

COLGAJOS DE PERFORANTES PRINCIPIOS BÁSICOS Y APLICACIONES CLÍNICAS

DIANA MARÍA CORREA BERNAL¹, HÉCTOR GARCÍA P.², CAROLINA LORDUY MÁRQUEZ³, JUAN PABLO RODRÍGUEZ R.⁴,
DIEGO FERNANDO TERÁN R.¹, TULLIO TORRES³, LUIS EDUARDO NIETO RAMÍREZ⁵

¹ Residente Cirugía Plástica Universidad Militar Nueva Granada.

² Cirujano Plástico, Universidad Militar Nueva Granada.

³ Residente Cirugía Plástica, Fundación Universitaria Ciencias de la Salud.

⁴ Residente Cirugía Plástica, Pontificia Universidad Javeriana.

⁵ Especialista Cirugía Plástica, Microcirugía y Cirugía de Mano, Hospital Militar Central, Hospital Universitario de San Ignacio. Profesor Facultad de Medicina, Universidad Militar Nueva Granada y Pontificia Universidad Javeriana.

Un colgajo de perforantes es aquel cuyo aporte sanguíneo está dado por vasos perforantes, es decir, vasos que pasan a través de tejidos profundos (principalmente músculo), antes de perforar la fascia para irrigar la piel (1).

Resumen

Los colgajos de perforantes se han constituido en el escalón reconstructivo de mayor refinamiento quirúrgico por sus beneficios al dejar mínima morbilidad en las áreas donantes y permitir el tallado de los tejidos más precisos a los defectos a reconstruir, permitiendo al mismo tiempo la transferencia de varios tipos de tejidos, constituyéndose así en una herramienta versátil para casos complejos, con defectos tridimensionales y necesidades tisulares específicas. El presente artículo realiza una revisión de los aspectos clínicos, así como la presentación de pacientes manejados con esta opción que dentro del campo de la microcirugía reconstructiva se posiciona como la primera elección al contemplar las diferentes posibilidades de tratamiento.

Palabras clave: Microcirugía, colgajos de perforantes, cirugía reconstructiva, cirugía plástica.

PERFORATOR FLAPS BASIC PRINCIPLES AND CLINICAL APPLICATIONS

Abstract

Perforator flaps have turned into the reconstructive step with the highest surgical refinement because of its benefits by limiting the donor site morbidity and allowing more accurate tissue graving in the defects to be reconstructed while allowing the transference of several types of tissues, thus becoming a versatile tool for complex cases with tridimensional defects and specific tissue needs. This article reviews the clinical features as well as the presentation of patients managed through this option, which, in the field of reconstructive microsurgery, has been positioned as the leading election when the different possibilities of treatment are considered.

Key words: Microsurgery, perforator flaps, reconstructive surgery, plastic surgery.

RETALHOS PERFURANTES PRINCÍPIOS BÁSICOS E APLICAÇÕES CLÍNICAS

Resumo

Os retalhos de perfurantes constituem-se no degrau reconstrutivo de maior refinamento cirúrgico por seus benefícios ao deixar mínima morbidade nas áreas doadoras e permitir esculpir os tecidos de forma mais precisa no momento de corrigir defeitos e reconstruir, permitindo ao mesmo tempo a transferência de vários tipos de tecidos, constituindo-se assim em uma ferramenta versátil para casos complexos, com defeitos tridimensionais e necessidades tissulares específicas. O presente artigo faz uma revisão dos aspectos clínicos, bem como a apresentação de pacientes tratados com esta opção que dentro do campo da microcirurgia reconstrutiva se posiciona como a primeira escolha ao considerar as diferentes possibilidades de tratamento.

Palavras chave: Microcirurgia, perfurador aba, cirurgia reconstrutiva, cirurgia plástica

Historia

En el último siglo las técnicas de colgajos han evolucionado en una búsqueda constante de la excelencia en forma y función, las cuales se pueden definir por tres aspectos, viabilidad, resultados estéticos por similitud con el área receptora y mínima morbidad en sitio donante. Desde la época de Sushruta hasta la primera mitad del siglo XX, eran ampliamente usados los colgajos cutáneos locales, cuya irrigación es aleatoria, es decir, están basados en el plexo subcutáneo, sin ningún vaso fuente identificado y su viabilidad depende fundamentalmente de la relación longitud/base, que no debe sobrepasar 2/1, lo cual limita considerablemente su aplicación clínica (Figura 1). Los diseños descritos durante esa época fueron basados en ensayo-error, sin la aplicación de un conocimiento claro sobre la anatomía vascular cutánea.

Fue hasta finales de los años sesenta y principios de los setenta que Milton y Daniel describieron la importancia del aporte sanguíneo en el diseño de los colgajos, y se empezaron a usar colgajos basados en las arterias que viajan a través del tejido subcutáneo siguiendo el eje axial de la piel, lo que hoy conocemos como colgajos axiales. Los primeros en ser descritos fueron el colgajo deltopectoral por Bakamjian en 1968 (Figura 2) y el inguinal por McGregor en 1972 (Figura 3). Lo anterior representó un gran avance para la cirugía reconstructiva, en cuanto se le dio importancia creciente al conocimiento de la anatomía vascular de la piel para ampliar las posibilidades quirúrgicas.

Durante los años setenta se popularizaron los colgajos musculares y musculocutáneos, los cuales fueron ampliamente usados ya que ofrecían la ventaja de una gran viabilidad al llevar consigo toda la vascularización del músculo transferido. Aunque éstos ya venían siendo usados desde el año 1906, en que fueron descritos por Tanzini, el conocimiento sobre la anatomía vascular del músculo aportada por Mathes y Nahai durante los años setenta favoreció la popularización de su uso, y fue Orticochea en 1972 quien primero describió que los vasos sanguíneos cruzaban la barrera entre músculo y piel subyacente, para conferirle a ésta mayor viabilidad. Las mayores limitaciones de este tipo de colgajos son la morbidad en el área donante y los resultados estéticos subóptimos, al ser colgajos bultosos con un grado variable e impredecible de atrofia, lo cual no siempre es deseado en el área receptora.

En 1981 Ponten postuló que la inclusión de fascia en el colgajo mejoraba su viabilidad, describiendo lo que en su momento fue llamado "supercolgajos" y que ahora conocemos como colgajos fasciocutáneos. La búsqueda de explicaciones anatómicas para la viabilidad superior de estos colgajos condujo a un acelerado estudio sobre la vascularización de la fascia y su relación con la piel, y por lo tanto a una profundización en el conocimiento sobre la anatomía de los vasos perforantes. Sin embargo, durante esta época no se hicieron realmente nuevos descubrimientos con respecto a la anatomía, simplemente se retomaron hallazgos que ya 100 años antes habían sido descritos por anatomistas como el alemán



Figura 1. Colgajo local en cara.



Figura 2. Colgajo deltopectoral para reconstrucción facial.



Figura 3. Colgajo inguinal para reconstrucción de mano.

Manchot en 1889, quien basándose en disección de cadáveres había aportado una descripción sobre la vascularización cutánea y los territorios vasculares del cuerpo. Spalteholz en 1893, usando la técnica de inyección de gelatina y pigmento en cadáveres, describió que todas las arterias de la piel podían ser consideradas ramas directas o indirectas de un vaso fuente subyacente. Michel Salmon, en 1930, usando la técnica de inyección de óxido de plomo acompañada de estudios radiográficos y disección de cadáveres, aportó la primera descripción detallada sobre los territorios vasculares, incluyendo observaciones sobre las perforantes cutáneas, que aún son aplicables en la práctica actual (2).

En 1987, Ian Taylor introdujo el término de angiosoma, el cual constituyó un importante punto de partida para el desarrollo de los colgajos de perforantes (Figura 4). Sin embargo, el primero en introducir el concepto de colgajos de perforantes fue el japonés Koshima en 1989, quien utilizó colgajos cutáneos basados en una perforante paraumbilical de la arteria epigástrica inferior para la reconstrucción de la ingle y la lengua. Dichos colgajos marcaron el inicio de una nueva era en la cirugía reconstructiva, al ser colgajos que combinan la viabilidad de los colgajos musculocutáneos con la mínima morbilidad del sitio donante y los resultados estéticos de los colgajos cutáneos, al no requerir la masa aportada por el músculo, sin dejar de recibir la irrigación aportada desde éstos.

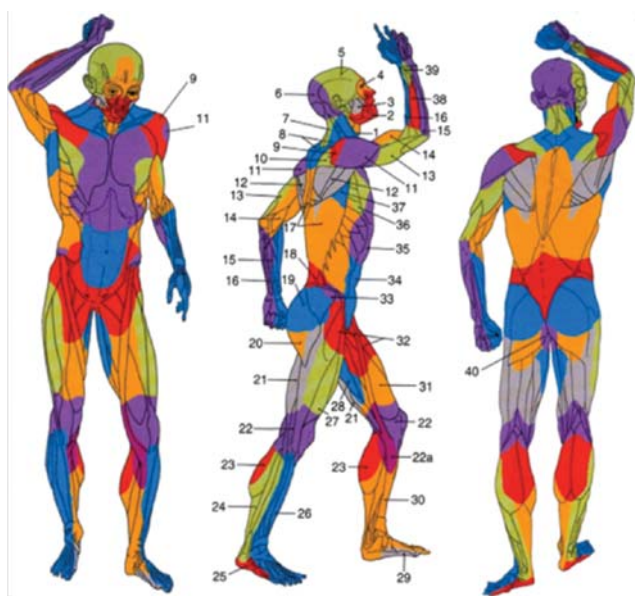


Figura 4. Distribución de angiosomas.

Bases anatómicas

Para comprender la anatomía vascular de la piel y por consiguiente las bases anatómicas de los colgajos de perforantes, es importante conocer dos términos. En primer lugar el término angiosoma, el cual se define como una unidad de tejido tridimensional suplida por una arteria fuente identificada (3). La última contribución a este respecto fue hecha por Morris en 2010, quien modificando la técnica de inyección de óxido de plomo ya descrita por Salmon, con la obtención de imágenes tridimensionales de alta resolución, hizo una detallada descripción de los territorios vasculares del cuerpo, demostrando las diferentes arterias fuente, su curso, distribución y anastomosis con arterias adyacentes (Figura 5). Con base en sus hallazgos se definen más de 60 territorios vasculares, los cuales son nombrados según el vaso fuente subyacente, dando lugar así a la nomenclatura actualmente aceptada (4).

Así mismo, el término perforosoma, definido como la unidad de tejido suplida por cada perforante (Figura 6), fue introducido por Saint y Col en 2009, a partir de estudios hechos con inyección de medio de contraste yodado en cadáveres y obtención de imágenes estáticas y dinámicas que permitieron visualizar los patrones de distribución y la dirección del flujo de las diferentes perforantes (5). Con base en estos hallazgos se establecieron varios principios:

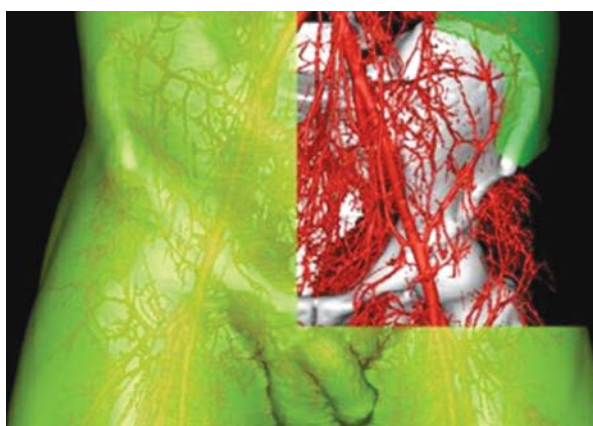


Figura 5. Técnica de inyección de óxido de plomo descrita por Morris.



Figura 6. Representación de un perforosoma.

1. Los perforosomas se comunican entre sí por medio de 2 mecanismos: vasos comunicantes directos, que viajan a través del plexo suprafascial; e indirectos o de flujo recurrente, que son vasos de menor calibre que viajan a través del plexo subdérmico. Esta comunicación entre perforantes adyacentes es la que hace posible levantar grandes colgajos con base en una sola perforante.
2. El flujo sanguíneo entre perforosomas es axial en las extremidades y perpendicular a la línea media en el tronco. Esto es importante a tener en cuenta, ya que el diseño de los colgajos debe

seguir la dirección de los vasos comunicantes para garantizar una mayor viabilidad.

3. El llenado de los perforosomas a partir de otro adyacente ocurre preferencialmente entre perforosomas originados en el mismo vaso.
4. Cuando una perforante está adyacente a una articulación, el flujo es unidireccional y se aparta de ésta, mientras que si se encuentra en medio de dos articulaciones el flujo es bidireccional, lo que le confiere un mecanismo adicional de protección vascular.

Clasificación

Una gran variedad de términos confusos y controvertidos se encuentran en la literatura con respecto a los colgajos perforantes. Estos han sido descritos de acuerdo con su localización (ej. antero lateral del muslo), la arteria que los nutre (ej. arteria perforante glútea superior), o según el origen muscular (ej. colgajo perforante de gastronecmio).

En 1986 Nakajima et al. identificaron seis tipos distintos de vasos perforantes, con diferentes recorridos desde el vaso fuente: cutáneos directos, septo cutáneos directos, cutáneos directos rama de vaso muscular, perforante cutánea rama de vaso muscular, perforante septo cutánea y perforante musculocutánea (6).

En un intento para lograr un consenso en la nomenclatura de los colgajos de perforantes se utiliza la clasificación que divide los vasos perforantes en tres grupos (Figura 7): 1. Perforantes directas, aquellas que después de nacer de su arteria fuente solo atraviesa la fascia profunda para después distribuirse en el tejido celular subcutáneo y la piel. 2. Perforante septal, aquellos vasos que atraviesan solo un septo antes de llegar a la piel. 3. Perforantes musculares, aquellos vasos que atraviesan músculo antes de llegar a la piel suprayacente (7).

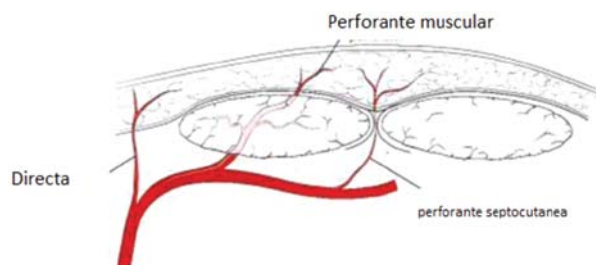


Figura 7. Clasificación arterias perforantes.

Nomenclatura

La popularidad de los colgajos perforantes se ha incrementado considerablemente, con un rápido desarrollo de este tipo de colgajos, lo que ha conllevado a confusión entre cirujanos para comunicarse y comparar técnicas (8).

El primer consenso sobre colgajo de perforantes se logró en 2001 en Gent, Bélgica durante el V Curso Internacional de Colgajos Perforantes, donde se definió que los colgajos son nombrados según su vaso fuente y el sufijo AP y la abreviación del músculo de la perforante: Colgajo DIEAP-ra (**DIE**: Deep inferior epigastric, **AP**: arteryperforator, **ra**: Rectusabdominis) (9).

Flujo sanguíneo en colgajos de perforantes

Al levantar los colgajos, los sistemas neuronal, humoral, físico local y metabólico que regulan el flujo sanguíneo normal de la piel, se alteran (10), tratando de compensar los cambios que ocurren al cambiar la irrigación cutánea, liberándose neurotransmisores al seccionarse la inervación simpática, que producen vasoconstricción, disminuyendo dramáticamente la presión de perfusión durante las primeras 12 a 18 horas, especialmente en la porción distal del colgajo (11).

El restablecimiento de la perfusión del colgajo que se produce con la disminución de neurotransmisores simpáticos no se logra con vasodilatación solo de los vasos previamente permeables, sino que también se logra gracias a la dilatación de vasos de choque. Los vasos de choque, son vasos de calibre reducido localizados en la unión entre perforosomas que sufren un proceso de dilatación progresiva que es más dramática entre las 48 a 72 horas de elevado el colgajo. La dilatación de los vasos de choque es permanente e irreversible y es un proceso asociado tanto a hiperplasia e hipertrofia de las células en todas las capas de la pared del vaso que resultan en un incremento en el calibre (12).

Otra característica es que los colgajos de perforantes son perfundidos a través de un vaso largo cuyo calibre disminuye desde su origen hasta la piel, resultando en un conducto con resistencias en serie, en lugar de un árbol con resistencias en paralelo como ocurre en la circulación normal. La velocidad del flujo sanguíneo

en la piel en una arteria perforante es menor que su correspondiente arteria fuente. Sin embargo, cuando se levanta el colgajo las resistencias cambian y en el colgajo la arteria perforante tiene un flujo con mayor velocidad que la arteria de origen. Por otra parte, al levantar el colgajo se seccionan vasos, y el flujo se redirecciona incrementándose el porcentaje de sangre que va del vaso fuente a la arteria perforante. Por este fenómeno, la velocidad y cantidad de flujo sanguíneo que llega a la piel es mayor en este tipo de colgajos (13).

Importancia de los colgajos de perforantes

Ventajas

Los colgajos de perforantes combinan el aporte de sangre confiable de los colgajos musculocutáneos con la reducida morbilidad del sitio donante de un colgajo de piel, preservando la función del músculo en el sitio donante. La baja morbilidad del sitio donante a menudo conduce a una recuperación más rápida y menor dolor postoperatorio. Los colgajos de perforantes tienen la ventaja adicional que se pueden adaptar para reconstruir con exactitud el defecto, hay libertad de orientación del pedículo, y se obtiene un pedículo de mayor longitud que con el colgajo musculocutáneo (14).

Aplicaciones

Un colgajo de perforante no necesariamente tiene que utilizarse como transferencia microvascular. Cualquier sitio donante adyacente al defecto puede tener un territorio de piel potencial con un vaso perforante intacto, que luego de una adecuada disección se puede lograr la longitud adecuada para lograr una transferencia local sin tensión.

Otra opción es el uso de colgajos quiméricos. Combinar colgajos puede ofrecer numerosas ventajas como incrementar el área de superficie, o la transferencia simultánea de varios componentes tisulares con capacidad de colocación independiente de cada componente, usando un solo sitio donante. Un colgajo de perforante musculocutánea se puede combinar con otro tejido, como colgajo quimérico, si tienen el mismo vaso fuente.

Elección del colgajo de perforante

Tradicionalmente, un sitio donante debe tener cuatro características básicas: 1) Irrigación sanguínea predecible y constante, 2) Por lo menos una perforante con diámetro mayor de 0.5 mm, 3) longitud del pedículo suficiente para el área del defecto y 4) en lo posible cierre primario del sitio donante. La elección del colgajo específico depende también del volumen y superficie del defecto, apariencia estética, elección del paciente y experiencia del cirujano.

Contraindicaciones comunes para el uso de colgajos de perforantes incluyen vasos perforantes pequeños, cicatrices excesivas en el área donante, y pacientes que son fumadores (15).

Imagenología

Los procedimientos reconstructivos que involucran colgajos de perforantes pueden ser técnicamente demandantes y en manos inexpertas resultar en tiempos quirúrgicos bastante prolongados. Se introdujo el uso de ayudas imagenológicas con el fin de identificar y evaluar aquellos vasos que serían usados para sostener el tejido a ser utilizado (16). El mapeo preoperatorio de las perforantes disminuye el tiempo quirúrgico a la vez que permite la selección de las perforantes más grandes y fuertes disminuyendo también las complicaciones (17). Existen en la actualidad múltiples métodos para realizar la búsqueda y selección de las perforantes a ser utilizadas.

Ecografía convencional

Tiene la ventaja de ser un método económico, común y accesible, pudiendo usarse para marcar las perforantes relevantes. La desventaja es que es demasiado sensible y puede localizar perforantes pequeñas que no son adecuadas para la nutrición del colgajo ya que solo localiza el vaso pero no proporciona información acerca de su flujo (18). Esta falta de especificidad hace que haya sido desplazado paulatinamente por otros métodos más específicos, aún en nuestro medio se sigue usando principalmente para mapeo general de perforantes (Figura 8).

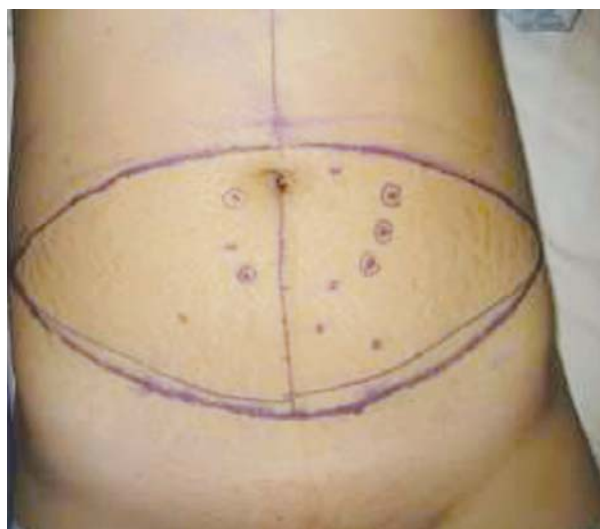


Figura 8. Mapeo de perforantes abdominales usando ecografía convencional.

Duplex color

Como la ecografía convencional provee información acerca del diámetro del vaso y la velocidad de flujo, pudiendo generar entonces un mapa con el número y posición anatómica de las perforantes y su relación con la piel, así mismo brinda información acerca del estado del vaso (cicatrices, aterosclerosis, etc.) y no

conlleva exposición a radiación. Su desventaja es que toma aún mucho tiempo para realizar y es operador dependiente (19).

TAC

Massia y Cols en el año 2006 introdujeron el uso de la TAC para realizar mapeo preoperatorio de las perforantes en el abdomen para reconstrucción microquirúrgica de seno (20). Desde entonces se ha abandonado poco a poco el uso del doppler y la tendencia a realizar evaluación preoperatoria basada en la TAC es cada día mas frecuente. La TAC es altamente sensible y específica alcanzando sensibilidad del 99,6% (21), permitiendo realizar evaluación multiplanar y dilucidando la relación del vaso estudiado con los tejidos blandos adyacentes (Figura 9) lo cual hace que su transposición hacia el paciente durante el acto quirúrgico sea mucho más fácil, inclusive en pacientes con cirugías previas.

Basado en estas características la TAC es actualmente el *gold estándar* en imagen preoperatoria para los colgajos de perforantes. Las desventajas de la tomografía son; que expone al paciente a radiación ionizante y el uso del medio de contraste que en algunos pacientes puede ocasionar anafilaxia o nefrotoxicidad.

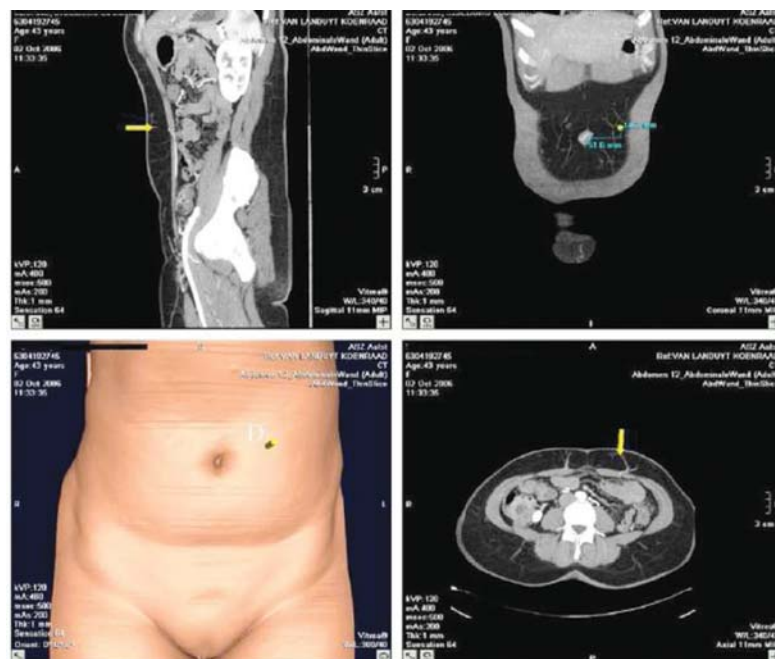


Figura 9. AngioTAC y reconstrucción 3d DIEP, se observan cortes sagitales, coronales y axiales

Resonancia magnética

La mayor ventaja sobre la TAC es la ausencia de radiación ionizante, pudiendo proveer información similar a la TAC aunque se encuentra alguna limitación en términos de la visualización intramuscular de los vasos, así mismo el tiempo de adquisición de las imágenes es mucho mayor, requiere de la administración de gadolinio y su costo es mucho mayor (22). Actualmente se considera a la RNM como un método emergente el cual requiere mayor perfeccionamiento para sus aplicaciones en este tipo de procedimientos (Figura 10).

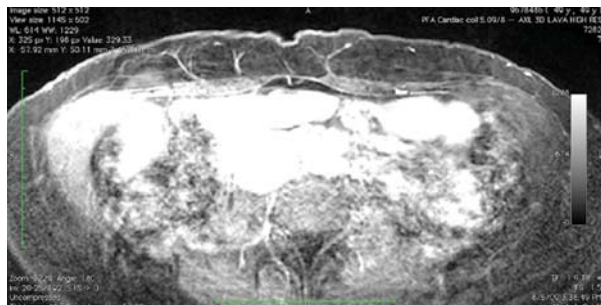


Figura 10. Resonancia magnética de abdomen que muestra perforantes en el tejido celular subcutáneo

Aplicaciones clínicas

Los colgajos de perforantes después de los colgajos locales son los que brindan en su gran mayoría características similares a la zona receptora. Su importancia se encuentra en la posibilidad de disminuir morbilidad al sitio donante, evitar el aspecto abultado, además de la versatilidad en su uso. Los colgajos de perforantes más usados son:

Colgajo de la Arteria Interósea Posterior

Descrito en 1988 por Zancolli y Angrigiani. La arteria interósea posterior de donde se basa este colgajo, es rama de la arteria cubital, la cual luego de dividirse en la arteria interósea común, emerge por la membrana interósea, discurre por el m. Supinator y posteriormente se superficializa entre el ECU y el EDM, para dividirse en múltiples perforantes musculares y terminando a 5 cms de la muñeca anastomosándose con la arteria interósea anterior. Es ideal para cobertura de dorso de mano y primera comisura (Figura 11).

Colgajo de la Arteria Epigástrica Inferior Profunda (DIEP)

Está indicado para reconstrucción de mama por mastectomía o para reconstrucción de áreas cruentas que requieran cubrimiento con tejido autólogo de las características suministradas por esta región corporal (23).

El colgajo se basa en arterias perforantes de la arteria epigástrica inferior profunda que al salir de la arteria iliaca externa atraviesa la fascia transversalis y entra por la cara lateral del m. recto abdominal. Posteriormente da dos ramas musculares una medial y otra lateral, de las cuales derivan las perforantes.

La disección de los vasos se realiza a través de las fibras del m. Recto abdominal, evitando el daño de la pared abdominal y los problemas de continente de la misma. El área donante se cierra en forma primaria y el colgajo se transfiere como colgajo libre microvascular (Figura 12).



Figura 11. Colgajo interóseo posterior para cobertura de mano.



Figura 12. Reconstrucción de seno con colgajo DIEP.

Colgajo de Arteria Perforante Lateral del Brazo

Este colgajo está basado en perforantes septales ubicadas a lo largo del eje constituido por una línea entre el acromión y el epicóndilo lateral ramas de la arteria colateral radial posterior a su vez rama de la arteria braquial profunda (24).

Se encuentran aproximadamente cinco perforantes. La perforante más constante descrita se encuentra proximal al epicóndilo lateral del humero a 9 cm trazando una línea imaginaria desde la v deltoidea hasta el epicóndilo lateral. Dado el patrón de irrigación del área se puede tomar como miocutáneo, adipofascial, fascial u osteomiocutáneo con una isla de piel de hasta 11 cm de largo en el eje vertical (25). Cierre primario o injerto de piel de espesor parcial en área donante. Indicado para defectos en mano (Figura 13), cabeza y cuello.

Colgajo Anterolateral de Muslo

Su pedículo está formado por las perforantes de la rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral que discurre entre el m. Vasto lateral y el m. Recto femoral. Para su diseño se traza una línea desde la espina ilíaca anterosuperior y el aspecto lateral de la patela, estando representadas las perforantes principales en el tercio medio de esta línea.

Este colgajo tiene como gran ventaja el poder incluir diferentes tejidos con un solo pedículo (colgajo en quimera), como músculo, fascia y piel. La elección de una o varias perforantes depende del tamaño del defecto a cubrir. El sitio donante es susceptible de cierre primario.

Tiene indicaciones para reconstruir cabeza, cuello, abdomen, periné, miembro superior y miembro in-



Figura 13. Cobertura dorso de mano con reconstrucción 2do metacarpiano con colgajo libre osteocutáneo lateral de brazo.

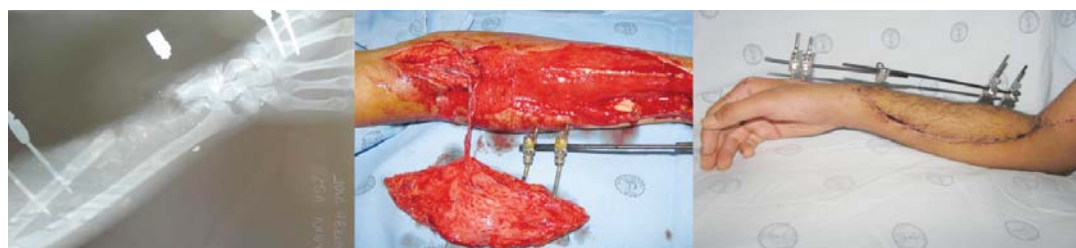


Figura 14. Reconstrucción antebrazo con colgajo libre anterolateral de muslo.



Figura 15. Reconstrucción región auricular y parotídea con colgajo anterolateral de muslo posterior a resección de tumor maligno de tejidos blandos.

ferior, especialmente en traumatismos o resecciones oncológicas complejas, por su versatilidad y mínimas complicaciones.

Referencias bibliográficas

- Geddes C, Morris S, Neligan P. Perforator flaps: evolution, classification, and applications. *Ann Plast Surg.* 2003; 50: 90–99.
- Khan F, Spiegel A. The evolution of perforator flaps. *Semin Plast Surg.* 2006. 20(2): 53-55.
- Morris S. The anatomic basis of perforator flaps. *Clin Plastic Surg.* 2010; 37: 553–570.
- Hallock G. Direct and indirect perforator flaps: the history and the controversy. *Plast. Reconstr. Surg.* 2003; 111 (2): 855-866.
- Saint M. The Perforasome Theory: Vascular Anatomy and Clinical implications. *Plast. Reconstr. Surg.* 2009; 124: 1529.
- Hallock G. The integration of muscle perforator flaps into a community-based private practice. *Clin Plastic Surg.* 2010; 37: 607–614.
- Kim J. New nomenclature concept of perforator flap. *British Journal of Plastic Surgery.* 2005; 58: 431–440.
- Blondeel P. The “gent” consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions. *Plast. Reconstr Surg.* 2003; 112: 1378.
- Sinna R. Perforator flaps: history, controversies, physiology, anatomy, and use in reconstruction. *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2009; 4:123.
- Pribaz J, Chan R. Where do perforator flaps fit in our armamentarium? *Clin Plastic Surg.* 2010; 37.
- Pang H, Neligan P. Flap physiology. En Blondel et al. *Perforator Flaps. Anatomy, Technique and Clinical Application.* 2006.
- Taylor I, Corlett J, Dhar C, Ashton M. The anatomical and clinical territories of cutaneous perforating arteries. *Plast Reconstr Surg.* 2010.
- 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.
- Geddes Ch, Morris S, Neligan S. Perforator flaps: evolution, classification, and applications. *Ann Plast Surg.* 2003; 50: 90–99.
- Hallock G. Muscle perforator flaps. *Annals of Plastic Surgery.* 2007.
- Tang M, Morris S. A pilot study on three-dimensional visualization of perforator flaps by using angiography in cadavers. *Plast. Reconstr. Surg.* 122: 429.
- 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.
- Mathes D, Neligan S. Preoperative imaging techniques for perforator selection in abdomen-based microsurgical breast reconstruction. *Clin Plastic Surg.* 2010; 37: 581–591.
- Isken T, Alagoz S. Preoperative color doppler assessment in planning of gluteal perforator flaps. *Ann Plast Surg.* 2009; 62: 158–163.
- Masia J, Clavero A, Larranaga R. Multidetector-row computed tomography in the planning of abdominal perforator flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2006; 59(6): 594.
- Rozen M, Ashton W, Stella L. The accuracy of computed tomographic angiography for mapping the perforators of the DIEA: a cadaveric study. *Plast Reconstr Surg.* 2008; 122(2): 363.
- Rozen M, Stella L, Phillips J. Magnetic resonance angiography in the preoperative planning of DIEA perforator flaps. *Plast Reconstr Surg.* 2008; 122(6): 222e.
- Chowdhry S. Anatomical landmarks for safe elevation of the deep inferior epigastric perforator flap: a cadaveric study. *Journal of plastic surgery.* 2008; May: 342-346
- Sauerbier m. Perforator flap in the upper extremity. *Clin Plastic Surg.* 2010; 37: 667-676.
- Ninkovic M, Dornseifer U. Lateral arm flap. En Wei F, Mardini S. *Flaps and Reconstructive Surgery.* Elsevier Saunders, N.Y. 2009.