

## Angiotomografía en la evaluación de arterias perforantes para reconstrucción mediante colgajos: lo que el cirujano quiere saber y el radiólogo debe informar

### Computed tomography angiography for perforator flaps: What the surgeon needs to know and the radiologist should inform

Felipe Aluja-Jaramillo<sup>1\*</sup>, Sebastián Cifuentes<sup>1</sup> y Carlos López<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Radiología, Hospital Universitario San Ignacio, Pontificia Universidad Javeriana; <sup>2</sup>Departamento de Cirugía Plástica, Clínica del Country. Bogotá, Colombia

#### Resumen

Desde la introducción del concepto de «angiosomas» se describieron las arterias perforantes y su potencial para el uso en colgajos. La angiotomografía es un método excelente para la valoración preoperatoria en cirugías reconstructivas y es clave en la valoración prequirúrgica. Es un estudio multidisciplinario en cuyo análisis participan el radiólogo y el cirujano plástico. Es importante incluir en el reporte radiológico el origen de la arteria, detallar su curso, cuantificar el calibre y determinar su emergencia para facilitar al cirujano la planeación prequirúrgica y la realización del procedimiento quirúrgico. Otra de las principales ventajas es que el uso de este método disminuye los tiempos quirúrgicos y las posibles complicaciones de las cirugías reconstructivas. El radiólogo debe estar familiarizado con los tipos de colgajos más comúnmente utilizados, la anatomía de las arterias y sus perforantes para guiar al cirujano en la planeación prequirúrgica y la toma de decisiones.

**Palabras clave:** Angiografía por tomografía computarizada. Colgajo perforante. Colgajo miocutáneo.

#### Abstract

Since the introduction of the concept of “angiosomes”, the perforating arteries and their potential for use in flaps was described. Angiotomography is an excellent imaging modality for preoperative evaluation in reconstructive surgery and is very important in presurgical assessment. This imaging technique requires a multidisciplinary approach in which the radiologist and the plastic surgeon participate. The radiological report must include the origin of the artery, detail its course, quantify the caliber and determine the position where it emerges through the fascial plane to give the surgeon the possible information in presurgical planning and surgical procedure. The main advantage of this technique is the reduction of surgical timing and possible complications. The radiologist should be familiar with the most commonly used types of flaps, the anatomy of the arteries and their perforators to guide the plastic surgeon in presurgical planning and decision making.

**Keywords:** Computed tomography angiography. Perforator flap. Myocutaneous flap.

#### Correspondencia:

\*Felipe Aluja-Jaramillo

E-mail: [faluja@javeriana.edu.co](mailto:faluja@javeriana.edu.co)

Fecha de recepción: 30-07-2020

Fecha de aceptación: 03-05-2021

DOI: 10.24875/RAR.M22000003

Disponible en internet: 04-04-2022

Rev Argent Radiol. 2022;86(1):30-40

[www.rardigital.org.ar](http://www.rardigital.org.ar)

1852-9992 / © 2021 Sociedad Argentina de Radiología (SAR) y Federación Argentina de Asociaciones de Radiología, Diagnóstico por Imágenes y Terapia Radiante (FAARDIT). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

En 1987 se introdujo el concepto de «angiosomas» para definir una unidad de tejido irrigada por una arteria<sup>1</sup>. Además, se describieron las arterias perforantes y su potencial para el uso en colgajos. En 2006, Masia et al.<sup>2</sup> describieron la utilidad de la tomografía para la identificación de las ramas perforantes de la arteria epigástrica inferior, utilizada en su mayoría para colgajos en la reconstrucción de la mama. Actualmente, la angiografía por tomografía computarizada es un método excelente para la valoración preoperatoria en cirugías reconstructivas y es clave en la valoración prequirúrgica<sup>3</sup>. Tiene un valor predictivo positivo del 100% para la detección de perforantes > 1 mm en el colgajo de la arteria epigástrica inferior profunda (DIEP, *deep inferior epigastric perforator flap*), aunque su rendimiento puede depender de la calidad del estudio, en especial del realce de las arterias mencionadas<sup>4,5</sup>. Se trata de un estudio multidisciplinario en cuyo análisis participan el radiólogo y el cirujano plástico. No solo la angiotomografía ha sido utilizada para la identificación de las arterias perforantes; la ultrasonografía, el Doppler y la angiorresonancia también pueden usarse para el mapeo de las perforantes<sup>4,6-8</sup>. Sin embargo, a pesar del uso de radiación ionizante en la angiotomografía, su principal ventaja radica en que ofrece imágenes de mejor calidad y más detalladas<sup>9</sup>.

La mayoría de los colgajos que revisaremos están indicados para la reconstrucción de la mama. Sin embargo, algunos de ellos, que detallaremos más adelante, tienen indicaciones adicionales. El uso de este método de imagen disminuye los tiempos quirúrgicos y las posibles complicaciones de las cirugías reconstructivas<sup>10</sup>. Rosson et al.<sup>11</sup> han descrito el uso de la angiotomografía para la predicción del peso y del volumen en DIEP. Según el American College of Radiology, los objetivos de la valoración imagenológica prequirúrgica son disminuir el tiempo quirúrgico, disminuir el riesgo de pérdida del colgajo, disminuir el riesgo de hernias de la pared abdominal, disminuir la pérdida de sangre, disminuir el tiempo de hospitalización y aumentar la confianza del cirujano<sup>4,12</sup>. En nuestra experiencia, el tiempo quirúrgico se reduce en 1 a 2 horas aproximadamente, según la complejidad del colgajo, y este método diagnóstico demuestra una excelente correlación con la valoración Doppler intraoperatoria y los hallazgos quirúrgicos.

En esta revisión detallaremos los tipos de colgajo utilizados en microcirugía reconstructiva, revisaremos la utilidad de la angiotomografía para la marcación de

**Tabla 1.** Parámetros para la adquisición

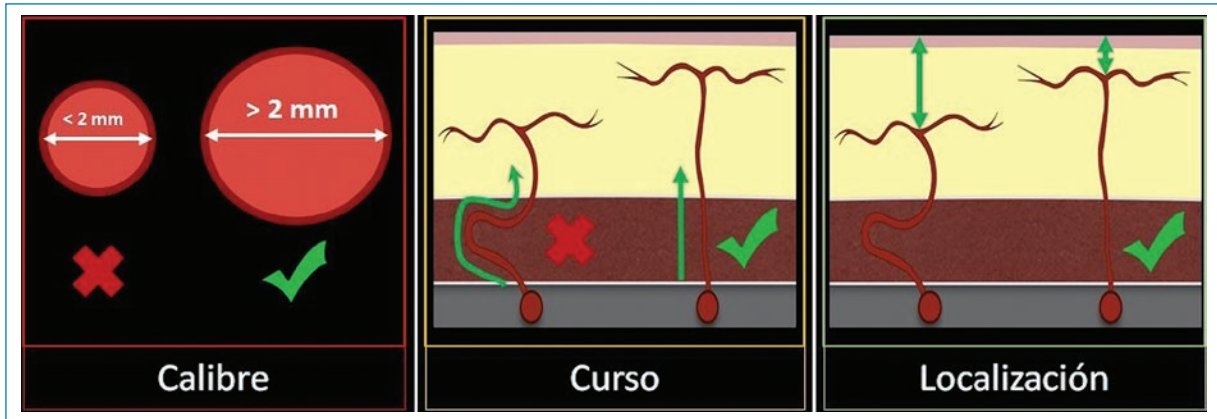
| Equipo                      | Tomógrafo helicoidal multidetector de 16 canales en adelante     |
|-----------------------------|--|
| Kilovoltaje (kVp)           | 100-120 kVp  |
| Miliamperaje (mA)           | 200-300 mAs  |
| Tiempo de rotación          | 0,4 segundos   |
| Espesor de corte            | 1 mm   |
| Intervalo de reconstrucción | 0,9 mm   |
| Medio de contraste          | 1,3 ml/Kg de medio de contraste yodado hidrosoluble a 4-5 ml/min |
| ROI                         | Aorta abdominal, límite 100UH                                    |
| Dirección de adquisición    | Cefalocaudal   |
| Apnea                       | Única  |

las arterias perforantes que pueden ser utilizadas para la reconstrucción mediante colgajos pediculados y describiremos las características del informe radiológico y los datos esenciales que este debe incluir. Aunque mencionamos los principales tipos de colgajo utilizados, debemos tener en cuenta que el uso de colgajos libres ha venido aumentando y la angiotomografía también puede utilizarse para la valoración anatómica de las posibles arterias usadas en estos colgajos<sup>13</sup>.

## Protocolo de adquisición del estudio tomográfico

El paciente debe acomodarse de manera que la zona a evaluar no esté apoyada sobre la mesa del tomógrafo y, en lo posible, debe estar en la misma posición en que se llevará a cabo el procedimiento quirúrgico. La técnica y el equipamiento utilizados para la adquisición de los estudios se describen en la [tabla 1](#). Cada grupo puede aplicar de forma individual estas recomendaciones, de acuerdo con los equipos de que se disponga en su institución.

Las imágenes siempre deben ser adquiridas durante una fase arterial, desde 10 cm por encima del ombligo hasta el trocánter menor del fémur, en dirección cefalocaudal, en apnea única. Se inyecta medio de contraste yodado hidrosoluble (dosis 1,3 mg/kg, promedio 100 ml/min) seguido de 20-30 ml de solución salina normal al 0,9% (inyección bifásica) a través de un catéter de 18 G en una vena antecubital. La adquisición se



**Figura 1.** Esquema de las características de las ramas perforantes.

realiza mediante un sistema de disparo tipo *bolus track* con un disparador cuya área de interés se encuentra posicionada en la aorta abdominal, que inicia la adquisición cuando se alcanza un valor promedio de 100 UH. La adquisición en fase portal es opcional; en nuestra experiencia, algunas perforantes son más evidentes en esta fase, en especial las de menor calibre, pero no la usamos de manera sistemática. Inicialmente se hacen reconstrucciones axial, coronal, sagital y en proyecciones de máxima intensidad o MIP para identificar las posibles perforantes a marcar, para luego hacer el posprocesado en la estación de trabajo, donde se localizarán las perforantes seleccionadas en un plano cartesiano de acuerdo con los puntos anatómicos de referencia seleccionados. Una vez ubicadas las perforantes, se procede a localizarlas en una reconstrucción tridimensional de la zona de interés para guiar al cirujano plástico, como se describirá en los apartados siguientes.

### Características de las arterias perforantes

Para interpretar un estudio de arterias perforantes se deben tener en cuenta las siguientes características para seleccionar las más apropiadas (Fig. 1):

- Calibre: se deben seleccionar idealmente arterias con diámetros > 2 mm, ya que son las que pueden utilizarse para los colgajos. El diámetro de la arteria se mide únicamente en el sitio por el cual perfora o emerge a través de la fascia muscular.
- Curso: el curso de las arterias perforantes debe ser clasificado en intramuscular, subfascial o subcutáneo<sup>14</sup>. Hay que identificar y reportar el curso de las arterias perforantes, las estructuras que atraviesan y

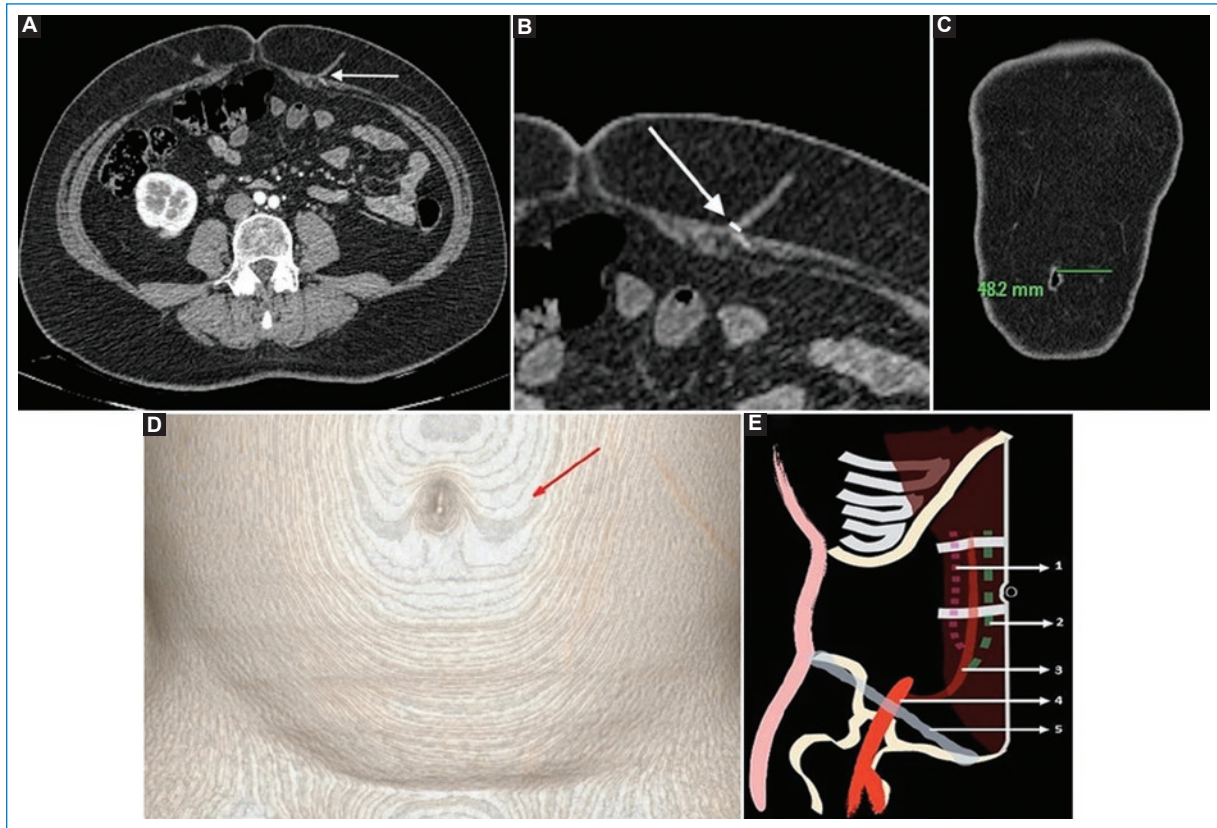
especialmente la longitud del trayecto intramuscular (en caso de tener). Se prefieren perforantes sin trayecto intramuscular o con trayectos intramusculares cortos, y además con recorridos lo menos tortuosos posible. Cursos largos intramusculares (más de 3 cm) deben evitarse por el riesgo de trauma al plano muscular durante la disección<sup>15</sup>. Los cursos intramusculares cortos son ideales porque requieren menor disección y, por ende, menos tiempo quirúrgico<sup>15</sup>.

- Localización: depende del tipo de colgajo seleccionado por el cirujano plástico. Se prefieren arterias las más cercanas al tejido donante. Sin embargo, este ítem es clave analizarlo con el cirujano para identificar las perforantes óptimas para el colgajo basado en la zona de interés.

### Información que debe incluir el reporte radiológico

Los reportes radiológicos deben ser claros para que el cirujano plástico pueda determinar la perforante más adecuada para el colgajo. Los puntos clave del reporte son:

- Arteria de la cual se origina la perforante y características de esta (p. ej., anomalías en su recorrido o en su calibre).
- Permeabilidad de la arteria de la cual se origina la perforante y de la rama perforante.
- Recorrido y características del curso de la arteria perforante desde su origen.
- Medición del recorrido intramuscular de la arteria perforante.
- Diámetro de la arteria perforante en su emergencia por la fascia.



**Figura 2.** Angiotomografía computada de las arterias epigástricas inferiores profundas (AEIP). **A y B:** adquisición volumétrica axial. Perforante musculocutánea izquierda en dirección lateral (flecha) con un calibre aproximado de 2,7 mm. El trayecto intramuscular a través del músculo recto del abdomen es de aproximadamente 19 mm. **C:** reconstrucción coronal para marcación de las distancias en el plano cartesiano con perforante localizada a nivel del borde superior del ombligo y a 48,2 mm de la línea media. **D:** reconstrucción tridimensional para marcar el sitio de origen de la perforante donde la flecha marca la representación superficial de la perforante. **E:** esquema del trayecto de las AEIP. 1: AEIP con patrón de ramificación tipo 3; 2: AEIP con patrón de ramificación tipo 2; 3: AEIP con patrón de ramificación tipo 1; 4: arteria iliaca externa; 5: ligamento inguinal.

– Localización en el plano cartesiano (distancia en el eje x y en el eje y).

## Descripción de los colgajos

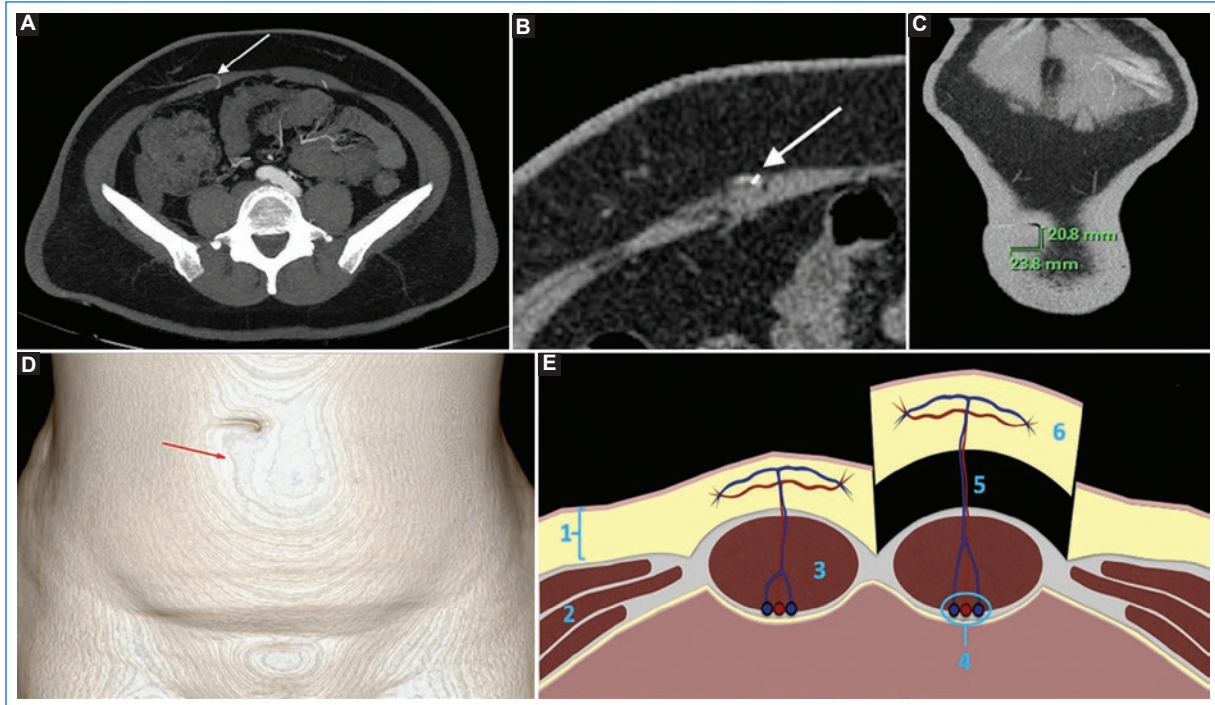
### Colgajo de arterias epigástricas inferiores profundas

Las arterias epigástricas inferiores profundas (AEIP) son ramas de la arteria iliaca externa y tienen un curso en dirección ascendente a través del borde posterior del músculo recto abdominal. El patrón de ramificación puede clasificarse en tipo 1 si no se ramifica, tipo 2 si se bifurca o tipo 3 si se trifurca<sup>4</sup>. Estas arterias dan origen a ramas perforantes, con o sin trayectos intramusculares, que perforan la fascia hacia el tejido celular subcutáneo (Figs. 2 y 3). Algunos autores han descrito otras dos variantes adicionales

en el patrón de ramificación, tipo 4 y tipo 0, con cuatro ramificaciones por encima del ligamento arcuato y con ausencia de AEIP por encima del ligamento arcuato, respectivamente<sup>16-18</sup>.

En la literatura anglosajona es conocido como DIEP y es el colgajo más utilizado. Fue descrito por Koshima et al.<sup>19</sup>, pero adquirió popularidad cuando fue utilizado por Allen y Treecce<sup>20</sup> a partir de 1994. Se usa principalmente como colgajo libre y para reconstrucción en cirugía de mama, y su principal ventaja es que preserva la integridad de los músculos de la pared abdominal y, por tanto, conserva la funcionalidad y reduce la morbilidad<sup>4</sup>. Las ramas perforantes de las AEIP con mejor calibre y diámetro son las más cercanas al ombligo. Se debe identificar una perforante con un pedículo largo que permita evitar la tensión de la rama perforante en el momento de la anastomosis durante la reconstrucción<sup>14</sup>.





**Figura 3.** Angiotomografía computada de las arterias epigástricas inferiores profundas (AEIP). **A:** reconstrucción MIP en el plano axial. **B:** adquisición volumétrica axial. Perforante musculocutánea derecha en dirección lateral (flecha) con un calibre aproximado de 2,7 mm. El trayecto intramuscular a través del músculo recto del abdomen es de aproximadamente 13 mm. **C:** reconstrucción coronal para marcación de las distancias en el eje x y en el eje y con perforante localizada a 20,8 mm (y) del borde inferior del ombligo y a 23,8 mm hacia la derecha de la línea media (x). **D:** reconstrucción tridimensional para marcar el sitio de origen de la perforante. **E:** esquema de las AEIP. 1: piel y tejido celular subcutáneo; 2: músculos oblicuos y transversos abdominales; 3: músculo recto abdominal; 4: arterias y venas epigástricas inferiores profundas; 5: arterias perforantes ramas de las AEIP; 6: colgajo con sus ramas perforantes.

El uso de este colgajo está contraindicado cuando hay antecedente de cirugía en la pared abdominal<sup>14</sup>.

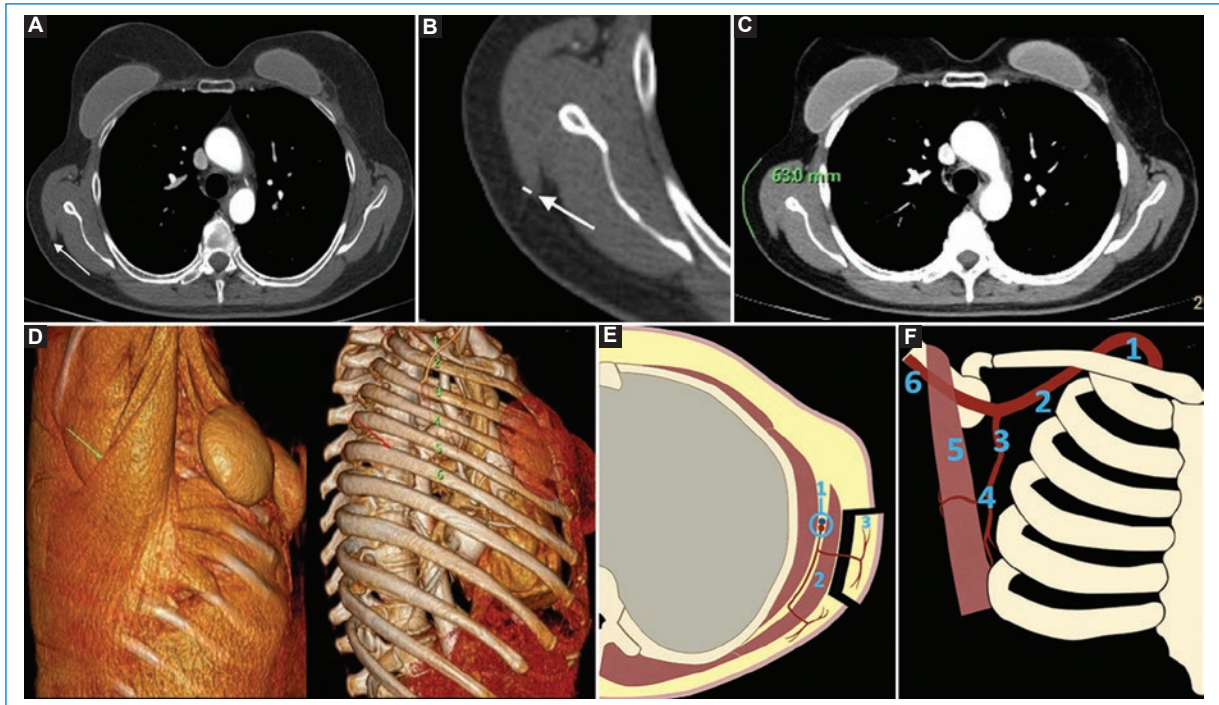
Para este estudio, el paciente se acomoda en decúbito supino. Se adquiere en fase arterial desde las cúpulas diafragmáticas hasta la sínfisis púbica. Solo se usan perforantes infraumbilicales. La marcación se realiza mediante un plano cartesiano centrado en el ombligo, siendo el eje x la distancia de la perforante a la línea media y el eje y la distancia de la perforante a la línea horizontal a través del ombligo (Figs. 2 y 3). Las ramas perforantes de las AIEP no son favorables para su uso cuando tienen un curso intramuscular largo o tortuoso, un segmento subfascial largo o un curso lateral<sup>14</sup>.

### Colgajo de arterias toracodorsales

Las arterias toracodorsales (ATD) se originan de la arteria subescapular, aproximadamente a 7 cm del pliegue axilar se encuentran con el músculo dorsal ancho

y discurren adyacentes a este; pueden bifurcarse durante su recorrido (Fig. 4).

En la literatura anglosajona este colgajo se conoce como TDAP (*thoracodorsal artery perforator flap*). Fue descrito por Angrigiani et al.<sup>21</sup> en 1995, basados en el concepto de angiosomas<sup>22</sup>. Hasta en el 80% de los pacientes las perforantes suelen encontrarse en un sitio predecible para el cirujano. Sin embargo, se recomienda la planeación prequirúrgica con métodos imagenológicos<sup>22</sup>. El colgajo de ATD se caracteriza por ser versátil, tiene uniformidad en espesor y es posible adaptarlo a diferentes estructuras para cubrir defectos de mayor tamaño. Además de su indicación para la reconstrucción de la mama, también se usa para cubrir defectos de cabeza y cuello, de la pared anterior del tórax y de los miembros superiores<sup>23-26</sup>. Se adquiere con el paciente en decúbito supino, con los brazos elevados a los lados de la cabeza, en fase arterial, desde el opérculo torácico hasta el diafragma. En



**Figura 4.** Angiotomografía computada de arteria toracodorsal. **A a C:** perforante musculocutánea derecha (flecha) dependiente de la arteria toracodorsal localizada a nivel del quinto arco costal y a 63 mm de la línea axilar media, con un calibre aproximado de 2,4 mm. El trayecto intramuscular es corto. **D:** reconstrucción tridimensional para marcar el sitio de origen de la perforante. **E:** esquema del colgajo de arteria toracodorsal. 1: arteria toracodorsal; 2: músculo dorsal ancho; 3: colgajo y rama perforante de la arteria toracodorsal. **F:** esquema de las arterias toracodorsales. 1: arteria subclavia; 2: arteria axilar; 3: arteria subescapular; 4: arteria toracodorsal; 5: músculo dorsal ancho; 6: arteria braquial.

casos especiales puede hacerse en decúbito lateral, y entonces requiere dos adquisiciones (una por cada lado). La complicación más frecuente con este colgajo es la isquemia, que se presenta hasta en el 10% de los casos<sup>23,27</sup>.

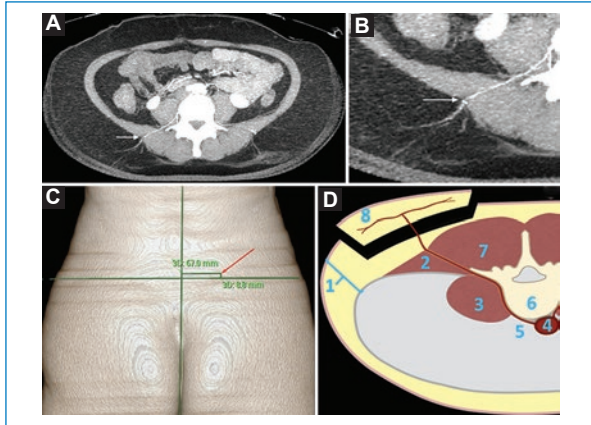
La marcación se realiza teniendo en cuenta los puntos de referencia: en el eje x la distancia a la línea medioaxilar y en el eje y el arco costal sobre el cual se encuentra la perforante. Otros puntos de referencia pueden ser en el eje x la distancia a la línea media y en el eje y la línea horizontal sobre el borde superior del esternón (Fig. 4).

### Colgajo de arterias lumbares

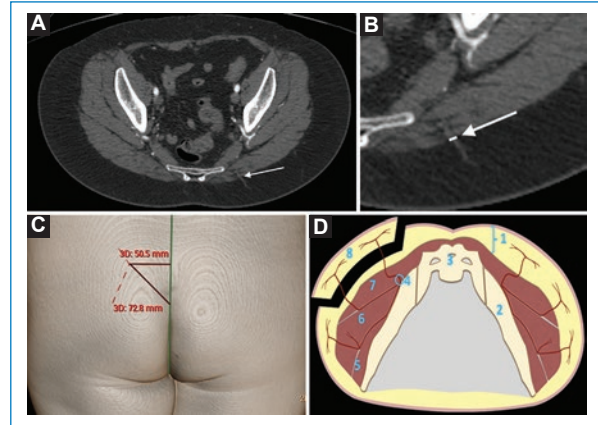
Las arterias lumbares son ramas de la aorta que emergen a cada lado de esta, tienen un curso posterior y lateral al cuerpo vertebral, y en el lado derecho pasan por detrás de la vena cava inferior. En su recorrido atraviesan los músculos paravertebrales para emerger al tejido celular subcutáneo del dorso (Fig. 5).

En la literatura anglosajona este colgajo se conoce como LAP (*lumbar artery perforator flap*). Es un colgajo con vascularización fiable y constante, que se utiliza principalmente cuando no es posible utilizar un DIEP<sup>28</sup>. También está indicado para cubrir defectos cutáneos en la columna, el sacro y como colgajo libre. Su principal ventaja es que no requiere el uso de músculo, pero su principal desventaja desde el punto de vista quirúrgico es el riesgo de seromas en el lecho quirúrgico, aunque el riesgo de presentar complicaciones es bajo y el de isquemia no supera el 3%<sup>3,29</sup>.

Se adquiere con el paciente en decúbito prono, desde las cúpulas diafrágicas hasta la sínfisis púbica. La marcación se realiza teniendo en cuenta los siguientes puntos de referencia: en el eje x la distancia de la perforante a la línea media y en el eje y la distancia de la perforante a la línea horizontal a través del borde superior de los alerones iliacos (Fig. 5). Las perforantes de mejor calibre suelen estar localizadas hacia los niveles lumbares más bajos, y suelen tener



**Figura 5.** Angiotomografía computada de arteria lumbar. **A y B:** reconstrucción MIP axial. Perforante musculocutánea (flecha) derecha en dirección posterolateral con un calibre aproximado de 3,1 mm. El trayecto intramuscular es corto. **C:** reconstrucción tridimensional para marcación de las distancias en el eje x y en el eje y con perforante localizada a 8,8 mm de la línea entre los alerones iliacos (y) y a 67 mm en sentido lateral de la línea media (x). **D:** esquema del colgajo de la arteria lumbar. 1: piel y tejido celular subcutáneo; 2: músculo cuadrado lumbar; 3: músculo psoas; 4: aorta abdominal; 5: arteria lumbar; 6: vértebra lumbar; 7: músculos erectores de la columna; 8: colgajo y rama perforante lumbar.



**Figura 6.** Angiotomografía computada de arterias glúteas superiores. **A y B:** perforante musculocutánea izquierda en dirección posterolateral con un calibre aproximado de 2,8 mm. El trayecto intramuscular es casi nulo, siendo su recorrido predominantemente subfascial. **C:** reconstrucción tridimensional para marcación de las distancias en el eje x y en el eje y con perforante localizada a 78,2 mm del coxis y a 50,5 mm en sentido lateral de la línea media. **D:** esquema del colgajo de arteria glútea superior. 1: piel y tejido celular subcutáneo; 2: alerón iliaco; 3: sacro; 4: arteria glútea superior; 5: músculo glúteo menor; 6: músculo glúteo medio; 7: músculo glúteo mayor; 8: colgajo y ramas perforantes glúteas superiores.

un curso septocutáneo más favorable para los colgajos<sup>30</sup>. Sin embargo, Bissell et al.<sup>31</sup> describieron el calibre de las arterias perforantes lumbares encontrando que las ramas en L1 y L4 eran las que presentaban calibres más anchos y pedículos más largos.

### Colgajo de arterias glúteas superiores

Las arterias glúteas superiores (AGS) son las ramas terminales de las arterias ilíacas internas, emergen de la pelvis pasando por el borde superior del músculo piramidal, y se dividen en rama superficial y profunda, siendo la rama superficial la que da origen a las perforantes musculares y cutáneas (Fig. 6).

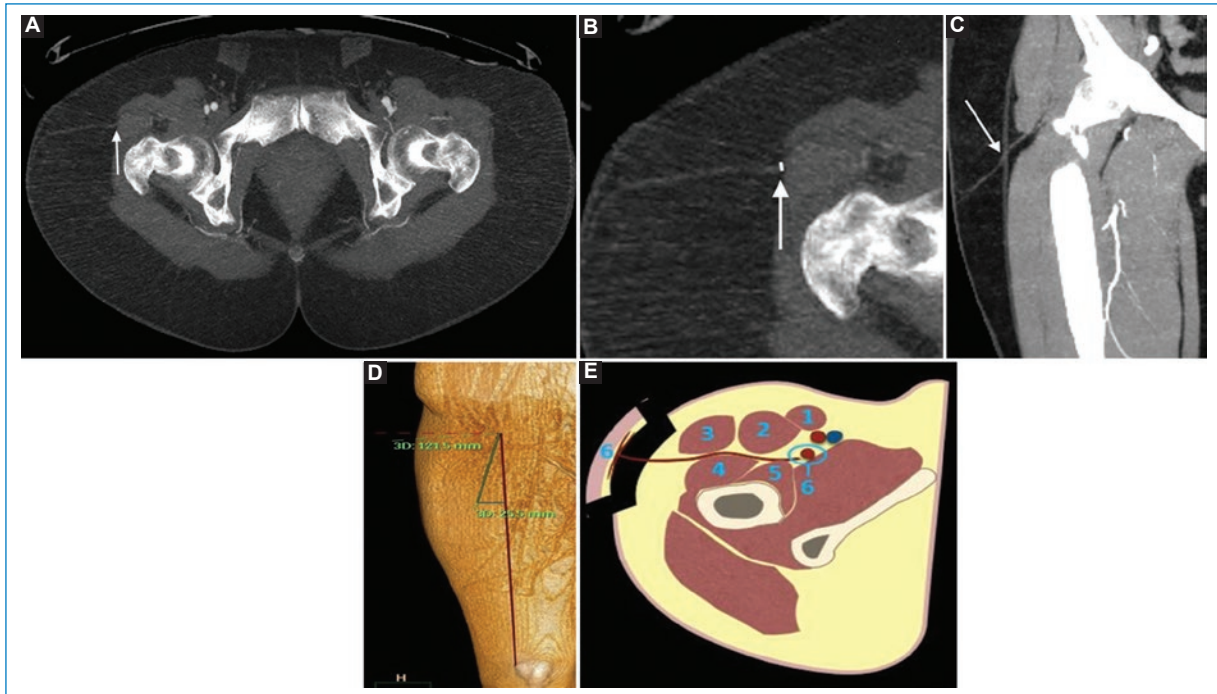
Conocido como SGAP (*superior gluteal artery perforator flap*), este colgajo fue descrito por Fujino et al.<sup>32</sup> en 1975. Sin embargo, las características del pedículo (corto), la dificultad de la disección y la morbilidad quirúrgica lo dejan como una opción poco utilizada. Está indicado principalmente para la reconstrucción de la mama o para cubrir defectos de la región sacra, e incluso se ha usado para reconstrucciones

perineales<sup>33</sup>. Permite el uso de colgajos de gran volumen<sup>34</sup>. El antecedente de liposucción y el tabaquismo activo son contraindicaciones descritas para el uso de este colgajo<sup>34</sup>.

Se adquiere con el paciente en decúbito prono, aunque en algunas ocasiones específicas puede realizarse con el paciente en decúbito lateral, en fase arterial, desde las cúpulas diafragmáticas hasta el tercio proximal del muslo.

La marcación se hace a partir de puntos de referencia anatómicos que pueden ser evidenciados o palpados por el cirujano plástico antes del procedimiento. Se toma el eje x como la distancia de la perforante a la línea interglútea y el eje y como la distancia de la perforante al coxis. En algunos casos, el eje y puede modificarse tomando como referencia la distancia de la perforante a la línea horizontal a través del borde superior de los alerones ilíacos (Fig. 6). En caso de múltiples perforantes, se pueden numerar las posibilidades empezando con el número 1 para la perforante que presenta las mejores características<sup>14</sup>.





**Figura 7.** Angiotomografía computada de la arteria circunfleja femoral lateral. **A y B:** reconstrucciones axiales en MIP. **C:** reconstrucción coronal que muestra una perforante musculocutánea derecha en dirección lateral emergiendo por lateral del músculo tensor de la fascia lata con un calibre aproximado de 2,5 mm (flecha en **B**). Tiene un trayecto subfascial en todo el recorrido. **D:** reconstrucción tridimensional para marcación con una línea que une la espina iliaca anterosuperior con el borde lateral de la patela (línea roja), y distancia de la perforante a la línea descrita y a la espina iliaca anterosuperior (líneas verdes). **E:** esquema del colgajo de arteria circunfleja femoral lateral. 1: músculo sartorio; 2: músculo recto femoral; 3: músculo tensor de la fascia lata; 4: músculo vasto lateral; 5: músculo iliopsoas; 6: arteria circunfleja femoral lateral, y colgajo y rama perforante de la arteria circunfleja femoral lateral.

### Colgajo de arteria circunfleja femoral lateral

La arteria circunfleja femoral lateral es una rama de la arteria femoral profunda. Se divide en ramas ascendente, transversa y descendente. La rama descendente discurre entre el músculo recto femoral y el vasto lateral, originando perforantes musculares y septocutáneas, las cuales son de interés para este colgajo (Fig. 7). Entre el 85% y el 100% de las perforantes se localizan en el punto medio entre la espina iliaca anterosuperior y el borde lateral de la patela<sup>35</sup>. Es característica la presencia de variantes anatómicas en la irrigación de la cara anterolateral del muslo. Sin embargo, suelen encontrarse entre una y tres perforantes<sup>35</sup>.

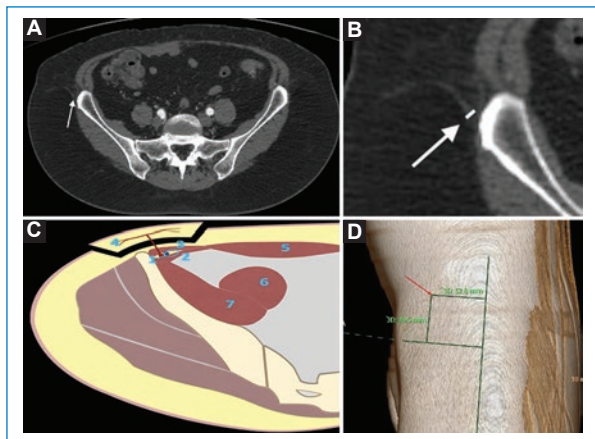
Este colgajo es conocido como ALTF (*anterolateral thigh flap*). Para este colgajo se utilizan las ramas perforantes que emergen hacia la cara lateral en el tercio proximal del muslo. Su indicación principal es la

reconstrucción de mama. Sin embargo, tiene utilidad para cubrir defectos en la cabeza y el cuello, en los miembros inferiores, en el abdomen e incluso en glossectomías<sup>3,36,37</sup>. Se caracteriza por tener un pedículo vascular largo, y dada la localización del tejido donante suele haber baja morbilidad y pocas complicaciones<sup>37</sup>. La correlación entre la marcación de estas perforantes en la tomografía y los hallazgos quirúrgicos es alta, hasta del 100% según algunos autores<sup>8,38</sup>.

Se puede adquirir en decúbito supino o decúbito prono, y debe hacerse en fase arterial desde los aloreos iliacos hasta el tercio proximal de la pierna.

La marcación tiene en cuenta como puntos de referencia en el eje x la distancia de la perforante a la espina iliaca anterosuperior y en el eje y la distancia de la perforante a la línea vertical entre la cresta iliaca y el margen lateral de la patela. También se puede usar como referencia un plano cartesiano centrado en la espina iliaca anterosuperior, ubicando en el eje x la distancia de la perforante a la línea horizontal sobre la





**Figura 8.** Angiotomografía computada de arteria circunfleja iliaca profunda. **A y B:** cortes axiales. Perforante musculocutánea (flecha) en dirección posterolateral emergiendo en el borde anterior de la cresta iliaca con un calibre aproximado de 1,2 mm. **C:** reconstrucción tridimensional para marcación de las distancias en el eje x y en el eje y localizada a 52,8 mm de la perforante a la línea vertical a través de la cresta iliaca (y) y 19,5 mm a la línea horizontal a través de la cresta iliaca (x). **D:** esquema del colgajo tipo Rubens. 1: arteria iliaca circunfleja profunda; 2: músculo transverso abdominal; 3: músculo oblicuo interno; 4: colgajo y rama perforante de la arteria circunfleja profunda; 5: músculo recto abdominal; 6: músculo psoas mayor; 7: músculo iliaco.

espina iliaca anterosuperior y en el eje y la distancia de la perforante a la línea vertical sobre la espina iliaca anterosuperior (Fig. 7).

### Colgajo de Rubens o de arteria circunfleja iliaca profunda

La arteria circunfleja iliaca profunda se origina en la arteria iliaca externa del lado opuesto al origen de la arteria epigástrica inferior. Se dirige en sentido cefálico, posterior al ligamento inguinal entre la fascia transversal e iliaca, hacia la espina iliaca anterosuperior hasta la cresta iliaca, donde atraviesa el músculo transverso del abdomen, y da origen a las perforantes septocutáneas (Fig. 8)<sup>39,40</sup>.

Este colgajo está indicado para reconstrucción, usando el tejido graso sobre la cresta iliaca o justo en la cadera. Para algunos autores, es la segunda línea de elección para la reconstrucción de la mama cuando ya se realizó un DIEP, aunque con el tiempo su uso es menos frecuente, ya que el proceso de disección es complejo y, en caso de ser unilateral, requiere cirugía en el lado

contralateral para mantener la simetría y, por este motivo, han disminuido su empleo y popularidad. La marcación se realiza en un plano cartesiano centrado en la cresta iliaca, siendo el eje x la distancia de la perforante a la línea horizontal a través de la cresta iliaca y el eje y la distancia de la perforante a la línea vertical a través de la cresta iliaca (Fig. 8). En algunos casos se puede llegar a un consenso con el cirujano plástico para utilizar otros puntos de referencia para marcar las perforantes, de acuerdo con variables como las preferencias personales, la habilidad quirúrgica o los puntos de reparo clínicamente evidentes por los cuales se puedan guiar.

## Otras arterias para colgajos

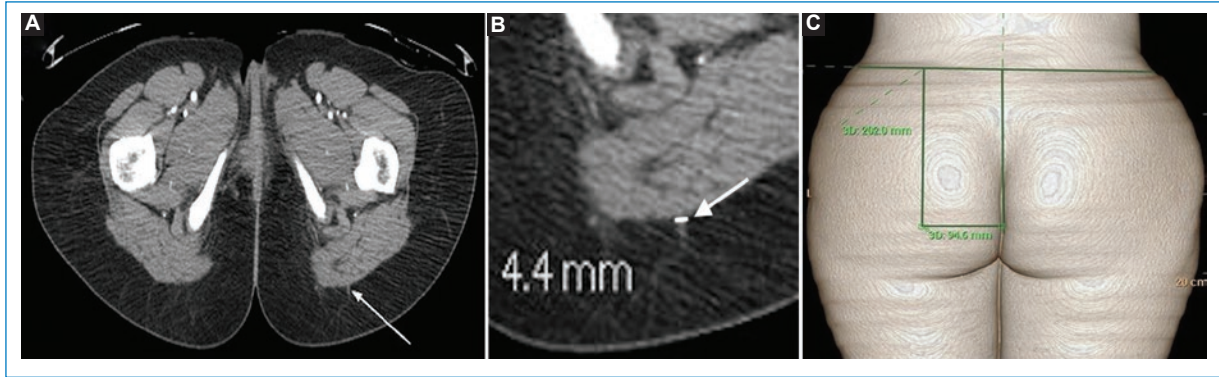
### COLGAJO DE ARTERIAS EPIGÁSTRICAS INFERIORES SUPERFICIALES

Las arterias epigástricas inferiores superficiales fueron descritas inicialmente por Taylor y Daniel<sup>41</sup> en 1975, pero no fue hasta la década de 1990 cuando se empezaron a usar para la reconstrucción de la mama<sup>42</sup>. La arteria epigástrica inferior superficial se origina de la arteria femoral por debajo del ligamento inguinal, con una dirección ascendente a través del aspecto antero-superior del abdomen inferior a través del tejido celular subcutáneo<sup>42</sup>. Al igual que el DIEP, tiene la ventaja de conservar los músculos de la pared abdominal y la fascia abdominal, lo que reduce la morbilidad y el tiempo quirúrgico<sup>42</sup>. El calibre mínimo sugerido para el uso de esta arteria es de 1,5 mm, ya que diámetros menores incrementan el riesgo de necrosis grasa o de trombosis arterial<sup>42</sup>.

La vascularización por medio de esta arteria no es constante, por lo cual su uso está limitado. Tiene la ventaja de no tener recorrido intramuscular, lo que facilita su disección y ahorra tiempo durante la cirugía. Además, al igual que en el DIEP, la musculatura de la pared abdominal se conserva<sup>42</sup>. Su adquisición y los puntos de referencia son iguales que para el DIEP, aunque estas arterias y sus perforantes suelen ser de menor calibre.

### COLGAJO DE ARTERIAS GLÚTEAS INFERIORES

Las arterias glúteas inferiores son las ramas terminales de la arteria iliaca interna<sup>43</sup>. Por su recorrido, suelen tener un pedículo vascular más largo que las perforantes del colgajo de AGS<sup>43</sup>. Este colgajo se caracteriza por tener una menor deformidad de los contornos en comparación con el colgajo de AGS. Está indicado



**Figura 9.** Angiotomografía computada de arterias glúteas inferiores. **A y B:** perforante musculocutánea (flecha) en dirección posteromedial con un calibre aproximado de 4,4 mm. El trayecto intramuscular es corto. **C:** reconstrucción coronal para marcación de las distancias en el eje x y en el eje y con perforante localizada a 202 mm de la línea entre las crestas ilíacas y a 94,6 mm en sentido lateral de la línea media.

como colgajo para reconstrucción de la mama, de defectos perineales y de defectos del isquion<sup>44,45</sup>. Su adquisición y los puntos de referencia son iguales que para el colgajo de AGS (Fig. 9). En general, pueden identificarse de dos a cuatro arterias perforantes en el tercio inferior del glúteo<sup>43</sup>. Las perforantes que tienen dirección medial suelen tener cursos intramusculares más cortos que las perforantes con dirección lateral<sup>43</sup>.

Incluso, este método de imagen puede ser utilizado para la marcación de perforantes para cualquier tipo de colgajo y de arteria (como la arteria peronea y la arteria epigástrica superior profunda, entre otras), incluso para colgajos libres. La comunicación con el cirujano plástico para discutir las opciones del colgajo, los volúmenes requeridos y las posibles zonas de obtención del tejido es clave para la adecuada identificación de las arterias de interés y la marcación de las perforantes necesarias.

## Conclusiones

La angiotomografía es uno de los mejores y más certeros métodos imagenológicos para la determinación y la marcación de perforantes arteriales que pueden ser utilizadas para reconstrucciones con colgajos. Es muy importante incluir en el reporte radiológico el origen de la arteria, detallar su curso, cuantificar el calibre y determinar su emergencia, para facilitar al cirujano la planeación prequirúrgica y el procedimiento quirúrgico. El radiólogo debe estar familiarizado con los tipos de colgajos más comúnmente utilizados. El uso de este método de imagen disminuye los tiempos

quirúrgicos y las posibles complicaciones de las cirugías reconstructivas, especialmente de mama.

## Financiamiento

Los autores declaramos que no hubo financiamiento por ninguna fuente externa para el desarrollo de este trabajo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Bibliografía

1. Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg.* 1987;40:113-41.
2. Masia J, Clavero JA, Larrañaga JR, Alomar X, Pons G, Serret P. Multi-detector-row computed tomography in the planning of abdominal perforator flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2006;59:594-9.
3. Higuera-Suñe MC, López-Ojeda A, Narváes-García JA, De Albert-De Las Vígo M, Roca-Mas O, Perez-Sidelnikova D, et al. Use of angioscanning in the surgical planning of perforator flaps in the lower extremities. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2011;64:1207-13.

4. Oliva IB, Day K, Dill KE, Hanley M, Ahmed O, Bennett SJ, et al. ACR Appropriateness Criteria® imaging of deep inferior epigastric arteries for surgical planning (breast reconstruction surgery). *J Am Coll Radiol.* 2017;14(11S):S456-S461.
5. Rozen WM, Stella DL, Bowden J, Taylor GI, Ashton MW. Advances in the pre-operative planning of deep inferior epigastric artery perforator flaps: magnetic resonance angiography. *Microsurgery.* 2009;29:119-23.
6. Rozen WM, Ribuffo D, Atzeni M, Stella DL, Saba L, Guerra S, et al. Current state of the art in perforator flap imaging with computed tomographic angiography. *Surg Radiol Anat.* 2009;31:631-9.
7. Scott J, Liu D, Said H, Neligan P, Mathes D. Computed tomographic angiography in planning abdomen-based microsurgical breast reconstruction: a comparison with color Duplex ultrasound. *Plast Reconstr Surg.* 2010;125:446-53.
8. Saba L, Atzeni M, Rozen WM, Alonso-Burgos A, Bura R, Piga M, et al. Non-invasive vascular imaging in perforator flap surgery. *Acta Radiol.* 2013;54:89-98.
9. Smit JM, Klein S, Werker PM. An overview of methods for vascular mapping in the planning of free flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2010;63:e674-82.
10. Casey WJ 3<sup>rd</sup>, Chew R, Rebecca A, Smith A, Collins J, Pockaj BA. Advantages of preoperative computed tomography in deep inferior epigastric artery perforator flap breast reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2009;123:1148-55.
11. Rosson GD, Shridharani SM, Magarakis M, Manahan MA, Stapleton SM, Gilson MM, et al. Three-dimensional computed tomographic angiography to predict weight and volume of deep inferior epigastric artery perforator flap for breast reconstruction. *Microsurgery.* 2011;31: 510-6.
12. Clavero JA, Masia J, Larragaña J, Monill JM, Pons G, Siurana S. MDCT in the preoperative planning of abdominal perforator surgery for postmastectomy breast reconstruction. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;191:670-6.
13. Lecours C, Saint-Cyr M, Wong C, Bernier C, Mailhot E, Tardif M, et al. Freestyle pedicle perforator flaps: clinical results and vascular anatomy. *Plast Reconstr Surg.* 2010;125:1589-603.
14. Karunanithy N, Rose V, Lim AK, Mitchell A. CT angiography of inferior epigastric and gluteal perforating arteries before free flap breast reconstruction. *Radiographics.* 2011;31:1307-19.
15. Cina A, Salgarello M, Barone-Adesi L, Rinaldi P, Bonomo L. Planning breast reconstruction with deep inferior epigastric artery perforating vessels: multidetector CT angiography versus color Doppler US. *Radiology.* 2010;255:979-87.
16. Malhotra A, Chhaya N, Nsiah-Sarbeng P, Mosahabi A. CT-guided deep inferior epigastric perforator (DIEP) flap localization — better for the patient, the surgeon, and the hospital. *Clin Radiol.* 2013;68:131-8.
17. Rozen W, Ashton M, Grinsell D. The type 4 DIEA: a newly identified branching pattern of the deep inferior epigastric artery. *Plast Reconstr Surg.* 2010;126:86c-7c.
18. Rozen W, Ashton M, Grinsell D. The branching pattern of the deep inferior epigastric artery in vivo: a new classification based on CT angiography. *Clin Anat.* 2010;23:87-92.
19. Koshima I, Soeda S, Yamasaki M, Kyou J. The free or pedicled anteromedial thigh flap. *Ann Plast Surg.* 1988;21:480-5.
20. Allen RJ, Treece P. Deep inferior epigastric perforator flap for breast reconstruction. *Ann Plast Surg.* 1994;32:32-8.
21. Angrigiani C, Grilli D, Siebert J. Latissimus dorsi musculocutaneous flap without muscle. *Plast Reconstr Surg.* 1995;96:1608-14.
22. Thomsen JB, Gunnarsson LG. The evolving breast reconstruction: from latissimus dorsi musculocutaneous flap to a propeller thoracodorsal fasciocutaneous flap. *Gland Surg.* 2014;3:151-4.
23. Schaverien M, Wong C, Bailey S, Saint-Cyr M. Thoracodorsal artery perforator flap and Latissimus dorsi myocutaneous flap — anatomical study of the constant skin paddle perforator locations. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2010;63:2123-7.
24. Apffelstaedt J. Indications and complications of latissimus dorsi myocutaneous flaps in oncologic breast surgery. *World J Surg.* 2002; 26:1088-93.
25. Pinsolle V, Grinfeder C, Mathoulin-Pelissier S, Faucher A. Complications analysis of 266 immediate breast reconstructions. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2006;59:1017-24.
26. Schneider WJ, Hill Jr HL, Brown RG. Latissimus dorsi myocutaneous flap for breast reconstruction. *Br J Plast Surg.* 1977;30:277-81.
27. Haughey BH, Fredrickson JM. The latissimus dorsi donor site. Current use in head and neck reconstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1991;117:1129-34.
28. De Weerd L, Elvenes OP, Strandenes E, Weum S. Autologous breast reconstruction with a free lumbar artery perforator flap. *Br J Plast Surg.* 2003;56:180-3.
29. Mathur BS, Tan SS, Bhat FA, Rozen WM. The transverse lumbar perforator flap: an anatomic and clinical study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2016;69:770-6.
30. Kill BJ, Rozen WM, Pan WR, Grinsell D, Ashton MW, Corlett RJ, et al. The lumbar artery perforators: a cadaveric and clinical anatomical study. *Plast Reconstr Surg.* 2009;123:1229-38.
31. Bissell MB, Greenspun DT, Levine J, Rahal W, Al-Dhamin A, AlKhawaji A, et al. The lumbar artery perforator flap: 3-dimensional anatomical study and clinical applications. *Ann Plast Surg.* 2016;77:469-76.
32. Fujino T, Harasina T, Aoyagi F. Reconstruction for aplasia of the breast and pectoral region by microvascular transfer of a free flap from the buttock. *Plast Reconstr Surg.* 1975;56:178-81.
33. Wagstaff MJ, Rozen WM, Whitaker IS, Enajat M, Audolfsson T, Acosta R. Perineal and posterior vaginal wall reconstruction with superior and inferior gluteal artery perforator flaps. *Microsurgery.* 2009;29:626-9.
34. LoTempio MN, Allen RJ. Breast reconstruction with SGAP and IGAP flaps. *Plast Reconstr Surg.* 2010;126:393-401.
35. De Beule T, Van Deun W, Vranckx J, De Dobbelaere B, Maleux G, Heye S. Anatomical variations and preoperative imaging technique concerning the anterolateral thigh flap: guiding the surgeon. *Br J Radiol.* 2016;89:20150920.
36. Ribuffo D, Atzeni M, Saba L, Milia A, Guerra M, Mallarini G. Angio computed tomography preoperative evaluation for anterolateral thigh flap harvesting. *Ann Plast Surg.* 2009;62:368-71.
37. McCarthy JL, Corey AS, El-Deiry MW, Baddour HM, Cavazuti BM, Hudgins PA. Imaging of surgical free flaps in head and neck reconstruction. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2019;40:5-13.
38. Rozen WM, Ashton MW, Pan WR, Kill BJ, McClure VK, Grinsell D, et al. Anatomical variations in the harvest of anterolateral thigh flap perforators: a cadaveric and clinical study. *Microsurgery.* 2009;29:16-23.
39. Elzinga K, Buchel E. The deep circumflex iliac artery perforator flap for breast reconstruction. *Plast Surg (Oakv).* 2018;26:229-37.
40. Standring S. True pelvis, pelvic floor and perineum. En: *Standring S, editor. Gray's Anatomy.* 41<sup>st</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2016. p. 1221-36.
41. Taylor GI, Daniel RK. The anatomy of several free flap donor sites. *Plast Reconstr Surg.* 1975;56:243-53.
42. Kim BJ, Choi JH, Kim TH, Jin US, Minn KW, Chang H. The superficial inferior epigastric artery flap and its relevant vascular anatomy in Korean women. *Arch Plast Surg.* 2014;41:702-8.
43. Granzow JW, Levine JL, Chiu ES, Allen RJ. Breast reconstruction with gluteal artery perforator flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2006;59:614-21.
44. Hainsworth A, Al Akash M, Roblin P, Mohanna P, Ross D, George ML. Perineal reconstruction after abdominoperineal excision using inferior gluteal artery perforator flaps. *Br J Surg.* 2012;99:584-8.
45. Kim YS, Lew DH, Roh TS, Yoo WM, Lee WJ, Tark KC. Inferior gluteal artery perforator flap: a viable alternative for ischial pressure sores. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2009;62:1347-54.