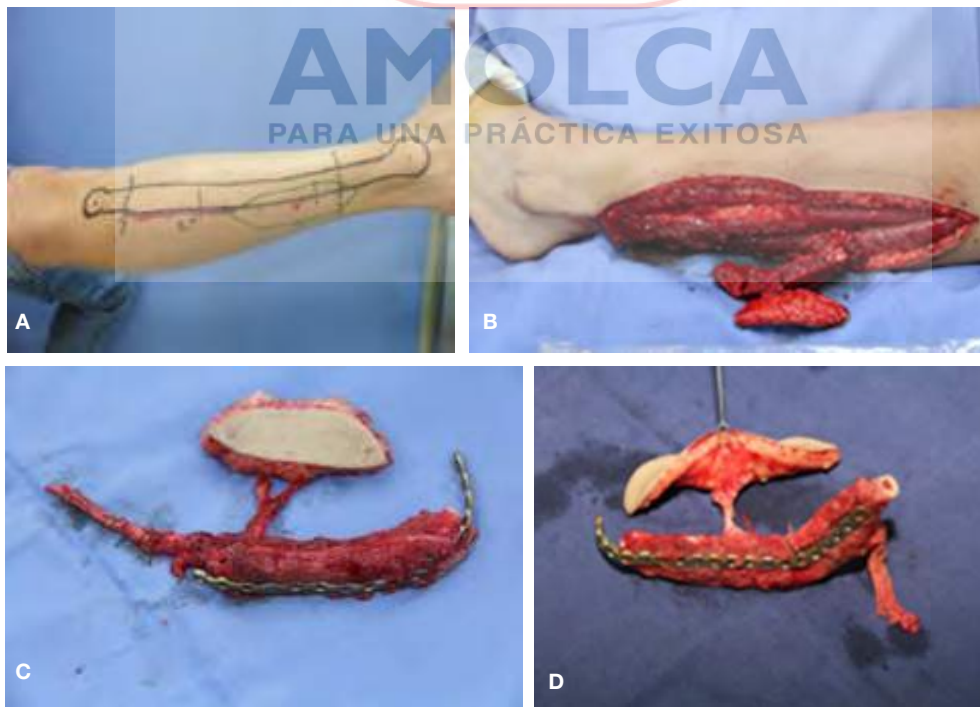


Figura 16 A) Colgajo de peroné, diseño con isla cutánea. B) Peroné *in situ* con isla de piel y dos osteotomías. C) Isla de piel con dos perforantes independientes. D) Ensamble de la neomandíbula con placa de reconstrucción.

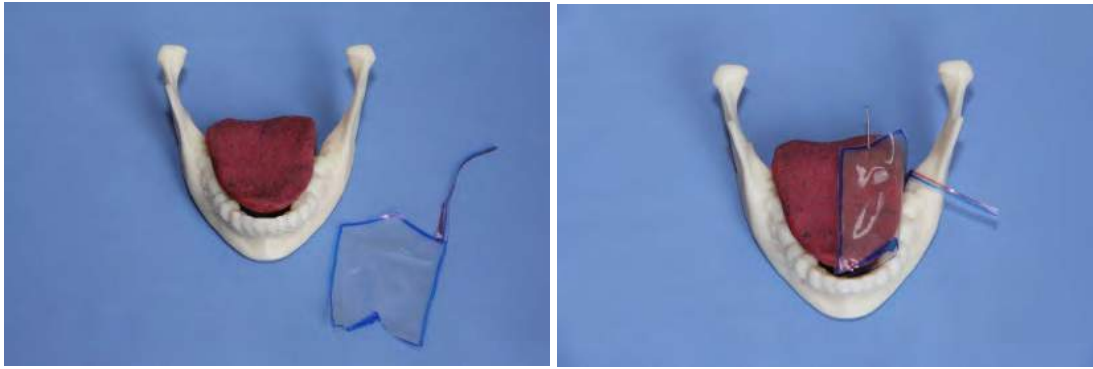


Figura 19 La plantilla de polietileno con el pedículo, se confecciona sobre una lengua de plastilina.

diseño de Biemer.¹⁴ En este caso se utilizó una plantilla de hule-espuma (etilvinilacetato EVA), que aporta una textura que simula la de la piel (Figura 25).

Preparación del escenario quirúrgico

En una reconstrucción microquirúrgica pueden trabajar simultáneamente doce o más personas integradas en dos o tres equipos de cirujanos de distintas especialidades, anestesiólogos, enfermeras, e instrumentadoras. De igual manera se utilizan equipos e instrumentos como el microscopio con estereodivisor, minimotores para osteotomías y osteosíntesis, electrobisturías y bisturías ultrasónicas, torniquete neumático, aparatos para la eutermia del paciente, más los habituales equipos de anestesia y en ocasiones el arco en C para fluoroscopia. Por lo tanto la sala de cirugía debe tener como mínimo 35 m².

La mesa quirúrgica se debe ubicar estratégicamente como centro y los demás equipos como satélites, permitiendo la circulación perimetral del personal de enfermería (Figura 26).

Las anastomosis vasculares y nerviosas deben ejecutarse con los antebrazos bien apoyados. Trabajar sentado en una silla de altura graduable con brazos facilita la ergonomía y disminuye la fatiga. En este mismo sentido, los pies del cirujano sentado deben quedar acomodados debajo de la mesa quirúrgica, si ésta no dispone de movimiento horizontal en sentido cefalocaudal, entonces se pueden intercambiar el cabecero con el soporte de los pies o rotar la mesa.⁴ El éxito de una reconstrucción microquirúrgica depende de múltiples factores, algunos inherentes al paciente y a su patología, difíciles de controlar totalmente por el médico. Sin embargo, hay muchos elementos, condiciones y situaciones que se pueden intervenir para minimizar el riesgo de fracaso. Un planeamiento juicioso y meticuloso es la base para ello.



Figura 20 Aplicación clínica de la técnica de planeamiento usando modelos plásticos.



Figura 21 Piel delgada, de excelente textura y color provista por un colgajo pedio.



Figura 22 **A)** Avulsión circunferencial. **B)** Doble colgajo radial: de flujo distal y libre. **C)** Sindactilia. **D)** Estado final.



Figura 23 A) Trauma complejo por explosión. B) Toma de colgajo compuesto osteocutáneo con 2ª articulación metatarsofalángica. C) Reconstrucción de la articulación trapeciometacarpiana mediante puente entre el radio y el 1º metacarpiano con interposición de la articulación metatarsofalángica y artrodesis de la muñeca. D, E) Función del pulgar.

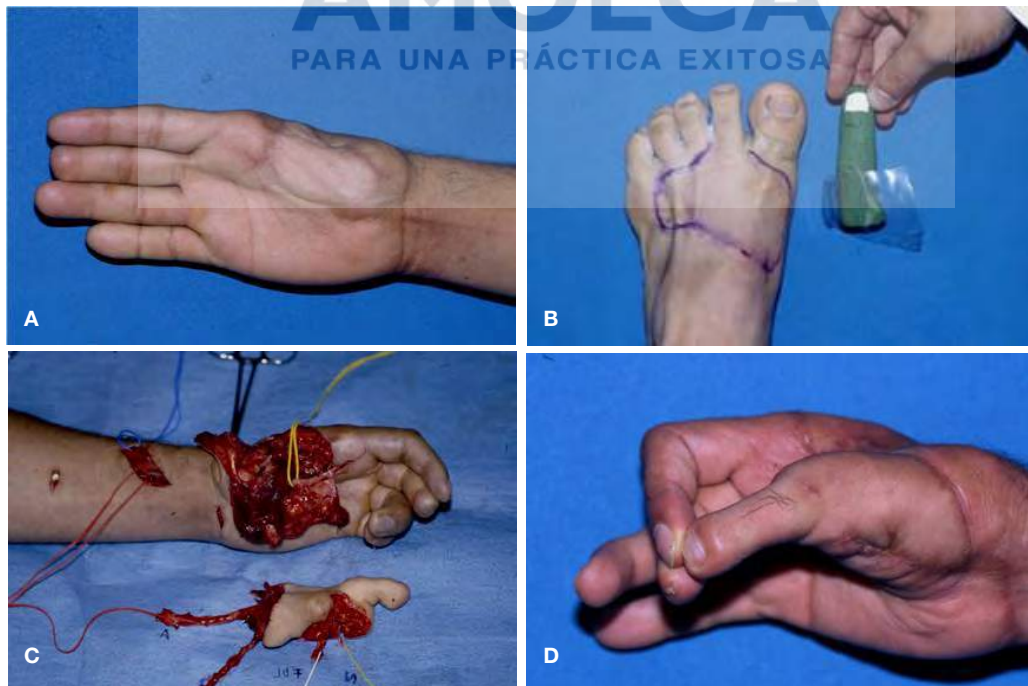


Figura 24 A) Amputación a nivel trapecio-metacarpiana. B) Planeamiento con modelo plástico del dedo y piel para la comisura. C) 2º dedo trasplantado con tendones, nervios, piel etc. D) Resultado.

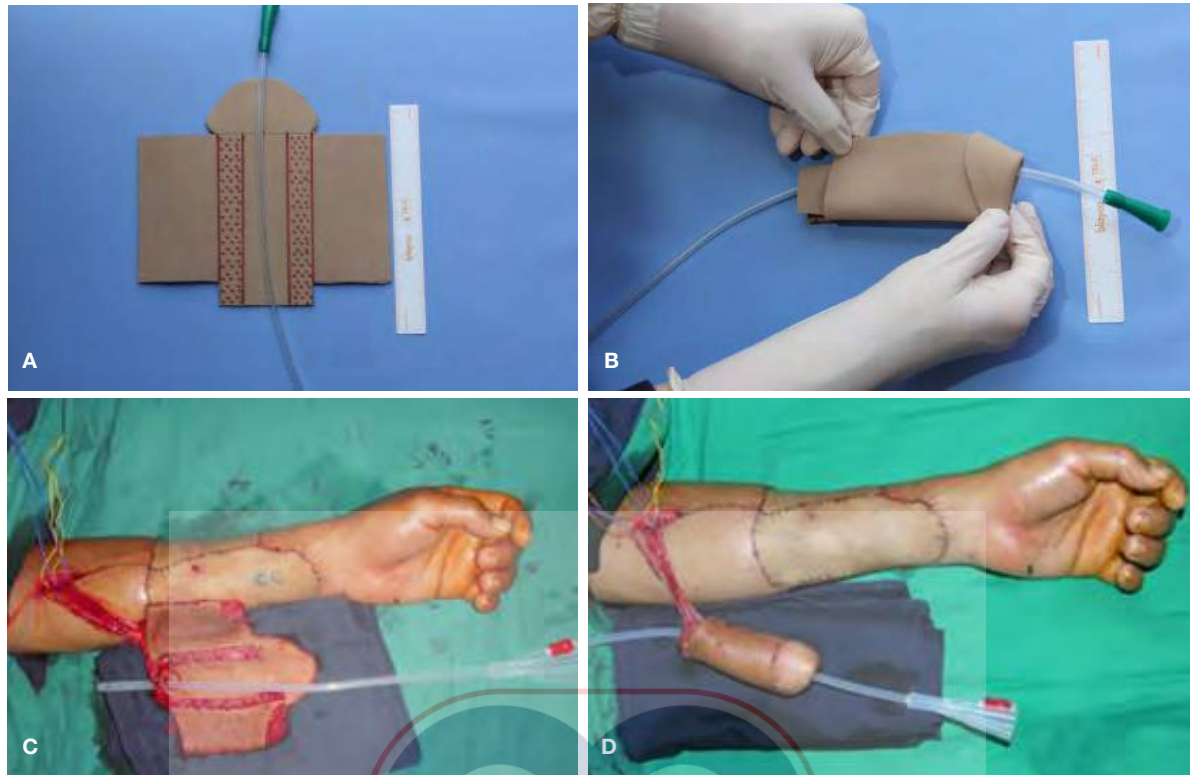


Figura 25 A) Plantilla en EVA que incluye diseño del glande, del cuerpo y del canal uretral. B) Plegado del diseño. C) Transoperatorio: el diseño ejecutado en un colgajo radial, la sonda vesical en posición. D) Resultado final antes del trasplante del colgajo.

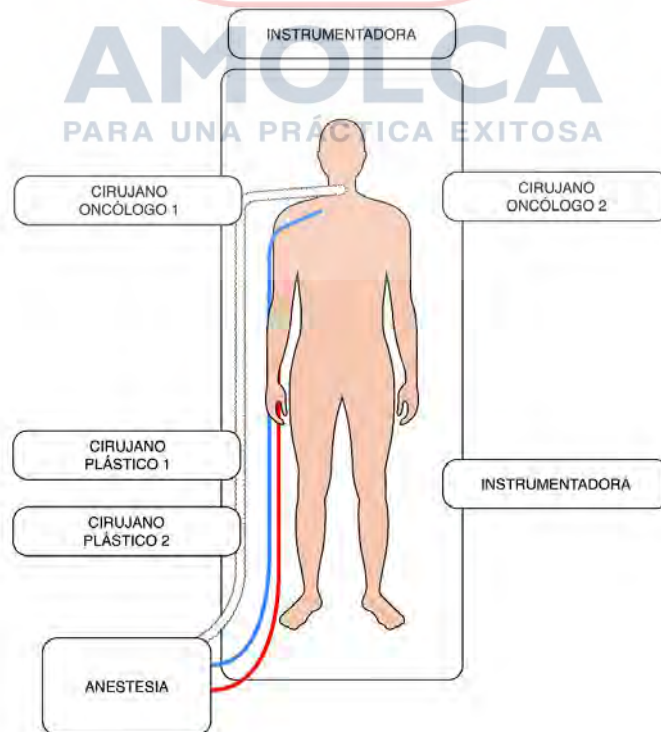


Figura 26 Disposición del quirófano para el inicio de una cirugía de cabeza y cuello con reconstrucción microquirúrgica con colgajo de muslo.

Referencias

1. McLean, DH., Buncke, HJ Jr. Autotransplant of omentum to a large scalp defect, with microsurgical revascularization. *Plast.Reconstr.Surg.* 49:268-274. 1972
2. Hallock, G. (2017). Considerations in Flap Selection. En: Wei, F, Mardini, S. *Flaps and Reconstructive Surgery* . 2nd Edition. Cap 3. (pp .6-14). Elsevier
3. Strauch, B., Yu, H L., eds. (1993). *Atlas of Microvascular Surgery. Anatomy and Operative Approaches.* (pp.3-4). New York: Thieme Medical Publishers , Inc
4. Schusterman, M . (1997). General Principles of Free Flap Reconstruction of the Head and Neck . En: Schusterman, M. *Microsurgical Reconstruction of the Cancer Patient.* Cap 1. (pp. 3-11) Philadelphia, New York: Lippincott-Raven
5. Jones, NF, Lister, GD. (2017). Free Flaps to the Hand and Upper Extremity. En: Green, DP, Hotchkiss, RN., Pederson, WC, eds. *Green 's operative Hand Surgery.* Cap 45. (pp. 1577-1580) . 7th edition . Philadelphia, PA : Elsevier
6. Neligan, P. (2010). Principles of Reconstruction. En: Neligan, P, Wei, F. *Microsurgical Reconstruction of the Head and Neck.* Cap 6 (pp.129-133). St. Louis, Missouri : Quality Medical Publishing, Inc
7. Janhofer, D. The Utility of Preoperative Arteriography for Free Flap Planning in Patients with Chronic Lower Extremity Wounds. *Plast. Reconstr. Surg.* 143(2):604-613. 2019.
8. Hwang, K., Lee, J., Yoo,S., Kim, H. Relationships of comorbidities and old age with postoperative complications of head and neck free flaps: A review. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* . 69(12): 1627-1635. 2016
9. Vedder, N. (2017). Problem Analysis in Reconstructive Surgery: Reconstructive Ladders, Elevators, and Surgical Judgment. En: Wei, F, Mardini, S. *Flaps and Reconstructive Surgery* . 2 nd Edition. Cap 1. (pp. 1-4). Elsevier
10. Wade, RG., Watford, J., Wormald, JCR., Bramhall , RJ., Figus, A. Perforator mapping reduces the operative time of DIEP flap breast reconstruction: A systematic review and meta-analysis of preoperative ultrasound, computed tomography and magnetic resonance angiography. *J Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 71(4):468-477. 2018
11. Pereira, N., Valenzuela, D., Mangelsdorff, G., Kufeke, M., Roa, R. Detection of Perforators for Free Flap Planning Using Smartphone Thermal Imaging: A Concordance Study with Computed Tomographic Angiography in 120 Perforators. *Plast. Reconstr. Surg.* 141(3):787-792. 2018.
12. Smith, J, Klein ,S., Werker, P . An overview of methods for vascular mapping in the planning of free flaps. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* . 63(9):674-682. 2010
13. Lin, J, Wei , F. Radial Forearm Free Flap. (2010) En: Neligan, P, Wei, F. *Microsurgical Reconstruction of the Head and Neck.* Cap. 14. St. Louis, Missouri : Quality Medical Publishing, Inc
14. Biemer, E. Penile construction by the radial arm flap. *Clin Plast Surg.* 15(3):425-430. 1988

