

Rodríguez-Vegas, M.; Martín Hervás, C.; Bartolomé Villar, A.  
Angiotomografía computerizada, colgajos de perforante, cirujano y OsiriX  
Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana, vol. 39, núm. 1, enero-marzo, 2013, pp. 35-46  
Sociedad Española de Cirugía Plástica, Reparadora y Estética  
Madrid, España

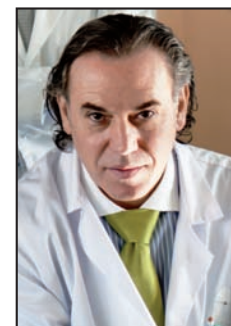
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=365533929005>

Cirugía Plástica  
Ibero-Latinoamericana

*Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*,  
ISSN (Versión impresa): 0376-7892  
[ciplatin@gmail.com](mailto:ciplatin@gmail.com)  
Sociedad Española de Cirugía Plástica,  
Reparadora y Estética  
España

# Angiotomografía computerizada, colgajos de perforante, cirujano y OsiriX

## Computed tomography angiography, perforator flaps, surgeon and OsiriX



Rodríguez-Vegas, M.

Rodríguez-Vegas, M.\*, Martín Hervás, C.\*\*, Bartolomé Villar, A.\*\*\*

### Resumen

Desde la introducción de la transferencia cutánea basada en perforantes, la angiotomografía computerizada ha emergido como una técnica de gran valor en la planificación preoperatoria de los colgajos de perforante. Sin embargo, parece probable que el aprovechamiento de la técnica sea menor del deseable.

Evaluamos, a través de la experiencia en 144 pacientes, la utilidad del visor gratuito de imágenes DICOM OsiriX para Mac en la planificación preoperatoria de los colgajos de perforante con tres objetivos: 1) ampliar los conocimientos actuales relacionados con la aplicación de la angiotomografía computerizada en la planificación preoperatoria de los colgajos de perforante, 2) evaluar la aplicación OsiriX en el post-procesamiento de imágenes en la planificación preoperatoria de colgajos de perforante y 3) evaluar el rendimiento obtenible de la angiotomografía considerando que el postprocesamiento es realizado por un cirujano (no especialista en Radiodiagnóstico).

La experiencia permite afirmar que el postprocesamiento de las imágenes DICOM por el cirujano con la aplicación OsiriX permite habitualmente evaluar de manera adecuada diversas estructuras y parámetros de gran interés en la cirugía de colgajos de perforante: 1) arteria principal, origen de la perforante, 2) diámetro de arteria y vena/s en el hipotético sitio de anastomosis microquirúrgica, 3) recorrido y patrón de ramificación del pedículo del colgajo, 4) disposición de la perforante en la grasa subcutánea (teórico eje de diseño del colgajo), 5) medición del grosor cutáneo en el punto de perforación de la fascia profunda por la rama perforante (teórico grosor de colgajo), 6) medición de la distancia entre el punto de perforación de la fascia profunda por la rama perforante y el origen de la arteria principal (teórica longitud máxima posible de pedículo) y 7) medición del diámetro, en el punto de perforación de la fascia profunda, de la perforante.

En consecuencia, parece aconsejable que el cirujano plástico relacionado con los colgajos de perforante se involucre decididamente en el post-procesamiento de las imágenes de angiotomografía computerizada. El visor de imágenes DICOM gratuito OsiriX es una alternativa eficiente, comparable a aplicaciones más profesionales sólo disponibles en servicios de Radiología.

**Palabras clave** Angiotomografía computerizada,  
Colgajos de perforante, OsiriX

**Código numérico** 106-140-158336

### Abstract

With the advent of perforator-based skin transfer, computed tomography angiography has emerged as an invaluable tool in the preoperative planning of perforator flaps. But most likely, the exploitation of the technique is less than desirable.

Through our experience with 144 patients, we evaluate the use of the free DICOM viewer OsiriX for Mac in the preoperative planning of perforator flaps with three objectives: 1) increase the present knowledge related with the preoperative planning of perforator flaps with computed tomography angiography, 2) evaluate the OsiriX application in the image post-processing of perforator flaps and 3) evaluate the performance of the procedure when performed by a surgeon (not specialized in Radiology).

The experience has shown that the image post-processing performed by the surgeon with the OsiriX application usually allows an adequate evaluation of different structures and parameters of great preoperative interest in perforator flap surgery: 1) source artery, 2) diameter of artery and vein/s at the hypothetical site of microsurgical anastomoses, 3) course and branching pattern of the flap pedicle, 4) perforator course in the subcutaneous fat (theoretical flap axis), 5) measurement of the skin and fat where the perforator pierces the deep fascia (theoretical flap thickness), 6) measurement of the distance between the point of entrance of the perforator in the subcutaneous fat to the source artery (theoretical maximal pedicle length) and 7) measurement of the perforator diameter where it pierces the deep fascia.

Ultimately, in the authors' opinion, those plastic surgeons involved in perforator flap surgery would largely benefit from incorporating the image post-processing into their routine practice. The free DICOM viewer OsiriX is an efficient alternative, comparable to the more professional software only available in Radiology services.

**Key words** Computed tomography angiography,  
Perforator flap, OsiriX.

**Numerical Code** 106-140-158336

\* Especialista en Cirugía Plástica, Estética y Reparadora. Hospital Quirón. Madrid. España.

\*\* Especialista en Radiología y Diagnóstico por la Imagen. Hospital La Paz, Madrid. España.

\*\*\* Jefe del Servicio de Radiodiagnóstico y Diagnóstico por la Imagen. Hospital FREMAP de Majadahonda, Madrid. España.

## Introducción

La evaluación preoperatoria con imágenes del árbol vascular ha motivado el interés de los cirujanos plásticos desde los primeros días de la reconstrucción microquirúrgica y, a lo largo de los años, se han empleado numerosas técnicas. La de ultrasonidos Doppler unidireccional ha sido la técnica de imagen preoperatoria de referencia desde la introducción en la práctica clínica de los colgajos libres (1,2); es accesible y económica y puede emplearse para investigar la localización y flujo de las perforantes. Sin embargo, localiza no sólo las perforantes adecuadas para la microanastomosis, sino también las perforantes excesivamente pequeñas, que no lo son. Los resultados falsos-positivos con la sonografía Doppler unidireccional pueden alcanzar el 50%. Además, la detección de las perforantes consume mucho tiempo, tiene un bajo nivel de fiabilidad y un alto grado de variabilidad entre observadores si la comparamos con otras técnicas. Por consiguiente, no es ideal para la evaluación preoperatoria de la anatomía vascular aunque, por su disponibilidad, es la que emplean la mayor parte de los cirujanos (3).

El uso del color bidimensional asociado al Doppler (Doppler a color) ha sido una mejoría sobre el Doppler unidireccional (4). El ultrasonido Doppler a color aporta información precisa sobre el número de perforantes y su diámetro con un valor predictivo del 100%. En comparación con la angiotomografía computerizada (ATC), el Doppler a color ofrece más información sobre la velocidad de flujo vascular, el estado y grosor del tejido subcutáneo y las características anatómicas de los músculos y fascia subyacentes. Esta técnica ha mejorado la sensibilidad y especificidad en la identificación de perforantes y es altamente fiable en la diferenciación entre arterias y venas. Sus mayores limitaciones son: el gran consumo de tiempo que genera, la dependencia del informador (a diferencia de las técnicas angiográficas en las que la variabilidad interobservador parece minimizada) y la alta especialización que requiere. La arteriografía con catéter es una técnica invasiva. Durante décadas, sólo la angiografía basada en catéter podía ofrecer una visualización detallada de la anatomía vascular con fines diagnósticos y terapéuticos. En Cirugía Reconstructiva, su uso se ha relacionado fundamentalmente con la evaluación preoperatoria en la transferencia de peroné vascularizado y en la toma de decisiones sobre vasos receptores en las transferencias microquirúrgicas. Su uso actual ha disminuido notablemente gracias a la aparición de la ATC. La angiotomografía computerizada utiliza imágenes radiológicas analizadas por ordenador en combinación con un bolo de contraste intravenoso para producir reconstrucciones de las estructuras vasculares de alta resolución. El rápido avance tecnológico con el aumento progresivo del número de detectores, ofrece imágenes cada vez más detalladas con menor tiempo y dosis de radiación (5). La ATC ha demostrado ventajas importantes sobre otras mo-

dalidades de imagen tradicionales. Es una técnica no invasiva, ofrece imágenes más precisas que el Doppler o el Doppler color, información detallada del curso intramuscular de los vasos perforantes, información sobre otros vasos del campo escaneado y puede, además, dar información incidental valiosa (4).

Entre las técnicas modernas de imagen preoperatoria en la transferencia tisular microquirúrgica, la ATC es la única con un nivel de evidencia II frente a las restantes que presentan un nivel IV (según el *Oxford Centre for Evidence Based Medicine*) (5). A pesar de sus grandes virtudes, algunas voces críticas han alertado sobre el coste y la exposición a radiación ionizante asociados.

En una extensa revisión bibliográfica, Pratt y col (4) concluyen que, si bien no existen estudios randomizados multicéntricos que apoyen el uso clínico de las innovaciones descritas, sí existe una extensa y creciente bibliografía que apoya los beneficios de la ATC y demuestra globalmente su alta seguridad y beneficio para los pacientes.

La resonancia magnética, desde su introducción en los años 70, se ha convertido en la técnica de imagen de elección en muchos estudios de partes blandas por sus excelentes imágenes y por no asociar riesgo de la radiación ionizante. Sin embargo, sigue siendo una tecnología cara, además de que el tiempo de adquisición de imágenes es lento y está contraindicada ante la presencia de implantes médicos metálicos o claustrofobia. La suplementación de la resonancia con un material de contraste no ionizante paramagnético, como el gadolinio, mejora la capacidad de la técnica para evaluar el árbol arterial (angiorresonancia magnética) y por ello, comienza a ser una técnica de imagen popular en Cirugía Reconstructiva, aunque su uso en la evaluación preoperatoria de las perforantes, sin embargo, no parece competir en este momento con la ATC (6).

OsiriX, aplicación informática dedicada al procesamiento de imágenes DICOM, es un programa de código abierto escrito por un radiólogo suizo, Antoine Rosset (7), que transforma un Apple Macintosh en una estación de trabajo PACS DICOM para procesar y visualizar imágenes médicas (Fig. 1). La aplicación se distribuye de manera gratuita en su versión 32-bit bajo licencia GNU. Existe una versión 64-bit que permite un uso extendido de la memoria RAM además de una versión OsiriX MD que dispone de la certificación de la FDA (*Food and Drug Administration*) como dispositivo médico de clase II para el diagnóstico de imágenes médicas. OsiriX fue diseñado específicamente para la navegación y visualización de imágenes multimodalidad y multidimensionales 2D, 3D, 4D y 5D y está construido según una



Fig. 1. OsiriX.

arquitectura integralmente ampliable mediante extensiones (*plugins*) que permite aumentar las funcionalidades de OsiriX. Existen también una versión HD para *Iphone* y para *Ipad* que abre nuevos horizontes en la portabilidad de los estudios de angiotomografía. Esta aplicación no pretende reemplazar a las estaciones de trabajo profesionales, sino ofrecer una herramienta flexible y útil al usuario individual.

Revisamos nuestra experiencia en la evaluación preoperatoria de perforantes mediante ATC con tres objetivos: 1) ampliar los conocimientos actuales relacionados con la aplicación de la angiotomografía computerizada en la planificación preoperatoria de los colgajos de perforante, 2) evaluar la aplicación OsiriX en el postprocesamiento de imágenes DICOM aplicada a la planificación preoperatoria de colgajos de perforante y 3) evaluar el rendimiento obtenible de la angiotomografía considerando que el postprocesamiento lo realiza un cirujano (no especialista en Radiodiagnóstico).

## Material y método

### Pacientes

La investigación comprendió los estudios angiotomográficos de 144 pacientes consecutivos en los que la prueba se realizó como parte del estudio preoperatorio habitual para reconstrucción tisular con colgajo libre o pediculado. La serie incluyó 79 colgajos ánterolaterales de muslo (ALT), 32 colgajos de perforante de epigástrica inferior profunda (DIEP), 4 colgajos de perforante de epigástrica inferior superficial (SIEA), 2 colgajos de perfo-

rante glútea (SGAP), 5 colgajos súperolaterales de muslo (SLT), 12 colgajos tóracodorsales de perforante (TDAP), 3 colgajos de perforante de tibial anterior (ATP) y 7 colgajos de perforante de tibial posterior (PTP). El total de estudios evaluados fue de 144 (Tabla I).

La utilización de estos estudios clínicos para la confección de esta publicación fue aprobada por el correspondiente Comité Ético Institucional. Todos los pacientes dieron su consentimiento para la realización del estudio angiotomográfico y su uso en la realización de esta investigación. Los estudios fueron realizados en dos centros hospitalarios: 1) Hospital FREMAP de Majadahonda (Madrid, España) (132 estudios) y 2) Hospital Quirón de Madrid (España) (12 estudios) en el período comprendido entre marzo del 2008 y febrero del 2011. El grupo de pacientes incluyó 56 mujeres y 88 varones con edades comprendidas entre los 23 y 67 años (media 42,6).

### Parámetros de estudio

Tras la evaluación bibliográfica y a la vista de los objetivos de este estudio, se decidió la evaluación de los siguientes parámetros mediante la aplicación OsiriX (Tabla II):

- 1) Arteria principal, origen de la perforante.
- 2) Diámetro de arteria y vena/s del pedículo en el hipotético sitio de anastomosis microquirúrgica.
- 3) Recorrido y ramas del pedículo del colgajo.
- 4) Medición de la distancia entre el punto de perforación de la fascia profunda por la rama perforante y el hipotético sitio de anastomosis microquirúrgica (teórica longitud máxima posible de pedículo).

Tabla I. Planificación preoperatoria de colgajos de perforante mediante angiotomografía. Estudios evaluados

Colgajos		Número de estudios
Colgajo microquirúrgico	Colgajo ánterolateral de muslo (ALT)	79
	Colgajo perforante de epigástrica inferior profunda (DIEP)	32
	Colgajo de epigástrica inferior superficial (SIEA)	4
	Colgajo perforante de glútea superior (SGAP)	2
	Colgajo súperolateral de muslo (SLT)	5
	Colgajo perforante tóracodorsal (TDAP)	12
Colgajo pediculado regional (en hélice)	Colgajo perforante de tibial anterior (ATP)	3
	Colgajo perforante de tibial posterior (PTP)	7
<b>Total</b>		<b>144</b>

Tabla II. Parámetros y estructuras estudiados

1. Arteria principal, origen de la perforante
2. Diámetro de arteria y vena/s del pedículo en el hipotético sitio de la anastomosis microquirúrgica
3. Recorrido y ramas del pedículo del colgajo
4. Medición de la distancia entre el punto de perforación de la fascia profunda por la rama perforante y el hipotético sitio de la anastomosis microquirúrgica (teórica longitud máxima posible de pedículo)
5. Medición del diámetro de la perforante en el punto de perforación de la fascia profunda
6. Medición del grosor cutáneo en el punto de perforación de la fascia profunda por la rama perforante (teórico grosor de colgajo)
6. Disposición de la perforante en la grasa subcutánea (teórico eje de diseño del colgajo)

- 5) Medición del diámetro de la perforante en el punto de perforación de la fascia profunda.
- 6) Medición del grosor cutáneo en el punto de perforación de la fascia profunda por la rama perforante (teórico grosor de colgajo).
- 7) Disposición de la perforante en la grasa subcutánea (teórico eje de diseño del colgajo).

Parámetros de adquisición y material de contraste

Tras el oportuno consentimiento informado, los estudios ATC fueron realizados con un tomógrafo multidetector de 4 canales (Hospital FREMAP) y 64 canales (Hospital Quirón). Se llevó a cabo una extensa búsqueda bibliográfica a fin de determinar los parámetros de adquisición aconsejados para la realización del estudio angiotomográfico. De acuerdo a la literatura relacionada y a la experiencia previa en el centro, los valores de adquisición y relativos a la inyección de contraste intravenoso (detallados en la Tabla III), se ajustaron básicamente a los propuestos por Philips y col (8) y Rozen y col (9). La prueba se realizó con el paciente en posición de decúbito

supino para su comodidad y, salvo en el caso de algunos colgajos, para simulación de la posición en quirófano. La inyección de contraste se hizo a través de la vena antecubital antebraquial del miembro superior no dominante y consistió en un bolo de 120 ml. de contraste intravenoso iodado no iónico, de baja osmolaridad y alta concentración, mediante un sistema inyector a velocidad de 4 ml./seg., seguido inmediatamente por un bolo de 50 ml. de suero salino a una velocidad de 4 ml./seg. Los parámetros de adquisición fueron seleccionados para una relación óptima entre la dosis de radiación y la calidad de la imagen y la adecuación del principio ALARA (*as low as reasonably achievable*) (10).

Postprocesamiento de imágenes

Las imágenes fueron reconstruidas y analizadas por el primer autor en un iMac con pantalla de 24 pulgadas (2.4 GHz Intel Core 2 Duo Desktop Computer, 4 GB random-access memory; Apple Computer, Cupertino, CA, EE.UU.) con el sistema operativo Mac OS X v. 10.6.8 y la aplicación dedicada al procesamiento de imágenes

Tabla III. Parámetros de adquisición y material de contraste

Tomógrafo	Aquilion 4, Toshiba, Japón	Lightspeed VCT; GE Healthcare, EE.UU.
Rango de estudio	Variable según el área de estudio	
Dirección de escaneo	Craneo-caudal o caudo-craneal según el área de estudio	
Características del rango		
Colimación	4x1 mm	64x0.625 mm
Voltaje de tubo	120 kV	120 kV
Corriente de tubo	300 mA	180-200
Velocidad de rotación	0,75 s	0,37 s
Material de contraste		
Contraste	Ultravist 370 (Schering AG)	Ultravist300 (Schering AG)
Sistema inyector	Ulrich CT Injector XD 5500 (Ulrich Medical Systems)	Nemoto Dual Shot Injector (NemotoKyorindo Co. Ltd.)
Volumen	120 cc	100 cc
Velocidad	4 cc/s	4 cc/s
Lavado en bolo con suero salino		
Volumen	50 cc	50 cc
Velocidad	4 cc/s	4 cc/s
Reconstrucción de imágenes		
Grosor de reconstrucción	1-2 mm	0,625 mm

Tabla IV. Modos de reconstrucción de imagen utilizados

Parámetro o estructura evaluada	Modo utilizado
– Evaluación anatómica global e inicial	2D MPR ortogonal
– Análisis de vasos de pequeño calibre (diámetro < 4 mm) y medición de sus diámetros	3D MPR curvo 3D MPR
– Distancia entre puntos de interés definidos	3D MPR
– Medición del grosor teórico del colgajo	2D MPR ortogonal 3D MPR
– Medición de la longitud teórica máxima de pedículo de colgajo	3D MPR curvo
– Recorrido de la perforante en el tejido subcutáneo	2D MPR ortogonal
– Evaluación volumétrica y toma de fotografías	3D VR



OsiriX PACS Workstation en su versión 4.1.2 64-bit (7). La captura de imágenes en pantalla se hizo mediante la aplicación Grab para Mac (v 1.7), utilidad incluida en el sistema operativo.

### Modos de reconstrucción utilizados

En base a la experiencia previa del autor y tras la oportuna revisión bibliográfica, se utilizaron en el estudio y análisis anatómico y vascular los modos de reconstrucción que se detallan a continuación (Tabla IV).

Los modos 2D MPR ortogonal y 3D MPR fueron considerados modos de visualización referenciales. El modo 2D MPR ortogonal corresponde a las tres vistas posibles de las imágenes (axial, coronal y sagital) y en él se realizó el marcaje de los puntos de interés (ROI, *regions of interest*) y una primera evaluación anatómica global. Los puntos de interés definidos más habituales fueron: 1) puntos referenciales para la localización en superficie de la perforante, variables según la zona de estudio (ombligo, espina ilíaca anterosuperior, trocánter mayor y maléolos, entre otros); 2) punto de perforación de la fascia profunda por las perforantes; 3) zona de emergencia de la perforante del vaso principal y 4) ramas arteriales adicionales en el caso de colgajos compuestos.

El modo 3D MPR permite la generación de un corte multiplanar (axial, sagital y coronal) en cualquier posición y orientación del volumen 3D. Este modo de visualización fue utilizado además, en la medición de distancias entre puntos.

El modo 3D MPR curvo permite visualizar en una imagen toda la extensión de la anatomía de los vasos sanguíneos y se empleó para el estudio detallado de los vasos y de su relación con las estructura adyacentes. Además, en su modo estirado (*stretched*), se empleó para la medición de la longitud y diámetro vasculares.

El modo 3D VR, que permite recrear imágenes 3D volumétricas, fue utilizado para la ubicación en superficie de las perforantes en relación a los puntos referenciales de marcación en superficie y a efectos de presentación fotográfica.

### Mediciones en OsiriX

La aplicación OsiriX dispone de una calibración en pantalla que permite medir con precisión milimétrica la distancia entre dos puntos situados en un mismo plano (11), posible en el modo 3D MPR. La investigación realizada incluyó diversos tipos de mediciones:

- Medición de distancias entre puntos de interés previamente definidos.
- Medición del diámetro externo de vasos de pequeño calibre (< 3-4 mm): 1) diámetro en el sitio de anastomosis teórica en el caso de colgajos microquirúrgicos o punto pivote en los colgajos pediculados y 2) diámetro de la perforante en el punto de perforación de la fascia profunda.

La literatura apunta la dificultad en la medición del diámetro en vasos menores de 2 mm. y ninguna de las herramientas de OsiriX o las extensiones disponibles per-

mitieron una adecuada medición del calibre de este tipo de vasos. Por consiguiente, esta medición debió considerarse imprecisa debido a la incapacidad de la técnica, del informador y/o de la aplicación informática en la delimitación precisa de los contornos vasculares en vasos de tan reducido calibre. Pese a ello, y aunque meramente de modo orientativo, estas mediciones fueron realizadas de manera manual en el modo 3D MPR curvo. Además, como ya han apuntado otros autores, la visibilidad de los vasos de pequeño calibre ha demostrado ser pobre cuando éstos discurren cercanos a estructuras óseas.

### RESULTADOS

De manera global, la ATC demostró unas excelentes aptitudes para la visualización e investigación de la anatomía vascular y músculo-esquelética y para el estudio de los vasos perforantes. Tanto el tomógrafo de 64 cortes como el de 4 cortes, pese a no ser éste de última generación, permitieron una visualización adecuada de las estructuras. Como era de esperar, los modos 2D MPR ortogonal y 3D MPR fueron los que globalmente ofrecieron más información además de ser los de más fácil aprendizaje. Asimismo, considerando las elevadas exigencias de equipamiento informático de las aplicaciones de postprocesamiento de imágenes, estos modos de visualización demostraron ser fluidos, por lo que no exigieron, a diferencia del modo 3D VR, un procesador de última generación.

En el modo 2D MPR ortogonal, el ajuste del parámetro *thick slab* (grosor de corte) a *mean* (medio) y número de 8-10 permitió una excelente visualización inicial, global y “relajante” de la arteria y estructuras adyacentes, además de la definición de los puntos de interés ROI (Figs. 2 y 3). El ajuste del *thick slab* a una proyección de intensidad máxima (MIP) variable según la región de es-

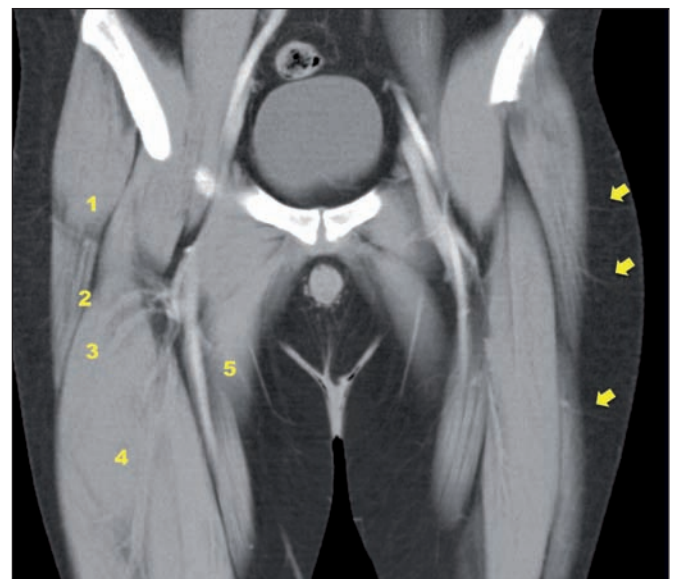


Fig. 2. Modo 2D MPR (plano coronal) (*mean*, *thickslab* 8) donde pueden observarse tres perforantes (flechas amarillas) y las ramas de la arteria circunfleja femoral lateral (1. Rama ascendente. 2. Rama transversa. 3. Rama oblicua (inconstante). 4. Rama descendente. 5. Arteria femoral superficial).

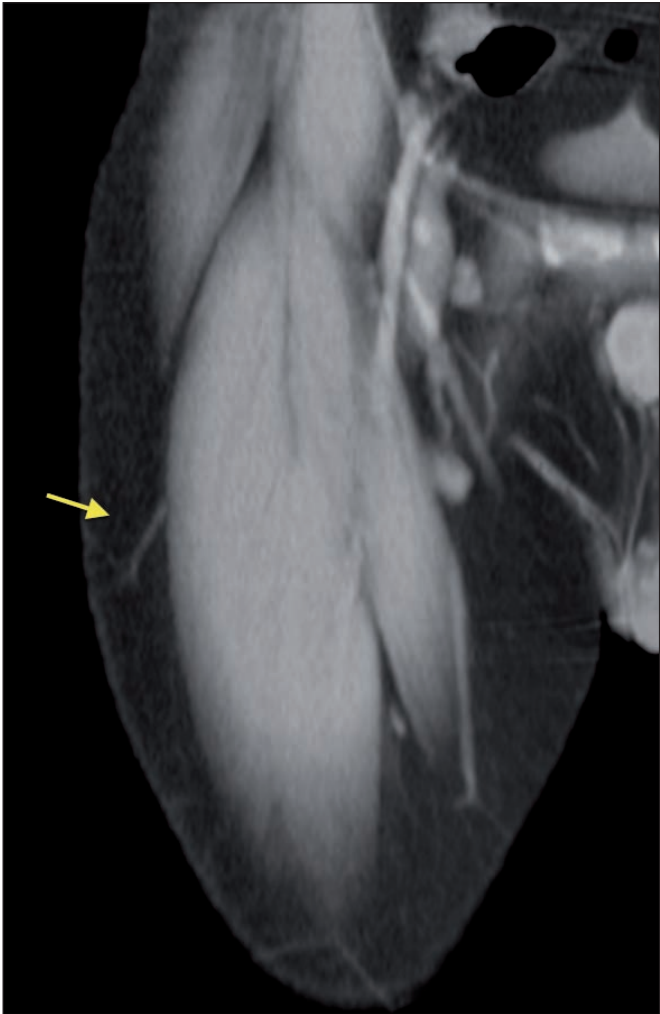


Fig. 3. Modo 2D MPR (coronal) (mean, thickslab 8). Perforante de la rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral.

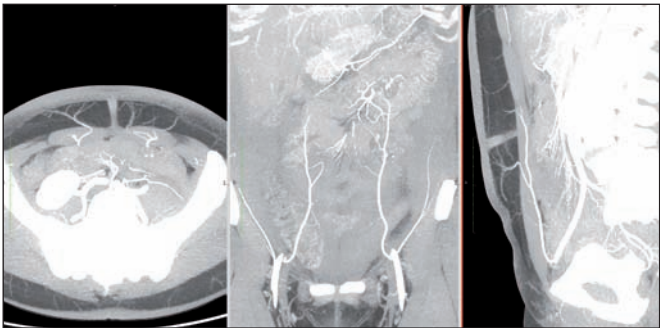


Fig. 4. Modo 2D MPR (coronal) (MIP 50). La sumación de cortes en máxima intensidad permite evaluar tanto las perforantes como el pedículo del colgajo DIEP.

tudio (6-50) permitió la mejor demostración de los segmentos intramuscular y subcutáneo de las vasos perforantes (Fig. 4).

El modo 3D MPR curvo demostró ser el modo de reconstrucción más adecuado para la visualización global de los vasos perforantes al permitir “enderezarlos” y así verlos en una sola imagen (Fig. 5). También, analizar con detalle las relaciones entre la arteria y las estructuras adyacentes. Entre las dos opciones posibles, enderezado (*straightened*) y estirado (*stretched*), esta segunda, que preserva la isometría, presentó la gran ventaja de permi-

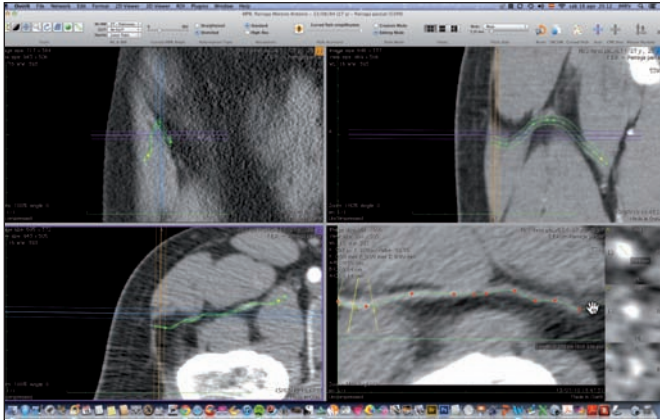


Fig. 5. El modo 3D MPR curvo permite estudiar la longitud y recorrido del pedículo vascular además de realizar una medición ajustada de la longitud del pedículo y aproximada del diámetro de la perforante.

tir la medición de las longitudes de los vasos a pesar de su recorrido anfractuoso. El rendimiento en la medición de los diámetros de los vasos de pequeño calibre fue menor por la imposibilidad de establecer su límite con precisión.

El procesamiento de imágenes 3D VR demostró ser una excelente herramienta para la valoración y representación 3D de la anatomía. La manipulación de los valores CLUT (*color look-up table*) permitió asignar un color y opacidad a cada uno de los valores de intensidad de la tabla. Aunque OsiriX, por defecto, ofrece diversos valores predefinidos de CLUT no se consideró adecuado ninguno de ellos para la visualización óptima de los vasos de estudio. Se investigaron las posibilidades del editor CLUT de 16-bit y, finalmente, se determinaron parámetros que hicieron aparecer transparente la grasa subcutánea y maximizar los contornos de las superficies musculares, mejorando así la visibilidad de los vasos en la grasa subcutánea (Fig. 6).

La determinación de los puntos de interés ROI demostró ser de gran interés tanto en la medición de distancias como en la transferencia de los datos evaluados en los modos 2D y 3D MPR al modo 3VR.

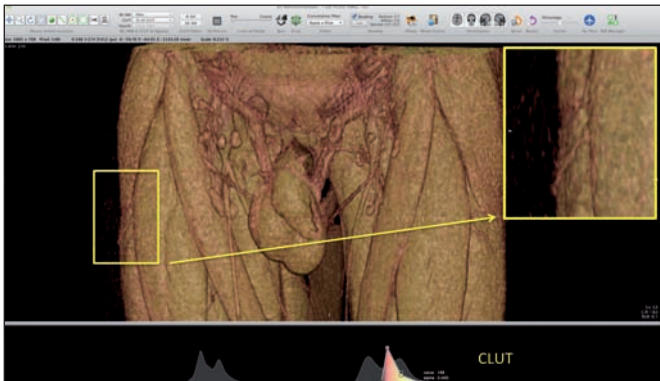


Fig. 6. Modo 3D VR donde se observa una perforante septocutánea de la arteria circunfleja femoral lateral (aumentada de tamaño en el recuadro). La manipulación de los valores del CLUT permite crear imágenes muy ilustrativas.



## Discusión

La implantación de la ATC en la evaluación preoperatoria de los colgajos de perforante es imparable porque, entre las técnicas avanzadas capaces de realizar un análisis angiográfico sin inyección intraarterial, sólo la angiotomografía ha demostrado mejorar los resultados quirúrgicos en comparación con otras técnicas de imagen (3). La ATC ha demostrado mejorar los resultados quirúrgicos gracias a que permite seleccionar con precisión las perforantes más adecuadas y así maximizar la vascularización del colgajo a la vez que minimizar la disección y el daño muscular (8,12).

Existen múltiples características de las perforantes individuales que pueden suponer un beneficio quirúrgico potencial. En primer lugar, el diámetro de las perforantes ha demostrado tener una influencia importante en la supervivencia del colgajo (Fig. 7). Por ello son deseables aquellas perforantes de un diámetro mayor de 1-1,5 mm para mejorar la viabilidad del colgajo. Al seleccionar perforantes mayores disminuye el riesgo de pérdida del colgajo, de necrosis cutánea parcial y de necrosis grasa (3,13,14). En los colgajos abdominales de perforante además, la minimización de la disección intramuscular se asocia con una franca disminución de la morbilidad y de la debilidad de la pared abdominal. Además, su utilidad en el estudio de los vasos receptores ha demostrado ser relevante (15).

La ATC preoperatoria representa un beneficio económico y una favorable relación coste/eficiencia en la cirugía de colgajos de perforante. Según Rozen y col. (9), Smit y col. (3) y Uppal y col. (14) entre otros, el uso preoperatorio de la ATC disminuye los tiempos quirúrgicos además del tiempo de estancia postoperatoria de los pacientes. Un beneficio adicional es que el conocimiento preoperatorio de los detalles anatómicos de la perforante concreta disminuye el estrés del cirujano durante el procedimiento quirúrgico. En 2009, Rozen y col. (9) en un

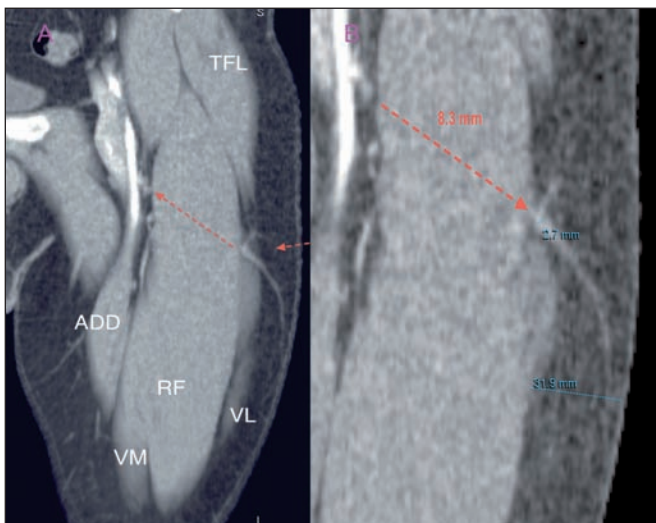


Fig. 7. El modo 2D MPR (coronal) también es útil en la medición de la longitud del pedículo, del diámetro aproximado de la perforante y del grosor del colgajo.

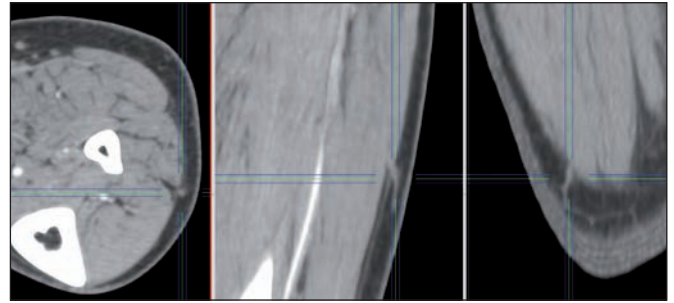


Fig. 8. Imagen 2D MPR (axial, coronal y sagital) de una perforante de la arteria tibial anterior.

estudio de costes sobre la técnica, refieren un ahorro por paciente de 3.410\$ US con el uso preoperatorio de la ATC en reconstrucción mamaria microquirúrgica con colgajos abdominales (derivado fundamentalmente de los gastos quirúrgicos).

La ATC se ha convertido progresivamente en la técnica de imagen preoperatoria de referencia en reconstrucción mamaria microquirúrgica con colgajos abdominales (3), pero también se ha utilizado como herramienta efectiva no invasiva en la localización de perforantes en otras diversas regiones corporales (Fig. 8). Es una técnica fácilmente disponible, extremadamente rápida y que presenta una baja variabilidad interobservador. Tanto estudios en cadáver como clínicos han evidenciado la exactitud de la ATC y demostrado una sensibilidad y valor predictivo positivo por encima del 99%. Los estudios de resultados en cohortes pareadas muestran una mejoría en los tiempos operatorios, en las complicaciones relacionadas con los colgajos y en la morbilidad relacionada con la zona donante (3,14).

El uso de la ATC, no obstante, no está exento de riesgos. Una encuesta realizada en 2003 afirma que se realizan más de 93 millones de tomografías computerizadas (TC) anualmente, lo que corresponde a una frecuencia de 16 exámenes por cada 1.000 habitantes. La TC ha recibido una especial atención por su relativamente alta dosis de radiación por estudio. Aunque sólo supone cerca del 17% de todos los estudios médicos de imagen realizados, produce aproximadamente la mitad de la radiación poblacional con fines médicos (16). La percepción general es que existe el riesgo de cáncer asociado a la ATC, pero existen pocos estudios que lo hayan evaluado con rigor. La FDA establece que un estudio ATC de 10-mSv puede asociarse a un aumento en la posibilidad de cáncer de aproximadamente 1 por cada 2.000 casos, aunque todavía existen dudas sobre cómo este riesgo se ve condicionado por la edad del paciente, su sexo o el protocolo de adquisición, si bien parece que la población infantil es motivo de especial preocupación (17). En este escenario parece imprescindible la correcta indicación de los estudios de TC además de la minimización de los riesgos mediante la mejoría tecnológica de los nuevos escáneres y la optimización de los protocolos de adquisición de las imágenes. Diversos grupos de trabajo han realizado pro-



tos de adquisición encaminados a lograr la mínima administración de radiación que permita un estudio de calidad suficiente (ALARA, *as low as reasonably available*) (18). Es discutible el uso de la ATC en la planificación preoperatoria de los colgajos de perforante, pero parece existir evidencia de sus grandes beneficios (5).

Existen diferencias sustanciales de procedimiento entre la ATC aplicada a la evaluación de perforantes y el resto de estudios. Sin embargo, hay pocas publicaciones que hayan evaluado estos parámetros para una visualización óptima de las perforantes con la mínima radiación posible según el concepto ALARA. Phillips y col. (8) y Rozen y col. (9) del grupo de Melbourne, han trabajado intensamente los detalles técnicos en un área de emergente interés entre los radiólogos y cirujanos involucrados. Con el objeto de minimizar los riesgos y optimizar la técnica, en un artículo reciente Rozen y col. (13) proponen: 1) un escaneado optimizado para la fase arterial que se realice justo tras la llegada del bolo de contraste al pedículo vascular de estudio (habitualmente mediante el uso de la técnica *bolus tracking*); 2) escanear sólo los tejidos incluidos en el campo operatorio y 3) escanear al paciente en la dirección de relleno vascular (por ejemplo, caudo-craneal para vasos como la arteria epigástrica inferior profunda o la arteria circunfleja ilíaca profunda).

La angiorresonancia magnética es la técnica de imagen no invasiva con la que comparar la ATC. La resonancia magnética sin contraste intravenoso se ha empleado en la detección espacial de perforantes sin buenos resultados, aunque estudios más recientes sugieren que pudiera haber una utilidad mayor de la técnica mediante el ajuste de los protocolos de adquisición. Pese al uso de contraste para una mejor visualización, la angiorresonancia no ha demostrado una mejoría en los resultados pero, aunque algunos autores no encuentran beneficio de la técnica (6), otros sugieren un posible papel de la angiorresonancia en la localización de perforantes. El principal beneficio de la angiorresonancia es su ausencia de exposición a la radiación. Aunque ciertamente existe una menor variabilidad interobservador, el coste y disponibilidad de la técnica son factores limitantes al igual que su resolución actual en comparación con la que ofrece la ATC.

A pesar de que numerosas publicaciones hablan de los beneficios de la angiotomografía en relación a los colgajos de perforante, ninguna recoge de manera explícita qué datos específicos puede aportar la técnica relativos a la planificación preoperatoria de los colgajos de perforante. En base a la revisión bibliográfica y a la experiencia personal, hemos revisado qué datos concretos puede aportar la ATC en la planificación preoperatoria de la cirugía de colgajos de perforante:

1. Detección de posibles alteraciones (malformaciones, obstrucciones) de los vasos distales que puedan contraindicar la cirugía. Un ejemplo sería la obstrucción distal de la arteria femoral superficial.

2. Selección de la perforante más adecuada en función de su situación, calibre y longitud de pedículo, entre otras (Fig. 9). Aunque no evaluado formalmente, el grado de correlación entre los estudios de imagen y la disección intraoperatoria fue muy elevado tal y como Rozen y col. (13) confirman en la literatura.
3. Evaluación del pedículo vascular principal desde la emergencia de la perforante en el tejido subcutáneo hasta el vaso nutriente. La técnica permite determinar su longitud, recorrido, diámetro aproximado y relaciones con estructuras adyacentes (Figs. 10 y 11).
4. Evaluación de ramas colaterales, que permite la planificación predecible de colgajos compuestos.

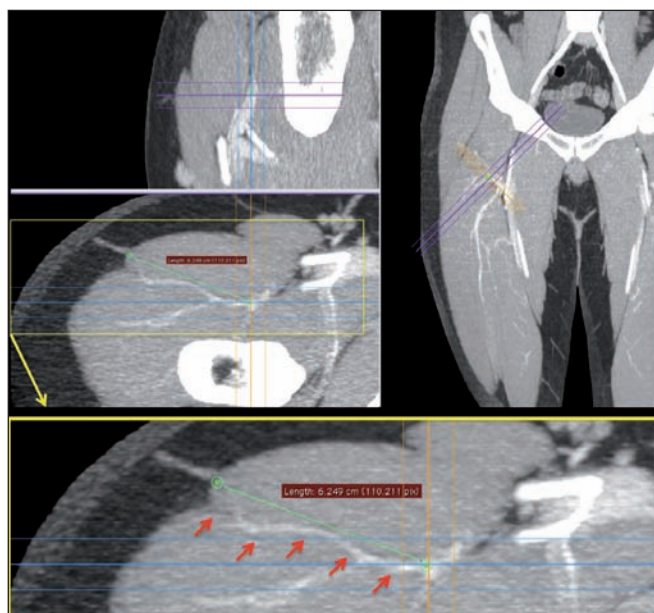




Fig. 11. Modo 2D MPR (MIP 6). Diversos modos, incluido el modo 2D MPR, permiten una medición muy ajustada del diámetro del pedículo en el teórico punto de anastomosis.

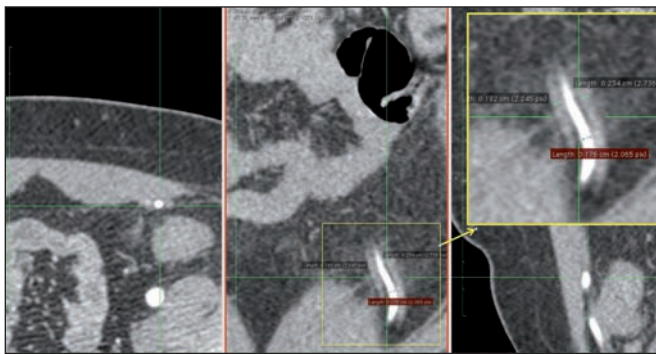


Fig. 12. Modo 2D MPR. La angiotomografía permite también hacer una evaluación de las venas del pedículo (en este caso un colgajo DIEP) (Imagen aumentada del pedículo en el recuadro amarillo).

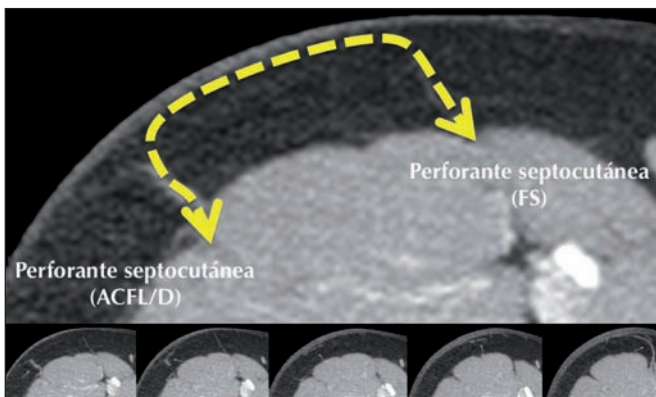


Fig. 13. La evaluación de diversos cortes permite traducir en imágenes la conexión entre perforasomas y capturar territorios vasculares adyacentes con seguridad en el colgajo.

5. Evaluación de las venas satélites, en número y tamaño, que puede anticipar la necesidad de microsuturas venosas adicionales (Fig. 12).
6. Diseño optimizado del colgajo. La dirección de la perforante en el tejido subcutáneo define el eje de diseño del colgajo. Esta técnica permite la identificación de perforantes adyacentes y por consiguiente, la captura de sus perforasomas (Fig. 13). De esta manera se minimiza o evita totalmente la aparición de necrosis cutáneas marginales o grasas.

7. Recorrido de la perforante en la grasa subcutánea. La disposición de la perforante en la zona suprafascial o subdérmica del tejido subcutáneo permite abordar con una elevada seguridad los procesos de adelgazamiento o desepidermización del colgajo (Fig. 14).
8. Aunque nosotros no lo hemos realizado, es factible evaluar el calibre y la posible lesión arterial (ateroesclerosis, pseudoaneurismas) tanto traumática como degenerativa que pudiera condicionar (o incluso contraindicar) la transferencia microquirúrgica.
9. Evaluación de los vasos receptores, de especial valor en lesiones traumáticas de miembros o en un lecho sometido previamente a tratamiento radioterápico (Fig. 15).

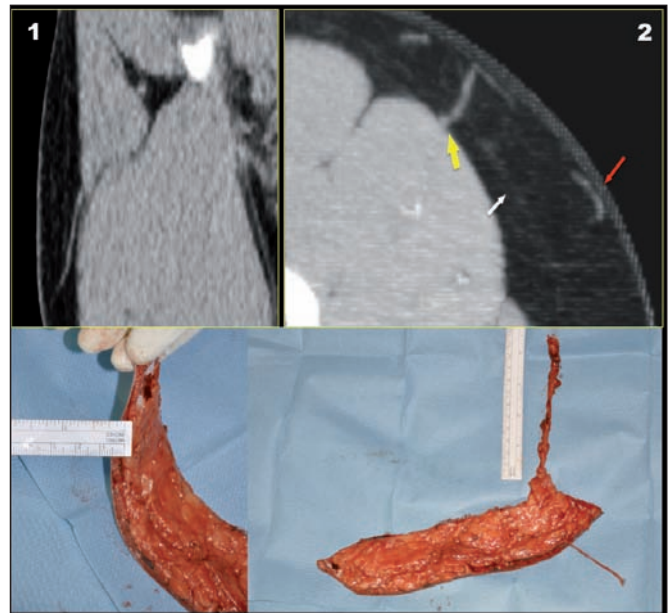


Fig. 14. La disposición de la perforante en el tejido subcutáneo permite afrontar con seguridad el adelgazamiento y desepidermización intraoperatoria del colgajo. 1. En caso de perforantes de distribución suprafascial preferente, el adelgazamiento intraoperatorio es arriesgado, pero no la desepidermización. 2. La disposición subdérmica preferente de la perforante permite maniobras seguras de adelgazamiento intraoperatorio. Sin embargo, en colgajos de grandes dimensiones, aconseja una desepidermización cuidadosa (Flecha amarilla: perforante. Flecha roja: distribución preferente subdérmica de la perforante. Flecha blanca: disposición secundaria suprafascial de la perforante).

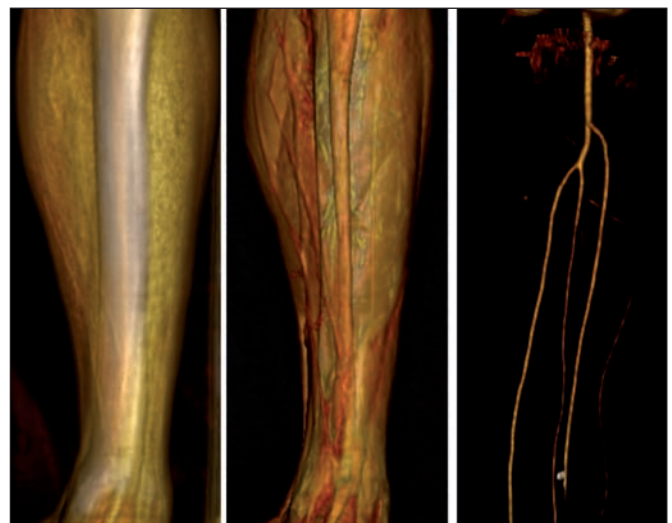


Fig. 15. Imagen 3D VR que permite evaluar, además del resto de estructuras, los ejes arteriales, pudiendo detectar con facilidad zonas de obstrucción o estenosis.



La innovación tecnológica relativa a los tomógrafos no parece tener límite, tal y como vemos con el desarrollo de los recientes 320 cortes como más novedosa aportación. El aumento en el número de canales (4, 8, 16, 32, 64, 256...) consigue menores tiempos de adquisición, menor artefacto derivado del movimiento e imágenes de mejor resolución y calidad. En el presente estudio empleamos un tomógrafo de 4 cortes, que era el estándar en el año 2000 y, en un número reducido de casos, un tomógrafo de 64 cortes, que es el estándar en la actualidad. Aun pudiendo ser considerado obsoleto, el tomógrafo de 4 cortes permitió una visualización muy adecuada de las perforantes sin que se encontraran grandes diferencias de visualización de las mismas en comparación con el tomógrafo de 64 cortes. Este estudio, por tanto, sugiere que cualquier tomógrafo disponible en la actualidad en nuestro entorno es suficientemente eficiente en la evaluación preoperatoria de los colgajos de perforante.

El postprocesamiento adecuado de las imágenes DICOM obtenidas es tan importante como la calidad técnica en el rendimiento final del estudio. Dos parámetros influyen en él directamente: la calidad de la aplicación y el conocimientos del informador. Aunque la interpretación de las imágenes obtenidas mediante la ATC es bastante intuitiva, las aplicaciones destinadas al procesamiento de las imágenes DICOM son cada día más eficientes pero, también, más complejas. Al igual que ocurre con las aplicaciones fotográficas, como pudiera ser *Photoshop®*, el manejo de las aplicaciones DICOM no es intuitivo y se requiere un alto grado de conocimiento si se desea obtener de ellas el máximo rendimiento. Indudablemente el especialista en radiodiagnóstico es quien mejor sabe y puede interpretar las imágenes de angiotomografía. Pero es el cirujano quien mejor sabe y puede interpretar su aplicación quirúrgica. Por ello, es obvia la necesidad de aproximar ambos mundos a fin de optimizar el rendimiento de las pruebas de imagen. La presencia de publicaciones científicas como *Journal of Surgical Radiology*, *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery* o *Surgical and Radiologic Anatomy*, parecen confirmar el deseo de la comunidad científica al respecto. El especialista quirúrgico, sin embargo, encuentra en este momento dos problemas relacionados con la evaluación de las imágenes de ATC: disponibilidad de estaciones de trabajo y formación. El número de estaciones de trabajo para el postanálisis de imágenes DICOM es, a la vista de lo publicado, limitado en la práctica totalidad de los hospitales del mundo. Por ello, su utilización es eminentemente asistencial y la realizan médicos radiólogos. El uso de estas estaciones de trabajo por el cirujano está, por consiguiente, muy restringido. Por lo que el autor ha podido investigar de manera extensa, las aplicaciones profesionales dedicadas al postanálisis de imágenes DICOM no están disponibles para el uso individual... ¡salvo que el cirujano compre un tomógrafo!. En espera de que, de alguna manera, las aplicaciones formalmente profesionales estén accesible al

usuario individual, OsiriX rellena muy adecuadamente esta laguna y, con más de 50 referencias en los últimos 5 años en el motor de búsqueda *PubMed*, parece tener un futuro muy prometedor. No obstante, OsiriX, salvo en su versión no gratuita OsiriX MD, no ha sido aprobada en Europa o Estados Unidos para su uso clínico y este hecho puede tener implicaciones éticas y legales. A pesar de que la aplicación, salvo en su versión MD, no disponga todavía de la oportuna validación FDA/CE-I para su uso clínico, la realidad es que su uso está aumentando considerablemente entre especialistas de diversas ramas quirúrgicas con fines diagnósticos y terapéuticos. Parece razonable suponer que el uso juicioso de la aplicación, unido a la extensa experiencia de médicos de todo el mundo, hacen que pueda considerarse segura para los pacientes. No debemos olvidar, por consiguiente, que aunque el beneficio de la aplicación informática de postprocesamiento de imágenes para mejorar el estudio preoperatorio de la anatomía del paciente es indiscutible, es fundamental una adecuada formación en el postprocesamiento de las imágenes, por cuanto el empleo deficiente de estas herramientas puede ser causa de información errónea y generar un error en el manejo de los pacientes.

Por lo tanto, existe mucha literatura médica relacionada con el uso de OsiriX; sin embargo, ninguna publicación se ha dirigido específicamente a evaluar su uso por cirujanos frente al estándar de utilización, que es el médico radiólogo. El modo en cómo nosotros afrontamos la utilización de esta nueva herramienta puede, por consiguiente, ser de interés. En una primera fase se procesaron diversos estudios de ATC disponibles en el sitio web de OsiriX. El aprendizaje tuvo dos aspectos: el del uso de la aplicación y el aprendizaje básico teórico y práctico de los diversos modos de visualización de las imágenes DICOM. Durante esta fase, además del manual de usuario, fue de gran utilidad la participación en el foro *tech.groups.yahoo.com/group/osirix/*. Este foro, profesional y específicamente destinado a usuarios de OsiriX, está moderado por Rosset, radiólogo y creador de la aplicación. Consideramos fundamental el uso del atlas de cortes anatómicos de Moeller y Reof (19) que nos facilitó la interpretación de las imágenes y nos fue extremadamente útil en este periodo el atlas de anatomía radiológica RAA-Viewer (20) Para el aprendizaje básico teórico y aplicado del uso de los puntos de interés ROI y de los diversos modos de visualización aplicados en la cirugía de colgajos de perforante, además de las fuentes descritas, parece obligada la tutoría por un especialista en Radiología con interés específico en la ATC. En una segunda fase solicitamos ya pacientes concretos como modo de estudio preoperatorio. Inicialmente, los estudios fueron evaluados conjuntamente por el primer autor y por un especialista en Radiología. Igualmente se evaluaron las posibilidades aplicadas al terreno de los colgajos de perforante de los diversos *plugins* disponibles para OsiriX. En esta fase, ya con aplicación clínica de los estudios, se evaluó la correlación entre la ATC y los hallazgos intraoperatorios. De manera similar a Rozen



y col. (13), aunque no publicada, pudimos encontrar una excelente correlación entre los datos obtenidos preoperatoriamente y los hallazgos durante los procedimientos quirúrgicos realizados. Finalmente, una vez dada ya por terminada la fase de aprendizaje, el cirujano puede comenzar a utilizar la aplicación sin supervisión.

En nuestra experiencia, aunque no específicamente analizada, la evaluación preoperatoria con ATC de los colgajos de perforante ha permitido: 1) minimizar las secuelas en la zona donante del colgajo (heridas quirúrgicas menores, disecciones más limitadas, cicatrices en zonas menos conspicuas); 2) mejorar la calidad de la reconstrucción evitando por completo las necrosis grasas o cutáneas parciales; 3) racionalizar de manera predecible el adelgazamiento intraoperatorio de los colgajos; 4) disminuir los tiempos quirúrgicos; 5) realizar colgajos de estilo libre y compuestos basados en perforante y 6) disminuir el estrés operatorio.

## Conclusiones

Tras la oportuna curva de aprendizaje, la aplicación gratuita OsiriX para Mac permite al cirujano la adecuada evaluación preoperatoria de múltiples estructuras y parámetros de gran relevancia en la cirugía de colgajos de perforante. Considerando el impacto de la angiotomografía computerizada en estos procedimientos, parece muy aconsejable que aquellos cirujanos involucrados en la cirugía de colgajos de perforante incorporen a su práctica habitual el postprocesamiento de imágenes.

## Agradecimientos

A todo el personal del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital FREMAP de Majadahonda, por su desinteresada colaboración en la experiencia que sustenta la publicación de este manuscrito. Al Dr. Rafael Acosta Rojas, amigo y gran cirujano plástico, quien despertó mi interés por el postprocesamiento de imágenes de angiotomografía en la evaluación preoperatoria de los colgajos de perforante.

## Dirección del autor

Dr. José Manuel Rodríguez-Vegas.  
C/ Tera 1, Villaviciosa de Odón, Madrid  
e-mail: jmr2020@yahoo.es

## Bibliografía

- Giunta RE, Geisweid A, Feller AM.: The value of preoperative Doppler sonography for planning free perforator flaps. *Plast Reconstr Surg* 2000;105(7): 2381-2386.
- Hallock GG.: Attributes and shortcomings of acoustic Doppler sonography in identifying perforators for flaps from the lower extremity. *J Reconstr Microsurg* 2009;25(6): 377-381.
- Smit JM, Dimopoulou A, Liss AG y col.: Preoperative CT angiography reduces surgery time in perforator flap reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2009;62(9): 1112-1117.
- Pratt GF, Rozen WM, Chubb D y col.: Preoperative imaging for perforator flaps in reconstructive surgery: a systematic review of the evidence for current techniques. *Ann Plast Surg* 2012;69(1): 3-9.
- Rozen WM, Whitaker IS, Stella DL y col.: The radiation exposure of Computed Tomographic Angiography (CTA) in DIEP flap planning: low dose but high impact. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2009;62(12): e654-655.
- Rozen WM, Stella DL, Bowden J y col.: Advances in the pre-operative planning of deep inferior epigastric artery perforator flaps: magnetic resonance angiography. *Microsurgery* 2009;29(2): 119-123.
- Rosset A, Spadola L, Ratib O.: OsiriX: an open-source software for navigating in multidimensional DICOM images. *J Digit Imaging* 2004;17(3): 205-216.
- Phillips TJ, Stella DL, Rozen WM y col.: Abdominal Wall CT Angiography: A Detailed Account of a Newly Established Preoperative Imaging Technique. *Radiology* 2008;249(1): 32-44.
- Rozen WM, Anavekar NS, Grinsell D y col.: Improving surgical outcomes with the use of CT angiography. *Microsurgery* 2009;29(3): 249-250.
- Prasad KN, Cole WC, Haase GM.: Radiation protection in humans: extending the concept of as low as reasonably achievable (ALARA) from dose to biological damage. *Br J Radiol* 2004;77(914): 97-99.
- Kim G, Jung HJ, Lee HJ y col.: Accuracy and Reliability of Length Measurements on Three-Dimensional Computed Tomography Using Open-Source OsiriX Software. *J Digit Imaging* 2012;25(4): 486-491.
- Masià J, Clavero JA, Carrera A.: Planificación preoperatoria de los colgajos de perforantes. *Cir plást ibero-latinoam* 2006;32: 237-242.
- Rozen WM, Paddle AM, Chubb D y col.: Guiding local perforator flaps with preoperative imaging: revealing perforator anatomy to improve flap design. *Plast Reconstr Surg* 2012;130(1): 130-134.
- Uppal RS, Casaer B, Van Landuyt K y col.: The efficacy of preoperative mapping of perforators in reducing operative times and complications in perforator flap breast reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2009;62(7): 859-864.
- Tejerina Botella C, Márquez Cañada JM, García Andrés E y col.: Estudio preoperatorio de vasos receptores en reconstrucción mamaria con colgajo DIEP. *Cir plást ibero-latinoam* 2011;37: 233-238.
- Fazel R, Krumholz HM, Wang Y y col.: Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures. *N Engl J Med* 2009;361(9): 849-857.
- Einstein AJ, Henzlova MJ, Rajagopalan S.: Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography. *JAMA* 2007;298(3): 317-323.
- Sodickson A.: Strategies for reducing radiation exposure in multi-detector row CT. *Radiol Clin North Am* 2012;50(1): 1-14.
- Moeller T, Reif E.: Pocket Atlas of Sectional Anatomy: Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2007.
- RAAVIEWER (Radiology Anatomy Atlas Viewer). Disponible en: [www.bearboat.net/RAAViewer/RAAViewer](http://www.bearboat.net/RAAViewer/RAAViewer).

## Comentario al artículo “Angiotomografía computerizada, colgajos de perforante, cirujano y OsiriX”

Dr. Rafael Acosta-Rojas.

Cirujano Plástico. Senior Clinical Lecturer, Deakin University, Victoria, Australia.

Gracias por la oportunidad y el honor de comentar acerca del trabajo de los Drs. Rodríguez Vegas, Martín Hervás y Bartolomé Villar. En su introducción, realizan una discusión sobre los métodos actuales de evaluación preoperatoria de los colgajos perforantes con sus diversas modalidades. Estoy de acuerdo en especial con su comentario acerca del Doppler Duplex ya que ilustra lo que han sufrido muchos cirujanos que han tratado de utilizar este método, la gran frustración de no poder visualizar lo descrito.

En relación a materiales y métodos, la cantidad de casos que evalúan es más que suficiente para demostrar la experiencia de los autores. Quisiera sin embargo añadir que los parámetros estudiados son generales y que la diferencia de los distintos tipos de colgajos requiere de parámetros distintos. En el caso de los colgajos DIEP, los parámetros importantes son por ejemplo la identificación del recorrido intra o extramuscular de la arteria que da origen a la perforante escogida, la comunicación de la perforante al sistema venoso superficial y el recorrido hacia la vena femoral, que en mi parecer son claves para completar el estudio preoperatorio de este colgajo. En relación a los otros colgajos, cabe mencionar que el grosor del tejido subcutáneo ayuda para la ubicación de las perforantes; es decir, cuanto mayor es el grosor del panículo adiposo, mejor será la ubicación de éstas.

Por lo que se refiere a las preferencias de la toma de imágenes en el caso del angioTAC, en los últimos años hemos dado prioridad a la fase venosa más que a la arterial. Tal vez porque habiéndolo hecho más para los colgajos DIEP y siendo éstos de una dependencia venosa crítica, la información que nos da esta fase es mayor. La perforante será de mayor tamaño ya que la imagen estará dada por las dos venas comitantes y la arteria y será más fácil de decidir cuál es la mejor. También permitirá ver el sistema su-

perficial venoso y sus comunicaciones. Lo mismo puede aplicarse a otros colgajos, aunque siempre el grosor graso parece ser un factor determinante.

Este mismo principio venoso lo hemos utilizado en colgajos musculares puros para el uso del colgajo del vasto lateral. Conocemos la variación anatómica de este colgajo, pero con el angioTAC podemos saber si el pedículo llegará a la porción muscular adecuada.

En relación al tipo de reconstrucción de imágenes usada, los autores emplean todos los tipos de reconstrucción, tanto la biplanar como la tridimensional. En mi experiencia el uso de imágenes tridimensionales es el que proporciona mayor información y además, son las únicas que utilizo en la actualidad; empleo el programa In Space de Syngo que viene con los equipos Siemens. Y, finalmente, estoy de acuerdo con los autores en lo que se refiere al costo elevado del programa; sin embargo, gran cantidad de centros lo tienen y puede usarse información de angioTAC tomada en otros tomógrafos no Siemens. La ventaja, a mi parecer, radica en que las imágenes son anatómicas y muy similares a lo que el cirujano verá durante la cirugía.

El uso del programa de libre uso Osirix representa definitivamente una ventaja para aquellos cirujanos que no puedan utilizar programas más avanzados. Felicito a los autores por presentarnos un trabajo serio con aplicaciones prácticas; pero sobre todo, por presentar la importancia de la planificación preoperatoria en este tipo de cirugía, principio que debe ser utilizado en cualquier tipo de cirugía. Es importante que los cirujanos jóvenes aprendan estas nuevas técnicas que disminuyen la morbilidad y reducen tiempos quirúrgicos dando al cirujano una mejor posibilidad de ofrecer más seguridad a sus pacientes con mejores indicaciones.

## Respuesta al comentario del Dr. Acosta

Dr. Manuel Rodríguez-Vegas

Agradezco sobremanera los comentarios realizados por el Dr. Acosta, cirujano plástico viajero como pocos, buen amigo desde hace muchos años y una de las referencias mundiales de la especialidad. Aunque no necesita presentación, sí diré que él es una de las personas que más ha contribuido al uso de la angiotomografía en la evaluación preoperatoria de los colgajos de perforante (especialmente del DIEP para la reconstrucción mamaria). Él fue quien me introdujo en el apasionante mundo de la angiotomografía preoperatoria y gracias a él se ha convertido en una herramienta habitual en mi práctica cotidiana.

Evidentemente cada área anatómica tiene sus peculiaridades tomográficas que deben explorarse, pero lo que resulta evidente es que las pruebas de imagen radiológicas, en este caso la angiotomografía, ofrecen una enorme cantidad de información de gran interés quirúrgico potencial. Y no sólo con los colgajos de perforante, sino también con otras muchas facetas. Desde la evaluación detallada de las fracturas, el estudio de vasos receptores hasta el estudio tumoral, el estudio anatómico y muchos más, los estudios de imagen permiten, como dice el Dr. Abad Morenilla (buen amigo traumatólogo de Fremap Majadahonda, Madrid) “desnudar” la anatomía. Es impresionante la cantidad de información que puede aportar un estudio radiológico que se queda, sin embargo, en el limbo del olvido con bastante frecuencia.

Cada día más, nuestras colegas radiólogas se implican en la evaluación médica de los pacientes quirúrgicos, pero quien lleva el bisturí en quirófano es el cirujano. Por ello, el postprocesamiento e interpretación de los estudios radiológicos debería, deberá, formar parte básica en la formación de los residentes quirúrgicos presentes y futuros. Y es casi seguro que en pocos

años podamos realizar muchas cirugías con estudios radiológicos intraoperatorios que nos permitan ver desde fuera lo que nos vamos a encontrar dentro del paciente. A quien esté interesado le animaría a ver en Youtube el video *Projection Mapping of Mixed Augmented Reality Surgery by OsiriX* (<http://www.youtube.com/watch?v=PRHQFiymQKs>).

En algunos países y centros avanzados los estudios de imagen son accesibles por completo para el personal médico hospitalario, tanto en el hospital como en el domicilio particular. Sin embargo, en nuestro entorno raramente es así. En general, para poder estudiar detenidamente un estudio radiológico es preciso utilizar una estación de trabajo dedicada en los Servicio de Radiología de cada hospital. Estas estaciones de trabajo suelen estar a pleno rendimiento de manera continuada, de forma que no es fácil para un cirujano disponer de ellas con regularidad. Además, el uso domiciliario particular del software específico para procesamiento de imágenes está celosamente vetado por las diversas compañías. OsiriX es la respuesta a este problema... para los usuarios Mac. OsiriX no es sólo un programa de imágenes médicas sino una verdadera estación de trabajo muy extendida en Europa en numerosos centros médicos y posee la acreditación FDA de aparatología médica. Realmente no es un software de segunda clase y está al mismo nivel tecnológico, o casi, que la mayoría de programas dedicados asociados a las estaciones de trabajo hospitalarias. Personalmente, creo que tras el oportuno período de aprendizaje, poco o nada tiene que envidiar a cualquier otro software “más profesional” para lo que, como cirujanos plásticos, pedimos de nuestros estudios.