



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**APLICACIÓN DE LA ANGIO-TC EN CIRUGÍA  
RECONSTRUCTORA COMPLEJA CON COLGAJOS  
LIBRES**

---

**Tesis doctoral**

Presentada para obtener el grado de doctor por la Universidade da Coruña.

**Autor: ENRIQUE MANUEL MOLEDO EIRAS**

**Directores: Prof. D. JORGE TEIJEIRO VIDAL**

**Prof. D. JOSÉ MANUEL PUMAR CEBREIRO**

A Coruña 2015



**O doutorando: ENRIQUE MANUEL MOLEDO EIRAS**

**Fdo:** \_\_\_\_\_

**Os directores da tese:**

**Prof. D. JORGE TEIJEIRO VIDAL**

**Fdo:** \_\_\_\_\_

**Prof. D. JOSÉ MANUEL PUMAR CEBREIRO**

**Fdo:** \_\_\_\_\_





UNIVERSIDADE DA CORUÑA

D. Jorge Teijeiro Vidal, Doctor en Medicina y Cirugía

Certifica

Que la presente Tesis Doctoral titulada

**Aplicación de la angio-TC en cirugía reconstructora compleja con colgajos libres.**

Que presenta el Licenciado en Medicina

**D. Enrique Manuel Moledo Eiras**

Ha sido realizada bajo mi dirección y reúne las condiciones para optar al Grado de Doctor, autorizándola para su presentación ante el Tribunal correspondiente.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en A Coruña a 1 de septiembre de 2015.





D. José Manuel Pumar Cebreiro, Doctor en Medicina y Cirugía

Certifica

Que la presente Tesis Doctoral titulada

**Aplicación de la angio-TC en cirugía reconstructora compleja con colgajos libres.**

Que presenta el Licenciado en Medicina

**D. Enrique Manuel Moledo Eiras**

Ha sido realizada bajo mi dirección y reúne las condiciones para optar al Grado de Doctor, autorizándola para su presentación ante el Tribunal correspondiente.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en Santiago de Compostela a 1 de septiembre de 2015.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'EM Moledo Eiras', is written over a light blue grid background.







**APLICACIÓN DE LA ANGIO-TC EN  
CIRUGÍA RECONSTRUCTORA  
COMPLEJA CON COLGAJOS LIBRES**

**ENRIQUE MANUEL MOLEDO EIRAS**

---



*A mi esposa **Carmen** y mis hijos **Jorge y Marta** por todo  
el tiempo que les robé para realizar este trabajo*



# AGRADECIMIENTOS

---

Quiero agradecer en primer lugar al Dr. Arturo Gutiérrez de la Cámara, maestro y amigo por inculcarme el amor por la microcirugía y por toda la ayuda prestada para la realización de este trabajo.

A mis directores de tesis, los profesores Prof. D. Jorge Teijeiro Vidal y al Prof. D. José Manuel Pumar Cebreiro por la supervisión y todas las facilidades que me han dado para la realización de este trabajo.

A mis compañeros del servicio de Cirugía Plástica y Quemados y a todo al personal de enfermería, auxiliares y celadores; en especial a la sta. Valle Porro Quintela, supervisora de planta, por sentir que todos remamos en la misma dirección.

A todo el personal del servicio de Radiología del Hospital Povisa, por las facilidades que me han dado para los estudios de imagen. Mi agradecimiento especial al D. Carlos Delgado Sánchez-Gracián por la paciencia y todo el tiempo que le robé analizando estudios de angio-TC.

Al Dr. Javier de la Fuente Aguado, jefe de Servicio de Medicina Interna del Hospital Povisa y al Prof. D. Antonio Vahamonde Liste, catedrático de la Universidad de Vigo, por la ayuda desinteresada en el tratamiento estadístico de los datos.

A todo el personal de quirófano, médicos del servicio de anestesia, personal de enfermería y personal auxiliar por todo el cariño y colaboración que muestran en el trabajo diario.

A la D<sup>a</sup>. Rosa Ana Alonso Comesaña, bibliotecaria del Hospital Povisa, por su desinteresada ayuda en la búsqueda bibliográfica para este trabajo.

ENRIQUE MOLEDO



# ABREVIATURAS

---

**Acc:** accidente

**ADN:** ácido desoxirribonucleico

**Angio-RM:** Angiografía por Resonancia Magnética

**Angio-TC:** Angiografía por Tomografía Computada

**BRCA:** proteína BRCA, de sus siglas en inglés "*Breast Cancer susceptibility protein*"

**cm:** centímetros

**desv.:** desviación

**df:** degrees of freedom (grados de libertad)

**DID:** diabetes insulino dependiente

**DIEP:** Deep Inferior Epigastric artery Perforator (Colgajo perforante de arteria epigástrica inferior)

**DNID:** diabetes no-insulino dependiente

**DSA:** Arteriografía de Sustracción Digital

**enf:** enfermedad

**FC:** fascio-cutáneo

**Fístula A-V:** fístula arterio venosa

**gl:** grados de libertad

**gr/dl:** gramos /decilitro

**Hb:** hemoglobina

**HBPM:** heparina de bajo peso molecular

**HTA:** hipertensión arterial

**Hto:** hematocrito

**IBM:** International Business Machines Corporation

**INV:** Injerto Nervioso Vascularizado

**IOV:** Injerto Óseo Vascularizado

**IV:** injertos venosos

**Mhz:** Mega-hercios

**Min:** minutos

**RM:** Resonancia magnética

**ROI:** Region of Interest

**SPSS:** Statistical Product and Service Solutions

**TC:** Tomografía computada

**tipo.:** típica

**T-L:** término-lateral

**T-T:** término-terminal

**TVP:** Trombosis venosa profunda

**VAC:** Vacuum Assisted Closure system. Tratamiento con sistema de aspiración en vacío





---

# ÍNDICE

---

<b>I.</b>	<b>RESUMEN / ABSTRACT / RESUMO</b> .....	1
<b>II.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	5
<b>III.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>IV.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	
	3.1 EVOLUCIÓN DE LA CIRUGÍA RECONSTRUCTORA.....	15
	3.1.1 HISTORIA DE LA MICROCIRUGÍA .....	15
	3.1.2 VASCULARIZACIÓN DE LA PIEL .....	19
	3.1.3 EVOLUCIÓN DE LA CIRUGÍA DE LOS COLGAJOS .....	22
	3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS COLGAJOS.....	25
	3.2.1 COLGAJOS CUTÁNEOS.....	26
	3.2.2 COLGAJOS MUSCULARES Y MÚSCULO-CUTÁNEO.....	27
	3.2.3 COLGAJOS FASCIOCUTÁNEOS .....	29
	3.2.4 COLGAJOS PERFORANTES .....	31
	3.2.5 OTROS COLGAJOS .....	33
	3.3. COLGAJOS LIBRES .....	34
	3.4. MONITORIZACIÓN DE COLGAJOS.....	35
	3.4.1 MONITORIZACIÓN CLÍNICA.....	36
	3.4.2 ECO-COPPLER UNIDIRECCIONAL.....	37
	3.4.3 ECO-DOPPLER COLOR.....	39
	3.4.4 SONDAS DOPPLER IMPLANTABLES .....	39
	3.4.5 FLUJOMETRÍA CON LÁSER-DOPPLER.....	40
	3.4.6 SONDAS DE TEMPERATURA DE SUPERFICIE .....	41
	3.4.7 PULSIOXÍMETRO.....	41
	3.4.8 DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO..	42
	3.4.9 OTRAS TÉCNICAS DE MONITORIZACIÓN .....	42
	3.5. ESTUDIO DE ÁRBOL VASCULAR .....	43
	3.5.1 ARTERIOGRAFÍA.....	43
	3.5.2 ANGIOGRAFÍA POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA .....	44
	3.5.2.1 DESVENTAJAS DE LA ANGIO-TC.....	45

3.5.3 ANGIOGRAFÍA POR RESONANCIA MAGNÉTICA.....	46
3.5.4 EVALUACIÓN PREOPERATORIA DEL ÁRBOL VASCULAR.....	47
3.5.5 LOCALIZACIÓN Y MARCAJE DE PERFORANTES.....	48

## **V. MATERIAL Y MÉTODOS**

4.1 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	53
4.2 VARIABLES DEL ESTUDIO.....	54
4.3 PROTOCOLO PRE-OPERATORIO.....	56
4.4 PROTOCOLO INTRAOPERATORIO.....	56
4.4.1 CONSIDERACIONES ANESTÉSICAS.....	56
4.4.2 CONSIDERACIONES QUIRÚRGICAS.....	57
4.5 PROTOCOLO POSTOPERATORIO.....	59
4.6 COMPLICACIONES DEL COLGAJO.....	60
4.7 ANGIO-TC PREOPERATORIO.....	60
4.8 ANGIO-TC POSTOPERATORIO.....	63
4.9 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	63
4.10 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	64

## **VI. RESULTADOS**

5.1 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN MUESTRAL.....	68
5.1.1 PROTOCOLO OPERATORIO.....	70
5.1.2 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN MUESTRAL DE CASOS SIN ANGIO-TC PREOPERATORIO.....	73
5.1.3 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN MUESTRAL DE CASOS CON ANGIO-TC PREOPERATORIO.....	74
5.1.4 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN MUESTRAL DE CASOS CON PATOLOGÍA TRAUMÁTICA.....	75
5.1.5 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN MUESTRAL DE CASOS CON PATOLOGÍA TUMORAL.....	79
5.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS SEGÚN ANGIO-TC PREOPERATORIO.....	81
5.2.1 FACTORES DE RIESGO.....	81
5.2.2 TIEMPOS QUIRÚRGICOS.....	84

---

5.2.3	COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS.....	86
5.2.4	COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS.....	86
5.2.5	ESTANCIA HOSPITALARIA .....	89
5.3	ANGIO-TC PREOPERATORIO .....	90
5.4	ANGIO-TC POSTOPERATORIO.....	95
<b>VII.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	
6.1	ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO.....	100
6.2	TIEMPO DE LA CIRUGÍA.....	106
6.3	ANASTOMOSIS MICROVASCULAR .....	107
6.3.1	ANASTOMOSIS MICROVASCULAR ARTERIAL.....	107
6.3.2	ANASTOMOSIS MICROVASCULAR VENOSA.....	109
6.4	TIEMPOS QUIRÚRGICOS .....	111
6.5	ESTANCIA HOSPITALARIA.....	113
6.6	COMPLICACIONES DEL COLGAJO .....	113
6.7	LESIONES TRAUMÁTICAS DE LOS MIEMBROS .....	115
6.7.1	TRAUMATISMOS DE ALTA ENERGÍA .....	116
6.7.2	ELECCIÓN DEL TIPO DE COLGAJO .....	118
6.8	MONITORIZACIÓN DE COLGAJOS .....	120
6.8.1	EVALUACIÓN DE INJERTOS ÓSEOS VASCULARIZADOS.....	124
<b>VIII.</b>	<b>LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>133</b>
<b>IX.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>137</b>
<b>X.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>141</b>
<b>XI.</b>	<b>ANEXOS: TABLAS y FIGURAS .....</b>	<b>159</b>



## **RESUMEN**

---

## RESUMEN

La evaluación preoperatoria del estado vascular es fundamental en la reconstrucción de defectos complejos con colgajos libres. La arteriografía es la técnica de imagen estándar para la evaluación del árbol vascular, pero se trata de una técnica invasiva y no exenta de complicaciones. La angiografía por TC ha desplazado en los últimos años a la arteriografía, por su facilidad de realización, las escasas complicaciones y la posibilidad de evaluar no sólo el árbol vascular, sino también el hueso y las partes blandas y mostrar las imágenes desde todos los ángulos y en 3 dimensiones.

**MATERIAL Y MÉTODOS.** Desde enero del 2007 a diciembre del 2014 se han realizado 98 colgajos libres en 92 pacientes con reconstrucciones complejas. En 45 casos se ha utilizado la angio-TC para la evaluación preoperatoria del árbol vascular y en los 53 casos restantes, se ha realizado la evaluación del árbol vascular mediante la exploración clínica y el uso de un doppler manual.

**RESULTADOS.** Los casos en los que se había realizado la evaluación preoperatoria del árbol vascular con angio-TC mostraron una reducción estadísticamente significativa en el tiempo medio de duración de la cirugía, el tiempo medio de anastomosis microquirúrgica y en el tiempo medio de isquemia del colgajo. Había además una menor tasa de complicaciones del colgajo tanto intra como postoperatorias y un menor tiempo medio de estancia hospitalaria.

**CONCLUSIONES.** En reconstrucciones complejas con colgajos libres es importante la evaluación preoperatoria del árbol vascular. La angio-TC se ha mostrado como la técnica de elección por la facilidad de realización, las escasas complicaciones y la buena calidad de las imágenes. En nuestro estudio se ha demostrado que la información que aporta la angio-TC preoperatoria disminuye los tiempos quirúrgicos y la morbilidad tanto intra como postoperatoria de estas cirugías.



## ABSTRACT

Preoperative evaluation of vascular status is essential for the reconstruction of complex defects with free flaps. Arteriography is the “gold standard” technique for evaluation of image vascular tree, but it is an invasive procedure that can lead severe complications. CT angiography has shifted in recent years to arteriography, as a minimally invasive tool, easy realization, with few complications and the possibility of evaluating not only the vascular tree, but also the bone and soft tissues and display images from all angles and in 3 dimensions.

**MATERIAL AND METHODS.** From January 2007 to December 2014 they were performed 98 free flaps in 92 patients with complex reconstructions. In 45 cases the use CT angiography for preoperative evaluation of the vascular tree and in the remaining 53 cases, the assessment has been made of the vascular tree by clinical examination and use of a manual doppler.

**RESULTS.** Cases with preoperative vascular evaluation with CT angiography before free flap transfers, showed a statistically significant reduction in the average duration of surgery, the average time of microsurgical anastomosis and in the flap ischemic time. There was also a lower rate of complications intra and postoperative flap and a shorter average hospital stay.

**CONCLUSIONS.** In complex reconstructions with free flap preoperative evaluation of the vascular tree it is important. CTA has proved to be the technique of choice for ease of implementation, the few complications and good quality images. In our study it has shown that the information provided by preoperative CT angiography, decreases the surgical time and morbidity both intraoperative and postoperative of these surgeries.



## RESUMO

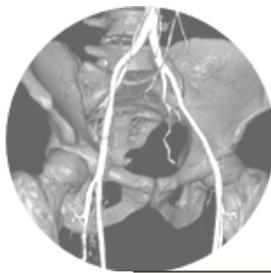
A avaliación preoperatoria do estado vascular é fundamental na reconstrución de defectos complexos con “colgajos libres”. A arteriografía é a técnica de imaxe estándar para a avaliación da árbore vascular, pero trátase dunha técnica invasiva e non exenta de complicacións. A angiografía por TC desprazou nos últimos anos á arteriografía, pola súa facilidade de realización, as escasas complicacións e a posibilidade de avaliar non só a árbore vascular, senón tamén o óso e as partes brandas e mostrar as imaxes desde todos os ángulos e en 3 dimensións.

**MATERIAL E MÉTODOS.** Desde xaneiro do 2007 a decembro do 2014 realizáronse 98 “colgajos libres” en 92 pacientes con reconstrucións complexas. En 45 casos utilizouse a anxio-TC para a avaliación preoperatoria da árbore vascular e nos 53 casos restantes, realizouse a avaliación da árbore vascular mediante a exploración clínica e o uso dun doppler manual.

**RESULTADOS.** Os casos nos que se realizou a avaliación preoperatoria da árbore vascular con anxio-TC mostraron unha redución estatisticamente significativa no tempo medio de duración da cirurxía, o tempo medio de anastomosis microquirúrxica e no tempo medio de isquemia do colgajo. Había ademais unha menor taxa de complicacións do colgajo tanto intra como postoperatorias e un menor tempo medio de estancia hospitalaria.

**CONCLUSIÓN.** En reconstrucións complexas con colgajos libres é importante a avaliación preoperatoria da árbore vascular. A anxio-TC mostrouse como a técnica de elección pola facilidade de realización, as escasas complicacións e a boa calidade das imaxes. No noso estudo demostrouse que a información que achega a anxio-TC preoperatoria diminúe os tempos cirúrxicos e a morbilidade tanto intra como postoperatoria destas cirurxías.





## **OBJETIVOS**

---



La cirugía reconstructora con colgajos libres en defectos complejos tiene una gran morbilidad. El conocimiento preoperatorio del estado del árbol vascular es muy importante para disminuir la morbilidad de esta cirugía. De manera rutinaria, esta evaluación se realizaba por métodos clínicos, mediante la palpación de los pulsos periféricos, y el uso de un doppler manual. No existe unanimidad en el uso rutinario de la arteriografía ya que se trata de una técnica invasiva y no exenta de riesgos. Recientemente la aparición de nuevas técnicas de imagen del árbol vascular ha desplazado a la angiografía por su facilidad de realización y la calidad de imagen casi comparable a la angiografía.

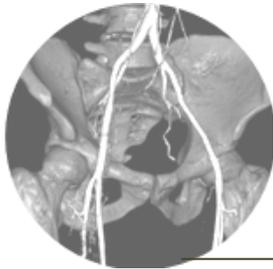
El **objetivo primario** de este estudio es evaluar si la angiografía por TC realizada en el preoperatorio de reconstrucciones complejas con colgajos libres, disminuye la tasa de complicaciones tanto intraoperatorias como postoperatorias, respecto a los pacientes con estas cirugías en los que se realiza la evaluación vascular preoperatoria mediante medios clínicos y el uso de un doppler manual.

Son **otros objetivos** específicos de esta tesis:

- 1- Determinar si los pacientes en los que se realiza evaluación vascular preoperatoria con angiografía por TAC presentan una reducción del tiempo quirúrgico empleado, pues el conocer de antemano los vasos receptores apropiados, o el conocer la perforante adecuada, disminuiría el tiempo de disección quirúrgica.
- 2- Menor estancia hospitalaria media tanto total como postoperatoria en el grupo de pacientes a los que se les realizó evaluación preoperatoria del árbol vascular con angio-TC
- 3- Conocer los colgajos usados más habitualmente en este tipo de reconstrucciones
- 4- Evaluar si determinados antecedentes del paciente (HTA, diabetes, tabaquismo, enfermedad vascular periférica, radioterapia preoperatoria) que

tienen incidencia sobre el sistema vascular periférico, afectan a los resultados de estas cirugías complejas con colgajos libres.

Se plantea como **hipótesis nula,  $H_0$**  que no existen diferencias en los dos grupos en cuanto al número de complicaciones tanto intraoperatorias como postoperatorias. La **Hipótesis alternativa  $H_1$**  es que la evaluación preoperatorio con la angiografía por TC permite disminuir la tasa de complicaciones tanto intra como postoperatorias en aquellos pacientes que precisan reconstrucciones complejas con colgajos libres.



# **INTRODUCCIÓN**

---



Los avances en la cirugía de los colgajos han revolucionado la cirugía reconstructora en las últimas tres décadas. Se han convertido en un arma muy eficaz para la cobertura de grandes defectos postraumáticos, congénitos y en la cirugía de resección oncológica. El factor más importante para la supervivencia de un colgajo, es la suficiente circulación en el colgajo que le llega de los vasos receptores. Se trata en muchos casos de cirugías complejas y, en el caso de los colgajos libres, su evolución responde a la ley del todo ó nada; si fracasa el colgajo, fracasa en su totalidad.

El fracaso de un colgajo es algo muy estresante tanto para el cirujano como para el paciente. Aparte de la angustia psicológica, aumentan la estancia hospitalaria, los costes derivados y también la tasa de complicaciones especialmente en reconstrucción de cabeza, cuello y extremidades. Es por tanto de vital importancia tanto una correcta planificación preoperatoria de la cirugía, como la monitorización postoperatoria de los colgajos que permita de una manera precoz y eficaz detectar alteraciones circulatorias en el colgajo, para que con una intervención rápida, conseguir la recuperación del colgajo.

En la **planificación preoperatoria** de la cirugía reconstructora compleja, es importante determinar el estado de los vasos receptores, para descartar anomalías vasculares que pudieran afectar al plan quirúrgico, bien por traumatismo, cirugía previa, o por anomalías congénitas vasculares que puedan afectar a la evolución de los colgajos. También es importante localizar vasos dadores con flujo suficiente y cercanos al defecto para la anastomosis microvascular, así podremos decidir el tipo de colgajo a utilizar.

La **imagen vascular** es muchas veces necesaria para la planificación preoperatoria de reconstrucciones complejas. Indicaciones frecuentes para la exploración vascular de las extremidades incluyen: traumatismos, en especial lesiones de alta energía, lesiones por aplastamiento, heridas por arma de fuego, y todos aquellos traumatismos con palpación de los pulsos periféricos débiles. También en aquellos pacientes con insuficiencia vascular no traumática con pulsos periféricos disminuidos ó signos clínicos de isquemia, al igual que malformaciones vasculares ó tumores cercanos a los vasos.<sup>1</sup> La **arteriografía** se considera la técnica de imagen estándar para la evaluación del árbol vascular, tanto la arteriografía convencional como la arteriografía de sustracción digital (DSA), y es el estándar sobre el que se comparan otras técnicas de imagen vascular.

Sin embargo, es una técnica invasiva que requiere punción arterial directa, dosis relativamente altas de contraste intraarteriales y necesita la presencia del radiólogo durante la realización de la prueba. Es necesario un período de vigilancia después de la prueba y tiene un costo relativamente alto.<sup>2</sup> Además, sólo evalúa el árbol arterial y algunos autores aconsejan retrasar la cirugía con colgajos libres después de la arteriografía para tener mayor seguridad en la anastomosis vascular.

La aparición de la **Tomografía computada** (TC) en el año 1973, es el hecho más relevante en la historia de la imagen médica. Desde entonces ha experimentado una evolución constante y hoy día juega un papel central en la medicina clínica.<sup>3</sup> La TC con multidetectores ha revolucionado el mundo de la imagen vascular.<sup>4,5,6</sup> Es posible obtener imágenes de alta resolución multiplanares que pueden ser vistas en 3 dimensiones. Además, el incremento de la velocidad de procesamiento de los datos, permite un amplio rango de manipulación de los mismos que pueden ser reformateados para proveer ilimitadas reconstrucciones y proyecciones. Los protocolos de reconstrucción permiten que las arterias estudiadas puedan verse desde cualquier perspectiva, así como en cortes transversales. El hueso, las venas, cartílago, etc. pueden mantenerse para permitir al cirujano referencias anatómicas o bien pueden extraerse de la imagen para ver el árbol vascular de forma ininterrumpida. Es un método ideal para obtener información acerca del flujo sanguíneo debido a la mayor rapidez y discriminación de la densidad de los tejidos.<sup>7,8</sup>

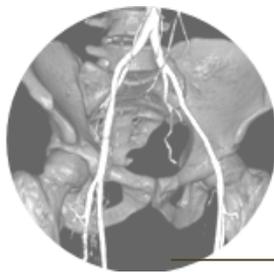
Tiene una serie de **ventajas** respecto a la arteriografía convencional: se trata de una técnica no invasiva que evita la canalización arterial selectiva por lo que no precisa un período de vigilancia posterior. Aunque esta técnica utiliza también un medio de contraste, la cantidad es menor que en el caso de la arteriografía convencional. Permite reconstruir imágenes en 3 dimensiones, lo que facilita una visión más objetiva del árbol vascular arterial y venoso y podemos, selectivamente, añadir o sustraer partes blandas y hueso a las imágenes. Ya que la técnica sólo ocupa 20-30 segundos, pacientes poco colaboradores pueden ser escaneados sin datos artefactados.

La **angiografía-TC** se ha usado rutinariamente para estudio del árbol vascular en el diagnóstico del tromboembolismo pulmonar y en los últimos años se ha estandarizado en el estudio de grandes vasos. Pronto se ha convertido en una técnica de uso

generalizado para el estudio vascular en cabeza y cuello (circulación intracraneal, estenosis carotídea),<sup>9,10,11</sup> en tórax (embolismo pulmonar, disección aórtica, fístulas arterio-venosas pulmonares, anomalías vasculares y aneurismas)<sup>12,13,14,15</sup> y abdomen (aneurismas aórticos abdominales, estenosis de las arterias renales, evaluación de los vasos esplácnicos y vasos hepáticos antes de la resección hepática).<sup>16,17</sup> A pesar de que la resolución de la angiografía convencional es superior a la angio-TC en estudio del árbol vascular de la extremidad inferior, la facilidad de aplicación de la angio-TC hace de este un método de gran valor para la planificación de la cirugía ó valorar la patencia de un by-pass.<sup>18,19</sup> También ha demostrado una excelente sensibilidad y especificidad en la enfermedad vascular periférica.<sup>20</sup>

En los últimos 10 años han ido apareciendo artículos científicos con el uso de la angio-TC como sustituto de la arteriografía convencional para la evaluación preoperatoria del árbol en reconstrucciones complejas en oncología de cabeza y cuello y en patología traumática de las extremidades. También recientemente la angio-TC está desplazando al uso de la ecografía doppler-color para el marcaje preoperatorio de las perforantes, cuando se diseña un colgajo basado en arterias perforantes. Ello ha suscitado un interés creciente del uso de esta tecnología en la cirugía reconstructora.





## **MARCO TEÓRICO**

---



## 3.1 EVOLUCIÓN DE LA CIRUGÍA RECONSTRUCTORA

La evolución de la cirugía reconstructora está íntimamente ligada al desarrollo y evolución de la microcirugía por una parte y por otra, a los avances en los conocimientos anatómicos y más concretamente en el conocimiento de la vascularización de los tejidos.

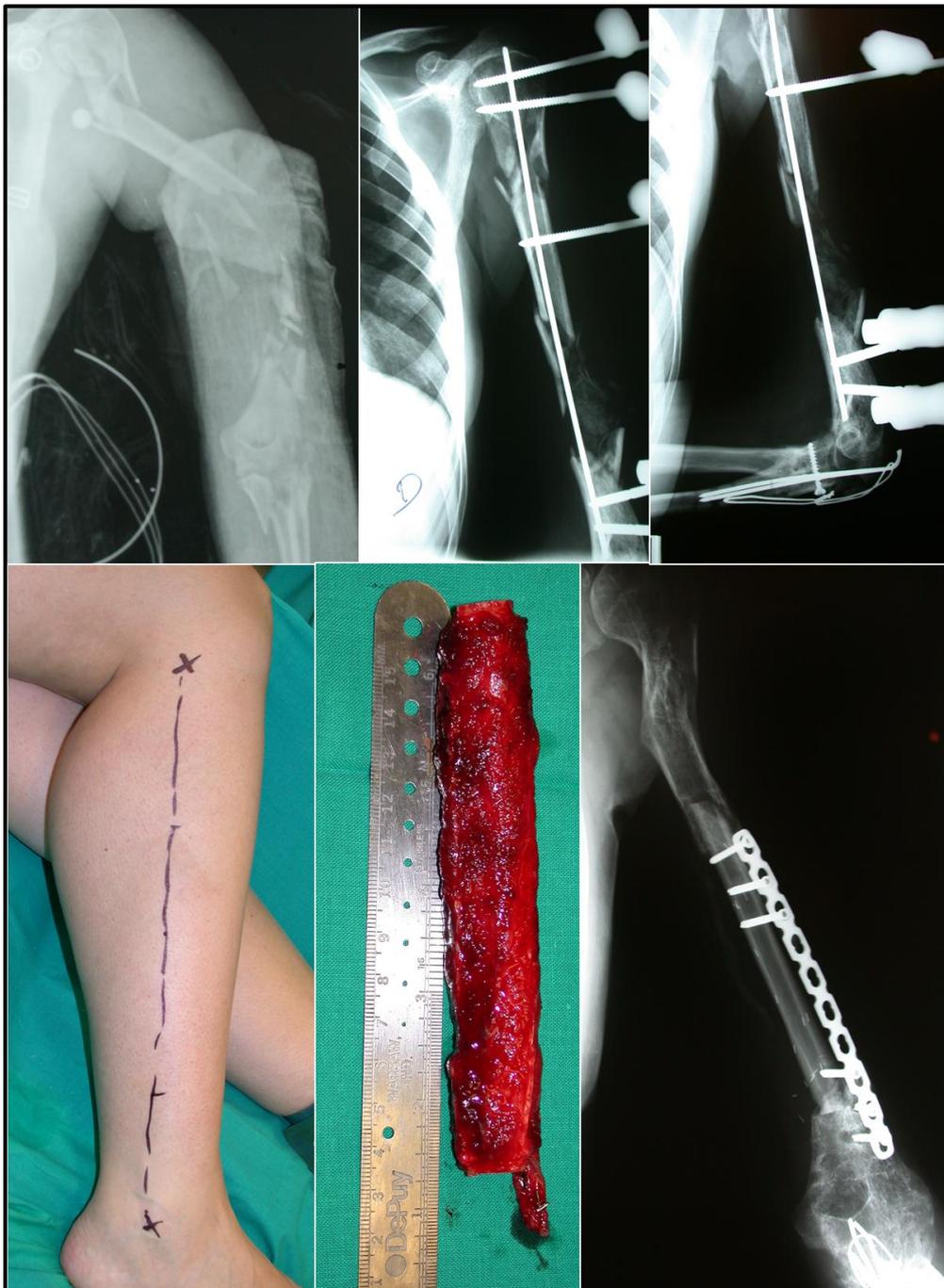
La microcirugía permitió grandes avances en todos los ámbitos de la cirugía (ORL, oftalmología, ginecología, etc.), pero sin duda los grandes avances se produjeron en el campo de la cirugía de la mano y la cirugía reconstructora, con la evolución del trasplante libre de tejidos, los reimplantes, la cirugía nerviosa hasta los alotrasplantes de cara y miembros. Los colgajos pediculados tubulados que se rotaban de una parte del cuerpo a otra, que requerían múltiples cirugías y una gran cantidad de tiempo, dieron paso a reconstrucciones complejas en un sólo tiempo quirúrgico (**Figura 1**).

### 3.1.1 HISTORIA DE LA MICROCIRUGÍA

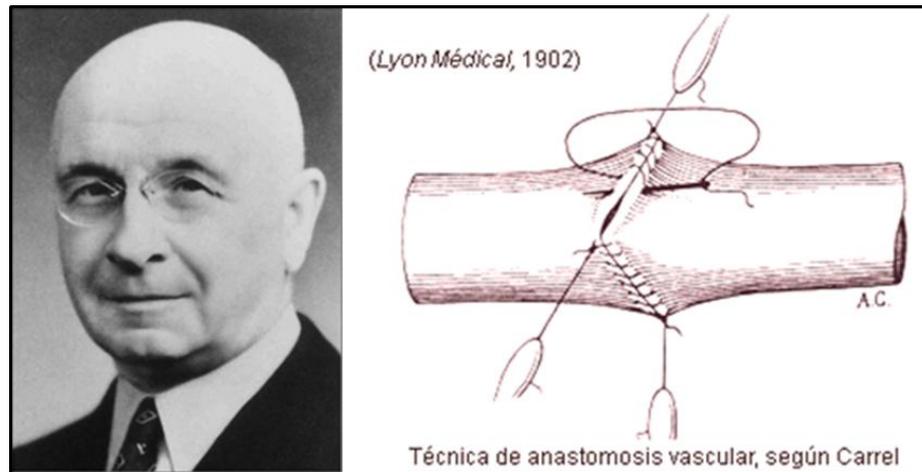
Los orígenes de la microcirugía se remontan a finales del siglo XIX y principios del siglo XX cuando algunos cirujanos innovadores consiguen las primeras anastomosis vasculares por aposición directa realizando suturas término-terminales con seda fina.<sup>21</sup> Sin embargo la innovación técnica más importante llega en 1902 cuando Alexis Carrel describe el método de la “triangulación”, una técnica de sutura vascular a 120°, que todavía se utiliza hoy día (**Figura 2**). Él, preconizaba también la anastomosis término-lateral cuando existía disparidad en el diámetro de los vasos.<sup>22</sup> Estos trabajos le hicieron merecedor del Premio Nobel de Medicina en 1912. Hópfner en 1903,<sup>23</sup> reportó el primer reimplante experimental de una extremidad en perros. En 1960, Jacobson realiza con éxito anastomosis micro vasculares de arterias carótidas de menos de 1.4 mm de diámetro en animales de laboratorio con un 100% de patencia en todas ellas.<sup>24</sup>

Malt y McKhann en 1962 realizan el primer reimplante con éxito de un brazo completamente amputado en un niño de 12 años en Boston.<sup>25</sup> En 1963, Kleinert y Kasdan<sup>26</sup> realizan la primera revascularización de un pulgar parcialmente amputado, usando magnificación óptica con lupa y suturas de 6-0 y en ese mismo año, Chen y

cols. reimplantan una mano completamente amputada en Shanghai.<sup>27</sup> Komatsu y Tamai (1968), fueron los primeros que reimplantaron un pulgar completamente amputado en un varón de 28 años usando un microscopio quirúrgico (Zeiss diploscope) utilizando suturas de seda de 7-0 y nylon de 8-0.<sup>28</sup>



**FIGURA 1.** Lesión compleja de miembro superior en accidente de tráfico. Fractura conminuta de húmero izquierdo, reconstrucción con injerto óseo vascularizado de peroné de 12 cm.



**FIGURA 2.** Dr. Alexis Carrel y su método de triangulación para suturas micro vasculares término-terminales. (Guthrie CC. *Blood Vessel Surgery and Its Applications*. New York: Longmans, Green & Co; 1912.)

En la misma década, Krizeck y cols. publican la primera serie de colgajos libres experimentales en perros; usaban tejidos de la región abdominal basados en los vasos epigástricos superficiales,<sup>29</sup> y Buncke y Schulz describen con éxito el reimplante experimental de orejas en conejos y reimplantes de dedos en monos macacos Rhesus.<sup>30</sup>

La primera transferencia libre de tejidos en la clínica fue realizada por Antia y Buch (Tata department of Plastic Surgery, sir J.J. Group Hospitals, Bombay, India) en 1966; y que publicaron en el año 1971.<sup>31</sup> Transfirieron un colgajo dermograso de la región inguinal a la región facial asegurando su nutrición por anastomosis de la arteria epigástrica superficial a la carótida externa y de la vena safena a la yugular interna. En 1969, McLean y Buncke realizan una transferencia libre de epiplon para reconstruir una grave quemadura en cuero cabelludo.<sup>32</sup> También en 1971 Buncke, realiza una transferencia libre de tejido inguinal basada en los vasos ilíacos circunflejos superficiales, que fracasa a las 3 semanas por espasmo arterial tras realizar una arteriografía de control.<sup>33</sup>

Desde entonces el progreso de la microcirugía ha sido imparable hasta nuestros días. Una limitación importante de la microcirugía es la disponibilidad de tejidos. Para solventar este problema han surgido dos nuevas estrategias: el trasplante compuesto de

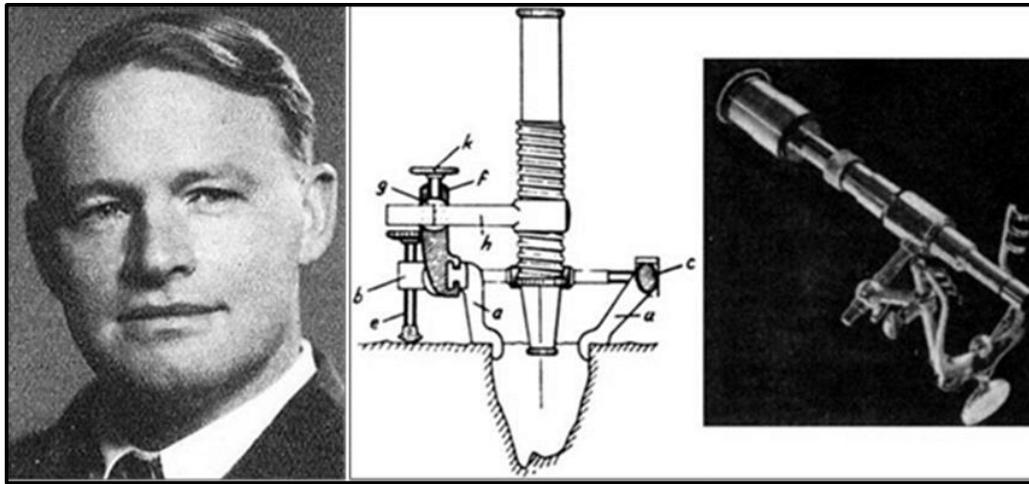
tejidos y la ingeniería tisular. A finales del siglo 20 se empieza a desarrollar el trasplante alogénico de tejidos; en 1998 Dubernard y su equipo en Lyon realizan el primer alotrasplante de mano en un varón de 48 años,<sup>34</sup> Devauchelle y su equipo realizan el 27 de noviembre del 2005 en Amiens (Francia) el primer alotrasplante facial (incluyendo nariz, labios y mentón) en una mujer de 38 años que había sufrido una mordedura de perro.<sup>35</sup>

La introducción de la **anticoagulación** fue uno de los hitos más importantes en cirugía vascular. La heparina fue descubierta por Joy McLean,<sup>36</sup> estudiante de Medicina de la Universidad Johns Hopkins en 1916 y por Howell y Holt.<sup>37</sup> Los primeros ensayos clínicos satisfactorios se reportaron en 1933 por Charles y Scott<sup>38</sup> y aún hoy día es una de las drogas ampliamente utilizadas en la práctica clínica. La capacidad de controlar la formación de coágulos fue un paso fundamental en el desarrollo de la microcirugía vascular.

La última innovación que dio lugar al desarrollo de la microcirugía moderna fue la introducción del **microscopio quirúrgico**. Aunque el microscopio se conoce desde el siglo XVII, no es hasta 1921 cuando Carl-Olof Nylen, un otorrinolaringólogo sueco, usa por primera vez un microscopio monocular en quirófano para tratar un caso de otitis crónica con fístula laberíntica en el Karolinska Medical School de Estocolmo, Suecia (**Figura 3**).<sup>39</sup> Al año siguiente, su jefe Gunnar Holmgren,<sup>40</sup> perfecciona la técnica e introduce el microscopio binocular. Sin embargo el limitado campo de visión, la corta distancia focal, la pobre calidad de luz y la inestabilidad del mismo, relega su uso a sólo en contadas ocasiones. En 1951, un modelo perfeccionado por Litmann y la compañía Zeiss, más fácil de usar y con la posibilidad de cambiar los aumentos sin variar la distancia focal, hace que se empiece a utilizar de forma rutinaria en diversos campos de la cirugía. En la actualidad se han ido perfeccionando con más magnificación, mejor calidad de las lentes, con sistema de grabación de imágenes, incluso en tres dimensiones, y sistema de navegación.<sup>41</sup>

Se desarrollaron entonces, instrumentos finos para usar bajo magnificación óptica, a destacar entre los mismos el coagulador bipolar.<sup>42</sup> En la actualidad, refinamientos técnicos tales como el uso de clips vasculares, anillos para anastomosis vascular, adhesivos biológicos, nuevos hilos y agujas de sutura y las técnicas de imagen de localización de perforantes en el preoperatorio hacen que esta cirugía sea cada vez más

rápida y segura.



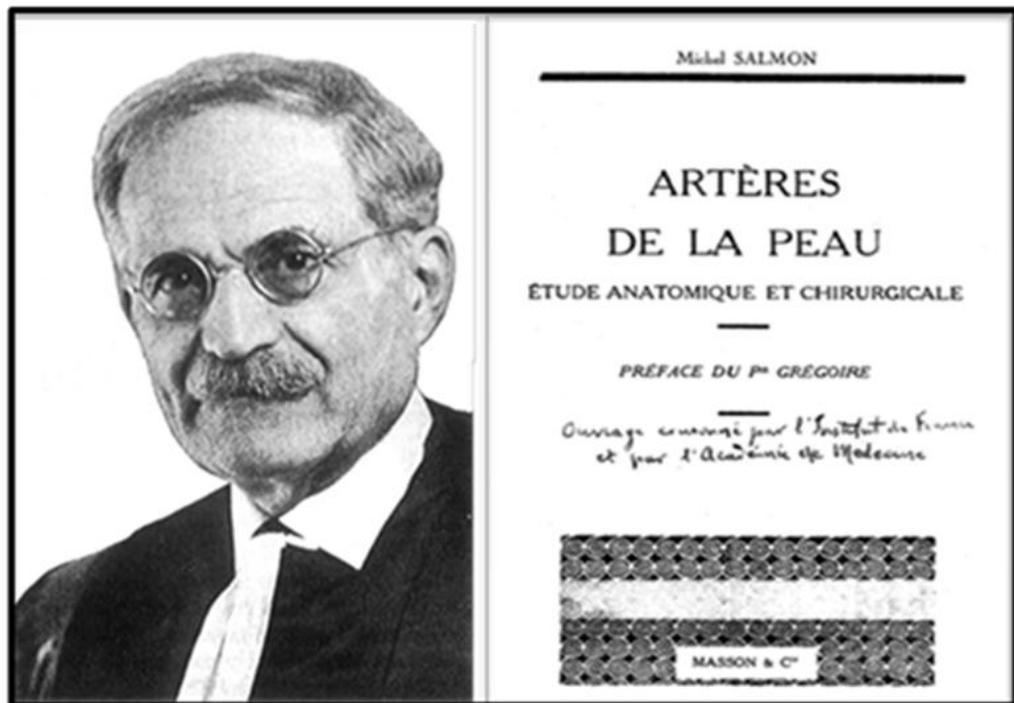
**FIGURA 3.** Dr. Nylén y el microscopio monocular que usó por primera vez para cirugía otológica en 1921 (*Plast. Reconstr. Surg.* 124: 282e, 2009.)

### 3.1.2 VASCULARIZACIÓN DE LA PIEL

William Harvey en 1628<sup>43</sup> publica la primera descripción de la vascularización de la piel en su trabajo *An Anatomical Disputation Concerning the Movement of the Heart and Blood in Living Creatures*. Dos siglos y medio después, Werner Spalteholz (1893)<sup>44</sup> mediante estudios con inyecciones de gelatina y pigmentos en los vasos, divide las arterias de la piel en dos tipos: Las arterias puras ó directas que dan ramas directamente a la piel, y las arterias impuras ó indirectas, que son arterias que primariamente suplen estructuras más profundas, generalmente músculos, y luego se dirigen hacia la piel. Unos años antes, Wladimir Tomsa<sup>45</sup> describía los plexos subdérmico y dérmico de la piel.

La aparición en 1889 del trabajo de Manchot<sup>46</sup> sobre las arterias cutáneas, marca el comienzo de una aproximación más científica al conocimiento de la viabilidad de los colgajos. Realiza una descripción detallada de la vascularización cutánea, identifica distintos territorios cutáneos que reciben la vascularización de una arteria determinada. Su trabajo es memorable dado que no se beneficia de los estudios radiológicos con

contraste, ya que publica sus estudios antes del descubrimiento de los rayos X por Roentgen en 1895. Michel Salmon,<sup>47</sup> 47 años más tarde, mejoró estos estudios utilizando óxido de plomo para producir una radiografía de los vasos y mostrar una detallada anatomía de la vascularización cutánea y muscular. Describe aproximadamente el doble de territorios cutáneos de los que proponía inicialmente Manchot. Este trabajo sirvió para un diseño más moderno de determinados colgajos y como base para futuros estudios anatómicos (Figura 4). Salmón en 1936 afirmaba que, en cirugía reconstructora, la base para la disección de cualquier colgajo era incluir el pedículo arterial.



**Figura 4.** Michel Salmon y publicación de su tratado *Arteres de la Peau* en 1936

Los estudios histológicos en la microcirculación<sup>48,49,50</sup> han demostrado que la vascularización de la piel y el tejido subcutáneo está organizado en 5 plexos vasculares: plexo subepidérmico, plexo dérmico, plexo subdérmico, plexo subcutáneo y plexo fascial (prefascial y subfascial). Estos plexos se nutren por arterias que atraviesan la fascia y alcanzan la piel, bien atravesando el músculo (perforantes músculo-cutáneas) o bien pasando entre los músculos en los septos intermusculares (perforantes septocutáneas).

Muchos autores diferencian entre vasos cutáneos directos (axiales) y perforantes septocutáneas, pero ambas suplen la piel y probablemente la diferencia sea más semántica.

Un avance importante fueron los estudios en cadáveres (disección, inyección de tinta e inyección de contraste) de Taylor y Palmer en los años 80. Mapearon un total de 374 vasos cutáneos dominantes de 0.5 mm ó mayores de todo el cuerpo,<sup>51</sup> e introdujeron el concepto de **angiosoma** (una unidad tridimensional de tejido compuesto que se nutre por vaso determinado). Estas unidades tridimensionales de tejido contienen: músculo, nervios, tejido conectivo, hueso, y la piel suprayacente. Dividen el cuerpo en 40 angiosomas, aunque algunos de ellos pueden subdividirse en territorios más pequeños. Los angiosomas están unidos por pequeños vasos de choque anastomóticos, pero a veces por verdaderas anastomosis sin reducción de calibre. Esto es muy importante en el diseño de colgajos, sobre todos de los colgajos libres. Behan y Wilson desarrollan el concepto de **angiotoma**, al que definen como el área de tejido que se puede utilizar como colgajo y está nutrida por una arteria que se puede extender por sus comunicaciones con ramas de vasos adyacentes.<sup>52</sup> Cormack y Lamberty<sup>53</sup> expanden el concepto de angiotoma y describen tres tipos de territorios vasculares que se pueden incluir en un colgajo basado en un simple vaso: anatómico, dinámico y potencial. Publican un tratado donde describen las bases anatómicas de los colgajos cutáneos.<sup>54</sup>

Esto clarificó a los cirujanos los vasos que nutren los colgajos, lo que facilitó el diseño de los colgajos y mejoró los índices de supervivencia de los mismos.

El drenaje venoso de la piel ha suscitado mucho menor interés a pesar que el fracaso de los colgajos por insuficiencia venosa es bastante común. El drenaje venoso de la piel y tejido subcutáneo consiste en dos sistemas interconectados por venas sin válvulas. El primer sistema se denomina plexo subdérmico de venas longitudinales. Son vasos largos como las venas cefálica, basílica, safena, etc. que recorren largas distancias paralelas a la piel y atraviesan la fascia profunda cerca de las articulaciones. Se encargan fundamentalmente de la termorregulación y en ocasiones acompañan a nervios, y están interconectadas por venas que muchas veces no tienen válvulas. Se conectan también a veces con venas profundas que acompañan ó no a arterias. El segundo sistema es un sistema de venas verticales que acompañan a las arterias perforantes.

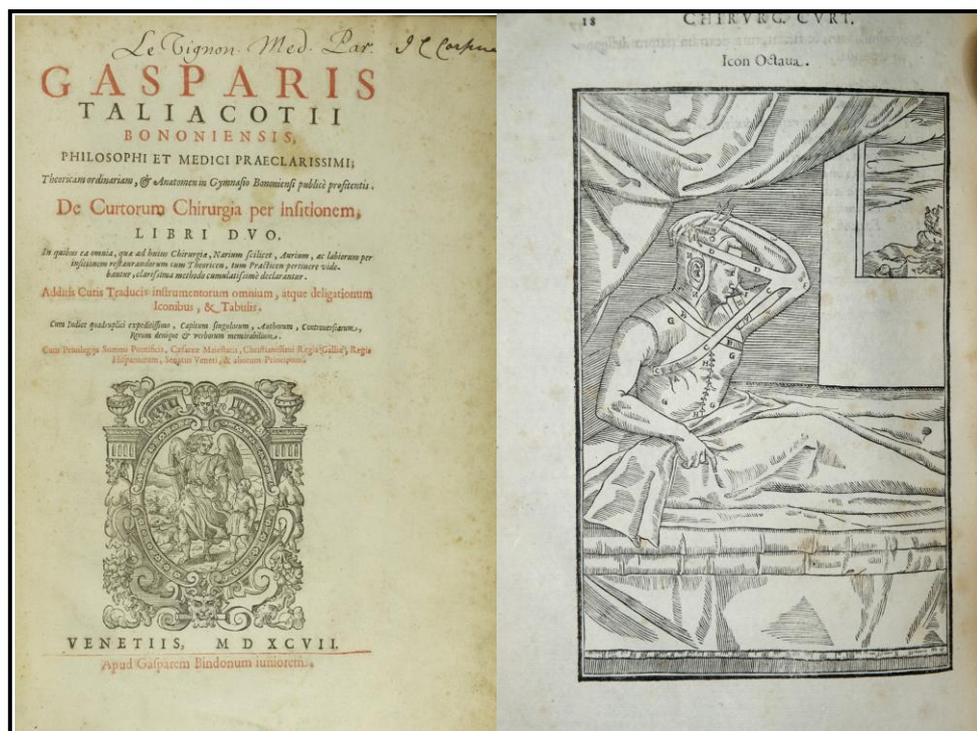
En resumen, los avances tanto de los cirujanos como de los anatomistas en definir el sistema vascular de la piel han sido paralelos a la evolución de la cirugía de los colgajos, desde los colgajos pediculados hasta el desarrollo de los colgajos perforantes.

### 3.1.3 EVOLUCIÓN DE LA CIRUGÍA DE LOS COLGAJOS

Desde hace más de 20 siglos los colgajos cutáneos se han usado ampliamente para reparar defectos en todas las partes del cuerpo. Se dice que Sushruta (año 800 a.c.) fue el primero en usar colgajos cutáneos, especialmente colgajos de la frente para reparar narices amputadas, una práctica común en aquellos tiempos en la India, que se llevaba a cabo con los delincuentes. Aunque él vivió muchos años antes de Cristo su trabajo fue ampliamente conocido hasta muchos años después de Cristo. Pasaron muchos siglos hasta que aparecieron avances en la cirugía reconstructora. En el siglo XV aparece una contribución importante a la cirugía reconstructora, los “**colgajos a distancia**”. Antonio Branca diseñó un colgajo en solapas de la cara interna del brazo y lo suturaba a la nariz, para la reconstrucción de defectos nasales. El brazo se mantenía unido a la nariz durante un tiempo hasta que el colgajo establecía su propia circulación para. Pronto estos colgajos a distancia fueron aplicados por otros cirujanos y se convirtieron en una de las principales técnicas de la cirugía plástica en la Europa post-renacentista.

El siguiente nombre importante en la cirugía de los colgajos fue Gasparo Tagliacozzi (1546-1599), profesor de anatomía y cirugía en la Universidad de Bolonia, describió con minucioso detalle los procedimientos llevados a cabo por Antonio Branca y ya hablaba de las posibles complicaciones y su tratamiento. En su tratado *De Curtorum Chuirurgia per Insitionem*, considerado como el primer tratado de cirugía plástica, describe meticulosamente un procedimiento denominado “método italiano” para reconstruir narices, labios y orejas amputadas, usando piel del antebrazo izquierdo.<sup>55,56</sup> (Figura 5) Atacado por los teólogos de su tiempo, acusado de interponerse a la obra de Dios y atribuyendo sus éxitos a la gracia del diablo, esta cirugía fue abandonada hasta el siglo XVIII. Aunque su trabajo fue universalmente reconocido cuando apareció, su procedimiento no ganó muchos adeptos y fue finalmente olvidado.

En el siglo XVII se renueva el interés por el conocimiento; fue el llamado siglo de la revolución científica, sin embargo, los avances en el conocimiento de la anatomía y la fisiología no se tradujeron en avances en la cirugía. El siglo XIX marca el comienzo de la medicina moderna. En la segunda mitad del siglo XIX hubo dos descubrimientos determinantes: el desarrollo de la anestesia en el año 1846 y la antisepsia. Reverdin publica en 1869 los primeros injertos cutáneos con éxito.<sup>57</sup>



**FIGURA 5.** Tratado de *De Cutorum Chirurgia per Insitionem*, de Gasparo Tagliacozzi y la ilustración del método italiano para la reconstrucción nasal.

Durante la primera guerra mundial se acelera el desarrollo y uso clínico de numerosos colgajos para la reconstrucción de grandes defectos causados por las armas utilizadas en la contienda. Sir Harold Gillies (1882-1960), cirujano del Ejército Británico, populariza la técnica de los colgajos tubulares y en 1919, publicó su libro de *Plastic Surgery of the Face*, basado en su experiencia en la guerra.<sup>58</sup> Sin embargo los médicos dedicados a esta tarea no eran cirujanos plásticos, a pesar de que el término “cirugía plástica”, fue propuesto por Zeis en 1838.<sup>59</sup> En América, John Staige Davis,<sup>60</sup> es el primer médico

que abandona la cirugía general para dedicarse por completo a la cirugía plástica, por lo que se convierte en el primer cirujano plástico dedicado por completo a la especialidad. Publica en 1919 un libro en el que se incluyen varias secciones dedicadas a los colgajos cutáneos.

Los avances anatómicos en los estudios de la vascularización cutánea dieron un impulso definitivo a la evolución de los colgajos en cirugía reconstructora. Aunque se sabe que la vascularización es importante para la supervivencia de los colgajos, durante años la cirugía reconstructora estuvo dominada por los colgajos tubulados, basados en ideas empíricas de su relación longitud/anchura. Milton en 1969, confirma que la existencia de un vaso adecuado en el pedículo, es el factor más importante para la supervivencia de los colgajos.<sup>61</sup> Desde entonces aparecen nuevos estímulos y se desarrollan nuevos colgajos sobre vasos conocidos. Tras conocer que muchos vasos alcanzan la piel atravesando la fascia profunda y los músculos, aparecen los colgajos músculo-cutáneos. Más tarde el conocimiento de los vasos septocutáneos que alcanzan la piel a través de los septos intermusculares dio lugar a la aparición de los colgajos fasciocutáneos.

Asko-Seljavaara en 1983, introduce el concepto de “**free-style free flap**”;<sup>62</sup> cualquier colgajo cutáneo en isla es factible si el vaso nutriente puede ser identificado y disecado. Saint-Cyr y Mardini publican su experiencia con colgajos perforantes de diseño “free-style” basados en señales de doppler preoperatorias.<sup>63,64,65</sup> Ellos afirmaron que cualquier colgajo cutáneo puede ser disecado sobre sus perforantes cutáneas sin tener en cuenta el trayecto que el vaso recorre. Sin embargo también mencionan que información tal como la localización de las perforantes, longitud del pedículo y si las perforantes discurren en un trayecto supra ó infra-fascial no se puede conocer con el uso de un doppler manual. Desde 1989, los colgajos perforantes y la supramicrocirugía han emergido como una nueva frontera en la moderna cirugía reconstructora.<sup>66</sup> Se pueden transferir con éxito colgajos basados en pequeñas perforantes, sin necesidad de disecar el pedículo vascular, llevando a cabo refinamientos que permiten disminuir la morbilidad en las zonas donantes.

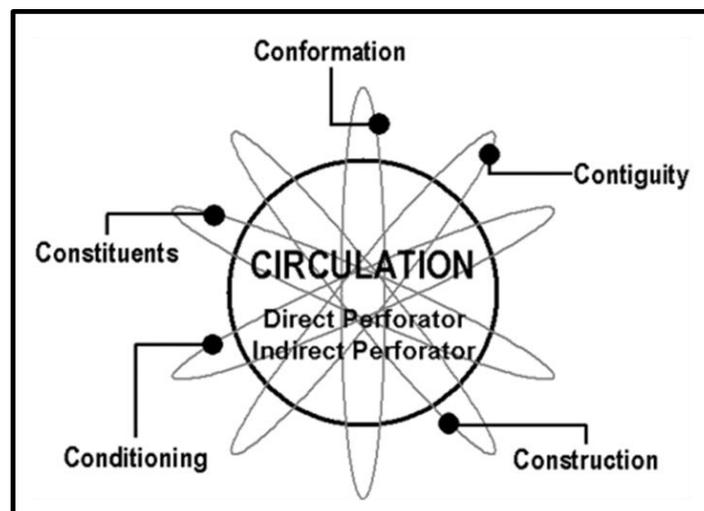
## 3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS COLGAJOS

Se denomina colgajo a todo tejido transferido con su riego sanguíneo y se denomina pedículo a la base del colgajo que transporta su vascularización. Durante el siglo pasado los cirujanos y anatomistas han hecho tremendos avances en definir la anatomía vascular de la piel y este progreso se ha reflejado en la evolución de los colgajos, desde los colgajos axiales pediculados pasando por los colgajos musculocutáneos, fasciocutáneos, colgajos libres y por último los colgajos perforantes músculo-cutáneos ó septocutáneos.

Una completa clasificación de los colgajos debe incluir las siguientes características:

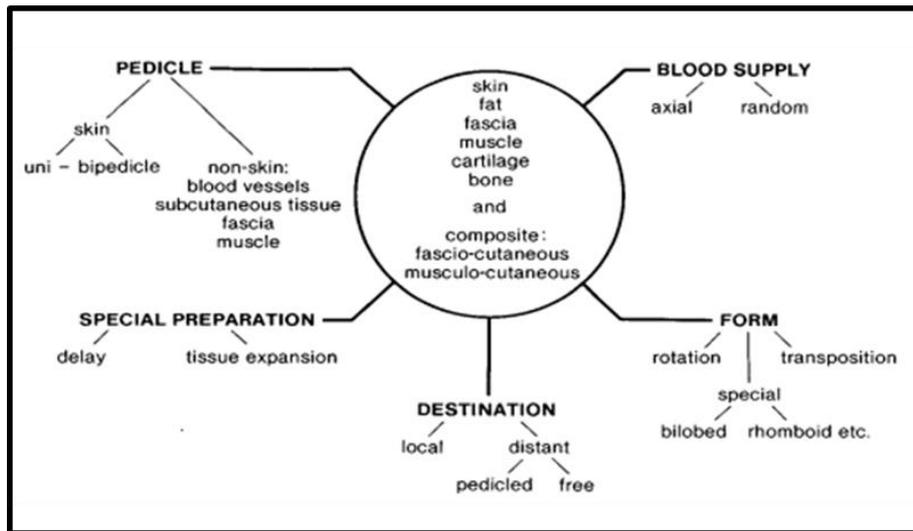
- tipo de vascularización: random, axial, a flujo inverso
- composición del tejido: cutáneo, muscular, músculo-cutáneo, fascial, etc.
- según la proximidad al defecto: local, regional, a distancia ó libre
- tipo de preparación previa a la transferencia: diferido, expansión
- método de transferencia: de avance, rotación, transposición
- según características propias: sensitivo, etc.

Cormack y Lamberty <sup>54</sup> proponen el sistema de clasificación de las 6 C (Circulation, Constituents, Construction, Conformation, Contiguity y Conditioning), en el cual, el patrón de vascularización del colgajo, es la característica principal (**Figura 6**).



**FIGURA 6.** Clasificación de los colgajos. Cormack y Lamberty, 1986

Tolhurst propone la “**ATOMIC clasiffication**”.<sup>67</sup> Esta clasificación simula la estructura del átomo con un núcleo central que corresponde al componente del colgajo (músculo, hueso, piel, etc.) y en la periferia estarían los electrones que son las demás características del colgajo (tipo de vascularización, forma, diferido ó no, etc.) (**Figura 7**)



**FIGURA 7.** The Atomic classification. Tolhurst (*Plastic Reconstr Surg 1987, 80: 608-609*)

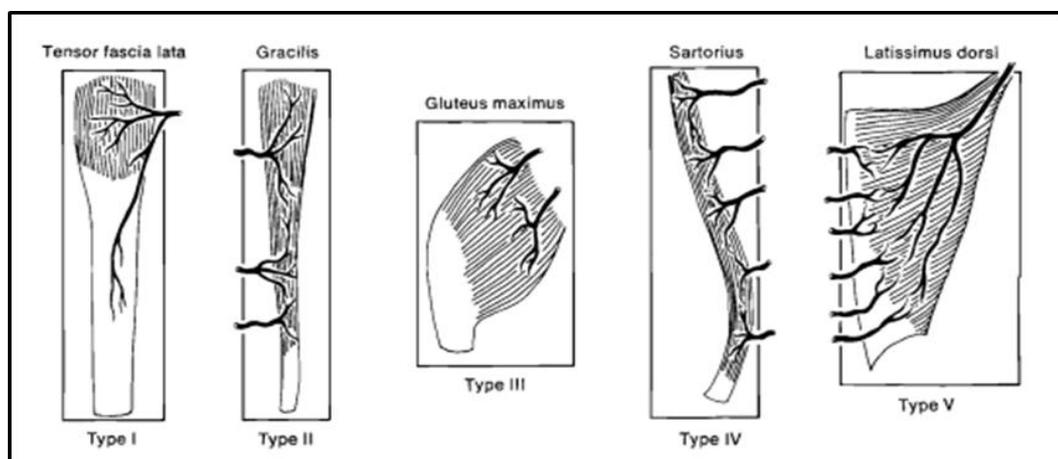
### 3.2.1 COLGAJOS CUTÁNEOS

Están compuestos por piel y tejido celular subcutáneo. Su vascularización puede provenir de una vaso determinado, son los llamados **colgajos axiales** que pueden ser disecados manteniendo sólo el pedículo vascular ó bien por múltiples y pequeñas perforantes indirectas; son los **colgajos random** que tienen que conservar un puente cutáneo, a través del cual le llega la vascularización. Los colgajos random no tiene un vaso conocido y su diseño de basa en la relación longitud/anchura (2:1, excepto en la cara que pueden llegar a 4:1). Esser (1917), describe un modelo de colgajo, en el que la piel ha sido completamente extirpada alrededor del pedículo, apareciendo el concepto de “**colgajos en isla ó colgajos axiales**”.<sup>68</sup> Los colgajos axiales se pueden utilizar como colgajos a flujo invertido; el flujo proximal al colgajo se interrumpe y el colgajo es transferido basado en los vasos distales.

### 3.2.2 COLGAJOS MUSCULARES Y MÚSCULO-CUTÁNEOS

La apreciación de que la piel recibe gran parte de su vascularización por ramas que atraviesan los músculos dio lugar a la aparición de numerosos colgajos músculo-cutáneos. Ya en 1906, Tansini<sup>69</sup> describió el uso de colgajos músculo-cutáneos de dorsal ancho para defectos de mastectomía radical. Baudet en 1976, es quién propone el término colgajo músculo-cutáneo. Estos colgajos fueron ampliamente popularizados por McCraw<sup>70</sup> y por Mathes y Nahai,<sup>71,72</sup> quienes clasifican los músculos en 5 grupos de acuerdo a su patrón de vascularización (**Figura 8**):

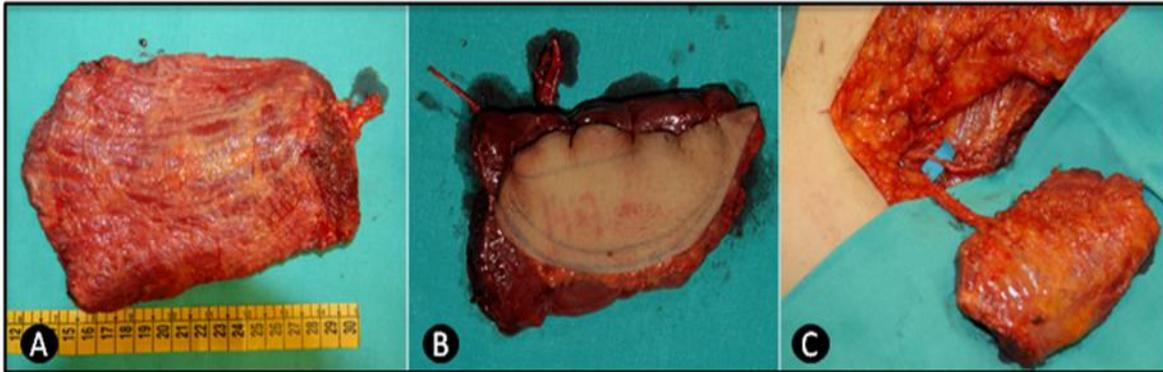
- ❖ **Tipo I:** incluyen aquellos músculos que se vascularizan por un sólo pedículo (gastrocnemio, tensor de la fascia lata)
- ❖ **Tipo II:** los músculos están vascularizados por un pedículo dominante y uno ó varios pedículos menores (vasto lateral, gracilis, trapecio, sóleo)
- ❖ **Tipo III:** lo integran aquellos músculos que tiene dos pedículos dominantes (glúteo mayor, recto abdominal, serrato)
- ❖ **Tipo IV:** son músculos que se nutren por múltiples vasos segmentarios (sartorio, tibial anterior, oblicuo externo). No son ideales para cirugía reconstructora
- ❖ **Tipo V:** son músculos que tienen un vaso dominante y múltiples vasos segmentarios secundarios (dorsal ancho, pectoral mayor). Son músculos anchos y grandes y se usan con mucha frecuencia en cirugía reconstructora



**Figura 8.** Patrones de vascularización muscular según Mathes y Nahai. *Plastic Reconstr Surg* 1981,177-187

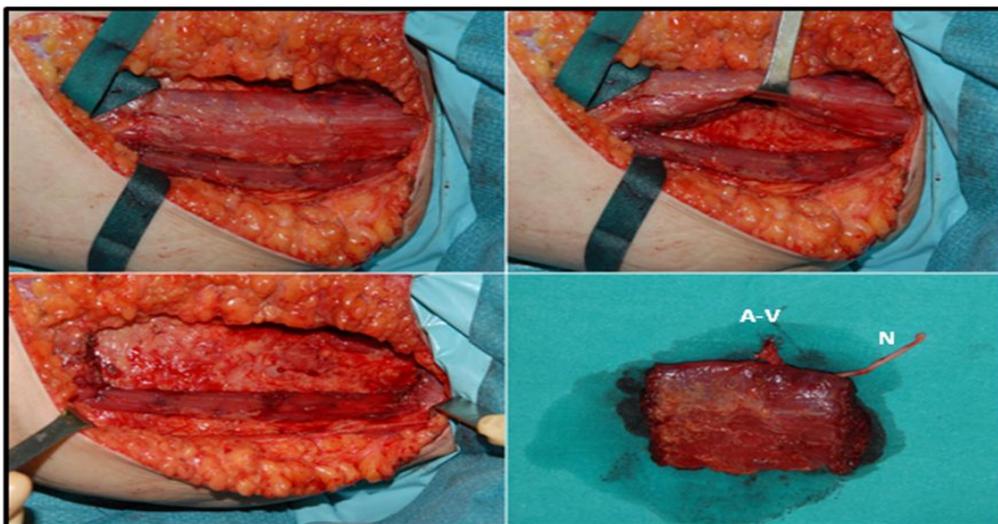
Este conocimiento de la vascularización de los músculos dio lugar a una explosión de colgajos tanto musculares como musculo-cutáneos en cirugía reconstructora, especialmente utilizados en heridas complejas. (Figura 9)

Además muchos de estos colgajos se pueden utilizar sólo parcialmente, dejando parte del músculo intacta en su posición original. (Figura 10)



**Figura 9.** Diferentes colgajos musculares usados en cirugía reconstructora. A: colgajo muscular de dorsal ancho. B: colgajo músculo-cutáneo de gracillis. C: colgajo muscular de serrato.

Una gran evolución en los colgajos musculo-cutáneos fue el descubrimiento de que en muchos casos no es necesario incluir el músculo en el colgajo, sino que las perforantes podían disecarse a través del músculo. Nacían así, los **colgajos perforantes** y aunque el tiempo de disección quirúrgico era mayor, disminuyen la morbilidad de la cirugía porque se preservaba la función muscular.

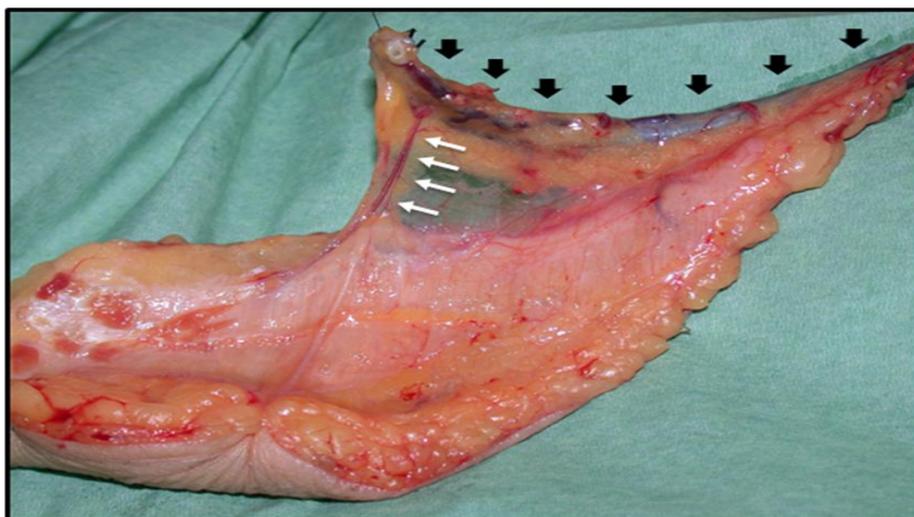


**Figura 10.** Colgajo muscular parcial de gracillis para reconstrucción activa de parálisis facial.

### 3.2.3 COLGAJOS FASCIOCUTÁNEOS

El concepto de **colgajo fasciocutáneo** (FC) fue introducido por Bengt Pontén en 1981.<sup>73</sup> La mayor ventaja de los colgajos fasciocutáneos respecto a los colgajos random utilizados anteriormente, es que éstos incluyen la fascia donde se encuentra un plexo vascular importante de la piel. Cormak y Lamberty<sup>54</sup> describen en detalle las fascias en el cuerpo humano y clasifican los colgajos cutáneos en 3 tipos de acuerdo al tipo de perforantes que alcanzan la piel: arterias cutáneas directas (colgajos axiales), perforantes que atraviesan el músculo y luego perforan la fascia suprayacente hasta alcanzar la piel (colgajos músculo-cutáneos) y arterias que alcanzan la piel, pasando entre los músculos a través de los septos intermusculares (colgajos fasciocutáneos). Dividen a su vez los colgajos fasciocutáneos en 3 tipos:

- **Tipo A:** colgajos con múltiples vasos fasciocutáneos que entran en la base del colgajo y se orientan longitudinalmente al colgajo
- **Tipo B:** basados en una sola perforante ó rama septocutánea que procede de un vaso mayor (colgajos escapular y paraescapular), en estos no es necesario incluir la fascia, y
- **Tipo C:** los colgajos se nutren por múltiples y pequeñas ramas septo-cutáneas segmentarias que salen de un vaso principal y viajan en las estructuras fasciales entre los músculos (colgajo radial), que deben incluirse siempre en el colgajo (**Figura 11**).

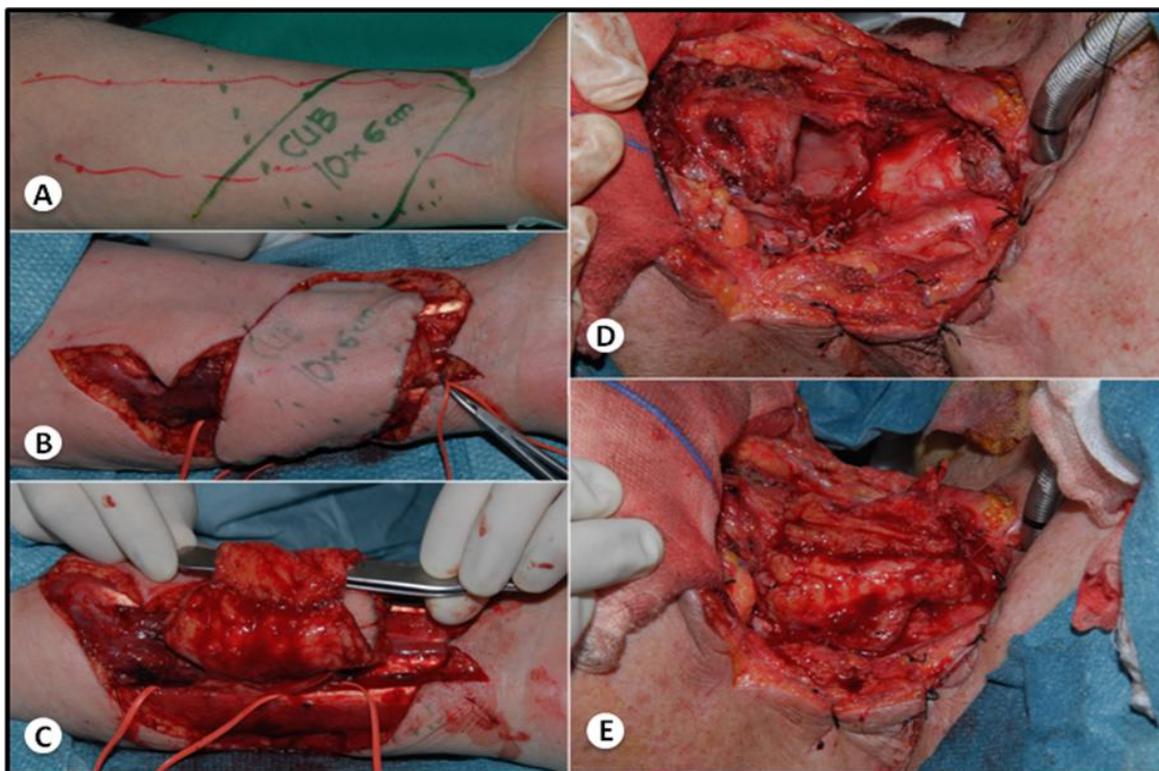


**Figura 11.** Colgajo fasciocutáneo antebraquial radial. Las flechas negras indican el eje arterial principal (arteria radial). Las flechas blancas señalan las perforantes septocutáneas que vascularizan el colgajo.

Este tipo de colgajos fueron ampliamente utilizados y una gran ventaja que presentan este tipo de colgajos es su pliability, pueden doblarse sobre si mismos, lo que permite reconstruir zonas difíciles como la faringe (Figura 12)

Resumiendo y desde un punto de vista más funcional, debemos diferenciar entre las perforantes que se ramifican a lo largo de la fascia y alcanzan la piel (los colgajos basados en estos vasos deben incluir la fascia) y perforantes directas que viajan a lo largo del tejido subcutáneo (colgajos basados en estas perforantes no necesitan la fascia)

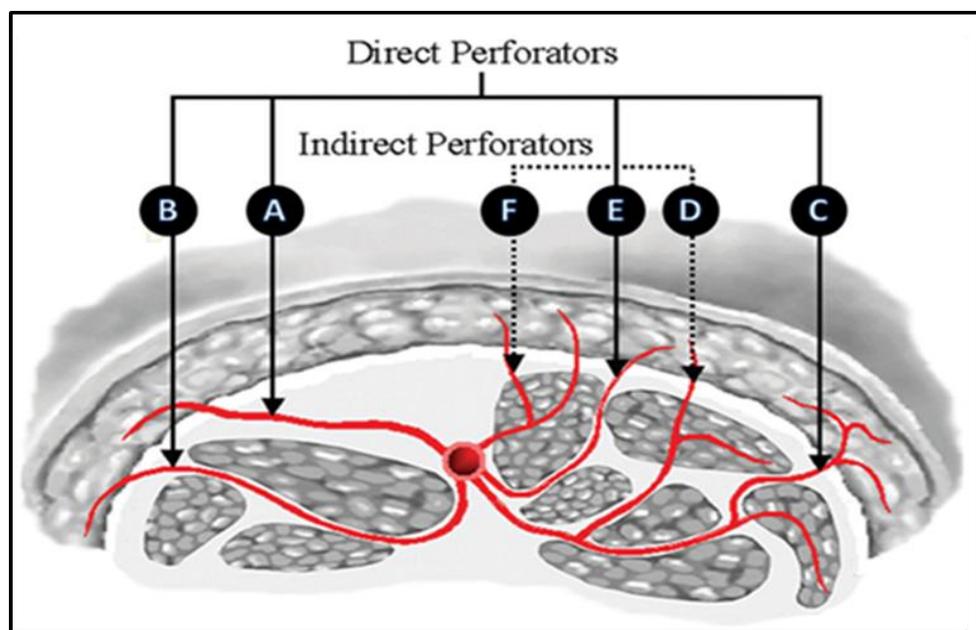
Nakajima y cols.<sup>74</sup> describen 6 tipos de perforantes que alcanzan la fascia desde un vaso en profundidad, que se pueden resumir en perforantes directas e indirectas; estas últimas viajan primero por tejidos intermedios (por ejemplo músculo) antes de alcanzar la fascia profunda. Aunque la clasificación de los colgajos fasciocutáneos fue similar a la de Cormack y Lamberty, estos autores describen dos tipos nuevos de perforantes que



**Figura 12.** Colgajo fasciocutáneo antebraquial cubital que se dobla sobre sí mismo para reconstrucción faringea tras ablación por cáncer.

atravesan la fascia: ramas directas de un vaso muscular (tipo C), y perforantes cutáneas de un vaso muscular (tipo D) (Figura 13). Estas últimas dieron lugar al último tipo de colgajos cutáneos descritos, los **colgajos perforantes**.

El conocimiento de los diferentes tipos de perforantes septales a la piel tuvo gran importancia para los cirujanos, pero sin embargo el impacto de los colgajos fasciocutáneos fue menor que el de los colgajos musculares y músculo-cutáneos. Hoy día se le da más importancia a la anatomía de las perforantes cutáneas que a la clasificación.



**FIGURA 13.** Patrones de vascularización según Nakajima. Tipo A: vasos cutáneos directos; tipo B: vasos septocutáneos directos; tipo C: ramas cutáneas directas de un vaso muscular; tipo D: perforantes cutáneas de un vaso muscular; tipo E: perforantes septocutáneas y tipo F: perforantes músculo-cutáneas (*Plast Recons Surg 2003; 111: 855*)

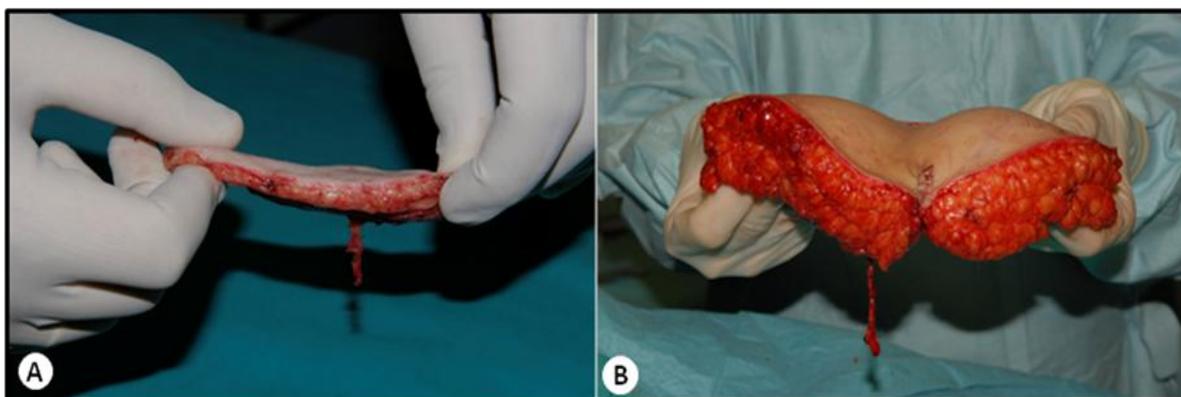
### 3.2.4 COLGAJOS PERFORANTES

En 1989, Isao Koshima<sup>66</sup> fue el primero en utilizar la palabra colgajo perforante (paraumbilical perforator flap). Pronto aparecieron publicaciones sobre múltiples colgajos perforantes y se generó una gran confusión respecto a la terminología pues se le denominada de diferente manera a colgajos perforantes basados en la misma arteria.

Por ello hubo varios intentos de consensuar la nomenclatura de este tipo de colgajos. 75,76,77,78

Primero había que clarificar lo que era exactamente una perforante: ya conocemos que existen perforantes directas e indirectas; estas últimas antes de perforar la fascia profunda para vascularizar la piel atraviesan otras estructuras generalmente músculo ó el septo intermuscular, pero también nervio, hueso tendón, periostio, pericondrio, etc. Como las perforantes musculares o septo-cutáneas son las más utilizadas en este tipo de colgajos de ahí el nombre de colgajos perforantes septales o septocutáneos y colgajos perforantes musculares. Los colgajos basados en perforantes directas deberían llamarse colgajos perforantes directos; aunque hay cirujanos que consideran que las perforantes directas y las septocutáneas son el mismo vaso con distintos nombres. En la actualidad se cree que estos colgajos deben denominarse con el nombre del vaso principal que nutre al colgajo, añadiendo el nombre del músculo que atraviesa en el caso de perforantes musculares (ejemplo: colgajo perforante de arteria epigástrica inferior-recto abdominal). (Figura 14)

Los colgajos perforantes tienen una serie de **ventajas**: la isla cutánea puede ser diseñada en diferentes direcciones (no tiene porque seguir el eje del músculo), permiten mayor longitud del pedículo y disminuyen la morbilidad porque no es necesario llevar músculo, fascia ni nervio. Entre las **desventajas** destacar una disección más tediosa que incrementa el tiempo operatorio, es necesaria una curva de aprendizaje y suelen dar más problemas de retorno venoso.

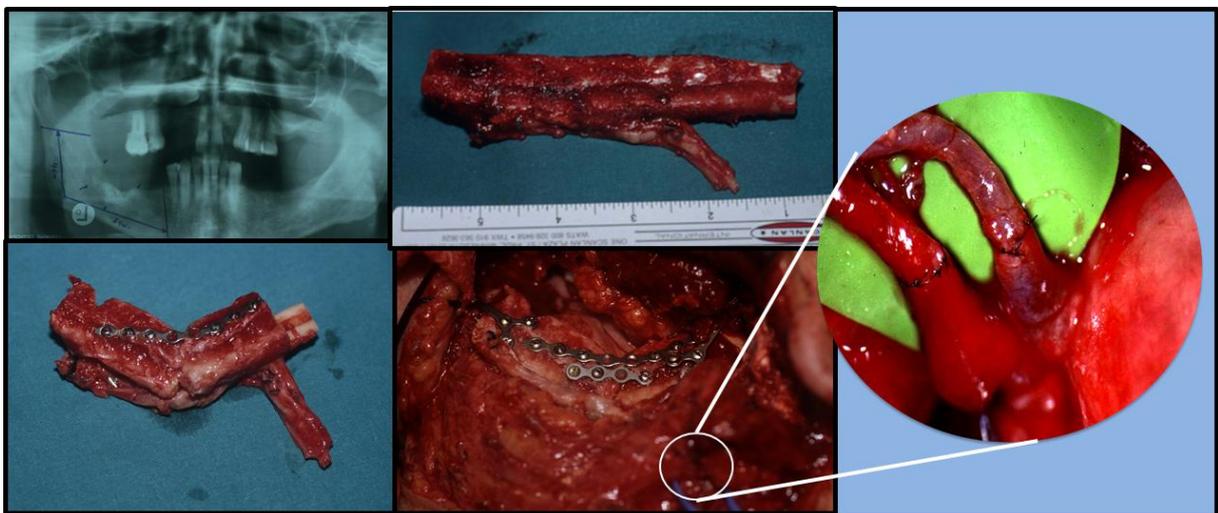


**Figura 14.** Colgajos perforantes. A: colgajo perforante antero-lateral del muslo. B: colgajo perforante de arteria epigástrica inferior (DIEP)

### 3.2.5 OTROS COLGAJOS

Atendiendo a la composición de los colgajos estos se denominan dependiendo del tejido que transporten: músculo (colgajos musculares), piel (colgajos cutáneos), fascia (colgajos fasciales), nervio (injertos nerviosos vascularizados), hueso (injertos óseos vascularizados), hueso y piel (osteocutáneos)

Los **injertos óseos vascularizados** (IOV) se denominan según el nombre del hueso del que proceden (IOV de peroné, IOV de cresta ilíaca, etc.). Permiten la reconstrucción de pérdidas de sustancia ósea, generalmente mayores de 6 cm de longitud y están especialmente indicados en cirugía oncológica de tumores de mandíbula, de los tumores óseos de bajo grado de malignidad, en la pseudoartrosis congénita de tibia y en las grandes pérdidas de sustancia postraumáticas de los huesos largos. Normalmente se asocia una isla cutánea testigo, que permite su monitorización postoperatoria y aporta cobertura en determinados casos. El IOV más utilizado, ha sido el de peroné, debido a su adecuado pedículo, diámetro de sus vasos y versatilidad (**Figura 15**).



**FIGURA 15.** IOV de peroné para reconstrucción mandibular. Se puede modelar el hueso para adaptarlo a la forma del ángulo mandibular

Los **colgajos neurocutáneos**, son un ejemplo de colgajos basados en perforantes indirectas que no atraviesan los músculos. Se basan en un sistema arterial y venoso

intrínseco y extrínseco que acompañan a los nervios periféricos cutáneos. A veces este sistema vascular extrínseco es una verdadera arteria. Un claro ejemplo es el *colgajo neurocutáneo sural*, basado en el nervio sural, que se acompaña de una arteria sural y dos venas concomitantes; las venas superficiales corresponden a la vena safena menor.

### 3.3 COLGAJOS LIBRES

Con los avances de la microcirugía, todos estos colgajos se pueden trasladar de su sitio original a partes distantes del cuerpo dándole vascularización mediante la sutura bajo microscopio de los vasos del colgajo a vasos receptores cercanos al defecto. La gran ventaja de estos colgajos es que permiten reconstrucciones complejas en un sólo tiempo quirúrgico en sitios donde no disponemos de colgajos locales. Requieren, sin embargo un tiempo quirúrgico más prolongado (entre 3 y 9 horas).

El éxito de los colgajos libres depende de: **factores biológicos** (cada tejido tiene una diferente respuesta a la isquemia), **factores técnicos** (experiencia del cirujano, curva de aprendizaje, medios técnicos, técnica de anastomosis), y **factores del paciente** (edad, tabaquismo, enfermedades asociadas, etc.).

La selección del colgajo libre se realiza en función de las necesidades de tejido que debemos aportar (piel, músculo, hueso, etc.), del tamaño del defecto, la longitud del pedículo vascular y la demanda funcional que requiera la técnica reconstructora y la menor secuela en la zona dadora.

El índice de éxito de los colgajos libres ha mejorado sustantivamente en los últimos años, llegando a alcanzar el 90-98% de éxito. Esta alta tasa de éxitos está motivada por los avances tecnológicos en la instrumentación, en el material de sutura, mejores medios de magnificación óptica, mayor conocimiento de los factores que afectan a la trombosis vascular, avances en la cirugía de los colgajos, mayor experiencia de los cirujanos y a los avances en la **monitorización** postoperatoria de los colgajos.

### 3.4 MONITORIZACIÓN DE COLGAJOS

A pesar de todos los avances en la cirugía de los colgajos libres, un 5 al 25% de los colgajos requerirán re-exploración por compromiso vascular de la anastomosis.<sup>79,80,81,82,83</sup> La mayoría de las complicaciones están relacionadas con trombosis del pedículo vascular, que en el 80% de los casos ocurre dentro de las primeras 48 horas de la cirugía.<sup>84</sup> Aunque puede ocurrir tanto trombosis arterial como venosa, la trombosis venosa ocurre con mayor frecuencia debido a su bajo flujo y a la baja presión por naturaleza.<sup>85</sup> La trombosis arterial es un evento rápido mientras que la trombosis venosa puede desarrollarse en varias horas. Sin embargo, trombosis tardía puede ocurrir también y generalmente está relacionada con infección local ó compresión del pedículo vascular.

La rápida detección de trombosis vascular permite la reintervención precoz e incrementa la tasa de salvación de colgajos antes de que comience el irreversible fenómeno del “*no-reflow*”.<sup>82,83,86</sup> El porcentaje de salvación de colgajos con trombosis arterial mediante trombectomía es solo del 15%, mientras que después de oclusión venosa, la salvación del colgajo con trombectomía es del 60%.<sup>84</sup> Además, la congestión venosa puede compensarse por sangrado por los márgenes del colgajo, lo que disminuye la congestión y el edema, retrasando la progresión a una situación de necrosis.

Valorar la correcta perfusión de los colgajos pediculados o libres es un reto para los cirujanos y el personal de enfermería y es vital para la reintervención precoz en caso de trombosis vascular. Hay diferentes métodos para evaluar la viabilidad de los colgajos, siendo los más utilizados la observación clínica y el eco-doppler manual. Sin embargo, estas técnicas sólo son válidas para la monitorización de los colgajos situados en la superficie. Es más difícil evaluar el flujo sanguíneo en colgajos localizados en regiones profundas como la hipofaringe ó base de cráneo, donde los colgajos están completamente enterrados. Muchas de las técnicas rutinarias empleadas en la monitorización de colgajos externos no pueden utilizarse en colgajos enterrados. En estos casos se pueden usar islas cutáneas externas, también llamadas “islas testigo”, o bien, exteriorizar determinados segmentos del colgajo que serán retirados la cabo de

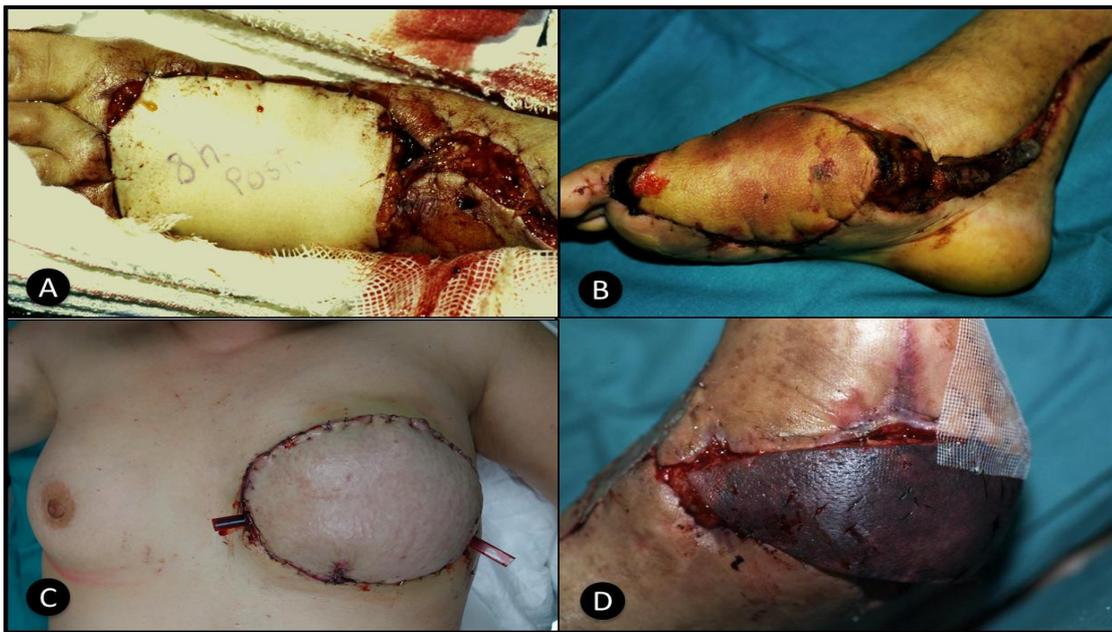
algunos días. El eco doppler color se cree que es el método ideal para la monitorización de colgajos enterrados, aunque también son útiles técnicas de monitorización invasivas, como el uso de sondas doppler implantables.

La técnica ideal de monitorización debe ser inocua para el paciente y para el colgajo, fácilmente realizable, objetiva, de respuesta inmediata, segura, fácilmente interpretable por cualquier miembro del staff, que se pueda aplicar tanto a colgajos de superficie como a colgajos enterrados y que sea barata.

### 3.4.1 MONITORIZACIÓN CLÍNICA

La observación clínica es indispensable en la monitorización de los colgajos y es la técnica más usada en los protocolos de monitorización clínica en la mayoría de los centros. En grandes series se ha visto como una técnica segura y eficaz de monitorización y reúne muchos de los criterios del sistema de monitorización ideal; sin embargo, está sujeta a interpretaciones subjetivas, dependiendo de la experiencia del examinador y además es imposible la monitorización continua postoperatoria. Se usa en colgajos cutáneos de superficie y en aquellos colgajos enterrados que tiene un componente cutáneo externo. Se valora: la temperatura cutánea, el relleno capilar, turgor de la piel, apariencia del colgajo, color y/o sangrado post-punción. Cuando existe insuficiencia arterial, la piel está pálida, fría y no hay sangrado a la punción con aguja. La congestión venosa resulta en edema y coloración oscura de la piel (**Figura 16**). En las fases tempranas de la congestión venosa a la punción de la piel puede apreciarse un sangrado rápido de sangre oscura.

En colgajos enterrados, la isla cutánea es uno de los métodos más seguros para evaluar la perfusión del colgajo y permite al cirujano evaluar tanto la insuficiencia arterial como la obstrucción venosa.<sup>87</sup> Es importante que el tamaño de la isla testigo sea mayor de 1-2 cm, para permitir que perforantes suficientes lleguen a la isla, para una mejor correlación con la perfusión del colgajo. La perforante a la isla cutánea debe tener un calibre suficiente y debe evitarse la torsión ó la tensión excesiva durante la colocación del colgajo.



**FIGURA 16.** A: fracaso arterial precoz. B: fracaso arterial tardío, se aprecian zonas equimóticas parcheadas en el colgajo. C: fracaso venoso precoz, colgajo edematoso y coloración ligeramente más oscura. D: fracaso venoso tardío, colgajo azulado.

La monitorización clínica permite al personal de enfermería observar el colgajo y alertar al cirujano ante los primeros signos de insuficiencia vascular. Aunque la sensibilidad de este método de monitorización clínica es del 100%, da un alto porcentaje de falsos positivos (36 %). Los signos tempranos de compromiso vascular pueden en ocasiones ser sutiles y requieren personal con experiencia para reconocerlos.<sup>88</sup> Aún en manos muy experimentadas, la monitorización clínica puede ser difícil en un colgajo pálido que puede estar frío, en un colgajo muscular con injerto cutáneo y en colgajos enterrados con isla cutánea testigo.<sup>86,89,90</sup> Es por ello que el 60% de los cirujanos usan técnicas complementarias de monitorización, más objetivas, generalmente sondas doppler manuales de baja frecuencia (8-9 Mhz). (Figura 17)

### 3.4.2 ECO-DOPPLER UNIDIRECCIONAL

El doppler externo es la técnica complementaria más usada habitualmente. Es un método seguro, rápido, económico y no-invasivo para la monitorización de colgajos. Nos da información rápida, altamente segura y fácil de aplicar. Sin embargo sólo nos

proporciona una información estática. No reemplaza a otros medios de vigilancia pero es una buena alternativa cuando existe un compromiso vascular, ya que puede ser aplicado en la cabecera del paciente rápidamente para evaluar el colgajo y determinar la necesidad de exploración quirúrgica.



**FIGURA 17.** Doppler manual portable *Dopplex SD2* de 8 MHz (Huntleigh Healthcare Ltd. Cardiff, UK)

---

Tiene sin embargo, una resolución muy baja con un alto índice de falsos positivos. Su limitación más importante es diferenciar entre los vasos receptores y de los vasos del colgajo debido a su proximidad. Podemos interpretar las señales de los vasos receptores como señales de los vasos del colgajo e interpretar que el pedículo del colgajo está patente cuando en realidad exista una trombosis del mismo. Es incapaz de localizar vasos que están profundos, la presión de la sonda sobre la piel interfiere con la señal y su uso está limitado sólo a colgajos de superficie, no es útil en la monitorización de colgajos enterrados.

### 3.4.3 ECO-DOPPLER COLOR

La ecografía doppler-color es un método no invasivo, fácilmente realizable y barato para la monitorización del flujo sanguíneo microvascular en los colgajos libres. Genera además, información en tiempo real. Una limitación de esta técnica es la interferencia de los vasos de alrededor.<sup>91</sup> Precisa la observación continua, tiene la gran ventaja de que proporciona información de la velocidad y resistencia del flujo en la perforante y vasos principales, lo que nos da información de la calidad de los vasos. La monitorización del flujo sanguíneo basada en el eco-doppler color se usa frecuentemente después de trasplante de tejidos (riñón, hígado, etc.) y su utilidad ha sido ampliamente reconocida.<sup>92,93,94</sup> No permite la monitorización continua, es necesario realizarla a cortos intervalos de tiempo en los primeros 3-5 días del postoperatorio para identificar precozmente compromisos en las anastomosis que permitan una re intervención precoz. Su ventaja es que no precisa personal especializado para realizar la prueba e interpretar los datos.<sup>95</sup>

Da información segura de vasos mayores de 0.5 mm de diámetro. Recientemente se han reportado imágenes de reconstrucción en tres dimensiones de los vasos sanguíneos con doppler-color y el uso de contrastes.<sup>96</sup>

### 3.4.4 SONDAS DOPPLER IMPLANTABLES

Se utiliza para la monitorización de colgajos en profundidad cuando no existe un componente cutáneo externo ó exteriorización de segmentos del colgajo.<sup>97</sup> La sonda doppler implantable fue descrita por Schwarz et al.<sup>98</sup> Se trata de un dispositivo implantable que permite medir el flujo sanguíneo a través de la anastomosis microvascular. Produce señales audibles continuas y en tiempo real que son útiles tanto en colgajos de superficie como en colgajos enterrados y ha mostrado su eficacia en la mejora de las tasas de salvamento de colgajos.<sup>88,97,99,100</sup> Sin embargo tiene un índice del 3% de falsos positivos que dieron lugar a exploración quirúrgica innecesaria y un 5% de falsos negativos cuando la sonda se colocaba en la arteria. Se vio además, un retraso de 5 horas entre la obstrucción venosa y la pérdida de señal arterial en colgajos

musculares grandes.<sup>101</sup> Los mejores resultados se obtuvieron cuando la sonda se colocaba en la vena en vez de la arteria, ya que permite la detección de obstrucción venosa de manera inmediata y la detección de la trombosis arterial unos 6 minutos antes de que ocurra.

Estas sondas pueden ser útiles en pacientes de piel oscura, en los que es difícil de detectar la congestión venosa. También permiten al personal de enfermería y otro personal menos experimentado, detectar problemas de perfusión en el colgajo. Sin embargo tiene una serie de desventajas incluyendo el coste, la naturaleza invasiva de la sonda, las dificultades asociadas con la interpretación de las señales venosas y la facilidad para el desplazamiento de la sonda que origina falsos positivos e índices de re-exploración de hasta el 88%.<sup>89,90,97</sup>

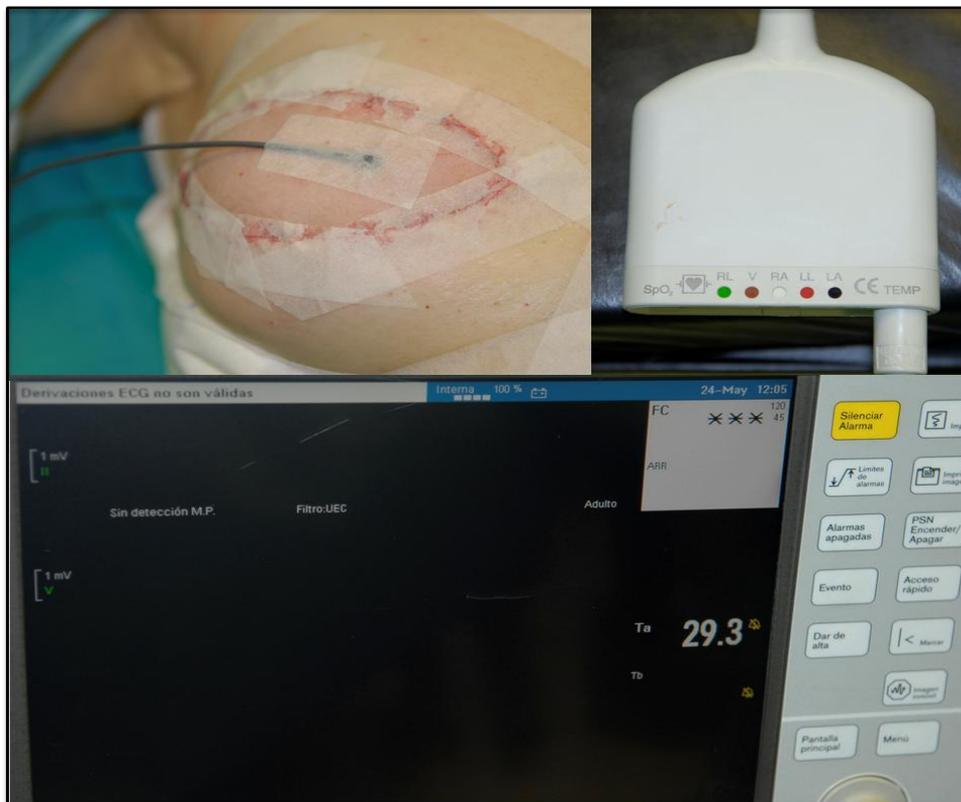
### 3.4.5 FLUJOMETRÍA CON LÁSER - DOPPLER

La flujometría con láser-doppler utiliza un láser de helio-neón de longitud de onda uniforme que penetra 1.5 mm debajo de la superficie del colgajo. Esta luz es reflejada por los glóbulos rojos que se mueven dentro de los capilares. La diferencia de frecuencia entre la luz transmitida y la luz reflejada es directamente proporcional a la velocidad de flujo dentro del capilar. Estos valores de flujo nos dan una medida objetiva de la perfusión en el colgajo, pero no podemos fiarnos de valores absolutos. Requiere experiencia para la interpretación de los resultados ya que los valores son diferentes dependiendo del tipo de tejido y también varían de un paciente a otro. Además los valores pueden fluctuar en el mismo paciente a causa de la variación fisiológica en la microcirculación ó artefactos; hay que valorar la tendencia más que los valores absolutos. Este hecho es de particular importancia durante las oclusiones venosas, donde la caída de los valores no es abrupta como en las obstrucciones arteriales, sino que ocurre de manera más gradual.<sup>102</sup>

La flujometría con láser-doppler depende mucho de la experiencia del personal, no da un valor absoluto de la perfusión, varía con el paciente y el tipo de tejido examinado y es extremadamente sensible al movimiento.<sup>86,90</sup>

### 3.4.6 SONDAS DE TEMPERATURA EN SUPERFICIE

Se utilizan pequeñas sondas de temperatura que se colocan en la superficie del colgajo y se comparan los valores obtenidos con otros obtenidos de tejidos adyacentes (**Figura 18**). Una diferencia de más de 3°C está asociada con compromiso arterial y una diferencia entre 1º y 2º es más indicativo de compromiso venoso. Este método no es válido en colgajos enterrados sin componente cutáneo y es muy poco eficaz en colgajos intraorales. <sup>90</sup>



**FIGURA 18.** Sonda de temperatura para monitorización de colgajos con isla cutánea

### 3.4.7 PULSIOXÍMETRO

Se trata de un dispositivo con dos diodos emisores de luz con dos longitudes de onda diferentes: roja visible (660 nm.) e infrarroja (940 nm.) y un fotodiodo receptor. Distingue

la diferencia de absorción de la luz entre la oxihemoglobina y la hemoglobina reducida. De este modo nos da información continua de la saturación arterial de oxígeno y también del pulso arterial. Es una técnica excelente para la monitorización de dedos reimplantados y revascularizados, y en las transferencias de dedos del pie a la mano.

103

### 3.4.8 DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO

El catéter LICOX es un instrumento que monitoriza continuamente la presión parcial de oxígeno en el colgajo. Es un método muy sensible y seguro para detectar cambios circulatorios ó fracasos y no se han reportado falsos negativos ni positivos. Al igual que en el caso de doppler implantable, los valores de la saturación de oxígeno caen rápidamente en las obstrucciones arteriales y mas gradualmente en las obstrucciones venosas. Si existe compromiso vascular la presión parcial en el colgajo cae por 10 mmHg. durante 30 minutos ó cae persistentemente por debajo de 10 mmHg. Sin embargo esta técnica sólo monitoriza el tejido cercano a la sonda y no otras áreas del colgajo que suelen sufrir isquemia. <sup>104</sup>

### 3.4.9 OTRAS TÉCNICAS DE MONITORIZACIÓN

Otras técnicas que se han descrito y usado para la monitorización son: la termometría, microdiálisis, técnicas cuantitativas de fluorescencia con fluoresceína y espectroscopia cercana al infrarrojo.

La **espectroscopia cercana al infrarrojo** es una técnica no invasiva que permite la monitorización continua de la oxigenación tisular y la perfusión. Emplea el principio de la espectrometría óptica para medir la hemoglobina y el oxígeno contenido en los tejidos locales. La luz láser cercana al infrarrojo (700-1100 nm.) es liberada en los tejidos y es selectivamente absorbida dentro de los tejidos por cromóforos oxígeno-dependientes (hemoglobina), lo que resulta en una reducción de la intensidad de luz reflejada. Esta es analizada utilizando principios espectrofotométricos que relacionan la luz absorbida a la concentración tisular del cromóforo seleccionado. Podemos así calcular el contenido de

hemoglobina y la oxigenación tisular a nivel capilar. Se ha usado esta técnica tanto a nivel experimental como clínico, demostrando una excelente seguridad y especificidad y ha mostrado resultados más seguros y reproducibles que la flujometría con láser doppler. Su única pega es que esta técnica está limitada a colgajos de superficie con un componente cutáneo.<sup>105</sup>

La **monitorización continua del pH tisular** es una técnica poco práctica en la clínica. Una caída del pH por debajo de 7.3 ó una diferencia de 0.35 entre el colgajo y el tejido de control, es indicativa de compromiso vascular. La disminución del pH es más pronunciada después de oclusión arterial que después de la oclusión venosa.<sup>106</sup>

## 3.5 ESTUDIO DEL ÁRBOL VASCULAR

La era moderna de la cirugía vascular empieza en 1953, cuando Seldinger introduce la técnica de cateterización vascular percutánea.<sup>107</sup> Las técnicas de examen del árbol vascular incluyen: la angiografía (convencional y digital), la ecografía, la TAC y la RM

### 3.5.1 ARTERIOGRAFÍA

Tiene una doble finalidad: diagnóstica ó terapéutica. Como diagnóstica se emplea para el estudio de patología vascular, neoplasias, hemorragias, disecciones y traumatismos sobre todo de extremidades. Su finalidad terapéutica se emplea en las angioplastias, embolizaciones ó para la instilación selectiva de fármacos.

Hasta hace muy poco, la **arteriografía** era la técnica utilizada para el examen del árbol vascular, especialmente en la extremidad inferior. Aunque se ha visto su beneficio en la evaluación vascular preoperatoria en traumatismos de las extremidades, el uso de la angiografía preoperatoria en la cirugía reconstructora no tiene unas indicaciones claras y aceptadas en todos los centros.<sup>108</sup> Ello se debe en parte a las complicaciones potenciales de la arteriografía convencional que ocurren en un 3-5% de los pacientes y entre las que se incluyen:<sup>6,12,109,110,111</sup>

- ❖ relacionadas con el **sitio de punción**: hemorragia, hematomas, formación de pseudoaneurismas, fístula arterio-venosa, trombosis ó embolismo periférico
- ❖ por **manipulación** del material: perforaciones, disecciones ó embolización de ateroma
- ❖ por el **contraste** utilizado: toxicidad sistémica ó reacciones alérgicas

Con la arteriografía se pueden realizar diferentes tipos de estudios: mapeo de una zona anatómica determinada, arteriografía selectiva ó arteriografía supraselectiva.

La **arteriografía de sustracción digital** tiene la misma capacidad diagnóstica que la arteriografía convencional con la ventaja de la disposición inmediata de las imágenes. Emplea un método digital de sustracción de imágenes, utiliza menos cantidad de contraste, mejora la calidad de las imágenes, menor tiempo de realización, evita exposiciones innecesarias y se evita el costo de la película.

### 3.5.2 ANGIOGRAFÍA POR TOMOGRAFIA COMPUTADA

La angiografía por tomografía computada (angio-TC) multicorte representa un avance extraordinario en la imagen del árbol vascular. Es una técnica sencilla, muy sensible, específica y no invasiva de gran utilidad en la enfermedad vascular periférica. Debido a tratarse de un tomógrafo axial computarizado moderno, utiliza rayos X y se administra contraste yodado endovenoso en bolo durante la adquisición multicorte volumétrica tridimensional, que permite evaluar todas las arterias; desde el riñón hasta el pie, en unos 35 segundos.

La angio TC se empleó inicialmente por los cirujanos cardiorácicos para delinear la anatomía de las arterias coronarias. Su valor se ha demostrado ampliamente en diferentes regiones: cráneo, cabeza y cuello, tórax y abdomen, <sup>11,15,16,112,113</sup> y más recientemente se empezó a utilizar en el estudio del árbol arterial en las extremidades. <sup>18,114,115,116,117,118</sup>

Permite excelentes reconstrucciones multiplanares con equipos helicoidales. Las

imágenes en 3D nos permiten no solo visualizar el árbol arterial, sino que también nos da información adicional del hueso y de los tejidos blandos de alrededor; por lo tanto no sólo es una angiografía, relaciona la vasculatura con los tejidos de alrededor (**Figura 19**). La sensibilidad y especificidad del CT para estudio del sistema vascular periférico se vio comparable a la angiografía de sustracción digital (DSA), <sup>119</sup> aunque existen limitaciones en vasos menores de 1 mm. <sup>19</sup> Además se ha estimado que la dosis de radiación para una angio-TC es aproximadamente el 25% de la requerida para una angiografía convencional de ambos miembros inferiores. <sup>20</sup>

El post-procesado de las imágenes incluye los planos axial sagital y coronal y permite también reconstrucciones tridimensionales.



**FIGURA 19.** Grave traumatismo codo. A y B: visualización de la fractura desde diversos ángulos. C: la flecha señala el muñón de arteria radial que nos sirve para anastomosis del colgajo libre.

### 3.5.2.1 DESVENTAJAS DE LA ANGIO-TC

Utiliza radiaciones ionizantes y usa volúmenes de contraste yodado que pueden producir reacciones alérgicas o nefrotoxicidad. El riesgo de anafilaxia al contraste ocurre en menos del 1% de los pacientes. <sup>120</sup> La nefropatía inducida por el contraste ocurre en menos del 5% de los pacientes sin factores de riesgo como enfermedad renal crónica, diabetes mellitus e insuficiencia cardíaca congestiva. <sup>121</sup> El medio de contraste puede causar también espasmo de pequeños vasos afectando a la seguridad del tamaño de

las perforantes detectadas. Los pacientes son sometidos también a una cantidad de radiación de unos 6 a 10 mv, lo que es equivalente a la exposición de 3 años a la radiación ultravioleta. Puede causar daño en el ADN, incluyendo BCRA (gen del cáncer de mama).<sup>122</sup> Algunas personas pueden presentar claustrofobia durante la realización de la prueba.

Debemos valorar los posibles factores de riesgo y sopesar la realización de esta prueba

### 3.5.3 ANGIOGRAFÍA POR RESONANCIA MAGNÉTICA

La angiografía con Resonancia Magnética (angio-RM) es otra modalidad de imagen vascular que se ha usado en la evaluación preoperatoria del árbol vascular en cabeza y cuello y en las extremidades. Se puede efectuar con ó sin contraste intravenoso; la tendencia actual es a efectuarla con galodinio, que permite menos artefactado por movimiento y mejora la visualización de las estructuras vasculares. Precisa mayor tiempo de ejecución, lo cual la hace susceptible a artefactos por movimiento, tiene menor resolución espacial, ofrece una pobre visualización de las calcificaciones intravasculares y marcas óseas. Además muchos pacientes tienen que ser excluidos por claustrofobia o por ser portadores de marcapasos metálicos, válvulas cardíacas ó clips metálicos quirúrgicos. Permite también reconstrucciones multiplanares y en la actualidad, son cada vez más rápidas de realizar.

A diferencia de la angio-TC no utiliza radiaciones ionizantes, tiene un procesado más simple de la imagen y, permite calcular flujos.<sup>123,124</sup>

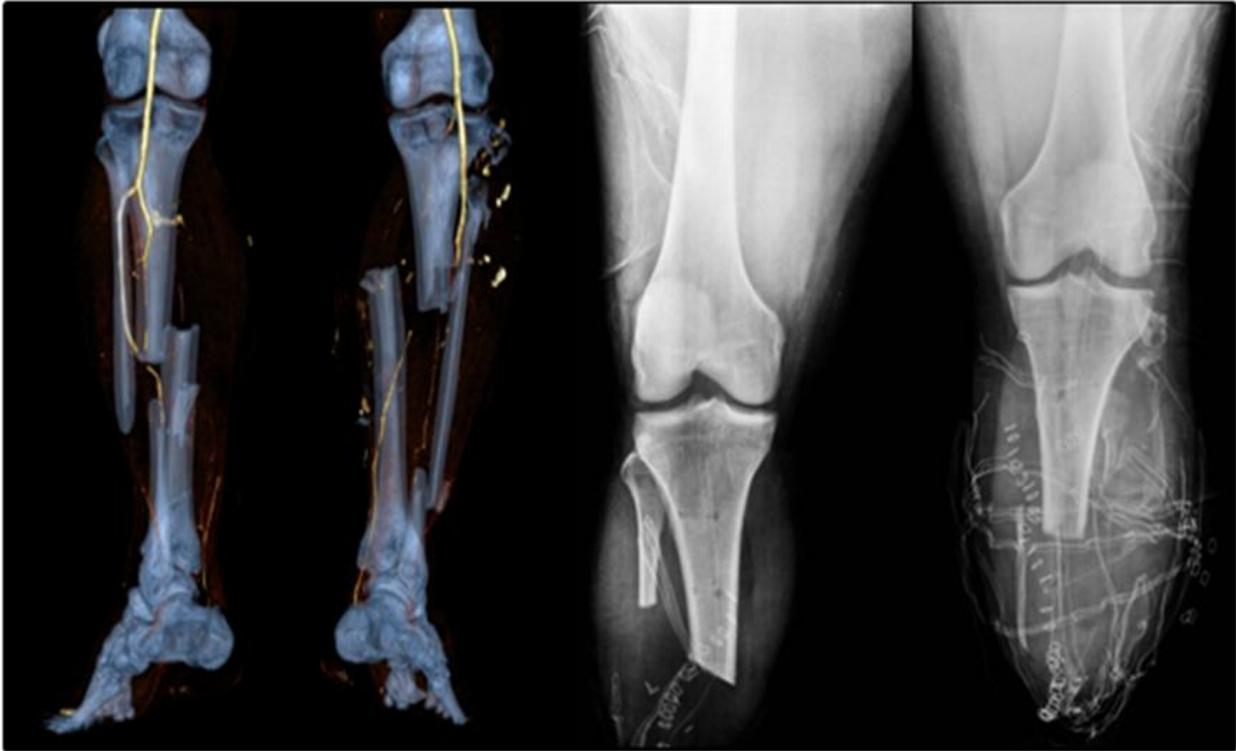
Está **contraindicada** en insuficiencia cardíaca congestiva severa, estados que condicionen la inmovilidad del paciente durante la exploración (disnea severa), portadores de marcapasos, válvulas cardíacas, desfibriladores implantables ó clips metálicos quirúrgicos y aquellos pacientes que padecen claustrofobia.

### 3.5.4 EVALUACIÓN PREOPERATORIA DEL ÁRBOL VASCULAR

La imagen vascular es a veces necesaria para la planificación preoperatoria de reconstrucciones complejas. Indicaciones frecuentes para la exploración vascular de las extremidades incluyen: traumatismos, en especial lesiones de alta energía, lesiones por aplastamiento, heridas por arma de fuego y todos aquellos traumatismos con palpación de los pulsos periféricos débiles. También en aquellos pacientes con insuficiencia vascular no traumática con pulsos periféricos disminuidos ó signos clínicos de isquemia, al igual que malformaciones vasculares ó tumores cercanos a los vasos. Además la insuficiencia vascular afecta negativamente a la curación ósea, con retardo de la consolidación, necesidad de cirugía secundaria como injertos óseos y otras cirugías.  
<sup>125,126,127</sup>

Lesiones de alta energía en las extremidades inferiores se acompañan con frecuencia de lesiones del árbol arterial (**Figura 20**). Se ha demostrado en este tipo de lesiones un incremento del riesgo de infección, retardo en la curación de las heridas y riesgo de amputación.<sup>128,129</sup> Se ha demostrado que en traumatismos en extremidades, arterias ocluidas pueden tener pulsos distales y tonos bifásicos detectables por doppler, probablemente debido al flujo colateral.<sup>130</sup>

Es importante evaluar a fondo el área lesional ya que el área de traumatismo se sabe que se extiende más allá de los que macroscópicamente se observa durante la evaluación preoperatoria del paciente.<sup>131</sup> Dragas y cols.<sup>132</sup> han demostrado que un retraso en el reconocimiento de daño vascular conlleva una alta incidencia de fracaso de injerto vascular, por la interrupción de las colaterales y probablemente por el retraso en el diagnóstico y tratamiento del síndrome compartimental. La detección de la extensión del área lesional es importante sobre todo cuando se van a utilizar colgajos libres. En traumatismos graves de las extremidades los pulsos periféricos pueden ser difíciles de evaluar aún con el doppler a causa de vaso espasmo, traumatismo tisular ó edema y por el contrario aún en lesiones arteriales francas pueden palpase pulsos periféricos por circulación colateral.



**FIGURA 20.** Grave traumatismo de miembros inferiores por aplastamiento. Lesión vascular grave. Amputación bilateral.

---

### 3.5.5 LOCALIZACIÓN Y MARCAJE DE PERFORANTES

La aparición de los colgajos perforantes ha supuesto un paso más en la evolución de la cirugía de los colgajos; es posible transferir una gran cantidad de tejido sólo con una perforante cutánea. Pero es importante localizar la perforante más adecuada para evitar complicaciones en el postoperatorio que afecten a la viabilidad del colgajo. Hay una gran variabilidad de las perforantes no solo entre individuos, sino también entre los diferentes lados del mismo paciente. Han aparecido nuevas modalidades de imagen que nos ayudan a localizar estas perforantes. Las más usada para el mapeo preoperatorio de perforantes son el doppler manual, el eco-doppler color, la angio-TC y la angio-RM

El método más común de evaluación es la sonografía con **doppler unidireccional**; es un método fácilmente accesible y barato pero este método tiene una alta sensibilidad; localiza no sólo perforantes adecuadas para anastomosis vascular sino también aquellas más pequeñas que no lo son; da un 50% de falsos positivos.

El **doppler color** ofrece también información precisa del número de perforantes y su diámetro con un valor predictivo positivo del 100%. Nos da información acerca de la velocidad y flujo dentro del vaso, la condición y el grosor de la capa de tejido subcutáneo y las características anatómicas y estado de los músculos y fascias subyacentes. Esto ofrece al cirujano un mapa detallado que puede usar para el diseño del colgajo. La desventaja de esta técnica es que requiere un tiempo de realización de unos 40-60 minutos y sólo puede ser realizada por personal cualificado que tenga conocimiento de los colgajos. <sup>134</sup>

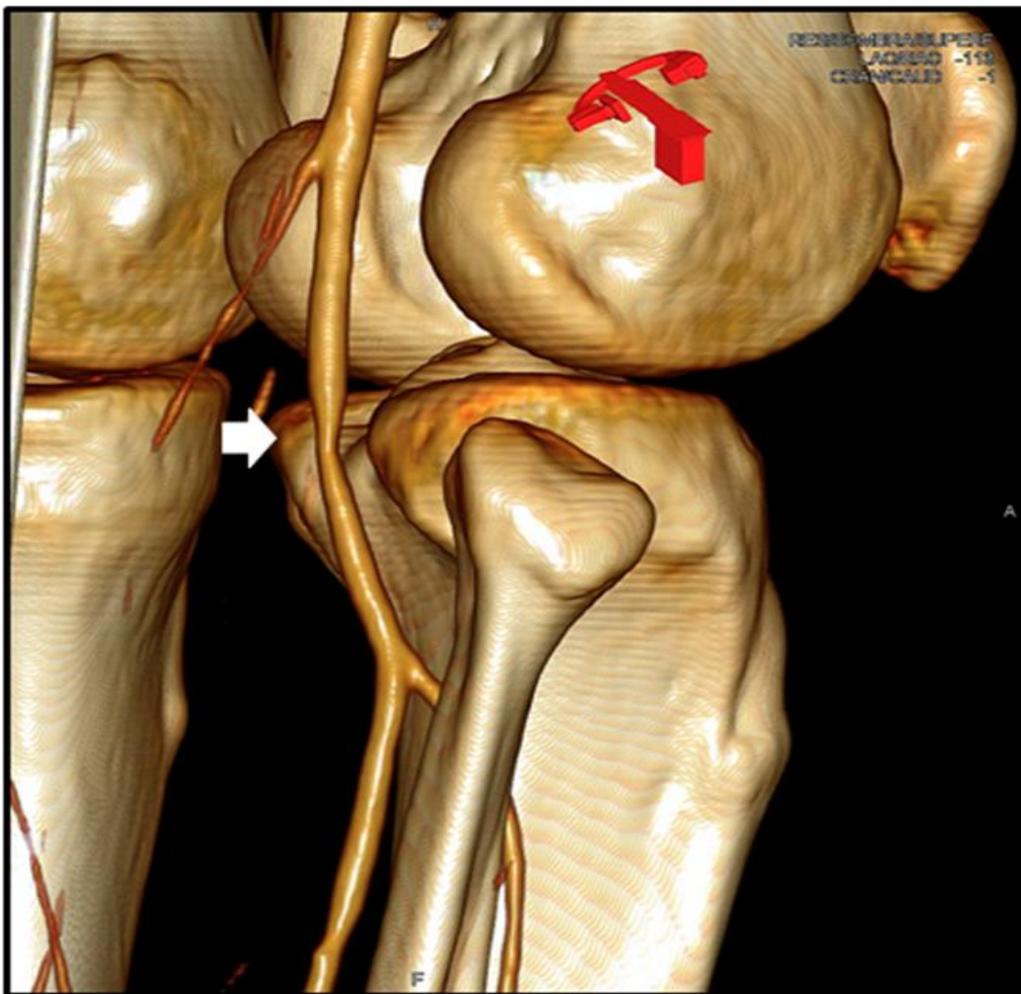
La **angio-TC** ofrece una visión tridimensional de la anatomía del árbol vascular, de las perforantes y su alrededor. Nos da información precisa de la localización, tamaño posición y curso de las perforantes. Con un valor predictivo del 100%, la CTA es un método eficaz para la evaluación de las perforantes en el preoperatorio, y ha demostrado ser superior al eco-doppler color en la evaluación preoperatoria de la cirugía de reconstrucción mamaria con tejidos autólogos de la pared abdominal (DIEP), también ayuda a diseñar el colgajo y a planear las incisiones. <sup>133,135,136,137,138</sup> Hijjawi and Blondeel <sup>179</sup> fueron capaces de estudiar la anatomía de las perforantes suprafasciales y subfasciales. En vez de elegir la perforante más larga, abogan por escoger la perforante

suprafascial con patrón de ramificación más amplio. Con la visualización de las perforantes subfasciales, los cirujanos son capaces de escoger las perforantes más fáciles de disecar, perforantes que están conectadas lo que permite coger más de una perforante y escoger la longitud del pedículo. <sup>139</sup> Con toda esta información consiguen reducir el tiempo quirúrgico en cerca de 100 minutos. En la actualidad, la angio-TC se considera como una técnica estándar de imagen preoperatoria de perforantes de arteria epigástrica inferior. Su tiempo de realización es de unos 15 minutos.

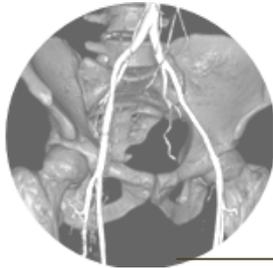
Aunque la angio-TC es preferida en muchos centros para la evaluación vascular de las extremidades, presenta también una serie de **desventajas**, no permite información dinámica del flujo sanguíneo; es difícil interpretar si el flujo en un vaso examinado procede de la parte proximal de mismo vaso que no está dañada ó bien de colaterales de los segmentos arteriales sanos adyacentes. <sup>140</sup> Otro dilema diagnóstico que plantea la angio-TC es que el espasmo vascular, disección arterial, compresión externa por el traumatismo tisular o por hematoma se presentan con la misma imagen de estenosis

arterial (**Figura 21**). Ello evita la evaluación directa del flujo colateral y el vaso espasmo. Es por ello que algunos autores recomiendan que en algunos pacientes seleccionados con estenosis arterial en la angio-TC realiza una angiografía se sustracción digital. Del mismo modo se puede utilizar la DSA como primera opción en paciente portadores de material de osteosíntesis metálico por la disminución de la calidad de imagen con la angio-TC en estos pacientes. <sup>141</sup>

Otra desventaja del CTA es la exposición a la radiación y el carácter más invasivo del estudio. La exposición a la radiación se minimiza escaneando solo la zona a estudiar y el contraste intravenoso no causa reacciones adversas, aunque pacientes con alergia al material de contraste y alteraciones de la función renal deben ser excluidos de esta prueba.



**FIGURA 21.** Accidente de tráfico. Estenosis arteria poplítea. Disección y hematoma intramural en un segmento de poplítea de 3 cm. En la exploración quirúrgica efectuada.



## **MATERIAL Y MÉTODOS**

---



## 4.1 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Los pacientes incluidos en este estudio fueron aquellos que precisaron reconstrucción para cobertura de defectos complejos desde enero del 2007 hasta diciembre del 2014. Se trata por tanto de un estudio unicéntrico, prospectivo, longitudinal no aleatorizado de casos consecutivos llevado a cabo en el Hospital POVISA de Vigo (Pontevedra). Se han definido como **coberturas complejas** los siguientes casos:

- Traumatismos de alta energía entre los que se incluyen:
  - o accidentes en ambiente laboral ó doméstico por manejo de maquinaria
  - o accidentes de tráfico
  - o heridas por arma de fuego ó explosión
  - o traumatismos por aplastamiento
  - o precipitaciones desde cierta altura
- Traumatismos de baja energía pero con lesión vascular acompañante ó sospecha de lesión vascular periférica
- Pacientes oncológicos, intervenidos previamente y/ó tratados con radioterapia,
- Secuelas de traumatismos de alta energía y otra patología que han sido intervenidos previamente en otros centros con resultado insatisfactorio.

**CRITERIOS DE INCLUSIÓN:** los pacientes incluidos en alguno de los grupos anteriores que han sido reconstruidos con colgajos libres. Los pacientes reintervenidos de nuevo por fracaso de un colgajo libre previo se consideraron a efectos demográficos como un mismo caso. Si el paciente fue reintervenido con un nuevo colgajo libre para completar el proceso reconstructivo, no por fracaso del colgajo anterior, se consideró a efectos demográficos, como casos diferentes.

**CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:** los pacientes que han rechazaron la reconstrucción con colgajos libres, ó que por indicación médica se ha optado por un tratamiento más conservador. También se excluyeron las reconstrucciones con colgajos en pacientes

con lesiones traumáticas de baja energía sin lesión vascular y pacientes oncológicos que precisaron reconstrucción con colgajos libres pero sin cirugía ni radioterapia previas.

Los datos demográficos, las características epidemiológicas, y los datos referentes a la reconstrucción quirúrgica, tipo de cirugía, tipo de colgajo y las complicaciones tanto intraoperatorias como post-operatorias fueron obtenidos del historial clínico de los pacientes tanto en formato de papel como digital.

## 4.2 VARIABLES DEL ESTUDIO

Las variables analizadas en los pacientes del estudio, se agruparon en variables epidemiológicas, variables clínicas, variables analíticas, variables relacionadas con la cirugía y variables relacionadas con la angiografía por TC. Se detallan en la **tabla 1**.

Dado que en la gran mayoría de los pacientes incluidos en el estudio, el **traumatismo** fue el mecanismo causal (61.2%), se estableció un subgrupo aparte con estos pacientes con las siguientes variables:

### 1. TIPO DE TRAUMATISMO:

- accidente de tráfico
- accidente laboral
- accidente doméstico
- heridas por arma de fuego
- precipitación desde cierta altura
- otros

### 2. ENERGÍA DEL TRAUMATISMO:

- alta energía
- baja energía

### 3. LESIONES ASOCIADAS:

- sin lesiones asociadas
- fractura
- lesión vascular
- lesión nerviosa

- lesión vásculo-nerviosa
- fractura + lesión vascular
- fractura + lesión nerviosa
- fractura + lesión vascular + lesión nerviosa

**Tabla 1.** Variables del estudio

Variables epidemiológicas	Número de Historia Clínica
	Edad en el momento de la cirugía
	Sexo
Variables clínicas	Antecedentes de: HTA, diabetes, enfermedad vascular periférica, hábito tabáquico (*)
	Antecedentes de radioterapia en patología tumoral
	Mecanismo lesional
	Localización
Variables analíticas	Hematocrito preoperatorio
	Hemoglobina preoperatoria
Variables relacionadas con la cirugía	Tipo de colgajo libre
	Tiempo total de la cirugía
	Tiempo de isquemia del colgajo
	Tiempo de la sutura microvascular
	Tipo de anastomosis arterial
	Tipo de anastomosis venosa
	Complicaciones intraoperatorias
	Complicaciones postoperatorias
	Estancia total
Estancia hospitalaria postoperatoria	
Variables relacionadas con la angio-TC	Tipo de angio-TC
	Calidad del mismo
	Permeabilidad arterial
	Localización de perforantes
	Variantes anatómicas

(\*) Se consideraron ex – fumadores los pacientes que llevaban más de 30 días sin fumar

### **4.3 PROTOCOLO PRE-OPERATORIO**

A los pacientes se les realizó una detallada historia clínica atendiendo de modo especial a aquellos antecedentes personales que pudieron influir en la evolución de la microcirugía vascular como son: HTA, diabetes, antecedentes de enfermedad vascular periférica, radioterapia previa en la zona quirúrgica y tabaquismo. En caso de tabaquismo activo, se les aconseja dejar de fumar antes de la cirugía.

Se realizó estudio preoperatorio reglado y los estudios radiológicos que precisaron en función de la patología de que se trate y la valoración pre anestésica. En caso de tasa de hemoglobina menor de 8 gr/l se realizó transfusión sanguínea bien en el preoperatorio ó intraoperatoria. En caso contrario se reservaron 2 Unidades de concentrado de hematíes para el acto quirúrgico.

### **4.4 PROTOCOLO INTRA-OPERATORIO**

El paciente se coloca en posición en mesa de quirófano de manera cuidadosa para evitar lesiones por decúbito o mal posición. Se colocan almohadillados en cabeza y miembros inferiores y superiores y protección ocular. Se les realiza sondaje vesical y se colocan medias elásticas de compresión en miembros inferiores para prevención del éstasis venoso cuando la cirugía no implica a las extremidades inferiores.

#### **4.4.1 CONSIDERACIONES ANESTÉSICAS**

Se prefiere la anestesia general por la larga duración del procedimiento quirúrgico, habitualmente con halogenados ya que parecen tener un ligero beneficio sobre los anestésicos intravenosos en la microcirculación, favoreciendo de este modo una mejor perfusión tisular. Es necesario mantener un estado de relajación muscular adecuado durante el procedimiento y en ocasiones se pueden utilizar relajantes musculares en perfusión continua. Cuando es posible, se puede valorar el uso de técnicas regionales combinado con anestesia general ya que conseguiremos un bloqueo simpático, con el consecuente efecto en la micro circulación por el efecto vasodilatador de dicho bloqueo, aunque en este aspecto han surgido controversias por la posibilidad del efecto de robo en el colgajo (dado que sus vasos están denervados simpáticamente no se

vasodilataran por efecto del bloqueo), sin embargo, si se mantiene una buena presión de perfusión este fenómeno es anecdótico y además con el uso de técnicas regionales evitaremos los efectos nocivos del dolor postoperatorio sobre la microcirculación.

El objetivo es favorecer la perfusión tisular en la zona del colgajo cumpliendo una serie de premisas:

- hemodilución con ligera hipervolemia (balance hídrico ligeramente positivo) para mantener una presión arterial con gasto cardíaco alto y unas resistencias periféricas bajas. Para ello combinamos el uso de cristaloides y coloides, así como un uso racional de las transfusiones sanguíneas intentando mantener valores de hematocrito alrededor del 30%. Por otro lado debemos evitar la hipervolemia excesiva ya que el tejido trasplantado no maneja eficazmente el edema secundario a dicha hipervolemia, además del perjuicio directo sobre las anastomosis vasculares. Otra posibilidad es la hemodilución normovolémica (bajada de hematocrito realizando extracción sanguínea al inicio de la intervención) aunque esta técnica necesita disponer del equipo necesario. Debemos evitar el uso de vasoconstrictores, salvo casos en que no sea posible mantener una presión arterial media suficiente para mantener la perfusión del colgajo.

- asegurar buena analgesia, constante y estable. Así evitamos el aumento del tono simpático que provocaría vasoconstricción, además de proporcionar confort postoperatorio óptimo al paciente (valorar uso de técnicas regionales).

-monitorización y control estricto de la temperatura para evitar la hipotermia, que produce vasoconstricción y aumento de la viscosidad sanguínea. Para ello se mantiene la temperatura del quirófano por encima de 21° C (22°-24°, óptimo) y realizamos calentamiento activo del paciente con mantas térmicas y calentadores de fluidos.

#### **4.4.2 CONSIDERACIONES QUIRÚRGICAS**

Siempre que fue posible se trabajó con dos equipos quirúrgicos simultáneos: uno realizando la extracción del colgajo y otro realizando el desbridamiento de la cobertura y disecando los vasos dadores en la zona lesional. Tanto la extracción del colgajo como las anastomosis microquirúrgicas fueron realizadas por el mismo cirujano (autor de este trabajo) para evitar sesgos en la medición de los tiempos quirúrgicos.

El tiempo total de la cirugía, el tiempo de isquemia del colgajo y el tiempo de la sutura microvascular se midieron en minutos y en tiempo real durante el acto quirúrgico. El **tiempo total de la cirugía** se cuantificó desde el inicio de la incisión quirúrgica hasta la finalización del vendaje ó cura tópica. El **tiempo de isquemia** es el tiempo transcurrido desde la sección del pedículo vascular en la zona dadora, hasta la liberación del clamp arterial tras la anastomosis microvascular en la zona receptora. El **tiempo total de sutura microvascular** se midió desde el comienzo de la anastomosis microquirúrgica, bien arterial ó venosa, hasta la finalización de la misma (1 arteria y 2 venas ó 1 arteria y 1 vena).

La **estancia total** (ingreso-alta hospitalaria) y la **estancia postoperatoria** (cirugía con colgajo libre-alta hospitalaria) se expresó en días.

La **anastomosis arterial** fue realizada en disposición término-lateral cuando ello era posible, en caso contrario se realizó término-terminal. Las **anastomosis venosas** se realizaron siempre en modo término-terminal y en todos los casos donde existían 2 venas acompañantes de la arteria, se realizó la anastomosis de ambas venas. Si no se disponía de vasos receptores adecuados cercanos al defecto, en algunos casos se realizó una fístula arterio-venosa con injerto de vena safena 7-10 días antes, y en otros casos, se utilizaron en el mismo acto quirúrgico injertos de vena interpuestos. En el momento de la anastomosis microquirúrgica, la fístula se dividía a la mitad, obteniendo de esta manera aporte arterial y retorno venoso de la misma. En casos, en los que fue necesario reconstruir el eje arterial, se utilizaron colgajos **Flow-through**.

Previo a las anastomosis el colgajo se irriga con una solución de heparina diluida en suero fisiológico. Externamente se riegan los vasos receptores y dadores con Verapamilo (**Manidón<sup>R</sup>**) para minimizar el espasmo vascular por su efecto vasodilatador. Siempre empezamos realizando una anastomosis venosa, luego la arterial y luego la otra anastomosis venosa en el caso de que existan dos venas. No se utilizan expansores de volumen (**Reomacrodex<sup>R</sup>**, etc.) ni medicación vasodilatadora ni antitrombótica intravenosa.

## 4.5 PROTOCOLO POST-OPERATORIO

Empieza cuando el paciente es trasladado a la unidad de recuperación postanestésica, donde se llevan a cabo una serie de cuidados básicos postoperatorios:

- control del dolor y la ansiedad (producen vasoconstricción)
- Control de la tensión arterial, evitando la hipotensión y los fármacos vasoactivos
- hemograma de control para mantener valores de hematocrito entorno a 30%.
- se inicia profilaxis de la trombosis venosa profunda (TVP) con heparina de bajo peso molecular (HBPM) en inyección subcutánea a las dosis según peso del paciente y tras el tiempo de seguridad necesario desde la intervención para evitar hemorragias.
- monitorización del colgajo cada 2 horas por métodos clínicos (color, turgor, calor y test de relleno capilar) y el uso de doppler manual portable.
- a las 24 horas del postoperatorio se inicia la antiagregación oral con ácido acetil salicílico a dosis de 100 mg cada 24 horas, si no existe contraindicación al respecto.

Una vez en planta, la monitorización de los colgajos se llevó a cabo a cargo del personal de enfermería entrenado mediante la inspección directa del colgajo en aquellos colgajos externos y colgajos enterrados con isla cutánea. Se valoraron los siguientes signos: temperatura cutánea, test de relleno capilar, turgor de la piel, y la apariencia y color del colgajo; cada 2 horas en las primeras 24 horas, cada 4 horas en las siguientes 48 horas y luego cada 8 horas (por turno) hasta cumplir los 7 días de postoperatorio. En caso de duda la monitorización se complementó con la ayuda de una sonda doppler manual de 8 MHz de frecuencia. En los colgajos externos sin isla cutánea, la monitorización se llevó a cabo por el personal médico utilizando un doppler manual, que aparte de sonidos audibles, muestra en pantalla datos de la velocidad de flujo (tanto del pico de velocidad como la velocidad media) y la dirección del mismo. En los colgajos enterrados sin isla cutánea se realizó estudio de angio-TC a las 48 horas del postoperatorio, para valorar la patencia de la anastomosis.

## 4.6 COMPLICACIONES DEL COLGAJO

Se definió la **complicación intraoperatoria**, la mala ó nula de perfusión del colgajo que precisó revisión quirúrgica en el mismo acto operatorio tras la finalización de las suturas microvasculares. Las causas pueden ser trombosis o vaso espasmo de la anastomosis arterial ó bien, problemas de retorno venoso por trombosis de la anastomosis venosa ó mal funcionamiento de la misma. Se entiende como **complicación postoperatoria** aquella que se produce tras haber pasado el paciente de la sala quirúrgica a la sala de reanimación postoperatoria o bien a planta, ya sea por problemas relacionados con la anastomosis vascular, infección u otras causas. El **fracaso del colgajo**, se entiende como la pérdida de más del 75% del volumen del mismo, que precisó nueva cobertura quirúrgica.

## 4.7 ANGIO-TC PREOPERATORIO

En 53 pacientes (49.53%) se realizó angiografía por TC para la evaluación del estado vascular en el preoperatorio. Todos tenían función renal normal con valores séricos de creatinina normales y no antecedentes de alergia al contraste iodado. En 54 pacientes (50.47%) se realizó la evaluación vascular mediante métodos clínicos (exploración de los pulsos periféricos) y el uso de un doppler manual portable. La selección de los pacientes para una técnica u otra obedeció exclusivamente a criterio médico.

Las imágenes 3D del árbol vascular fueron obtenidas usando un TC de 64 detectores SIEMENS SOMATON SENSATION 64 (**Siemens**, Erlangen, Germany) y desde el año 2009 se han obtenido las imágenes con un TC de 128 detectores SIEMENS DEFINITION FLASH (**Siemens**, Erlangen, Germany), que a diferencia del anterior presenta dos tubos dispuestos a 90° montados en cilindro rotatorio del escáner, que pueden operar independientemente a diferente voltaje, uno a 140 Kv y el otro a 80 Kv.

Todos los estudios fueron realizados tras la administración de contraste intravenoso, a través de una vena subcutánea canalizada en fosa antecubital con un catéter del nº 20 del antebrazo. Se inyecta un bolus de 120 ml de contraste Iopromida (**Ultravist 300**; Bayer Schering Pharma, Berlin, Germany) a través de una bomba inyectora (Stellant Medrad, Indiana, USA). Para optimizar la fase arterial del contraste en todos los

estudios se realizó la técnica de “Bolus Tracking”, para ello se colocó una región de interés (ROI) a nivel de la aorta y se comenzó el escaneo a los 10 segundos de que el ROI alcanzara las 100 Unidades Hounsfield.

Las imágenes fueron obtenidas en dirección cráneo-caudal en cabeza y cuello y extremidades superiores, y en dirección caudo-craneal en las extremidades inferiores abarcando desde diafragmas hasta los talones.

Los parámetros del TC fueron: colimación 64 x 0,6 mm o 128 x 0,6 mm, velocidad de rotación del gantry 0,33 s, velocidad de la mesa 40 mm/s, factor de pitch 0.9, corriente de referencia del tubo 170 mAs, utilizando técnica de modulación del tubo con rango de 170-230 mAs (**Care Dose**; Siemens, Erlangen, Alemania). Otras características importantes para la realización de la angio-TC quedan reflejadas en la **tabla 2**.

**Tabla 2.** Características de los equipos de TCMD

	64 TCMD	128 TCMD
Detectores	64	2 X 128
Tiempo de rotación del tubo	0.33 s	0.28 s
Resolución temporal	160 ms	75 ms
kV	120	80, 120
Resolución isotrópica	0.41mm	0.33 mm
Grosor de corte adquisición	0.75 mm	0.6 mm

Se realizaron reconstrucciones con grosor de corte de 1,5 mm, incremento de reconstrucción de 1 mm y filtro de partes blandas B20f.

El post-procesado de las imágenes se realizó en una estación de trabajo **Siemens Leonardo Workstation (Siemens, Forchheim, Germany)** obteniendo imágenes en 3 dimensiones y reconstrucciones multiplanares, para obtener imágenes vasculares simultáneamente en los planos axial, coronal y sagital.

Todos los estudios fueron evaluados por dos radiólogos independientemente según un protocolo establecido previamente. Se evaluaban las siguientes variables:

**1. TIPO DE ANGIOTC:**

- extremidad superior
- extremidad inferior
- cabeza y cuello
- tronco

**2. CALIDAD DEL ESTUDIO:**

- mala
- artefacto que impide el estudio
- artefacto que dificulta el estudio
- artefacto que no dificulta el estudio
- estudio de buena calidad

**3. ANGIO-TC DE EXTERMIDAD INFERIOR:**

- todas las arterias presentes (Se consideraron los 3 ejes principales de la pierna: arteria tibial posterior, tibial anterior y arteria peronea)
- obstrucción de una arteria
- obstrucción de 2 arterias
- obstrucción de las 3 arterias

**4. ANGIO-TC DE EXTREMIDAD SUPERIOR:**

- todas las arterias presentes (se consideraron las dos ejes arteriales principales de la mano: arteria radial y cubital)
- sólo 1 eje arterial presente
- ningún eje arterial presente

**5. ANGIO-TC DE CABEZA Y CUELLO:**

- todas las arterias presentes (se consideran las ramas terminales de la carótida primitiva y carótida externa: arteria tiroidea superior, lingual, facial y temporal superficial)
- al menos 1 arteria permeable
- ninguna arteria permeable

#### 6. ANGIO-TC DE TRONCO:

- localización de perforantes (de la arteria epigástrica inferior)
- localización arterial (localización de arterias de calibre adecuado cerca del defecto para anastomosis quirúrgica)

#### 7. VARIANTES ANATÓMICAS DEL ÁRBOL VASCULAR:

- anatomía vascular normal
- existencia de variantes anatómicas

### 4.8 ANGIO-TC POSTOPERATORIO

Se realizaron 15 angio-TC postoperatorios, en 6 casos para la evaluación de la patencia de las anastomosis microvasculares en coberturas con colgajos sin componente superficial enterrados (5 casos de patología tumoral de cabeza y cuello y 1 casos de IOV para reconstrucción de fractura conminuta de húmero izquierdo); y en 9 casos de colgajos superficiales, en los que se realizó la TC por otras causas, se aprovechó la prueba para valorar las anastomosis vasculares (8 casos de patología traumática, 1 secuela de pancreatitis abdominal y 1 caso de quemadura profunda de miembros inferiores).

### 4.9 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se llevó a cabo un estudio descriptivo de las características de los pacientes, de los resultados obtenidos con las técnicas de reconstrucción y la influencia del angio-TC preoperatorio en la morbilidad de estas técnicas de reconstrucción, respecto a las complicaciones tanto intra como postoperatorias, el efecto respecto a los tiempos quirúrgicos (duración de la cirugía, tiempo de duración de las anastomosis microquirúrgicas y el tiempo de isquemia del colgajo) y el efecto sobre el tiempo de hospitalización (total y postoperatorio).

Las **variables cualitativas** se expresaron en frecuencias y porcentajes. Las **variables cuantitativas** se expresaron con valores de la media y desviación estándar, si seguían

una distribución normal (*test de Kolmogorov-Smirnov*), y como valores de la mediana con rango intercuartílico si no seguían una distribución normal.

La comparación entre variables continuas y cualitativas se evaluó mediante la prueba *t-Student* para muestras independientes. La correlación entre variables continuas se realizó utilizando el *coeficiente de correlación r de Spearman*.

La comparación entre variables cualitativas se realizó mediante el test del chi cuadrado con el test exacto de Fisher cuando estaba indicado. Para la comparación de una variable cuantitativa en dos grupos (dicotómicas) que seguían una distribución normal se realizó el test de t-Student, utilizando el *test de Levene* para igualdad de varianzas. Para comparar variables politómicas con distribución normal se utilizó el test ANOVA. En caso de variables cuantitativas que no seguían una distribución normal, se utilizó el *test U de Mann-Whitney* para variables dicotómicas y el *test de Kruskal-Wallis* en caso de variables politómicas.

En todos los casos se utilizó un nivel de de confianza del 95%

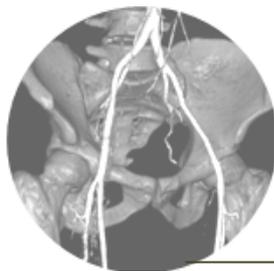
El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 20.0 (IBM<sup>R</sup>)

## 4.10 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Todos los pacientes a los que se les realizó la angio-TC preoperatoria, dieron consentimiento verbal para la realización de la prueba. Todos firmaron el consentimiento informado tanto para la realización de la cirugía como para la transfusión sanguínea, en aquellos casos donde fue necesaria.

El tratamiento de los datos se hizo según la ley de protección de datos. <sup>142</sup>

El trabajo fue aprobado por el Comité de Ética y Ensayos Clínicos del Hospital



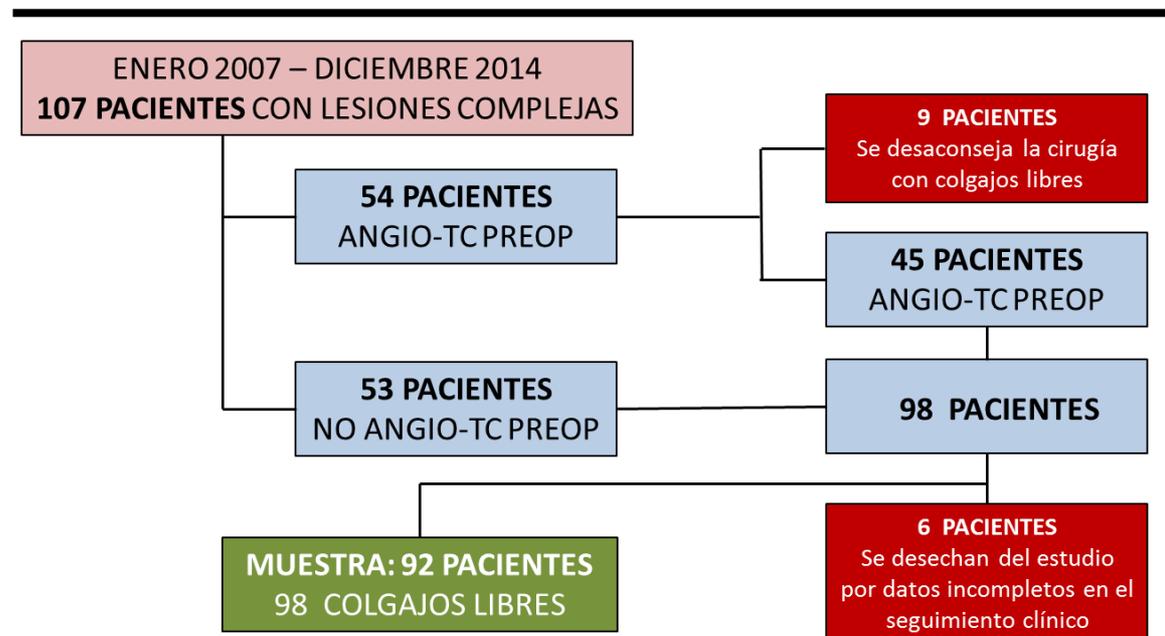
## **RESULTADOS**

---



La muestra estaba constituida por 107 pacientes que precisaron reconstrucción quirúrgica para cobertura de defectos complejos. En 54 pacientes (50.5%) se realizó una angio-TC para la evaluación del árbol vascular en el preoperatorio, mientras que en los restantes 53 pacientes (49.5%) se realizó la evaluación vascular preoperatoria por métodos clínicos y con el uso de doppler manual. En el grupo de pacientes en los que se realizó angio-TC preoperatorio, 9 pacientes fueron rechazados para cirugía con colgajos libres por los hallazgos de la angio-TC. Se optó en estos casos por coberturas de menor complejidad.

De los 98 pacientes restantes, 6 pacientes, se desecharon para el estudio por datos incompletos en el seguimiento clínico. Por tanto, la **muestra total del estudio** estuvo formada por 92 pacientes en los que se realizaron 98 colgajos libres (3 pacientes necesitaron un segundo colgajo libre para completar el tratamiento reconstructivo, y 1 paciente, con recidiva de cáncer de lengua, necesitó cobertura con colgajos libres en 3 ocasiones por fracaso de los 2 anteriores). (Figura 22)

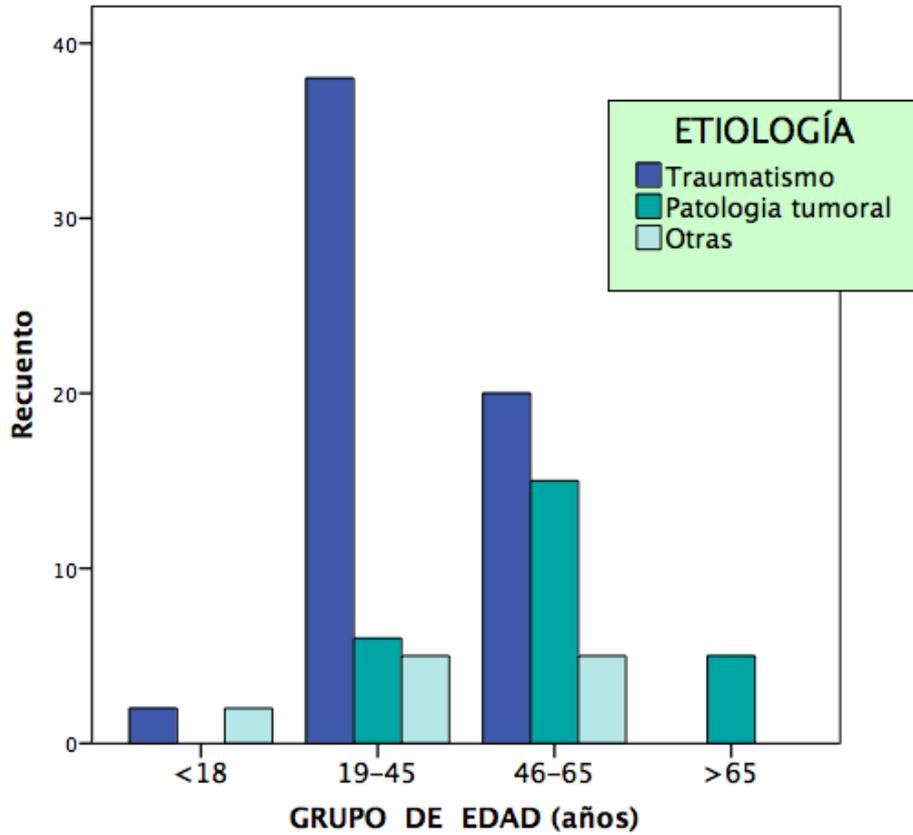


**FIGURA 22.** Población muestral

## 5.1 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN MUESTRAL

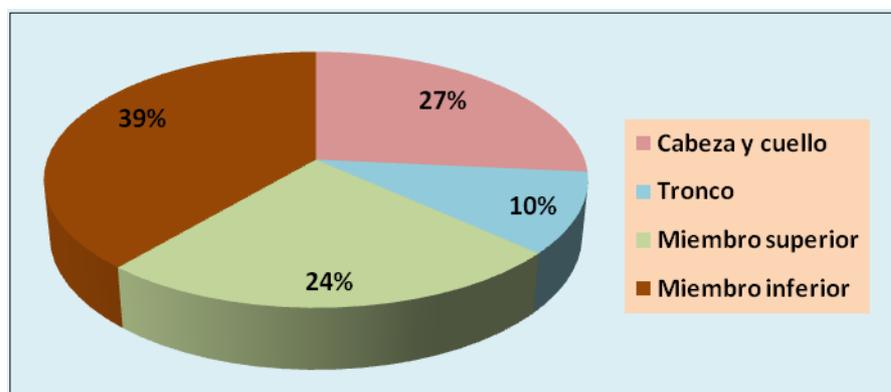
Había 69 varones (70.4%) y 29 (29,6%) mujeres con una edad media de 42.4 años (desv. típica 15.077, rango 6-78 años). 17 pacientes (17.3%) tenían HTA activa a tratamiento, 34 pacientes eran fumadores activos (34.7%) y 14 (14.3%), exfumadores. 6 pacientes (6.2%) eran diabéticos, 3 insulino-dependientes (3.1%) y otros 3 no insulino-dependientes (3.1%) y sólo 2 pacientes (2%) tenían antecedente de enfermedad vascular periférica. Habían recibido radioterapia antes de la cirugía con colgajos libres 14 pacientes de los 26 pacientes con patología tumoral (53.8%). El valor medio del hematocrito preoperatorio fue de 38.6 (desv. típica 6.5, rango 24.5-54.6). El valor medio de hemoglobina preoperatoria fue de 13.03 (desv típica: 2.11, rango 8.7-18)

En cuanto a la **etiología**, 60 pacientes (61.2 %) tenían antecedentes de traumatismo, 26 pacientes (26.5%), patología tumoral y 12 pacientes (12.2%) con etiología diversa, donde se incluyen: 2 pacientes con quemaduras de 3º grado por llama en miembros inferiores, 1 paciente con secuelas de quemadura antigua en dorso de pié, 1 paciente con secuelas de sepsis meningocócica, 3 pacientes con osteomielitis crónica antigua, 2 pacientes con secuelas de laparatomía medía abdominal, 1 paciente con secuelas de parálisis facial, 1 paciente con secuela paralítica en miembro inferior por tumor de nervio peroneo común y 1 paciente para cobertura de artroplastia de rodilla expuesta. La distribución de la patología por grupos de edad se representa en la **Figura 23**. Se aprecia que la mayoría de los pacientes con patología traumática se encuentran en la edad adulta (18-65 años), con la mayor incidencia en la franja de los 18 a los 45 años. La patología tumoral tiene un pico de mayor incidencia en la franja de los 45 a los 65 años, y luego se distribuye de manera similar en menores de 45 años y mayores de 65 años.



**FIGURA 23.** Distribución de la patología por grupos de edad (98 casos)

La **localización de las lesiones** se dio con más frecuencia en miembros inferiores (38 casos, 38.8%), en cabeza y cuello en 26 casos (26.5%), miembros superiores en 24 casos (24.5%) y en el tronco en 10 casos (10.2%) (Figura 24)



**FIGURA 24.** Localización de las lesiones. 98 colgajos, 92 pacientes

### 5.1.1 PROTOCOLO OPERATORIO

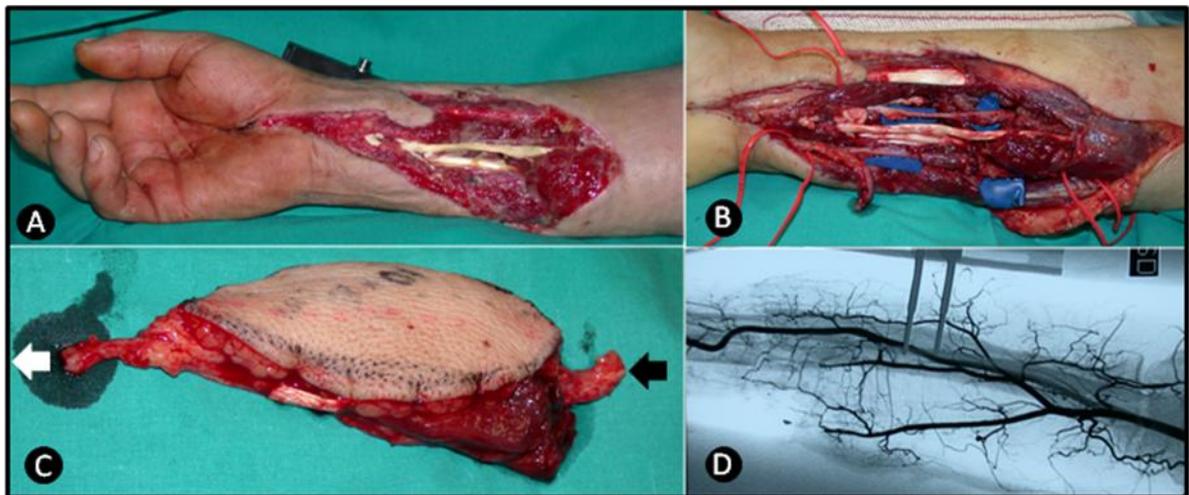
Se utilizaron 41 colgajos musculares (41.8%), 33 colgajos fascio-cutáneos (33.7%). 7 colgajos perforantes (7,1%), 7 IOV de peroné (7.1%), 4 colgajos músculo-cutáneos (4.1%), 3 colgajos compuestos (3.1%), 2 colgajos fasciales (2.0%) y 1 INV de tibial anterior. Se detallan todos los colgajos en la **tabla 3**

**TABLA 3.** Detalle de los colgajos utilizados. 98 casos

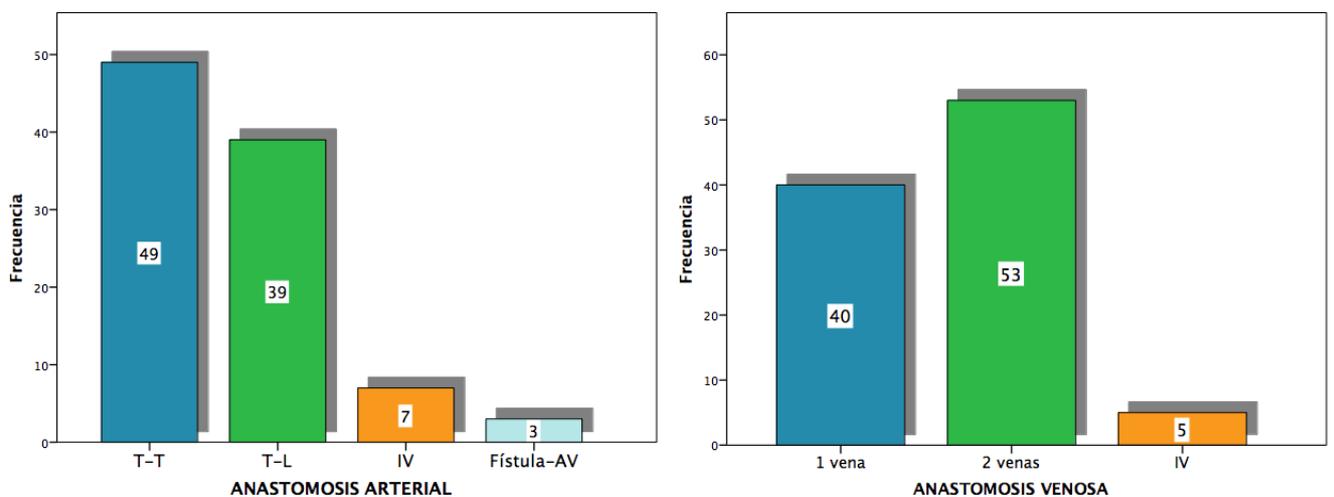
	TIPO DE COLGAJO	Nº DE CASOS	TOTAL
<b>COLG. MUSCULARES</b>	Dorsal ancho	23	41
	Serrato anterior	11	
	Gracillis	6	
	Recto abdominal	1	
<b>COLG. FASCIOCUTÁNEOS</b>	Antebraquial radial	15	33
	Paraescapular	10	
	Braquial lateral externo	3	
	Antebraquial cubital	2	
	Isla del pié	2	
	Anterolateral del muslo	1	
<b>COLG. PERFORANTES</b>	DIEP	5	7
	TAP	2	
<b>INJERTO ÓSEO VASCULARIZADO</b>	IOV de peroné	7	7
<b>COLG MÚSCULO-CUTÁNEOS</b>	M-C de dorsal ancho	3	4
	M-C de gracillis	1	
<b>COLG FASCIALES</b>	Fascia antebraquial radial	1	2
	Fascia tóraco-dorsal	1	
<b>INJERTO NERVIOSO VASCULARIZADO</b>	INV de tibial anterior	1	1
<b>COLGAJOS COMPUESTOS O DEDO PIÉ-MANO</b>		3	3

**DIEP:** deep inferior epigastric perforator flap. **TAP:** thoraco-dorsal artery perforator flap.  
**IOV:** injerto óseo vascularizado. **M-C:** músculo-cutáneo. **INV:** injerto nervioso vascularizado

La **anastomosis arterial** se realizó en disposición *termino-terminal* (se incluye un colgajo flow-through, (**Figura 25**) en 49 pacientes (50%), *término-lateral* en 39 pacientes (39.8%), interposición de injertos venosos en 7 pacientes (7.1%) y fue necesario realizar una *fístula arteriovenosa* previa a la cobertura en 3 pacientes (3.1%) (**Figura 26**). Los injertos venosos fueron tomados en todos los casos de la vena safena ó tributarias de la misma a nivel de la pierna (**Figura 27**). La anastomosis venosa se realizó en todos los casos siempre en disposición término-terminal. Se realizó anastomosis venosa doble en 53 casos (54.1%), de una sola vena en 40 casos (40.8%), y en 5 casos (5.1%) fue necesario la interposición de injertos venosos.

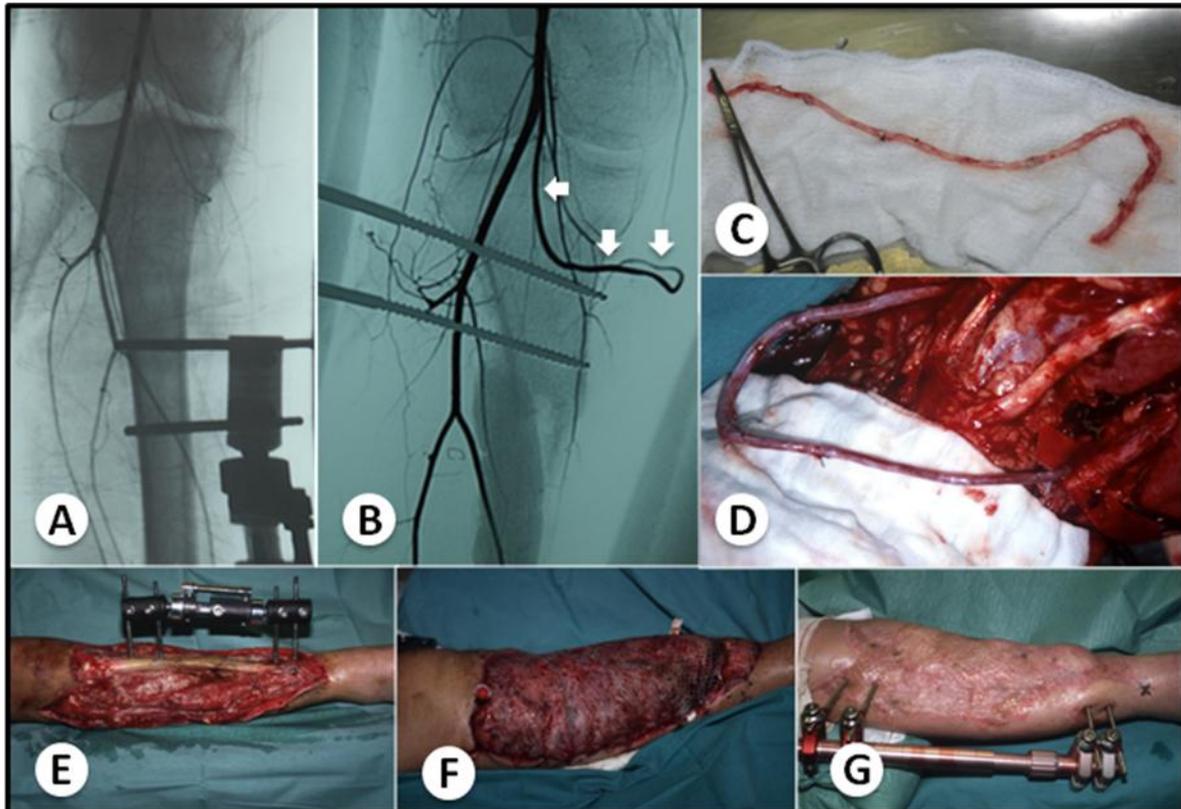


**FIGURA 25.** Herida por arma de fuego en antebrazo derecho. Colgajo Flow-through fasciocutáneo radial para reconstrucción del eje cubital interrumpido.



**FIGURA 26.** Tipo de anastomosis arterial y venosa (98 casos)

El **tiempo quirúrgico medio** total fue de 323,4 minutos (desv típica 73.4, rango 190-525 min). El **tiempo la sutura microvascular** medio total fue 52.7 minutos (desv. típica 26.0, rango 20-170 min), y el **tiempo de isquemia** medio total fue de 76.2 minutos (desv. típica 43.2 rango 35-280 min).



**FIGURA 27.** Lesión compleja de miembro inferior en accidente de tráfico. Fístula arterio-venosa de safena 7 días antes de la reconstrucción con colgajo muscular libre de dorsal ancho. A: arteriografía inicial B: detalle de la fístula A-V (flechas blancas). C: injerto venoso de safena. D: fístula con circulación tras realizar las anastomosis. E: detalle de la lesión en el preoperatorio. F: postoperatorio inmediato. G: postoperatorio tardío.

Se presentaron **complicaciones intraoperatorias** en 15 pacientes (15.3%) que obligaron a revisión quirúrgica de las anastomosis, y **complicaciones postoperatorias** en 20 pacientes (20.4%). 5 pacientes precisaron re intervención quirúrgica en el postoperatorio inmediato: 2 pacientes para drenaje de hematoma que comprometía el retorno venoso del colgajo, 2 pacientes para revisión de la anastomosis venosa por éstasis venoso del colgajo, y 1 paciente por trombosis del by-pass venoso de interposición en la microanastomosis arterial.

**17 colgajos fracasaron** (17.3%), 16 de ellos por problemas relacionados con la anastomosis microquirúrgica (15 colgajos por problemas relacionados con la anastomosis arterial y 1 colgajo por problemas relacionados con la anastomosis venosa) y 1 colgajo por infección tardía en el postoperatorio. De los 16 colgajos que fracasaron por problemas relacionados con la anastomosis arterial, en 7 colgajos se había realizado la anastomosis en forma término-terminal, en 6 colgajos mediante anastomosis término-lateral, en 2 casos se han interpuesto injertos venosos y en 1 caso se había realizado una fístula A-V previa. En cuanto al tipo de anastomosis venosa, de los 16 colgajos que fracasaron, en 9 casos la sólo se había anastomosado 1 vena, en 5 casos se habían anastomosado 2 venas y en 2 casos se habían interpuesto injertos venosos.

La **estancia postoperatoria** media total fue de 16.8 días (desviación típica 18,2), rango: 3-104 días y la **estancia total** media fue de 29.7 días (desviación típica 31.6, rango: 3-213 días).

En 45 casos (45.9%) se realizó angio-TC preoperatoria para la evaluación del estado vascular, en los restantes 53 casos (54.1%), se realizó la evaluación vascular preoperatoria mediante la palpación de pulsos periféricos y la ayuda de doppler manual. En 9 pacientes se realizó arteriografía, 8 en paciente sin angio-TC preoperatorio y sólo en 1 caso con angio-TC preoperatorio, por mala calidad del mismo debido a interferencias del material de interferencia con material de osteosíntesis.

### 5.1.2 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN MUESTRAL DE CASOS SIN ANGIO-TC PREOPERATORIO

La muestra se compone de 51 pacientes en los que se realizaron 53 colgajos libres, 33 varones (64.7%) y 18 mujeres (35.3%). La edad media fue de 38.4 años (desv. típica 16.0, rango: 6-75 años). Había 20 fumadores activos (37.3%), 4 ex-fumadores (7.8%) y 27 no fumadores (52.9%). Sólo 8 pacientes (15.7%) tenían hipertensión arterial (HTA) y ninguno presentaba antecedentes de enfermedad vascular periférica. El hematocrito preoperatorio medio fue de 37.8% (desv. típica 6.4, rango: 24.5-50.8%), la hemoglobina preoperatoria media fue de 12.8 gr/dl (desv. típica 2.1, rango: 8.6-17,0 gr/dl). Había 1 paciente con diabetes mellitus no-insulino dependiente (DNID).

En cuanto a la **etiología** había 29 casos de traumatismo (54.7%), 16 casos con patología tumoral (30.2%) y se dieron otras causas en 8 pacientes (15.1%). Los accidentes de tráfico fueron la causa más frecuente de traumatismo (48.3%). 6 pacientes de los 16 con patología tumoral habían recibido radioterapia preoperatoria (37.5%).

Las **lesiones se localizaban** en miembro inferior en 16 pacientes (31,4%), en miembro superior en 15 pacientes (29.4%), cabeza y cuello en 13 pacientes (25.5%) y en tronco en 7 pacientes (13.7%).

En cuanto al **tipo de colgajo**, se realizaron: 21 colgajos musculares (39.6%), 21 colgajos fasciocutáneos (39.6%), 6 IOV de peroné (11.3%), 5 colgajos perforantes (9.4%), 1 colgajo músculo cutáneo (1,9%), 1 colgajo fascial (1.9%), 1 INV (1.9%) y 1 colgajo compuesto (1.9%)

### 5.1.3 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN MUESTRAL DE CASOS CON ANGIO-TC PREOPERATORIO

La muestra se compone de 45 pacientes en los que se realizaron 45 colgajos, 36 varones (80%) y 9 mujeres (20%). La edad media fue de 46.5 años (desv. típica 12.9, rango: 17-78 años). Había 21 fumadores activos (46.7%), 10 ex-fumadores (22.2%) y 14 no fumadores (31.2%). 9 pacientes tenían HTA (20%) y 2 (4.4%) tenían antecedentes de enfermedad vascular periférica. El hematocrito preoperatorio medio fue de 39.3% (desv. típica 6.6, rango: 25.9-56.4%), la hemoglobina preoperatoria media fue de 13.2 gr/dl. (desv. típica 2.2, rango: 8.9-18.0 gr/dl). Había 3 pacientes (6.7%) con DID, y 2 (4.4%) con DNID.

En cuanto a la **etiología** había 31 casos de traumatismo (68.9%), 12 casos con patología tumoral (22.2%) y se dieron otras causas en 4 pacientes (8.9%). Los accidentes de tráfico fueron también la causa más frecuente de traumatismo (38.7%). 7 pacientes de los 12 con patología tumoral habían recibido radioterapia preoperatoria (70%).

Las **lesiones se localizaron** en miembro inferior en 22 pacientes (48.9%), en miembro superior en 9 pacientes (20.0%), cabeza y cuello en 11 pacientes (24.4%) y en tronco en 3 pacientes (6.7%).

En cuanto al **tipo de colgajo**, se realizaron: 20 colgajos musculares (44.4%), 16 colgajos fasciocutáneos (35.6%), 3 colgajos músculo-cutáneos (6.7%), 2 colgajos perforantes (4.4%), 2 colgajos compuestos (4.4%), 1 IOV de peroné (2.2%) y 1 colgajo fascial (2.2%).

#### 5.1.4 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN MUESTRAL DE CASOS CON PATOLOGÍA TRAUMÁTICA

La muestra se compone de 60 pacientes con una edad media de de 38.2 años (desviación típica 13.3, rango: 13-65 años) con un predominio de varones (55 pacientes, 91.7%) sobre las mujeres (5 pacientes, 8.3%). La tasa de hematocrito preoperatorio medio fue de 38.8% (desviación típica: 6.9, rango: 24.5-54.6%), la hemoglobina preoperatoria media fue de 13.0 gr/dl (desviación típica 2.2, rango: 8.6-18.0 gr/dl). 29 pacientes eran no fumadores (48.3%), 25 pacientes (41.7%) eran fumadores activos, y 6 pacientes (10%) eran ex-fumadores. 6 pacientes, (10%) eran hipertensos a tratamiento; y sólo 1 paciente (1.7%) tenía antecedentes de enfermedad vascular periférica. 2 pacientes (3.3%) eran diabéticos insulino-dependientes.

Los traumatismos fueron secundarios a accidentes de tráfico en 26 pacientes (43.3%), accidentes laborales en 18 casos (30.0%), accidentes domésticos por maquinaria en 6 pacientes (10%), heridas por arma de fuego en 4 pacientes (6.7%), precipitaciones de altura en 4 casos (6.7%) y en 2 pacientes (3,3%) la causa fue traumatismo por quemadura. (Figura 28).

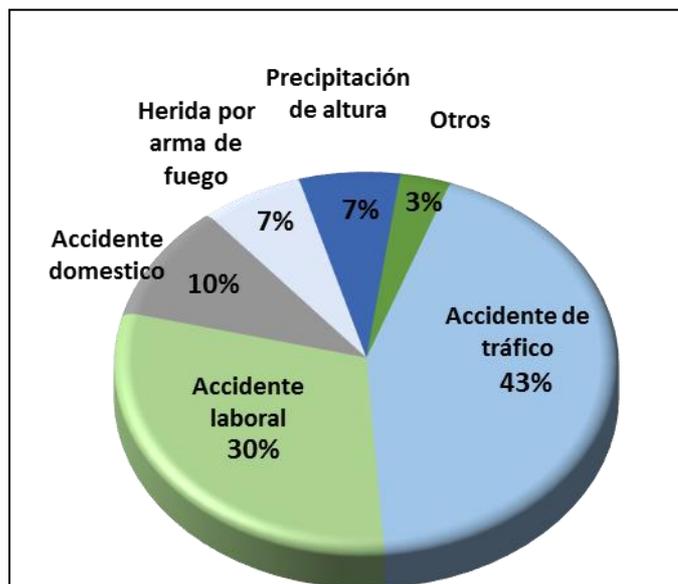
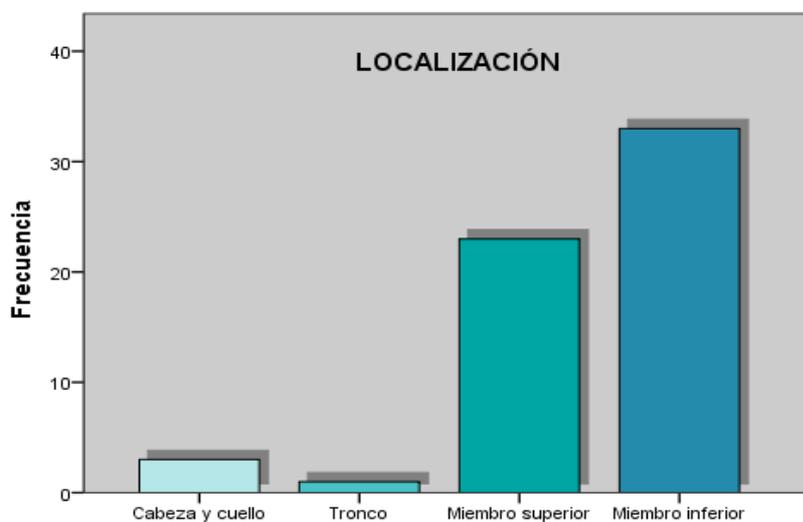


FIGURA 28. Traumatismos. Mecanismo lesional (60 casos)

En 42 pacientes (70%) se trataba de traumatismos de alta energía, 11 pacientes (18.3%), traumatismos de baja energía, y en 7 pacientes eran secuelas de un traumatismo antiguo (11.7%).

Las lesiones se localizaron con más frecuencia en miembros inferiores, 33 casos (55%); en miembros superiores en 23 casos (38.3%), en cabeza y cuello en 3 casos (5.0%), y en 1 caso, en tronco (1.7%) (**Figura 29**). En la **Figura 30**, se detallan las lesiones asociadas en los 53 casos de traumatismos agudos, donde se apreció que un 18.86% de las lesiones traumáticas se acompañaron de lesión vascular.

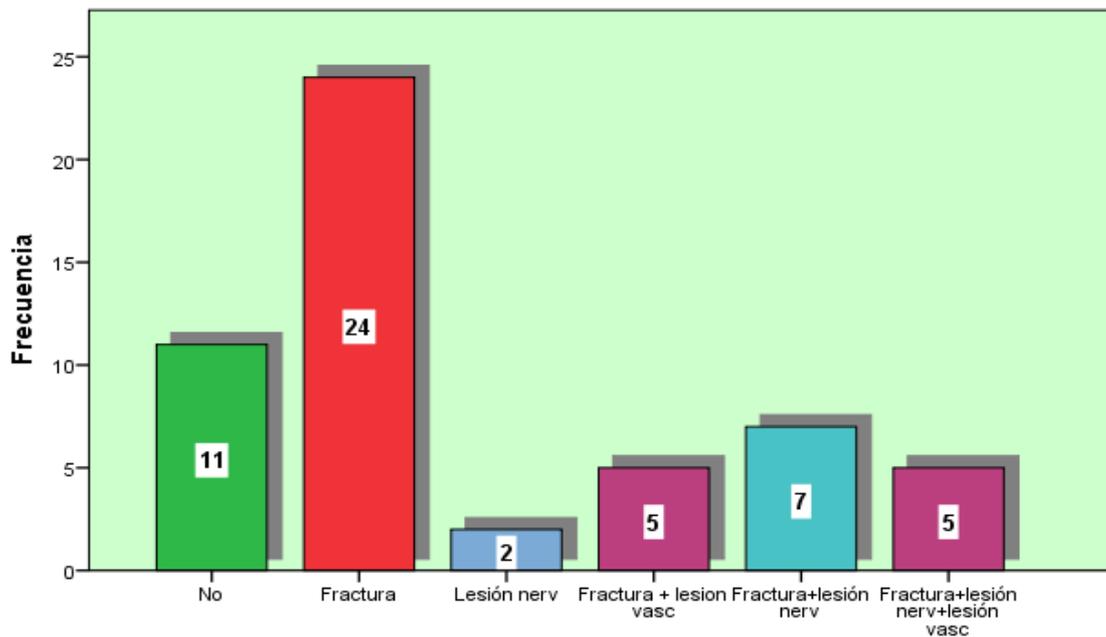


**FIGURA 29.** Traumatismos. Localización de las lesiones (60 casos)

A 31 pacientes (51.7%) se les realizó angio-TC en el preoperatorio para la evaluación del estado vascular.

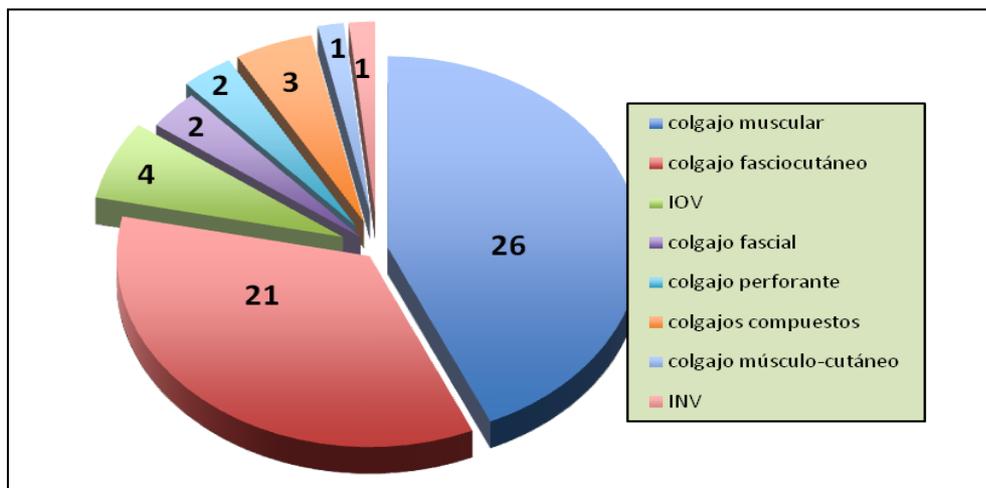
En 47 casos la cirugía se realizó transcurridos más de 30 días del accidente (78.3%), entre los 15 y los 30 días en 6 casos (10%), y en 7 casos (11.7%), la cirugía se realizó en los primeros 15 días tras el traumatismo.

Se realizaron 26 colgajos musculares (43.3%), 1 colgajo músculo-cutáneo (1.7%), 21 colgajos fasciocutáneos (35.0%), 4 injertos óseos vascularizados (6.7%), 3 colgajos compuestos (5%), 2 colgajos perforantes (3.3%) y 2 colgajos fasciales (3.3%) y 1 injerto nervioso vascularizado (1.7%) (**Figura 31**).



**FIGURA 30.** Traumatismos agudos (54 casos). Lesiones acompañantes

La **anastomosis microquirúrgica** arterial se realizó de manera término-lateral en 33 pacientes (55%), término-terminal en 21 pacientes (35%), en 3 pacientes (5%) se utilizaron injertos venosos y en otros 3 pacientes (5%) fue necesaria la creación de fístulas arterio-venosas previas. En 40 pacientes (66.7%) se anastomosaron 2 venas, sólo una vena en 19 pacientes (31.7%) e interposición de injertos venosos en 1 paciente (1.7%).



**FIGURA 31.** Traumatismos. Tipo de colgajo utilizado (60 casos)

El **tiempo quirúrgico total** medio fue de 319 minutos (desv. típica 73.9, rango: 205-565 min), el **tiempo medio de sutura microquirúrgica** fue de 53.4 minutos (desv. típica 30.0, rango: 20-170 min) y el **tiempo medio de isquemia** del colgajo fue de 80.2 minutos (desv. típica 54.2, rango: 35-290 min).

10 pacientes (16.7%) presentaron **complicaciones intraoperatorias** y 12 pacientes (20.0%) **complicaciones en el postoperatorio**, aunque hubo sólo 9 pérdidas totales del colgajo en el postoperatorio (15%).

Respecto al **tiempo transcurrido entre el accidente y la cirugía**, la mayoría de los casos (47 casos / 78.3%) fueron intervenidos pasados 30 días del traumatismo inicial, 7 casos (11.7%) fueron intervenidos en los primeros 15 días tras el traumatismo y 6 casos (10,0%) fueron intervenidos entre los 15 días y los 30 del traumatismo. Aunque en números absolutos hubo más complicaciones en los pacientes en los que la cirugía se realizó de manera tardía (más de 30 días del accidente), fue, sin embargo este grupo el que proporcionalmente mostró el menor número de complicaciones (10.6%), aunque no fue estadísticamente significativo ( $p=0.009$ ) (**Tabla 4**) Las necrosis del colgajo se distribuían de la siguiente manera: en las cirugías realizadas en los primeros 15 días hubo 4 necrosis del colgajo, 1 caso de necrosis en aquellos en los que la cirugía se realizó entre los 15 y los 30 días, y 4 necrosis en las cirugías realizadas pasados los 30 días del traumatismo, lo que fue estadísticamente significativo ( $p= 0,003$ ) (**Tabla 5**)

**TABLA 4.** Relación entre el momento de la cirugía y las complicaciones intraoperatorias en pacientes con patología traumática

		COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS		Total
		No	Si	
TIEMPO ACCIDENTE- CIRUGÍA	< 15 días	3	4	7
	15 - 30 días	5	1	6
	> 30 días	42	5	47
Total		50	10	60

La **estancia postoperatoria** media fue de 15 días (desv. típica 16.5, rango: 4-100 días) y la **estancia total** media fue de 28.1 días (desv. típica 26.1, rango: 6-116 día)

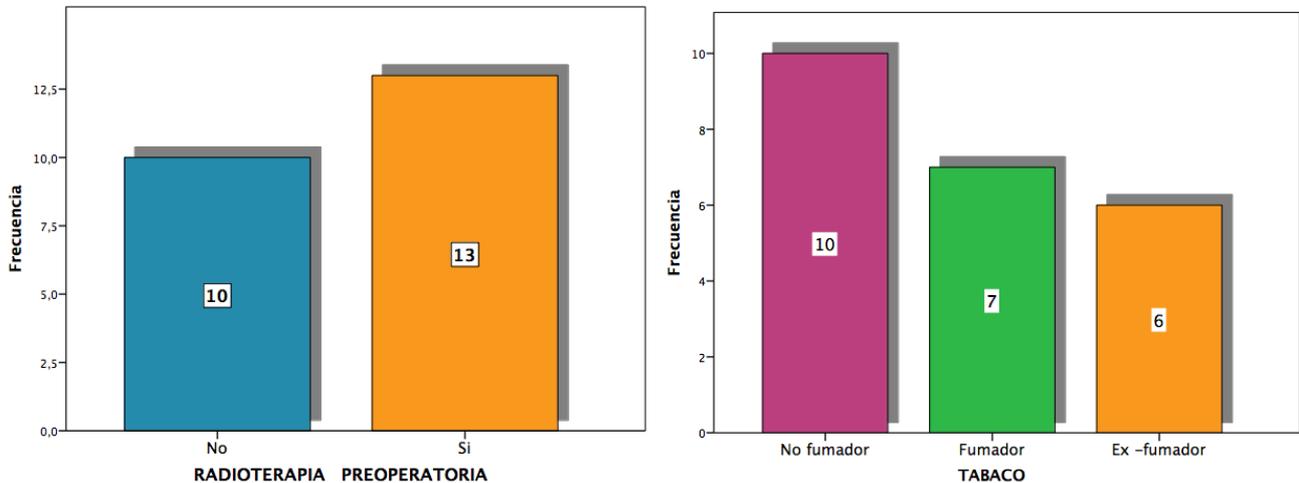
**TABLA 5.** Relación entre el momento de la cirugía y las complicaciones postoperatorias (necrosis del colgajo) en pacientes con patología traumática

		COMPLICACIONES COLGAJO		Total
		No	Necrosis total	
TIEMPO ACCIDENTE-CIRUGÍA	< 15 días	3 42,9%	4 57,1%	7 100,0%
	15-30 días	5 83,3%	1 16,7%	6 100,0%
	> 30 días	43 91,5%	4 8,5%	47 100,0%
Total		51 85,0%	9 15,0%	60 100,0%

### 5.1.5 CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN MUESTRAL DE CASOS CON PATOLOGÍA TUMORAL

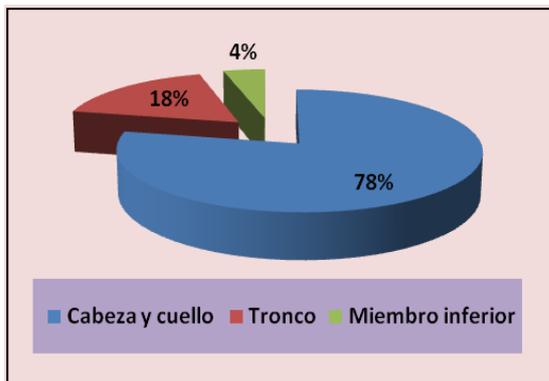
La muestra estuvo formada por 23 pacientes, en los que se han realizado 25 colgajos libres, con una edad media de 54.2 años (desv. típica 13.4, rango: 27-78 años) con predominio de las mujeres (15 pacientes, 65.2%) sobre los varones (8 pacientes, 34.8%). 7 pacientes (34.8%) eran fumadores activos, 6 pacientes (26.1%) eran ex-fumadores, 8 pacientes (34.8%) tenían antecedentes de HTA a tratamiento; 3 eran diabéticos (12%), y ninguno, tenía antecedentes de enfermedad vascular periférica. Habían recibido radioterapia preoperatoria en 13 casos (56.5%), mientras los 12 restantes no la habían recibido (43.5%) (**Figura 32**)

El valor medio de hematocrito preoperatorio fue de 38.7% (desv. típica 6.4, rango: 28.7-50.8%), y el valor medio de hemoglobina preoperatoria fue de 13.0 gr/dl (desv. típica 2.2, rango: 8.9-17 gr/dl)

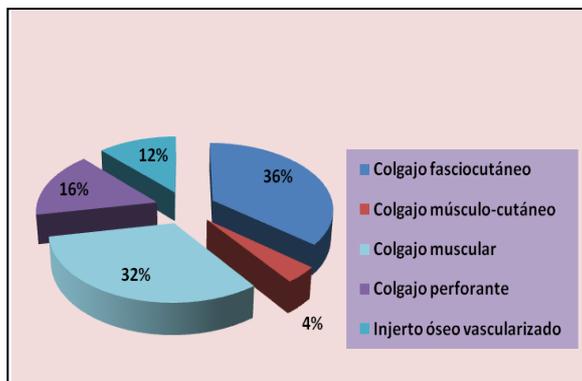


**FIGURA 32.** Patología tumoral. Antecedentes de radioterapia preoperatoria y tabaquismo

Las lesiones se localizaron en cabeza y cuello en 18 casos (78.3%), en tronco en 4 casos (17.4%) y en miembro inferior en 1 caso (4.3%). (Figura 33). Se realizaron 9 colgajos fasciocutáneos (36%), 8 colgajos musculares (32%), 4 colgajos perforantes (16%), 3 IOV de peroné (12%) y 1 colgajo músculo-cutáneo (4%) (Figura 34) La anastomosis arterial se realizó en modo término-terminal en 19 casos (64%), término-lateral en 2 casos (8%) y con interposición de injertos venosos en 4 casos (16%). En la anastomosis venosa, se utilizaron 2 venas en 5 casos (20%), 1 vena en 16 casos (64%) y con interposición de injertos venosos en 4 casos (16%).



**FIGURA 33.** Tumores. Localización lesión (23 pacientes)



**FIGURA 34.** Tumores. Tipo de colgajo (25 casos)

En 10 casos (40%) se realizó angio-TC preoperatoria para evaluación del estado vascular. En los restantes 15 casos (60%) se usaron medidas clínicas y el uso de doppler manual. En 5 casos (20%) se realizó angio-TC en el postoperatorio para evaluar la patencia de la anastomosis microvascular de colgajos enterrados.

El **tiempo quirúrgico** medio fue de 358,0 minutos (desv. típica 112.8, rango: 180-735), el **tiempo de sutura microvascular** medio fue de 50.8 minutos (desv. típica 21,6, rango: 20-100 minutos) y el **tiempo de isquemia** medio del colgajo fue de 75.8 minutos (desv. típica 26.1, rango: 35-130 minutos).

Se presentaron **complicaciones intraoperatorias** en 4 casos (16%), 2 habían recibido radioterapia preoperatoria y otros 2 casos no ( $p=0.930$ ). Hubo complicaciones **postoperatorias** en 7 casos (28%) con fracaso del colgajo en 6 de ellos (24%), que se distribuían de igual manera entre el grupo que había recibido radioterapia preoperatoria (3 casos) y el grupo que no había recibido radioterapia (3 casos).

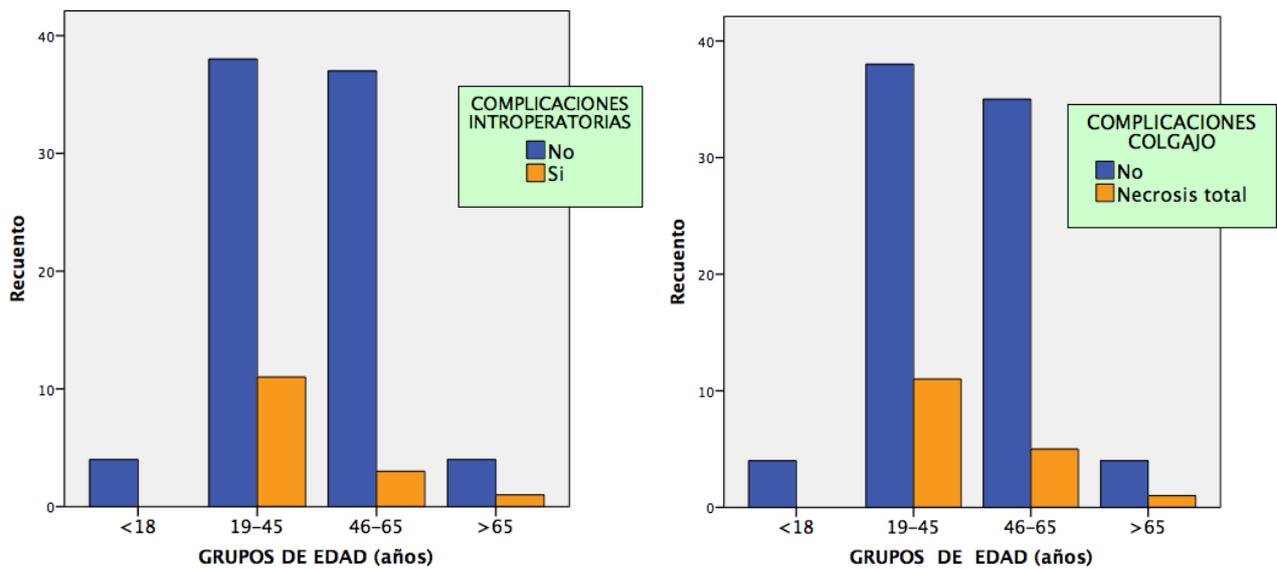
La **estancia postoperatoria** media fue de 22.2 días (desv. típica 24.0, rango: 5-100 días) y la **estancia total** media fue de 35.5 días (desv. típica 45.4, rango: 6-213 días).

## 5.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS SEGÚN ANGIO-TC PREOPERTORIO

### 5.2.1 FACTORES DE RIESGO

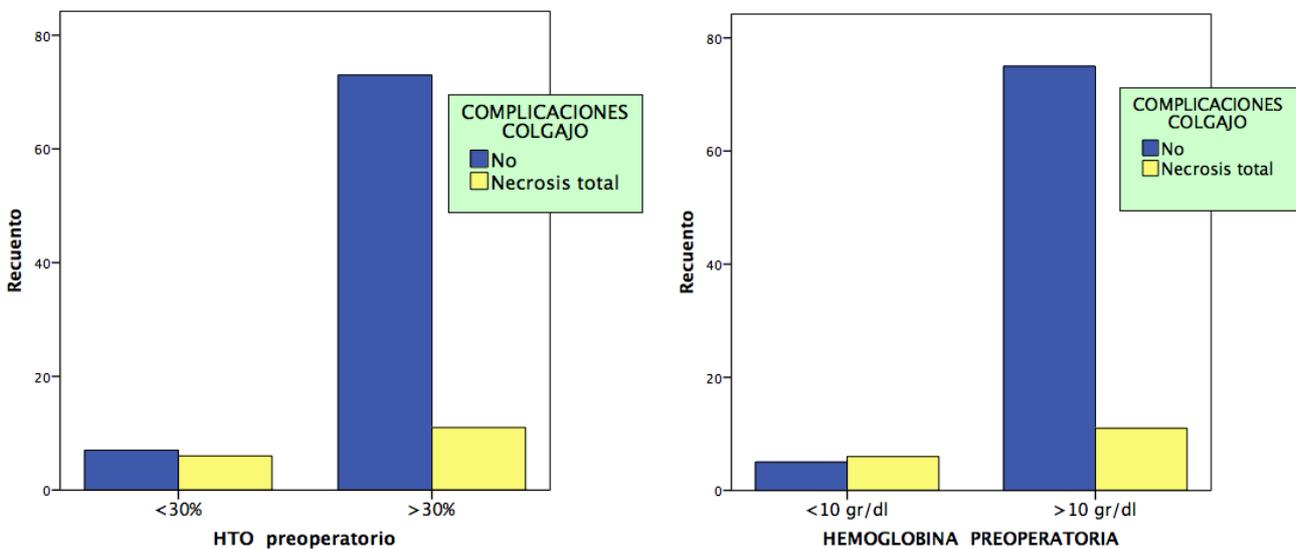
En cuanto al **sexo**, el porcentaje de complicaciones intraoperatorias fue similar, (14.5% en varones y 17.2% en mujeres); sin embargo, el porcentaje de fracaso del colgajo fue mayor en mujeres (27.6%) que en varones (13.0%), aunque no fué estadísticamente significativo ( $p=0.83$ ).

Respecto a la **edad**, la mayoría de las complicaciones tanto intraoperatorias, como la pérdida del colgajo cayeron en el grupo de los 18-45 años, aunque no fue estadísticamente significativo ( $p=0,202$  y  $p=0,492$ , respectivamente). Quizás en este grupo de edad es donde se concentran la gran mayoría de los traumatismos (**Figura 35**)



**FIGURA 35.** Traumatismos. Complicaciones intraoperatorias y del colgajo por grupos de edad (60 casos)

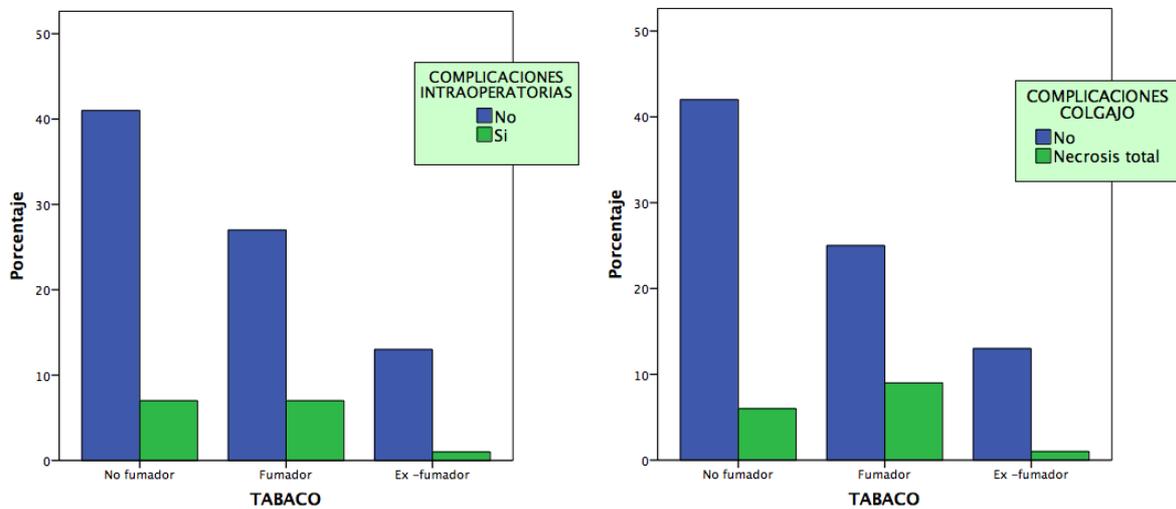
En cuanto a la influencia los factores etiológicos en las complicaciones tanto intaroperatorias como postoperatorias hemos de reseñar que no hemos podido sacar conclusiones respecto a los antecedentes de HTA, diabetes y enfermedad vascular periférica por el escaso número de casos. Si hubo una diferencia estadísticamente significativa en la pérdida del colgajo respecto a los valores del hematocrito preoperatorio, siendo el porcentaje de fracasos mayor en los casos cuyo valor era menor de 30% ( $p=0.004$ ), o para valores de hemoglobina < 10 gr/dl ( $p=00.1$ ) (**Figura 36**)



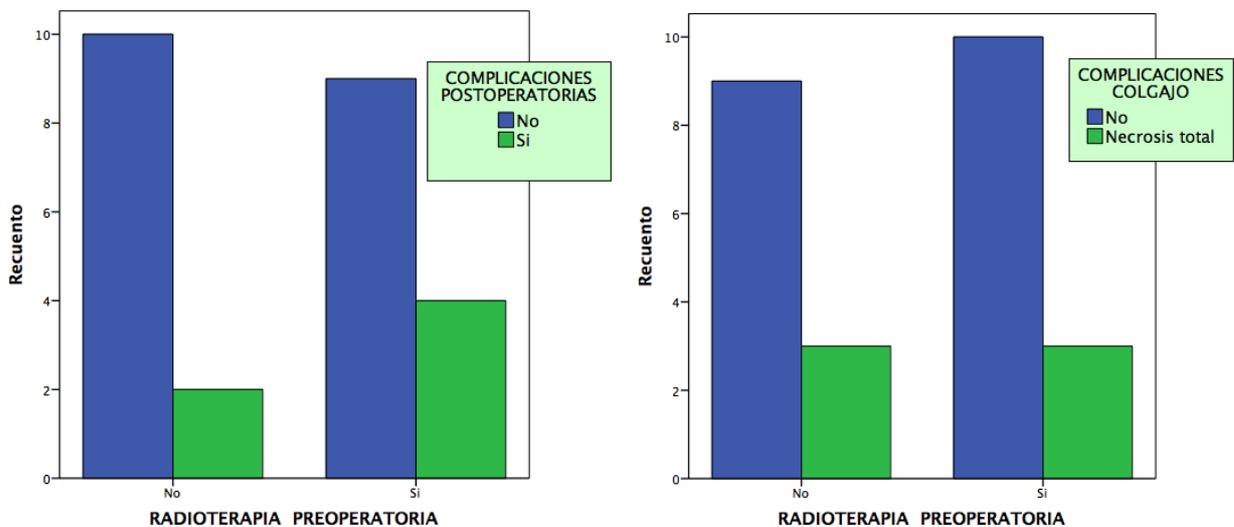
**FIGURA 36.** Relación del hematocrito y hemoglobina preoperatorios con la pérdida del colgajo.

En cuanto al **tabaquismo**, no hemos visto diferencias entre los fumadores y no fumadores en las complicaciones intraoperatorias; si hubo más fracaso del colgajo en los fumadores, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p= 0.910$ ) (Figura 37)

En cuanto a la **radioterapia**, no hubo diferencia en las complicaciones intraoperatorias entre los pacientes que habían recibido radioterapia en el preoperatorio y los que no la habían recibido ( $p=0.839$ ). Aunque hubo más complicaciones postoperatorias en los pacientes con radioterapia, estas se reflejaron más en retardo de la curación, infección del colgajo y pérdidas parciales del mismo. No hubo sin embargo, diferencia en cuanto a la necrosis del colgajo ( $p=0.910$ ) (Figura 38)

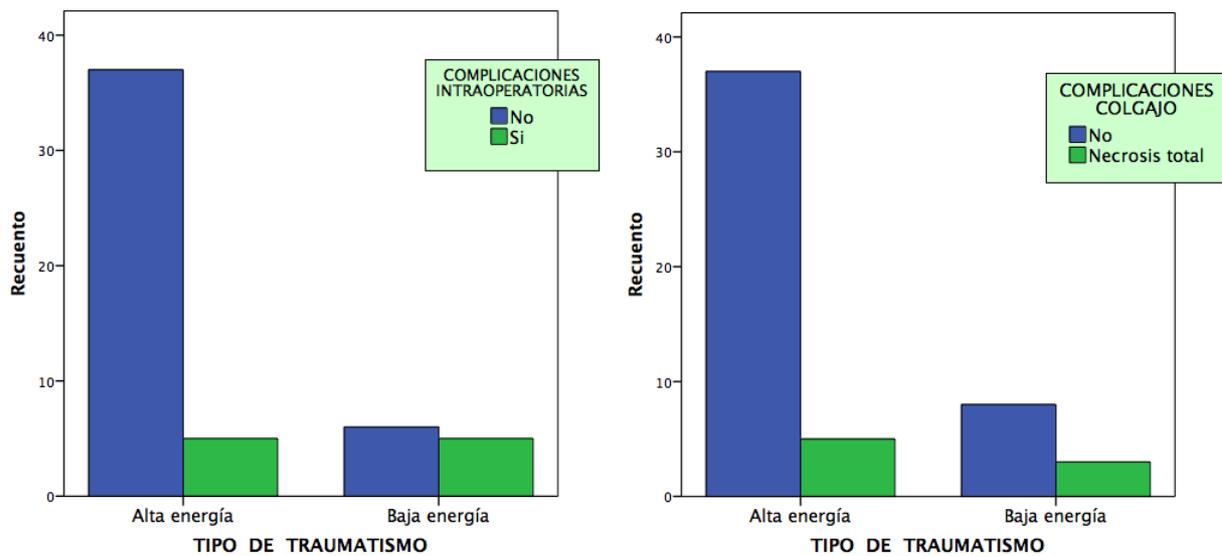


**FIGURA 37.** Relación del tabaquismo con las complicaciones intraoperatorias y la pérdida del colgajo



**FIGURA 38.** Relación de la radioterapia preoperatoria y las complicaciones del colgajo

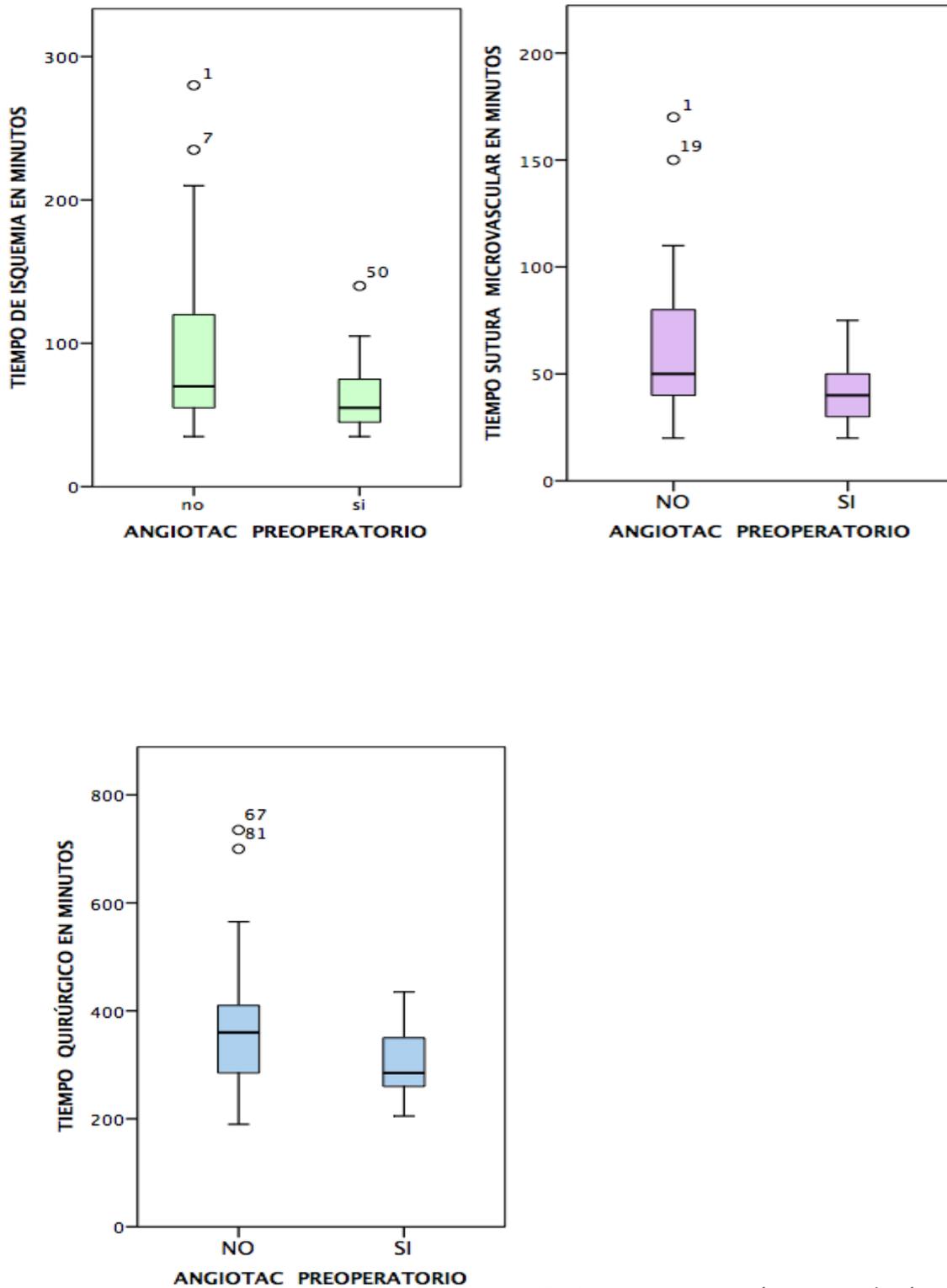
No hubo diferencias significativas en las complicaciones intraoperatorias ni en la pérdida del colgajo entre los traumatismos de alta y baja energía, aunque proporcionalmente el porcentaje de complicaciones fue mayor en los traumatismos de baja energía (Figura 39)



**FIGURA 39.** Relación del tipo de traumatismo y las complicaciones del colgajo

## 5.2.2 TIEMPOS QUIRÚRGICOS

El **tiempo quirúrgico medio** total fue significativamente menor en el grupo de pacientes con angio-TC preoperatorio (302.3 minutos, desviación típica 61.4 que en el grupo sin angio-TC preoperatorio (362.3 minutos, desviación típica: 107.8), ( $p=0.03$ ). El **tiempo de sutura microvascular** medio total fue también significativamente menor en los pacientes con angio-TC preoperatorio (41.7 min, desv. típica: 13.2) que en el grupo de pacientes sin angio-TC en el preoperatorio (62.2 minutos, desv. típica 31.6) ( $p=0.01$ ). El **tiempo de isquemia** medio total fue significativamente menor en el grupo de pacientes con angio-TC preoperatorio (60.7 minutos, desv. típica 22.2) respecto al grupo de pacientes sin angio-TC preoperatorio (92.7 minutos, desviación típica 54.8) ( $p=0.02$ ) (Figura 40).



**FIGURA 40.** Tiempos quirúrgicos en relación con angio-TC preoperatorio

### 5.2.3 COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS

El número de **complicaciones intraoperatorias** ha sido mucho mayor en el grupo sin angio-TC preoperatorio (11 casos, 73.3%) que en el grupo con angio-TC preoperatorio (4 casos, 26.7%), aunque no resultó significativo estadísticamente ( $p=0.104$ ). En 7 casos la anastomosis se había hecho de modo término-terminal (14,3% de todas las anastomosis término-terminales) término-lateral en 5 casos (12.8%) e interposición de injertos venosos en 3 casos de los 7 en que se han utilizado injertos venosos (42.8%). En 7 casos se anastomosó sólo 1 vena (17.5%), en 6 casos 2 venas (11.3%) y en 2 de los 5 casos en se habían interpuesto injertos venosos de (40%) (Tabla 6)

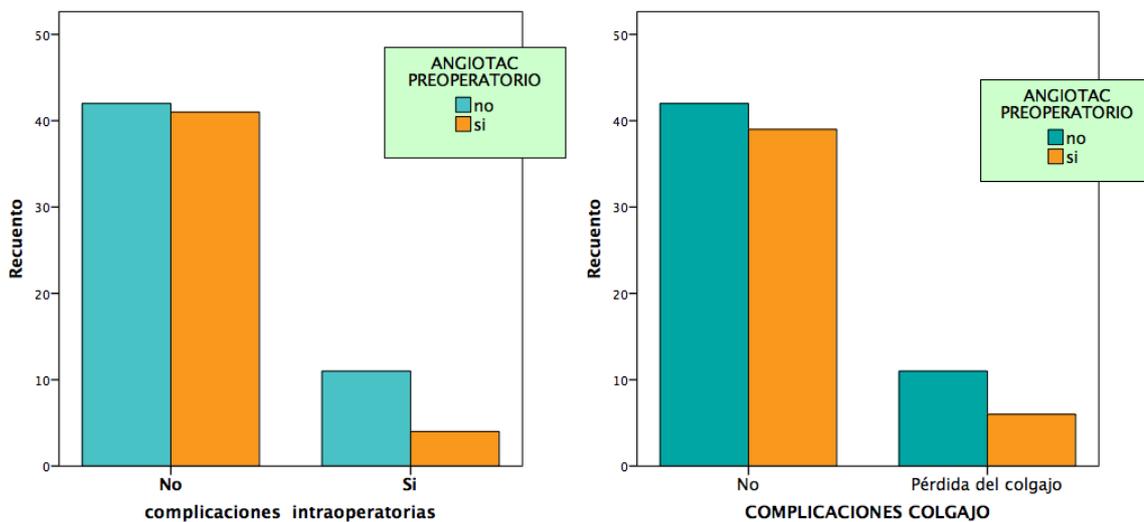
**TABLA 6.** Tabla de contingencia complicaciones intraoperatorias-tipo de anastomosis microvascular

		COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS		Total
		No	Si	
<b>ANASTOMOSIS ARTERIAL</b>	Término-terminal	42	7	49
	Término-lateral	34	5	39
	Injertos venosos	4	3	7
	Fístula AV previa	3	0	3
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>15</b>	<b>98</b>	
<b>ANASTOMOSIS VENOSA</b>	1 vena	33	7	40
	2 venas	47	6	53
	Injertos venosos	3	2	5
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>15</b>	<b>98</b>	

### 5.2.4 COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS

Han fracasado 17 colgajos (17.3%), 16 por fracaso de la anastomosis vascular y 1 colgajo de base de lengua por infección tardía en el postoperatorio que produjo una necrosis de más del 50% del colgajo. El mayor porcentaje de fracasos se dio en el grupo

sin angio-TC preoperatorio fracasos (11 colgajos, 73.3%), por 6 colgajos en el grupo al que se le había realizado angio-TC preoperatorio, aunque se vio casi el doble de fracasos en el grupo sin angio-TC preoperatorio, el resultado no estadísticamente significativo ( $p=0,334$ ) (**Figura 41**). Por tipo de colgajo, se reparten de la siguiente manera: 8 colgajos musculares, 4 colgajos perforantes, 3 colgajos fasciocutáneos, 1 colgajos músculo-cutáneo y 1 colgajo fascial. (**Tabla 7**)



**FIGURA 41.** Relación de las complicaciones intraoperatorias y de la pérdida del colgajo en relación con la variable angio-TC preoperatorio (98 casos).

**TABLA 7.** Complicaciones del colgajo según tipo de colgajo utilizado

TIPO DE COLGAJO	COMPLICACIONES COLGAJO		Total
	No	Necrosis del colgajo	
Colgajo fasciocutáneo	30	3	33
Colgajo muscular	33	8	41
Colgajo músculo-cutáneo	3	1	4
Colgajo fascial	1	1	2
Colgajo perforante	3	4	7
IOV	7	0	7
INV	1	0	1
Colgajos compuestos	3	0	3
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>17</b>	<b>98</b>

Hay que reseñar que del total de los 7 colgajos perforantes de la serie han fracasado 4 (57.14%), lo que da idea de la dificultad técnica de los mismos. En relación al tipo de anastomosis arterial, en 9 colgajos que habían fracasado se realizó anastomosis término-terminal, término-lateral en 6 e interposición de injertos venosos en 2 casos.

No se encontraron diferencias significativas en los dos grupos respecto al tipo de anastomosis arterial ( $p=0.468$ ); ni tampoco hubo diferencias significativas entre los dos grupos respecto al tipo de anastomosis venosa ( $p=0.328$ ) (tabla 8).

**TABLA 8.** Tabla de contingencia COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS / TIPO DE ANASTOMOSIS MICROVASCULAR

		COMPLICACIONES COLGAJO		TOTAL
		No	Necrosis	
ANASTOMOSIS ARTERIAL	Término-terminal	40	9	49
	Término-lateral	33	6	39
	Injertos venosos	5	2	7
	Fístula AV previa	3	0	3
<b>Total</b>		<b>81</b>	<b>17</b>	<b>98</b>
ANASTOMOSIS VENOSA	1 vena	31	9	40
	2 venas	47	6	53
	Injertos venosos	3	2	5
	<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>17</b>	<b>98</b>

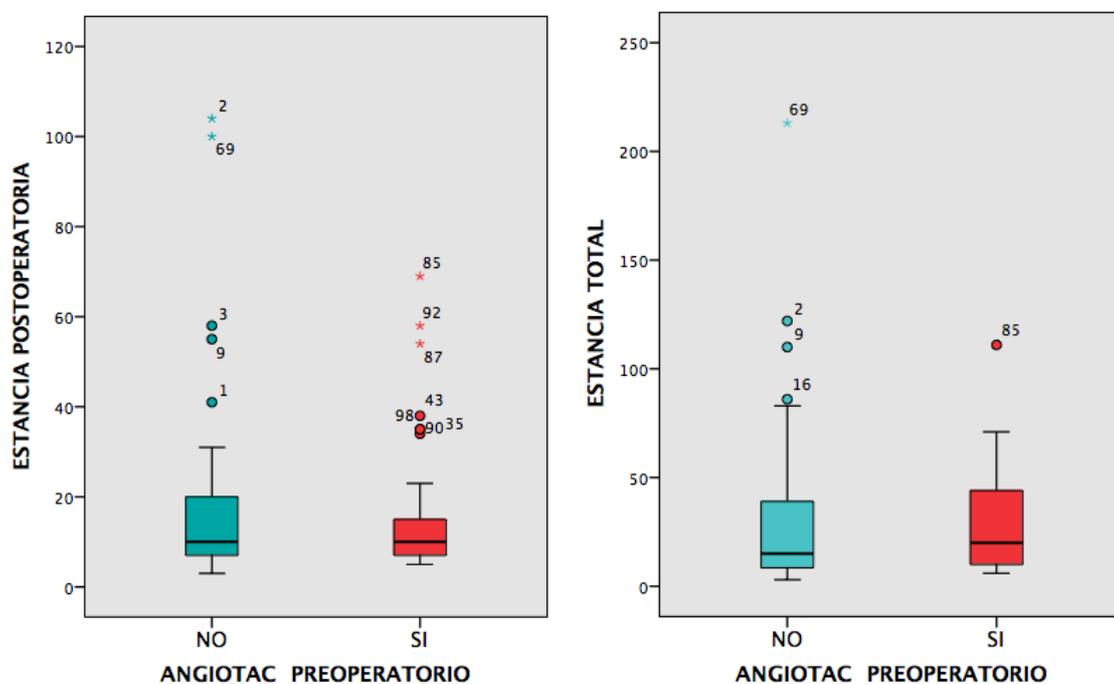
No hubo diferencias significativas en el porcentaje de fracasos según el **grupo etiológico**: 9 fracasos en el grupo de traumatismos (15%), 6 fracasos en el grupo de tumores (23%) y 2 fracasos en el grupo de otras patologías (17%). En los pacientes con traumatismos agudos había un porcentaje más alto de fracaso del colgajo en los

traumatismos de baja energía (3 fracasos de 8 colgajos, 27.3%) en relación a los traumatismos de alta energía (5 fracasos de 37 colgajos, 11.9%), aunque no era una diferencia significativa ( $p=0.205$ )

### 5.2.5 ESTANCIA HOSPITALARIA

La **estancia postoperatoria** media total fue de 16.8 días (desv. típica 18,2), rango: 3-104 días y aunque fue menor en el grupo de pacientes con angio-TC preoperatorio (16.0 días, desv. típica 14.7, rango: 5-69 días)) respecto al grupo de pacientes sin angio-TC preoperatorio (17.6 días, desv. típica 20.9, rango: 3-104 días), no fue una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.657$ ).

La **estancia total** media fue de 29.7 días (desviación típica 31.6), rango: 3-213 días) y tampoco había diferencia estadísticamente significativa en ambos grupos, 28.6 días (desv. típica 22.6, rango: 6-111 días) en el grupo de los que tenían angio-TC preoperatorio, y 30.6 días (desv. típica 37.9, rango: 3-213 días) en los que no tenían angio-TC preoperatorio. (Figura 42)

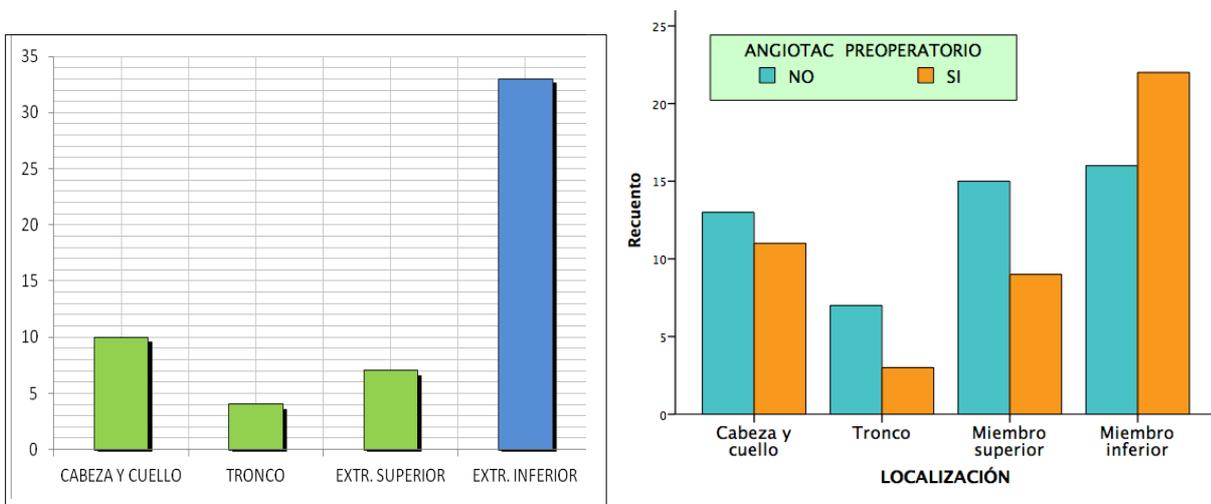


**FIGURA 42.** Comparativa del tiempo de estancia postoperatoria y la estancia total según angio-TC preoperatorio (98 casos).

### 5.3 ANGIO-TC PREOPERATORIO

54 estudios angio-TC se realizaron en el preoperatorio de pacientes que precisaron cirugía reconstructora compleja con colgajos libres. Todos los estudios fueron evaluados por dos radiólogos de manera independiente. Se distribuyeron de la siguiente manera: 33 estudios (51.1%) fueron realizados para evaluación vascular de extremidad inferior, 10 (18.5%) de cabeza y cuello, 7 (13.0%) de extremidad superior y 4 (7.4%) de tronco (Figura 43). 36 estudios (66.7%) fueron considerados de buena calidad, 11 estudios

(20.4%) presentaban artefactado que no afectaba a la calidad del estudio, 5 estudios (9.3%) presentaban artefactado que dificultaba la evaluación vascular; en 1 estudio (1.8%), el artefactado impedía la evaluación vascular y 1 estudio (1.8%) fue considerado no valorable por la mala calidad, que obligó a la realización de arteriografía.



**FIGURA 43.** Tipo de estudio de angio-TC preoperatorio (54 casos). El gráfico de la izquierda ofrece una comparativa de los casos con / sin angio-TC según localización de las lesiones.

De los 33 estudios de **extremidad inferior**, 18 estudios (54.5%) tenían todas las arterias permeables y los 15 restantes (45.5%) presentaban algún tipo de alteración del árbol vascular: 4 estudios presentaron interrupción de la arteria tibial anterior, 2 estudios interrupción de la arteria tibial posterior y 1 estudio interrupción de la arteria tibial anterior y la arteria peronea. 2 estudios mostraron aplasia congénita de la arteria tibial

posterior bilateral (**Figura 44**), 2, lesiones de arteriosclerosis generalizada, 2 estudios mostraban recanalización de arteria tibial posterior (1 by-pass, 1 stent). En 1 estudio de una paciente de 47 años, con una úlcera crónica post-traumática en talón izquierdo se objetivó en la angio-TC una estenosis ilíaca bilateral. Tras ser intervenida de bay-pass aorto-bifemoral, la úlcera de talón curó espontáneamente en varias semanas (**Figura 45**).

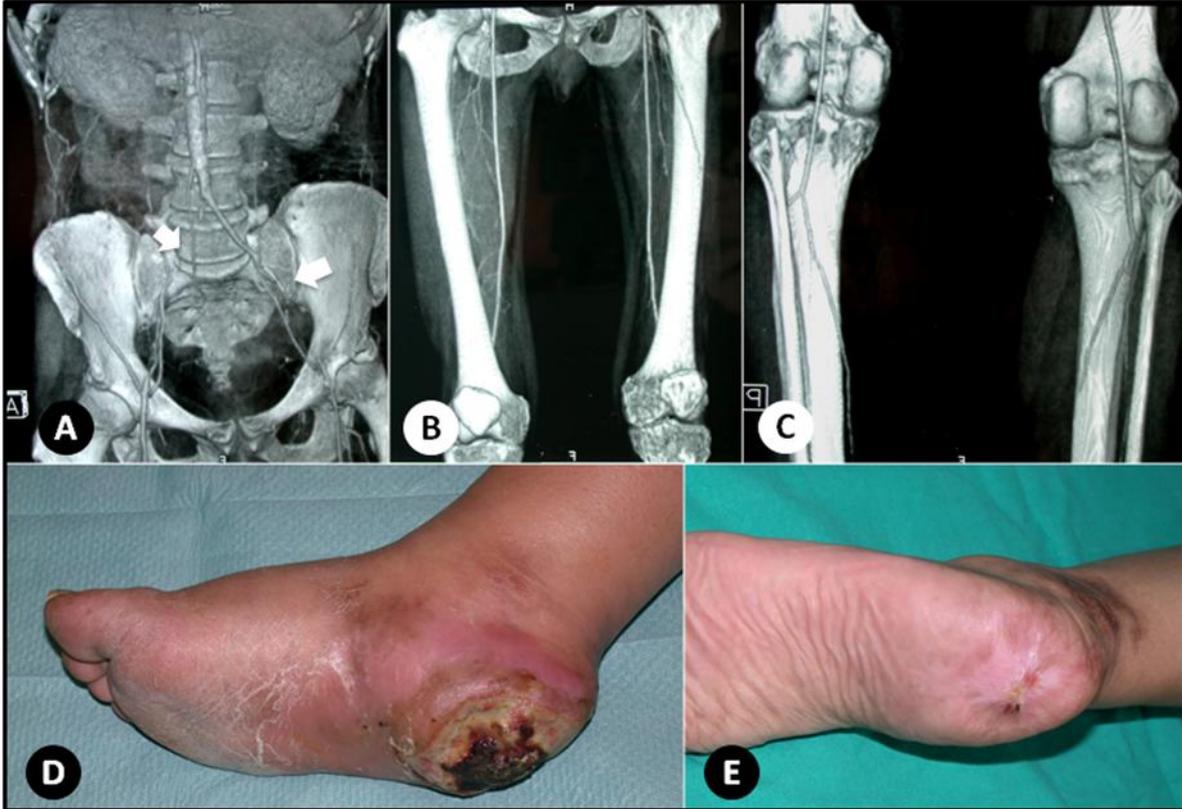


**FIGURA 44.** Aplasia congénita de arteria tibial posterior, con hipertrofia compensadora de la peronea (arteria peronea magna), que discurre por la cara interna del tobillo hasta la planta del pie (2 casos)

En 1 estudio se encontraron calcificaciones importantes en arteria femoral superficial. 1 estudio se informó como no valorable por la mala calidad del mismo, debido a interferencias del material de osteosíntesis (se realizó arteriografía)

Los 10 estudios de **angio-TC de cabeza y cuello** mostraron falta de alguna de las ramas terminales de la carótida externa, pero en todos, excepto un caso, había alguna rama de la arteria carótida externa subsidiaria de anastomosis microquirúrgica. Sólo 1 paciente, que presentaba exposición de placa de osteosíntesis mandibular, con varias recidivas de cáncer de laringe y múltiples intervenciones previas en cuello (incluida linfadenectomía radical cervical bilateral) y múltiples tratamientos con radioterapia, no se

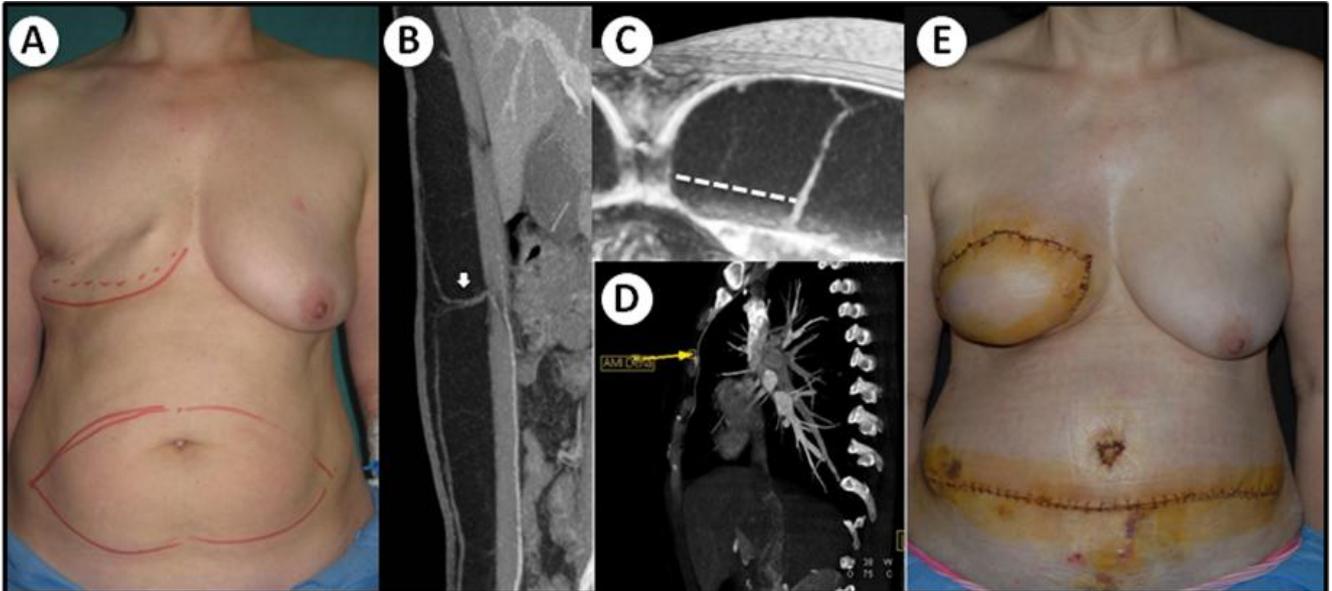
objetivó ninguna rama de la arteria carótida externa viable para anastomosis microquirúrgica.



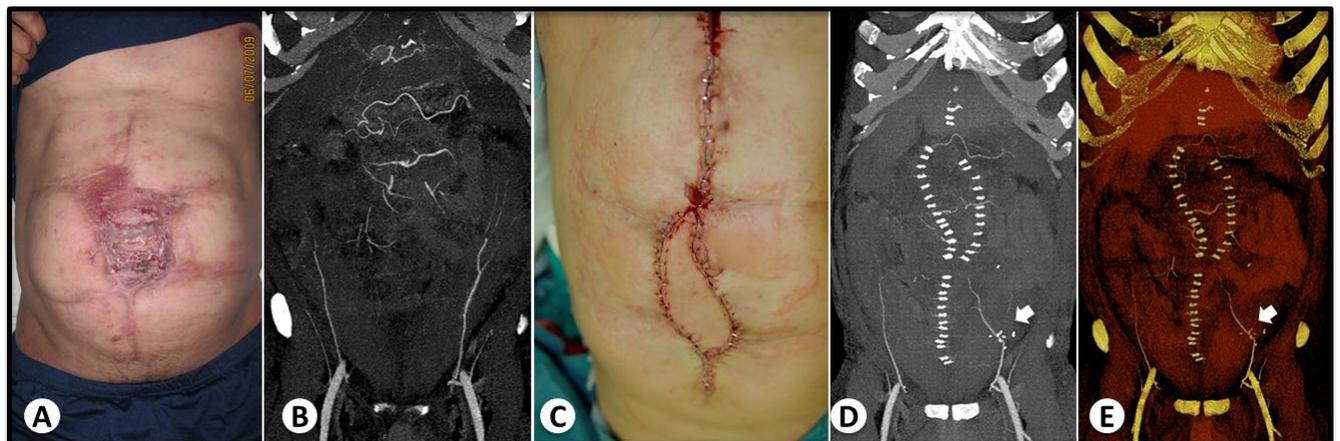
**FIGURA 45.** Paciente de 47 años con obstrucción ilíaca bilateral (flechas blancas). El resto del árbol vascular de miembros inferiores es normal (B y C). D: úlcera postraumática talón de curso tórpido. E: curación espontánea tras revascularización aorto-bifemoral.

De los 7 estudios de angio-TC de **extremidad superior**, en 5 se encontró algún tipo de anomalía en el sistema vascular, en 3 había una interrupción de la arteria radial y en 2 interrupción de la arteria cubital. 1 estudio se informó como normal, aunque presentaba una anomalía congénita que consistía en una división alta de la arteria radial en el tercio proximal del brazo. 1 estudio presentó múltiple artefactado que impidió la valoración del mismo.

Se realizaron 4 estudios de angio-TC de **tronco**, en 3 casos para localizar perforantes peri umbilicales de la arteria epigástrica inferior (**Figura 46**) y, en un caso con múltiple cirugía abdominal previa para localizar las arterias epigástricas para anastomosis microquirúrgica (**Figura 47**).



**FIGURA 46.** Reconstrucción mamaria con colgajo DIEP. A: preoperatorio. B: angio-TC marcando el curso suprafascial de la perforante. C: se puede medir la distancia de la perforante al ombligo para orientación quirúrgica. D: en el mismo estudio podemos identificar la arteria mamaria interna usada para anastomosis microquirúrgica. E: postoperatorio a los 7 días.



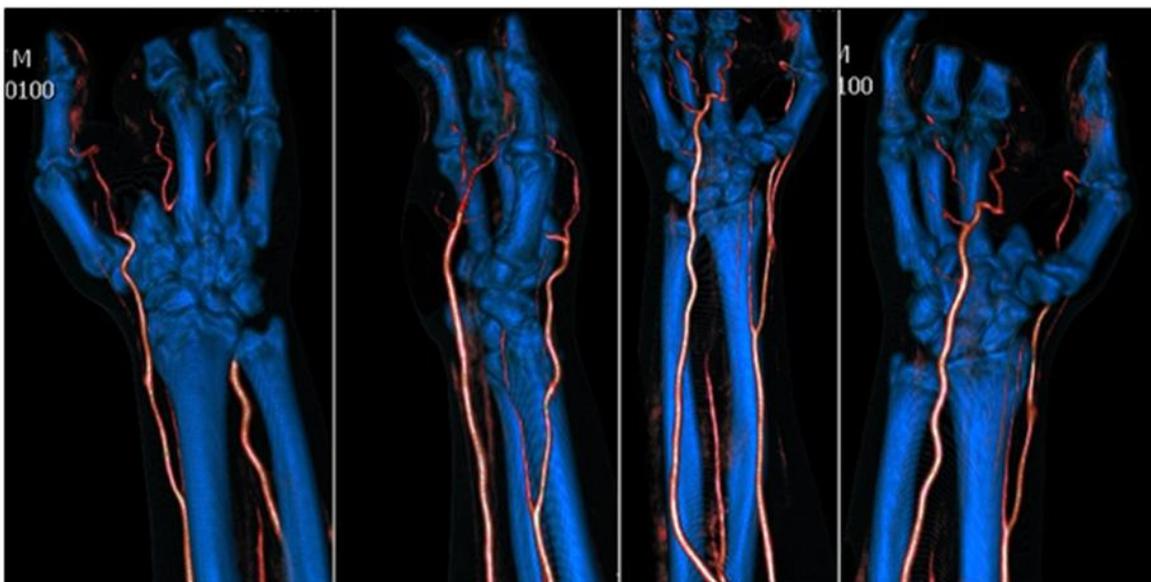
**FIGURA 47.** Angio-TC preoperatorio para localizar arterias cercanas al defecto abdominal (secuela de peritonitis). B: se aprecia en angio-TC preoperatorio el mejor calibre de la epigástrica inferior izquierda. C: reconstrucción con colgajo músculo-cutáneo de dorsal ancho. D-E: angio-TC postoperatorio, las flechas blancas indican el sitio de la anastomosis arterial.

Con los hallazgos de la angio-TC preoperatoria, 9 pacientes fueron rechazados para cirugía con colgajos libres optando por cirugías más conservadoras (Tabla 9).

**TABLA 9.** Hallazgos en angio-TC preoperatorio que desaconsejaron la cirugía con colgajos libres

MEC LESIONAL	EDAD	SEXO	HALLAZGOS ANGIOTAC
Aplastamiento pierna	32	Varón	Lesión tibial posterior. Stent
Aplastamiento mano	27	Varón	Lesión art radial e interósea posterior
Aplastamiento pie izquierdo	35	Mujer	Obstrucción iliaca bilateral
Accidente de tráfico	75	Varón	Arterioesclerosis generalizada
Atropello	32	Mujer	Fracturas + lesión vascular
Recidiva cáncer laringe	72	Varón	Ausencia de vasos receptores cuello
Precipitación altura	52	Varón	Ausencia congénita de Tibial Posterior
Precipitación altura	59	Varón	Arteriopatía periférica
Aplastamiento pie izquierdo	53	Varón	Aplasia congénita de arteria Tibial Posterior

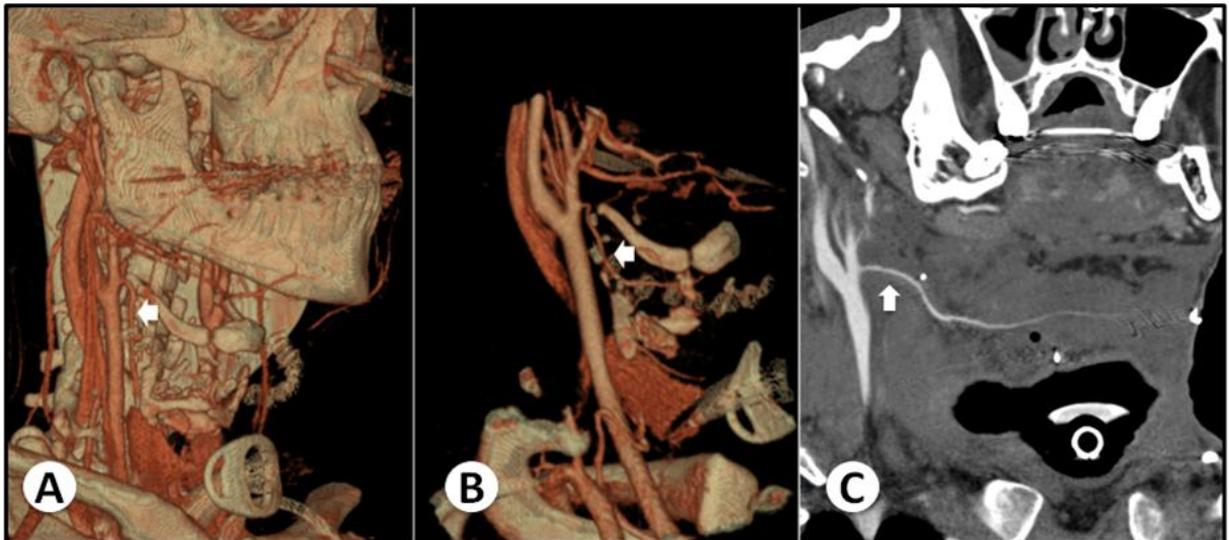
Además en algunos casos la angio-TC preoperatoria nos ha servido para cambiar el tipo de colgajo en función de los hallazgos. Así como vemos en la **Figura 48**, la ausencia de arco palmar en la angio-TC contraindica el uso de un colgajo fasciocutáneo antebraquial radial, pues la ligadura de esta arteria podría comprometer la vascularización del pulgar.



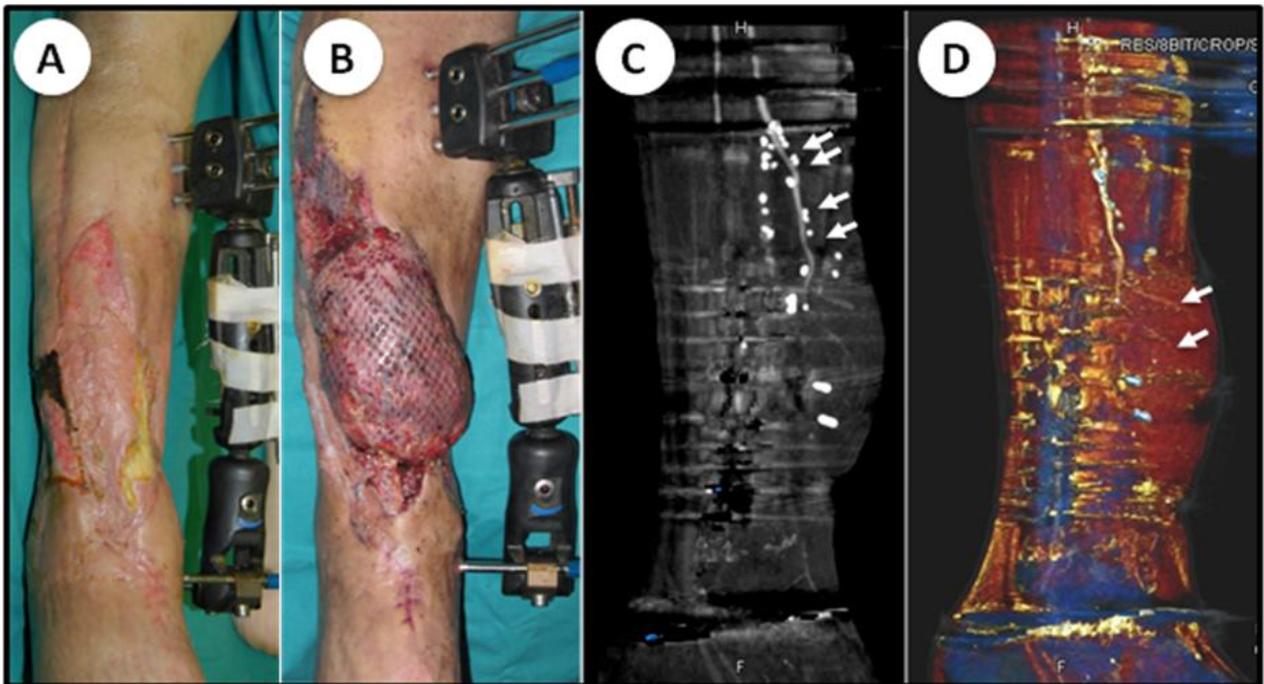
**FIGURA 48.** Secuelas mano traumática, ausencia de arco palmar radial-cubital

## 5.4 ANGIOTAC POSTOPERATORIO

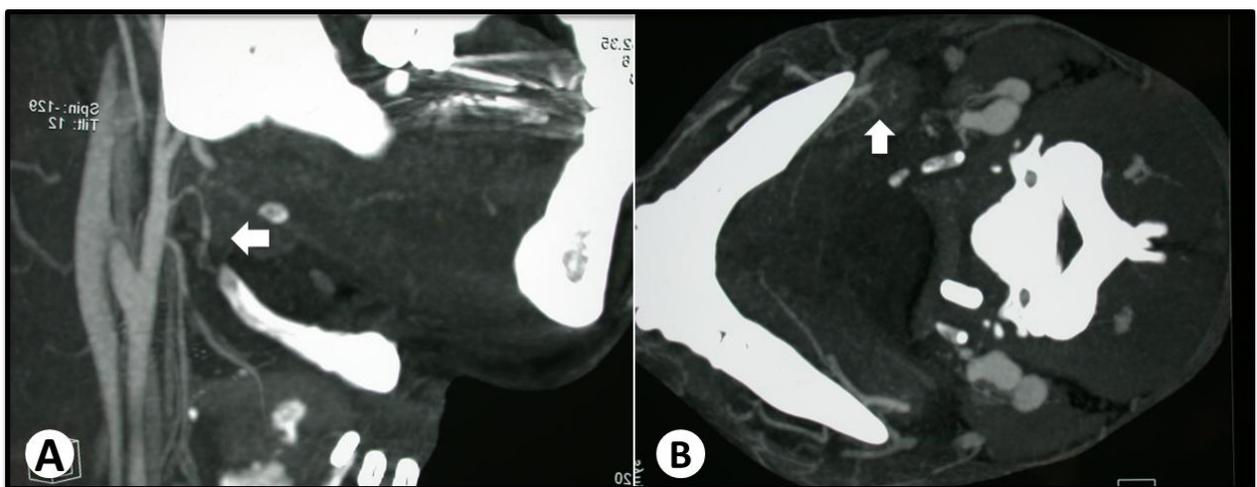
Se realizó 16 estudios de angio-TC postoperatorio, en 8 casos para **monitorización de colgajos en profundidad** (4 IOV de peroné, 2 colgajos musculares y 2 colgajos fasciocutáneos) (**Figura 49**). Otros 8 estudios se realizaron en colgajos superficiales, aprovechando el estudio de TC que se solicitó por otro motivo (generalmente para valorar el estado de la consolidación de las fracturas) para localizar la anastomosis microquirúrgica arterial del colgajo y ver el paso del contraste al mismo (**Figura 50**). En todos los casos se localizó la anastomosis arterial y cuando se objetivó la interrupción del material de contraste a nivel de la anastomosis arterial, se comprobó quirúrgicamente la falta de perfusión del mismo (**Figura 51**).



**FIGURA 49.** Angio-TC para valorar perfusión de colgajo enterrado (colgajo muscular de gracilis para base de lengua. Sutura microvascular en arteria tiroidea inferior. A: la flecha señala la arteria en el preoperatorio, B y C: detalle de la anastomosis desde distintos planos.



**FIGURA 50.** Angio-TC para valorar perfusión de colgajo superficial (colgajo muscular de dorsal ancho para fractura abierta de tibia. Sutura microvascular T-T en arteria tibial anterior interrumpida a nivel de la fractura. A: preoperatorio, B: postoperatorio. C: las flechas señalan la perfusión de la arteria tóraco dorsal del colgajo. D: se aprecia incluso la división arterial dentro del colgajo.



**FIGURA 51.** Angio-TC para valorar perfusión de colgajo enterrado (colgajo muscular de gracillis para tumor de base de lengua. Sutura microvascular T-T en arteria lingual derecha. Las flechas blancas indican el nivel de anastomosis arterial, se observa la falta de progresión del contraste. En la imagen B, se observa la ausencia de arteria lingual derecha.



## **DISCUSIÓN**

---



Una adecuada evaluación de los tejidos lesionados es esencial para establecer los cuidados primarios de cualquier herida. Los principios básicos fisiológicos de la reparación de las heridas, deben ser conocidos con antelación a la reparación y reconstrucción de las mismas por todo el equipo multidisciplinario reconstructor.

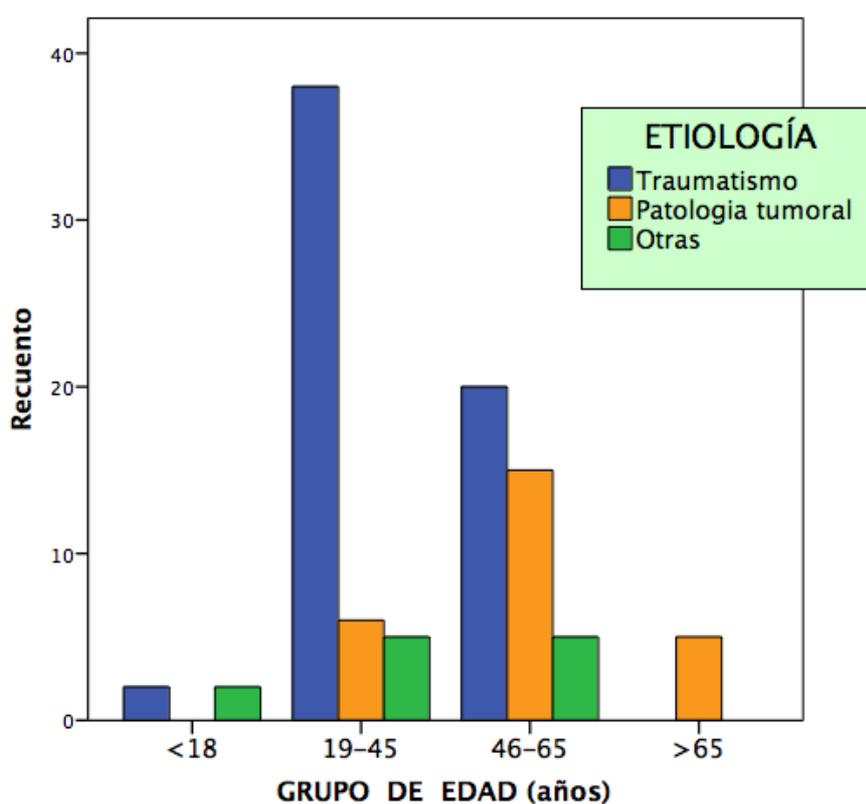
El estudio del comportamiento biológico de los tejidos sanos, ha permitido conocer los principios de la curación de las heridas. Cuando evaluamos la fisiopatología de la curación de los tejidos blandos asociados con fracturas, Oestern y Tscherne <sup>143</sup> mencionan cinco puntos importantes: **1.-** todo traumatismo abierto ó cerrado conduce a la hipoxia en los tejidos lesionados; **2.-** la hipoxia y acidosis producen un aumento de la permeabilidad vascular; **3.-** lo que se traduce en edema intersticial, hematoma local y elevación de la presión intersticial, que determina que secundariamente aumente la hipoxia y acidosis; **4.-** en el paciente con lesiones severas y estado general de hipoxia y acidosis, los tejidos lesionados aumentan de volumen y se proyectan hacia la periferia. **5.-** Cualquier mecanismo constrictor causado por la fascia o piel, causa futuros deterioros del estado metabólico en los tejidos lesionados, predisponiendo a la infección y es impedimento de la reparación de la herida.

La correcta evaluación del paciente nos hará decidir por una reconstrucción inmediata, o bien diferirla hasta que las heridas estén correctamente desbridadas y el paciente esté estabilizado. El desbridamiento adecuado de las heridas es crítico para el éxito de un colgajo libre, la infección, celulitis y contaminación de las heridas, pueden dar lugar a fracaso del colgajo. La selección del tipo de colgajo a utilizar depende del tipo de herida, el tamaño, el tipo de tejido que vamos a utilizar y la orientación del mismo.

Los colgajos libres microvasculares han revolucionado la cirugía reconstructora en las últimas tres décadas. Es posible reconstruir defectos extensos y complejos tanto en cabeza y cuello como en las extremidades, que resultan de resección oncológica o trauma severo, en un sólo tiempo quirúrgico. Se trata de cirugías con elevada complejidad donde es importante conocer el estado preoperatorio del árbol vascular en aquellas situaciones donde los vasos pueden estar afectados por cirugía previa, radioterapia, enfermedad vascular periférica o traumatismo, para tratar de minimizar el impacto de estas variables en el resultado final de la cirugía.

## 6.1 ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO

En cuanto a la **edad**, la mayoría de los casos de nuestra muestra se concentran en la franja de los 18-65 años, predominando la patología traumática en el grupo de 18-45 años (63.3%) y la patología tumoral en el grupo de 46-65 años (57.7%) (**Figura 52**)



**FIGURA 52.** Distribución por grupos de edad del tipo de mecanismo etiológico.

Dada la heterogeneidad de la muestra y el pequeño número de casos con **antecedentes de HTA, diabetes y enfermedad cardiovascular**, no podemos sacar conclusiones respecto a la influencia de tales antecedentes en la morbilidad de la cirugía con colgajos libres. Además en este estudio, el sesgo de eliminar, tras la realización de la angio-TC, aquellos casos con alteraciones del árbol vascular que

desaconsejaban la cirugía con colgajos libres, no daría validez a los resultados. Sin embargo en otros estudios se ha visto mayor incidencia de complicaciones en pacientes diabéticos, especialmente relacionadas con la cicatrización de las heridas.<sup>144</sup>

No parece haber más complicaciones en pacientes con enfermedad coronaria e HTA, excepto que la HTA se relaciona con mayor incidencia de hematoma postoperatorio.<sup>145</sup>

El **tabaquismo** activo es un factor de riesgo en la cirugía con colgajos libres ya que la nicotina es un potente vasoconstrictor que puede incrementar la incidencia de complicaciones del colgajo. Existen evidencias que muestran que el tabaquismo activo dificulta la migración endotelial a nivel de la anastomosis vascular y contribuye a la trombosis luminal.<sup>146</sup> Algunos estudios señalan que dejar de fumar 15 días antes de la cirugía con colgajos libres no incrementa el riesgo de trombosis, aunque puede haber problemas de retardo en la cicatrización si el paciente continúa fumando en el postoperatorio.<sup>85</sup>

En nuestro estudio aunque no ha habido diferencias en la tasa de complicaciones intraoperatorias, si ha habido una mayor tasa de necrosis del colgajo en el grupo de los fumadores, aunque no fue una diferencia significativa ( $p= 0.910$ ) (Tablas 10 y 11)

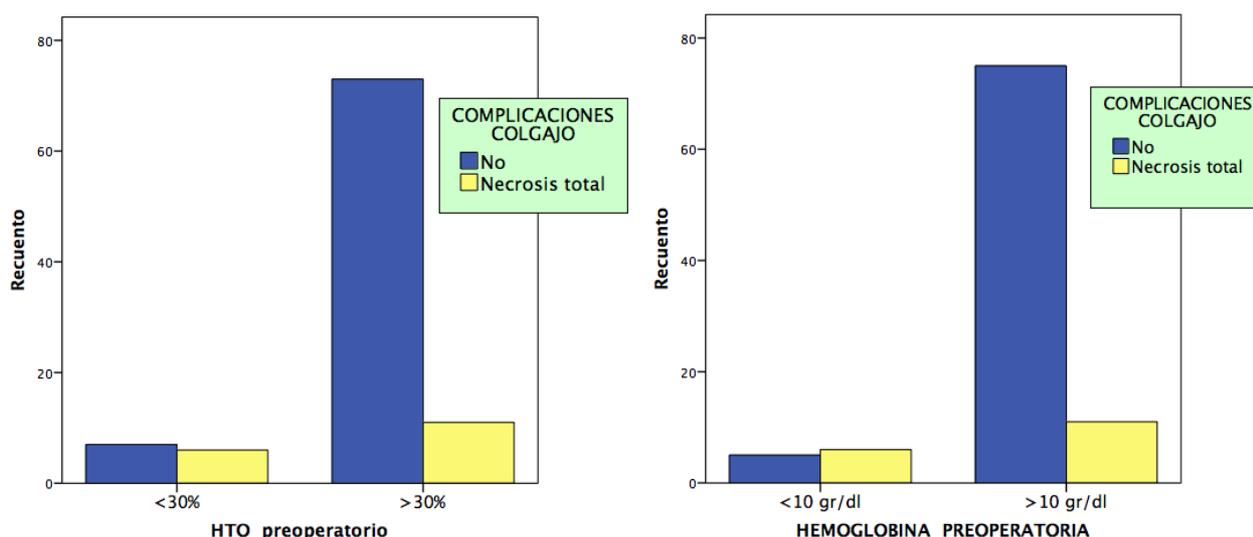
**TABLA 10.** Relación complicaciones intraoperatorias del colgajo-tabaquismo

		TABACO			Total	
		No fumador	Fumador	Ex -fumador		
COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS	No	Nº casos	41	27	13	81
		Porcentaje	50,6%	33,3%	16,0%	100,0%
	Si	Nº casos	7	7	1	15
		Porcentaje	46,7%	46,7%	6,7%	100,0%
Total		Nº casos	48	34	14	96
		Porcentaje	50,0%	35,4%	14,6%	100,0%

**TABLA 11.** Relación complicaciones del colgajo (necrosis) - tabaquismo

			TABACO			Total
			No fumador	Fumador	Ex -fumador	
COMPLICACIONES COLGAJO	No	Nº casos	42	25	13	80
		Porcentaje	52,5%	31,3%	16,3%	100,0%
	Necrosis	Nº casos	6	9	1	16
		Porcentaje	37,5%	56,3%	6,3%	100,0%
Total	Nº casos	48	34	14	96	
	Porcentaje	50,0%	35,4%	14,6%	100,0%	

Si hemos encontrado diferencias significativas en cuanto a la pérdida del colgajo en aquellos pacientes que presentaron valores de **hematocrito preoperatorio inferiores a 30** ( $p=0.003$ ). Estos resultados concuerdan con los resultados del estudio del Hill y cols; <sup>147</sup> revisaron los resultados de 156 colgajos libres en 147 pacientes y encontraron un porcentaje de fracaso del 9%. Mediante un modelo de regresión mostraron como los valores de Hto preoperatorio menores del 30% (ha <10 gr/dl) eran predictores significativos del incremento de riesgo de fracaso del colgajo (**Figura 53**)



**FIGURA 53.** Relación de la tasa de hematocrito y el nivel de hemoglobina preoperatorios con la necrosis del colgajo

En pacientes oncológicos, diferentes condicionantes pueden influenciar el resultado de la reconstrucción quirúrgica. Con frecuencia estos pacientes son sometidos a **radioterapia** y quimioterapia, además de los problemas nutricionales ó balances químicos en pacientes con cáncer, que afectan a la curación de las heridas. A pesar de todas estas dificultades, la cirugía reconstructora con colgajos libres es en muchos casos la mejor alternativa de reconstrucción. La radioterapia induce proliferación endotelial progresiva y reduce la *compliance* de los vasos sanguíneos. Tradicionalmente se aconseja retrasar la cirugía una semana, por cada semana de radioterapia preoperatoria. La radioterapia postoperatoria, sin embargo, es bien tolerada por los colgajos libres, aunque puede haber cambios en la forma y el volumen del colgajo <sup>148,149</sup>

La combinación de radioterapia y cirugía previa tiene el mayor impacto en el planteamiento quirúrgico y las complicaciones de los colgajos libres. <sup>145,150</sup> En nuestra serie todos los pacientes oncológicos tenían cirugía previa.

Los colgajos locales no son recomendables en este tipo de pacientes, por el daño local de los tejidos adyacentes sometidos a la radioterapia. La posibilidad de llevar tejidos mejor vascularizados a estas zonas crea un entorno más agresivo para la curación de las heridas, disminuyendo la estancia hospitalaria y las complicaciones. La cirugía con colgajos libres ofrece en estos pacientes una reconstrucción en un sólo tiempo quirúrgico, lo que disminuye las complicaciones, permite a los pacientes retornar con su familia más precozmente, empezar el tratamiento coadyuvante de manera temprana y mejora la calidad de vida. <sup>151</sup>

En cirugía de cabeza y cuello, además del daño tisular de la radioterapia, la anemia que pueden presentar estos pacientes puede dar lugar a trombosis de la vena yugular interna. Por ello es importante, en pacientes irradiados, el examen de los vasos receptores para valorar el flujo en los mismos y facilitar las anastomosis microquirúrgicas.

No hemos visto en nuestra serie diferencias en la tasa de complicaciones intraoperatorias ( $p= 0.839$ ) y la necrosis del colgajo ( $p=0.910$ ) entre los casos que habían recibido radioterapia previa y los que no la habían recibido. Si hubo más complicaciones postoperatorias en el grupo que había recibido radioterapia, pero

estaban relacionadas con retraso de curación de las heridas, mayor tasa de infección y necrosis marginal en el colgajo. Quizás, el pequeño número de casos oncológicos en nuestra serie que habían recibido radioterapia preoperatoria (14/26 casos), no sirva para mostrar resultados concluyentes. Tampoco la combinación de radioterapia preoperatoria y tabaquismo significó una mayor tasa de complicaciones intraoperatorias ( $p=0.586$ ) ni mayor incidencia de necrosis del colgajo ( $p=0.920$ ) (**tablas 12 y 13**)

**TABLA 12.** Relación complicaciones intraoperatorias del colgajo – radioterapia preoperatoria

TABACO			RADIOTERAPIA PREOPERATORIA		TOTAL
			No	Si	
No fumador	complicaciones	No	4	4	8
	intraoperatorias	Si	0	1	1
	Total		4	5	9
Fumador	complicaciones	No	1	3	4
	intraoperatorias	Si	2	0	2
	Total		3	3	6
Ex - fumador	complicaciones	No	1	4	5
	intraoperatorias	Si	0	1	1
	Total		1	5	6
TOTAL	complicaciones	No	6	11	17
	intraoperatorias	Si	2	2	4
	Total		8	13	21

La **arteriosclerosis** supone un problema para cirugía con colgajos libres por la pobre perfusión de los vasos receptores. 2 pacientes en nuestra serie fueron rechazados para cirugía con colgajos libres en miembros inferiores por los hallazgos de arteriosclerosis generalizada en la angio-TC preoperatoria (**Figura 54**).

**TABLA 13.** Relación complicaciones del colgajo (necrosis) – radioterapia preoperatoria

TABACO			RADIOTERAPIA PREOPERATORIA		TOTAL
			No	Si	
No fumador	COMPLICACIONES	No	3	4	7
	COLGAJO	Necrosis total	1	1	2
	Total		4	5	9
Fumador	COMPLICACIONES	No	2	2	4
	COLGAJO	Necrosis total	1	1	2
	Total		3	3	6
Ex -fumador	COMPLICACIONES	No	1	4	5
	COLGAJO	Necrosis total	0	1	1
	Total		1	5	6
TOTAL	COMPLICACIONES	No	6	10	16
	COLGAJO	Necrosis total	2	3	5
	Total		8	13	21

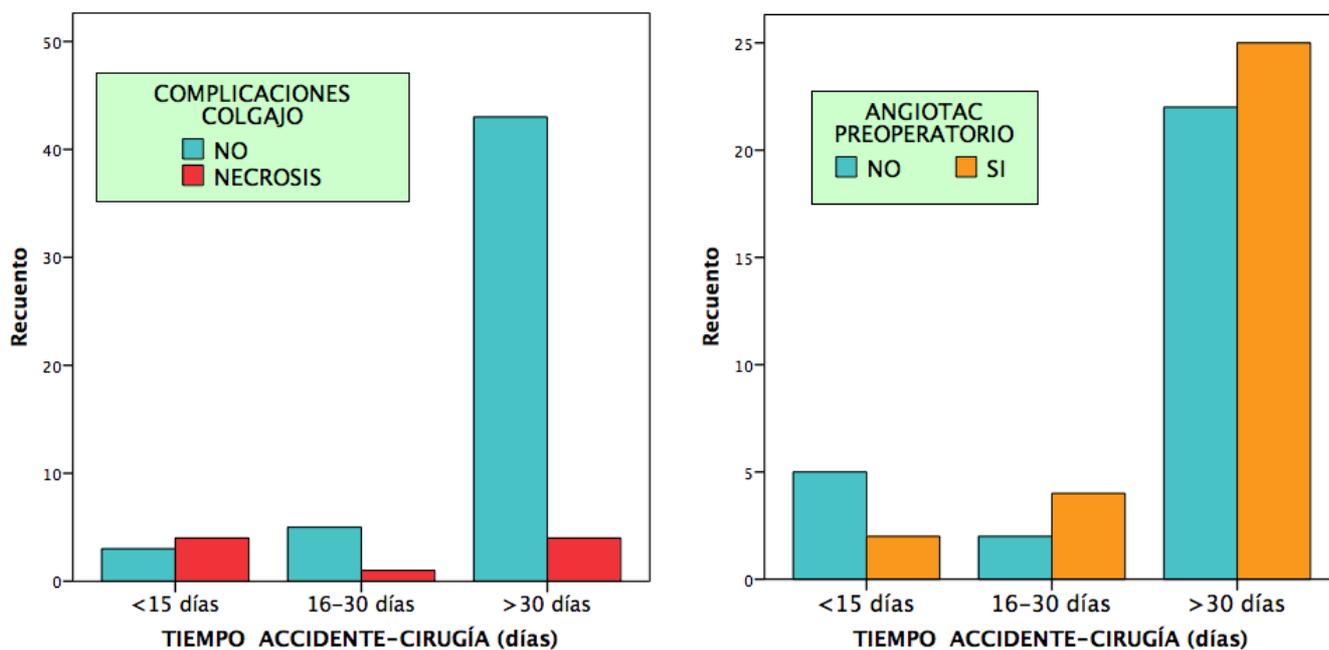


**FIGURA 54.** Lesiones de aterosclerosis en angio-TC. A: lesiones moderadas. B: lesiones más avanzadas que desaconsejan la cirugía con colgajos libres.

La enf. de Buerger, síndrome de Raynaud, esclerodermia y otras colagenosis, incrementa el riesgo potencial de fracaso del colgajo. También las úlceras venosas y las varices pueden producir trastornos de retorno venoso. La enfermedad cardiovascular y la diabetes, no son contraindicaciones para la cirugía con colgajos libres, y en muchos estudios no se ha visto un aumento de la tasa de complicaciones, aunque si problemas relacionados con la curación de las heridas, (retardo en la cicatrización y mayor incidencia de infección) <sup>152</sup>

## 6.2 TIEMPO DE LA CIRUGÍA

El tiempo de la reconstrucción definitiva con colgajos libres ha sido estudiado ampliamente y todavía sigue siendo tema de debate. La cirugía diferida y los desbridamientos seriados eran la sistemática en el pasado. Sin embargo, Godina en 1986, en un estudio retrospectivo, fue el primero en demostrar mejores resultados cuando se realizaba desbridamiento radical y cobertura antes de las 72 horas. <sup>153</sup> Aunque algunos consideran que estas cirugías se pueden diferir de manera segura para permitir la estabilización del paciente y el desbridamiento de las heridas, <sup>154</sup> otros estudios confirman las ventajas de la cobertura precoz. <sup>155,156</sup> Byrd y cols confirmaron estos datos en el tratamiento de fracturas de tibia grado IIIB/IIIC de Gustilo, vieron que aquellos pacientes en los que se había realizado la cobertura definitiva en los 5 primeros días tras el traumatismo, tenían menor incidencia de infección crónica y malunión ósea. <sup>157</sup> En nuestra serie, hemos tenido menor la menor tasa de necrosis del colgajo cuando la cirugía se realizó entre los 16 y los 30 días, en pacientes con lesiones traumáticas, lo que fue estadísticamente significativo ( $p=0,003$ ). Quizás la explicación se deba a que en el mayoría de los casos con traumatismos, la cirugía se realizó de forma tardía (>30 días) y también a que se han realizado más evaluaciones preoperatorias con angio-TC en los pacientes que han sido intervenidos a partir de las 2 semanas del traumatismo inicial (**Figura 55**)



**FIGURA 55.** Relación entre el tiempo transcurrido desde el accidente y la cirugía con la necrosis del colgajo en pacientes con lesión por traumatismo

## 6.3 ANASTOMOSIS MICROVASCULAR

### 6.3.1 ANASTOMOSIS MICROVASCULAR ARTERIAL

En cuanto a la anastomosis microquirúrgica arterial no hemos encontrado diferencias significativas en la tasa de **complicaciones intraoperatorias** del colgajo: 7 casos de 42 anastomosis término-terminales (14.4%) y 5 casos de 34 anastomosis término-laterales (12.8%). En los 7 casos en los que se interpuso injertos venosos en la anastomosis arterial, 3 (42.9%) han presentado complicaciones intraoperatorias; y no hubo ninguna complicación en los 3 casos en los que se habían realizado fístula arterio-venosa previa. (Tabla 14)

En cuanto a las **complicaciones postoperatorias**, el porcentaje de fracaso del colgajo fue menor cuando la anastomosis arterial se realizó término-lateral (6/33, 15.4%) que cuando esta se realizó en modo término-terminal (10/39, 20.4%), aunque el resultado no

fue estadísticamente significativo ( $p=0,183$ ). En los 7 casos en los se interpusieron injertos venosos, hubo 2 fracasos del colgajo (28.6%). (Tabla 15)

**TABLA 14.** Relación complicaciones intraoperatorias del colgajo en relación al tipo de anastomosis arterial y angio-TC preoperatorio

ANGIOTAC PREOPERATORIO			ANASTOMOSIS ARTERIAL				Total
			Término-terminal	Término-lateral	Injertos venosos	Fístula AV previa	
<b>NO</b>	complicaciones	No	24	15	1	2	42
	intraoperatorias	Si	6	3	2	0	11
	Total		30	18	3	2	53
<b>SI</b>	complicaciones	No	18	19	3	1	41
	intraoperatorias	Si	1	2	1	0	4
	Total		19	21	4	1	45
<b>Total</b>	complicaciones	No	42	34	4	3	83
	intraoperatorias	Si	7	5	3	0	15
	Total		49	39	7	3	98

**TABLA 15.** Relación complicaciones del colgajo (necrosis) en relación al tipo de anastomosis arterial y angio-TC preoperatorio

ANGIOTAC PREOPERATORIO			ANASTOMOSIS ARTERIAL				Total
			Término-terminal	Término-lateral	Injertos venosos	Fístula AV previa	
<b>NO</b>	COMPLICACIONES	No	24	14	2	2	42
	COLGAJO	Necrosis	6	4	1	0	11
	Total		30	18	3	2	53
<b>SI</b>	COMPLICACIONES	No	16	19	3	1	39
	COLGAJO	Necrosis	3	2	1	0	6
	Total		19	21	4	1	45
<b>Total</b>	COMPLICACIONES	No	40	33	5	3	81
	COLGAJO	Necrosis	9	6	2	0	17
	Total		49	39	7	3	98

Coincidimos con otros autores que a pesar de no haber diferencias entre un tipo de anastomosis u otro en la clínica, la anastomosis término-lateral debería considerarse cuando existe discrepancia entre los vasos a suturar y para preservar arterias mayores en los miembros.<sup>158,159,160</sup> Hemos visto en angio-TC postoperatorios “*síndromes de robo de flujo*” hacia el colgajo en algunos casos de en anastomosis término-terminales, aunque no podemos afirmar si es un efecto pasajero ó no, se necesitarían estudios de seguimiento. (Figura 56) Estos casos de robo de flujo hacia el colgajo se han visto en arterias importantes del miembro (arteria tibial posterior y arteria braquial).

### 6.3.2 ANASTOMOSIS MICROVASCULAR VENOSA

Existe controversia en cuanto al uso de anastomosis venosa simple ó doble. Los que preconizan la realización de la anastomosis venosa simple, se basan en que existe más velocidad de flujo en una anastomosis y menos riesgo de trombosis. Además disminuye el tiempo quirúrgico.<sup>161</sup> La anastomosis doble sólo sería de valor en colgajos con sistema venoso dual como el colgajo antebraquial radial cuando muestran signos de congestión venosa. Sin embargo esto no debe generalizarse porque hay estudios que

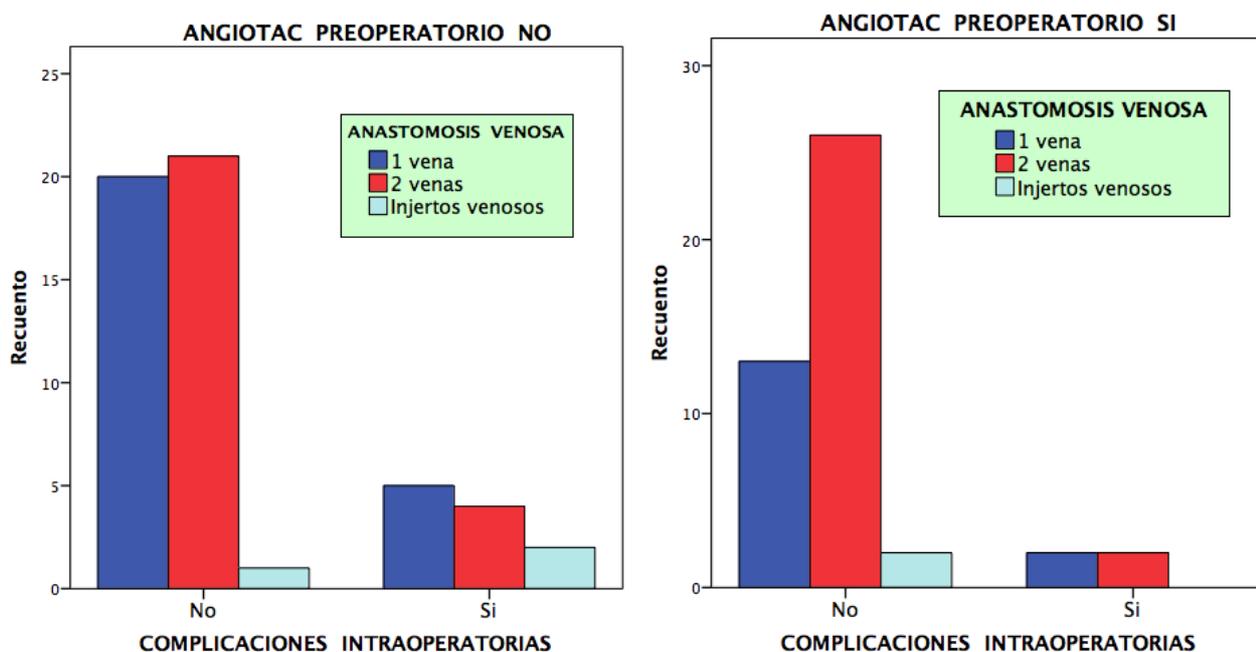


**FIGURA 56.** Síndrome de *robo de flujo* hacia el colgajo en 2 casos de anastomosis término-terminal. A y B: colgajo muscular libre de serrato para reconstrucción de talón. C y D: IOV de peroné para reconstrucción de fractura conminuta de húmero.

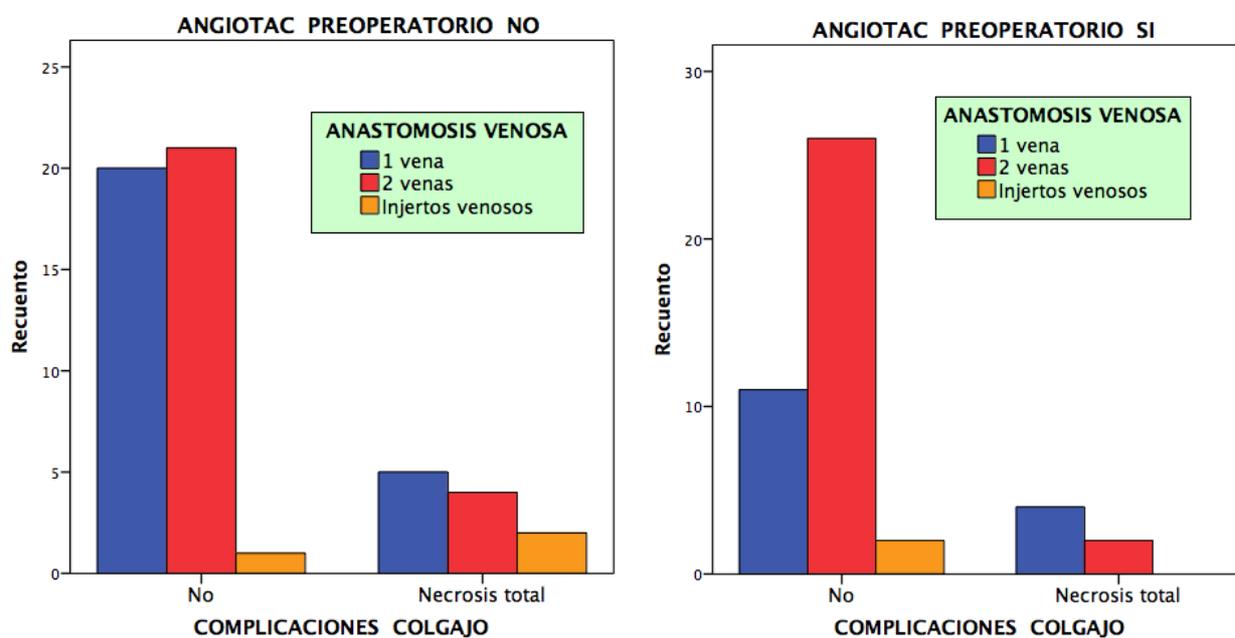
demuestran lo contrario cuando se utiliza el colgajo DIEP <sup>162</sup> y aún en este colgajo hay autores que no encuentran ningún sentido a realizar dos anastomosis venosas del mismo sistema (2 comitantes de la epigástrica inferior) en vez de una, salvo que queramos tener una doble seguridad ante una posible trombosis de una de las venas por técnica imperfecta, daño en el vaso receptor, diferencia de tamaño o por rotación o torsión de la misma.

En nuestra serie hemos encontrado un menor porcentaje de **complicaciones intraoperatorias** en aquellos colgajos en los que se anastomosaron 2 venas (6/47, 11.3%) en relación a los casos en los que sólo se anastomosó una vena (7/33, 17.5%), aunque no fue una diferencia significativa. En los 5 casos en que se han interpuesto injertos de vena, hubo 2 complicaciones intraoperatorias (40%), ya que es bien conocido que la interposición de injertos venosos aumenta la incidencia de trombosis. <sup>158</sup> (Figura 57)

En cuanto a la **pérdida del colgajo**, hubo un porcentaje de fracasos mayor en los colgajos en los que sólo se anastomosó 1 vena (9/31 casos, 22,5%, que en aquellos colgajos en los que se anastomosaron 2 venas (6/47 casos,11.3%), aunque no fue estadísticamente significativo ( $p=0.144$ ) (Figura 58)



**FIGURA 57.** Relación complicaciones intraoperatorias del colgajo en relación al tipo de anastomosis venosa y angio-TC preoperatorio



**FIGURA 58.** Relación complicaciones del colgajo (necrosis) en relación al tipo de anastomosis venosa y angio-TC preoperatorio

## 6.4 TIEMPOS QUIRÚRGICOS

Se ha demostrado la utilidad de la angio-TC preoperatoria en la cirugía con colgajos perforantes de la región abdominal para reconstrucción de mama. Ha demostrado su superioridad frente al doppler color sobre el marcaje de las perforantes: da una información más segura del número de perforantes, del calibre y la trayectoria intramuscular de las mismas, además de aportar información de los vasos epigástricos superficiales.<sup>135</sup> Además se ha demostrado una reducción del tiempo quirúrgico por el menor tiempo que se pierde en la selección de las perforantes, en la selección del lado operatorio en caso de reconstrucción unilateral y se optimiza el plan quirúrgico al conocer el curso intramuscular de la perforante.<sup>136,137,163,164,165</sup> En nuestra serie, sólo en 3 casos se ha realizado angio-TC preoperatorio para marcaje de perforantes abdominales para reconstrucción mamaria, y aunque no podemos sacar conclusiones por el pequeño número de casos estamos de acuerdo con otros autores en que la

localización preoperatoria de la perforante idónea, disminuye y optimiza los tiempos quirúrgicos.

En cambio, si hemos demostrado una reducción significativa no sólo del tiempo quirúrgico, sino también del tiempo de sutura microvascular y el tiempo de isquemia del colgajo en todo tipo de reconstrucción con colgajos libres en aquellos pacientes en los que se realizó evaluación preoperatoria del estado vascular con angio-TC (**Tabla 16**) La localización preoperatoria de los vasos en la zona dadora, idóneos para anastomosis microvascular, ayuda a disminuir los tiempos sutura y por consiguiente se reduce el tiempo de isquemia del colgajo. Del mismo modo se ha visto que la angio-TC puede reemplazar a la arteriografía ó la DSA en la evaluación preoperatoria vascular para reconstrucción de cabeza y cuello. <sup>166</sup> Aunque la arteriografía ó la DSA permiten la detección de más ramas de la carótida externa, no tienen influencia, sin embargo, en la estrategia quirúrgica.

**TABLA 16.** Pruebas no paramétricas de relación entre los grupos con/sin angio-TC preoperatorio y los tiempos quirúrgicos, la estancia postoperatoria y la estancia total.

ANGIOTAC PREOPERATORIO		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Significación
TIEMPO QUIRÚRGICO	NO	53	362,26	107,773	14,804	(p=0,003)
	SI	45	302,33	61,391	9,152	
TIEMPO SUTURA MICROVASCULAR	NO	51	62,16	31,627	4,429	(p=0.001)
	SI	45	41,67	13,229	1,972	
TIEMPO DE ISQUEMIA	NO	51	92,75	54,839	7,679	(p=0,002)
	SI	45	60,67	22,197	3,309	
ESTANCIA TOTAL	NO	51	30,57	37,940	5,313	(p=0,493)
	SI	45	28,62	22,635	3,374	
ESTANCIA POSTOPERATORIA	NO	51	17,59	20,873	2,923	(p=0,657)
	SI	45	15,98	14,657	2,185	

## 6.5 ESTANCIA HOSPITALARIA

La estancia postoperatoria media fue ligeramente mayor en el grupo que no tenía angio-TC preoperatorio (16.0 días, desv. típica 14.7) respecto al grupo que tenía angio-TC preoperatorio (17.6 días, desv. típica 20.9). La estancia total, también fue ligeramente

mayor en el grupo sin angio-TC preoperatorio (30.6 días, desv. típica 38.0) que el grupo con angio-TC preoperatorio (28.7 días, desv. típica 22.6), pero estos datos no fueron estadísticamente significativos ( $p= 0.314$  y  $p= 0.112$  respectivamente). La estancia total media en los casos de patología tumoral (35.5 días, desv. típica 45.4) fue superior a la estancia total media de los pacientes con traumatismo (28.1 días, desv. típica 26.1). Quizás la mayor morbilidad de los pacientes oncológicos, especialmente de cabeza y cuello (la mayoría en nuestra serie) y la necesidad de tratamientos coadyuvantes justifique la mayor estancia media de este grupo.

## 6.6 COMPLICACIONES DEL COLGAJO

Las complicaciones agudas del colgajo ocurren generalmente en las primeras 48 horas e incluyen: trombosis arterial, trombosis venosa, edema excesivo en el colgajo, hemorragia ó hematoma. La **insuficiencia arterial** se reconoce por la disminución del relleno capilar, la palidez y frialdad del colgajo y la falta de sangrado a la punción. Esta complicación puede deberse a vasoespasmo arterial, trombosis en la anastomosis, torsión del pedículo, presión sobre el colgajo, errores técnicos durante la manipulación de los vasos ó un vaso de pequeño tamaño para un colgajo grande. El compromiso arterial requiere intervención urgente para evitar la pérdida del colgajo.<sup>155</sup>

La **obstrucción del retorno venoso** debe sospecharse cuando el colgajo tiene un color violáceo, un test de relleno capilar rápido, temperatura normal ó elevada y produce un sangrado oscuro a la punción. Las causas pueden deberse a: torsión del pedículo, hematoma ó cierre a tensión de la herida sobre el pedículo. La obstrucción al retorno venoso, produce extravasación de glóbulos rojos, disrupción de la barrera endotelial,

trombosis de la microcirculación y necrosis del colgajo. Dada la naturaleza irreversible de los cambios que se producen en la microcirculación en la congestión venosa, debemos reconocer este compromiso de manera precoz.<sup>158</sup>

No debemos olvidar tampoco las complicaciones que pueden aparecer en la zona dadora, entre las que se incluyen: hematoma, seroma, alteraciones nerviosas sensitivas y problemas relacionados con la cicatrización.

La tasa de fracaso de colgajos libres en pacientes con lesiones complejas, oscila aproximadamente entre el 10-20% en la mayoría de las series.<sup>153,157,167,168,169,170</sup> En nuestra serie hemos tenido un porcentaje del 17.3% de fracaso del colgajo. Estos fracasos se distribuían de la siguiente manera: 9 casos (15%) en el grupo de los traumatismos, 6 casos (23.1%) en el grupo de tumores y 2 casos (16.7%) en el grupo de otras patologías. Aunque no fue estadísticamente significativo ( $p=0.334$ ), el porcentaje de fracasos del colgajo fue mayor en el grupo que no tenían angio-TC preoperatorio (11/53 casos, 20.8%) que el grupo que si tenía angio-TC preoperatorio (6/45 casos, 13.0%). Esta diferencia se objetivó también en los pacientes con traumatismo: 20.7% de fracaso del colgajo en el grupo sin angio-TC preoperatorio (6/29 casos), frente al 9.7% de fracaso del colgajo en el grupo con angio-TC preoperatorio (3/31 casos). Sin embargo en el grupo de tumores los porcentajes fueron al revés: hubo mayor porcentaje de fracaso del colgajo en el grupo con angio-Tc preoperatorio (3/10 casos, 30%) que le grupo sin angio-TC preoperatorio (3/16 casos, 18.8%).

Cuando fracasa un colgajo libre, muchos autores creen que la mejor elección es un nuevo colgajo libre,<sup>171</sup> aunque en la actualidad, otros consideran que el tratamiento con VAC puede ser un alternativa razonable y más barata. La decisión debe basarse en diversos factores: si la primera elección que necesita el paciente es un nuevo colgajo libre, debe realizarse un segundo colgajo libre. Si la decisión es no volver a realizar un colgajo, se puede mantener durante algunos días el colgajo en su lecho, esperando que la granulación sea suficiente para aceptar un injerto cutáneo, una vez retirado el colgajo necrótico. Esto se basa en el principio de Crane: cuando un colgajo local ó colgajo libre se necrosa parcial o totalmente, actúa como una escara ó cobertura biológica sobre la herida. Si no existe infección, entonces la escara puede dejarse algún tiempo, hasta que el tejido se granulación se desarrolle debajo de la misma. Luego, se remueve la escara y se injerta el lecho granulado.<sup>172</sup> Actualmente, se prefiere desbridar todo el tejido

necrótico, que puede ser causa de infección y sepsis, y usar coberturas temporales como la terapia con VAC. Si aún así la granulación no se produce, entonces hay que realizar un segundo colgajo. En nuestra serie, en los 17 casos en los que fracasó del colgajo, se realizó un nuevo colgajo libre en 3 casos para cobertura de defectos complejos oncológicos de cabeza y cuello. En el resto de los casos se optó por soluciones más conservadoras ó colgajos locales.

## 6.7 LESIONES TRAUMÁTICAS DE LOS MIEMBROS

El tratamiento inicial debe incluir el desbridamiento de todo el tejido desvitalizado y contaminado y la estabilización de las fracturas. La distinción del concepto de “**área lesional**”, es un factor prioritario, para establecer un adecuado acto terapéutico. Se entiende esta como una respuesta inflamatoria de los tejidos ante el traumatismo, que se extiende más allá de los bordes visibles de la herida, y que dan lugar a cambios perivasculares en los vasos sanguíneos de la zona con friabilidad de los mismos y fibrosis perivascular.<sup>173</sup>

Pacientes con traumatismo severo presentan en muchas ocasiones daño vascular, por lo que a veces es necesaria la evaluación vascular del miembro por técnicas de imagen, antes de la reconstrucción con colgajos libres. Se ha demostrado que en traumatismos en extremidades, arterias ocluidas pueden tener pulsos distales y tonos bifásicos detectables por doppler, probablemente debido al flujo colateral.<sup>130</sup> Serafin y Voci<sup>174</sup> recomiendan los siguientes puntos en el uso de colgajos libres para reconstrucción del miembro inferior: **1.-** anastomosar los vasos fuera del área lesional, **2.-** usar anastomosis término-laterales en la arteria y término-terminales ó término-laterales en las venas , y **3.-** reconstruir las partes blandas primero y reparar la parte esquelética después. Coincidimos con Park y cols. en que los factores más importantes para la selección de vasos receptores en miembros inferiores son el sitio lesional y el estado preoperatorio del árbol vascular.<sup>175</sup>

En las **fracturas abiertas**, la vascularización de los fragmentos óseos es de gran importancia; estos no se revascularizarán hasta que lo hagan los tejidos de alrededor.

Además, la ausencia ó destrucción de una musculatura viable retrasa la formación de callo óseo y en ocasiones condiciona la necrosis celular osteocitaria. . El flujo supletorio en los fragmentos óseos de una fractura, es inversamente proporcional al grado de desplazamiento de estos. La observación meticulosa de los focos de fractura, nos permite establecer la integridad de sus estructuras vasculares. Las arterias nutricias endomedulares están lesionadas en la mayoría de las fracturas abiertas desplazadas, quedando la vascularización ósea dependiente de la integridad de la red córtico-periosteal; ésta con frecuencia se ve lesionada, observándose amplios segmentos de hueso denudados de su periostio. En estos casos la supervivencia del hueso exclusivamente dependerá de la calidad del lecho que los rodea.

Lesiones de alta energía en las extremidades inferiores han demostrado un incremento del riesgo de infección, retardo en la curación de las heridas y riesgo de amputación.<sup>125,126,127</sup> Además la insuficiencia vascular afecta negativamente a la curación ósea, con retardo de la consolidación y necesidad de cirugía secundaria como injertos óseos u otras cirugías.

### **6.7.1 TRAUMATISMOS DE ALTA ENERGÍA**

La vascularización de la pierna empieza en la arteria poplítea que típicamente se divide en tres vasos. Las arterias tibiales anterior y posterior, así llamadas en relación a la tibia recorren toda la pierna dando la vascularización intraósea y extraósea a la tibia. Cruzan el tobillo hasta el pié y se anastomosan en el antepié. Esta relación de ambas permite el flujo colateral y explica porqué en situaciones donde una de las arterias está dañada, amplios pulsos periféricos pueden ser perfectamente palpables. La arteria peronea, que discurre por el aspecto medial del peroné, es generalmente el más pequeño de los 3 vasos de la pierna y característicamente suele terminar encima ó a nivel del tobillo.

Se han encontrado lesiones vasculares en traumatismos de alta energía hasta en el 29% de los casos. La arteria tibial anterior es el vaso que se afecta con mayor frecuencia en los traumatismos de extremidades inferiores, con una tasa que oscila según los estudios, entre el 30-40%; le sigue en frecuencia la lesión de la arteria tibial posterior y por último la arteria peronea<sup>170,176,177</sup> En nuestra serie, encontramos un

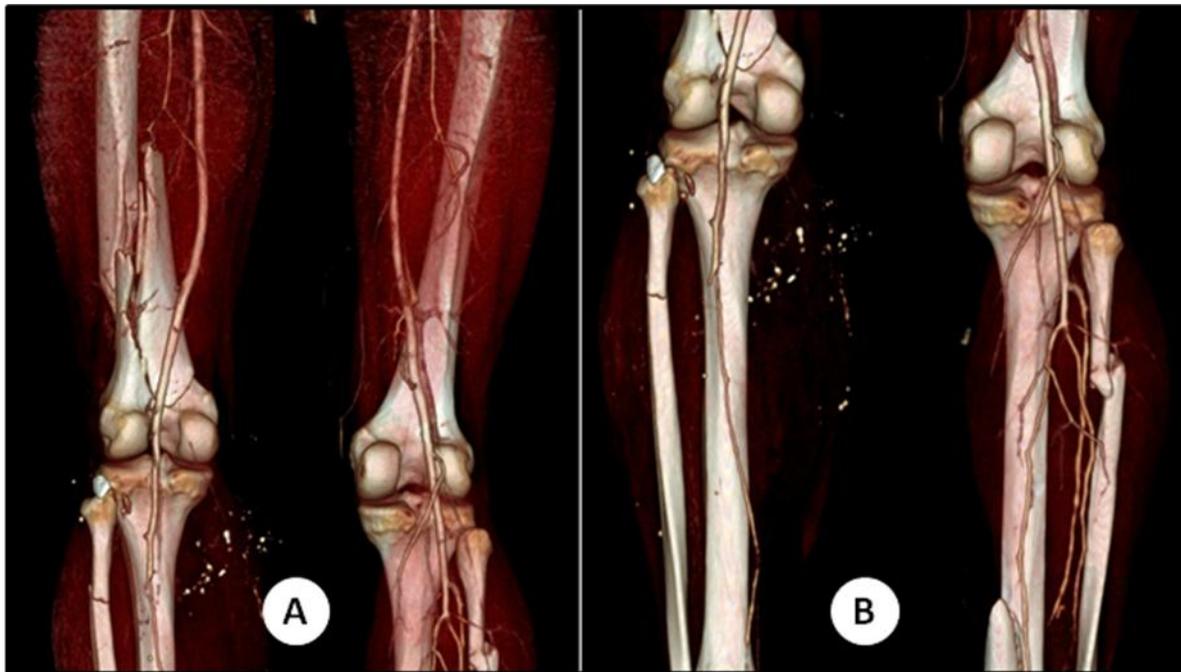
39.4% de lesiones vasculares en traumatismos de miembros inferiores en los estudios de angio-Tc preoperatorios. La lesión de arteria tibial anterior fue el hallazgo más frecuente (5/33 casos, 15.2%), seguido de lesión de la arteria tibial posterior (2/33 casos, 6.1%) y la arteria peronea (1/33 casos, 3%). Estos datos concuerdan con los datos de los estudios anteriores. No siempre debemos correlacionar el nivel de fractura con las lesiones arteriales en los traumatismos de alta energía. (**Figura 59**)

Esto unido a las posibles variantes anatómicas que se pueden encontrar habla a favor de realizar evaluación del estado vascular en estos pacientes antes de la cirugía con colgajos libres. Además, la palpación de los pulsos periféricos y el uso de doppler manual no ofrecen seguridad en la evaluación preoperatoria de estos pacientes. Duymaz y cols,<sup>178</sup> comprobaron que el 64% de los pacientes con pulsos periféricos normales tenían lesión arterial.

El uso del CT-angiografía para la evaluación preoperatoria de cirugía reconstructora compleja ha sido descrita por primera vez por Nagler et al (1977) en cirugía reconstructora de cabeza y cuello.<sup>108</sup> Desde entonces se ha utilizado también en la evaluación preoperatoria de cirugía reconstructora en miembros superiores e inferiores<sup>115,117,179</sup> y para la localización preoperatoria de perforantes en la reconstrucción mamaria con colgajos perforantes de la región abdominal, donde ha desplazado a la ecografía doppler-color<sup>136,137,138</sup> La rápida adquisición de imágenes ha hecho de la angio-TC un exploración rutinaria en pacientes traumatizados, desplazando a la angiografía. El tiempo de realización es corto (1 minuto) y aunque el procesado de las imágenes requiere un tiempo adicional de unos 15 minutos, las imágenes transversales inmediatas son usualmente suficientes para la toma de decisiones inicial respecto al tratamiento de estos pacientes.<sup>180</sup> Las imágenes en 3D nos permiten no sólo visualizar el árbol arterial, sino que también nos da información adicional del hueso y de los tejidos blandos de alrededor; por lo tanto no sólo es una angiografía, relaciona la vasculatura con los tejidos de alrededor.

La **angiografía con Resonancia Magnética** es otra modalidad de imagen vascular que se ha usado en la evaluación preoperatoria del árbol vascular en cabeza y cuello y en las extremidades. Sin embargo, precisa mayor tiempo de ejecución, lo cual la hace susceptible a artefactos por movimiento, ofrece menor resolución espacial y muchos pacientes tienen que ser excluidos por ser portadores de marcapasos metálicos,

válvulas cardíacas o clips metálicos quirúrgicos o por claustrofobia. <sup>123,124</sup>



**FIGURA 59.** Traumatismo de alta energía (atropello en accidente de tráfico). Lesión arterial de 2 vasos. No se correlaciona la lesión arterial con la gravedad de las fracturas

## 6.7.2 ELECCIÓN DEL TIPO DE COLGAJO

El papel de la reconstrucción de las partes blandas en fracturas abiertas, no se limita sólo a la cobertura del defecto para prevenir la desecación y la infección. Contribuyen también a la consolidación de las fracturas ya que sirven de transporte a la zona de células madre osteofomadoras, factores de crecimiento y aporte vascular. <sup>181,182,183,184</sup>

Los **colgajos musculares** tradicionalmente han mantenido un importante papel en las reconstrucciones complejas, especialmente en el miembro inferior. La selección del colgajo se basa en el tamaño y el contorno del defecto, considerando la longitud del pedículo y la facilidad para la colocación del paciente en la mesa de quirófano. Tienen la capacidad de rellenar el espacio de manera tridimensional, aportan vascularización a los

tejidos y consecuentemente reducen el potencial de infección; además en muchos estudios se han visto superiores a los colgajos fasciocutáneos.<sup>185</sup> El **músculo dorsal**

**ancho** es el más utilizado en todas las series para reconstrucción de defectos complejos en miembros inferiores; su forma es ancha y plana, tiene un pedículo vascular largo, permite cubrir defectos amplios, y da escasa morbilidad en la zona dadora.<sup>153,155,157,167,186,187</sup>

Sin embargo, tanto en la clínica como en estudios experimentales no se ha visto superioridad de los colgajos musculares respecto a los colgajos fasciocutáneos en la cobertura de lesiones complejas en miembros inferiores;<sup>188</sup> e incluso algunos autores consideran a los colgajos fasciocutáneos superiores a los colgajos musculares en fracturas metafisarias en zonas como el tobillo.<sup>189</sup> Harry y cols.<sup>190</sup> usando un modelo experimental de fractura de tibia en ratas encontraron mayor densidad vascular en colgajos fasciocutáneos que en colgajos musculares, a pesar de que la curación de la fractura fue más rápida en las coberturas con colgajos musculares. Estas observaciones sugieren que otros factores, aparte de la vascularización de los tejidos, afectan a la curación de las fracturas. Gosain y cols.<sup>191</sup> usan un modelo canino para comparar el flujo sanguíneo en colgajos musculares y fasciocutáneos en las heridas sin fractura. Aunque había un incremento inicial de flujo en las primeras 24 horas en los colgajos musculares, los colgajos fasciocutáneos mostraban una elevación paulatina del flujo en la superficie profunda durante 6 días, a partir de los cuales el flujo en estos superaba a los colgajos musculares.

La mayor ventaja de los **colgajos fasciocutáneos** es su simplicidad cuando se utilizan como colgajos locales en reconstrucción de miembro inferior, sin embargo en pacientes con lesiones de alta energía pueden ser susceptibles de necrosis marginal distal, y un 15% de los mismos necesitan cirugía adicional.<sup>192,193</sup>

El hecho de que la mayor parte de los pacientes en nuestra serie fueron traumatismos, y la localización más frecuente hayan sido las extremidades inferiores concuerda con el hecho de que los colgajos musculares hayan sido los más utilizados (41.8%), siendo el dorsal ancho el músculo más utilizado como colgajo libre (23 de 98 casos).

## 6.8 MONITORIZACION DE COLGAJOS

A pesar de todos los avances en la cirugía de los colgajos libres, un 5 al 25% de los colgajos requerirán re-exploración por compromiso vascular de la anastomosis.

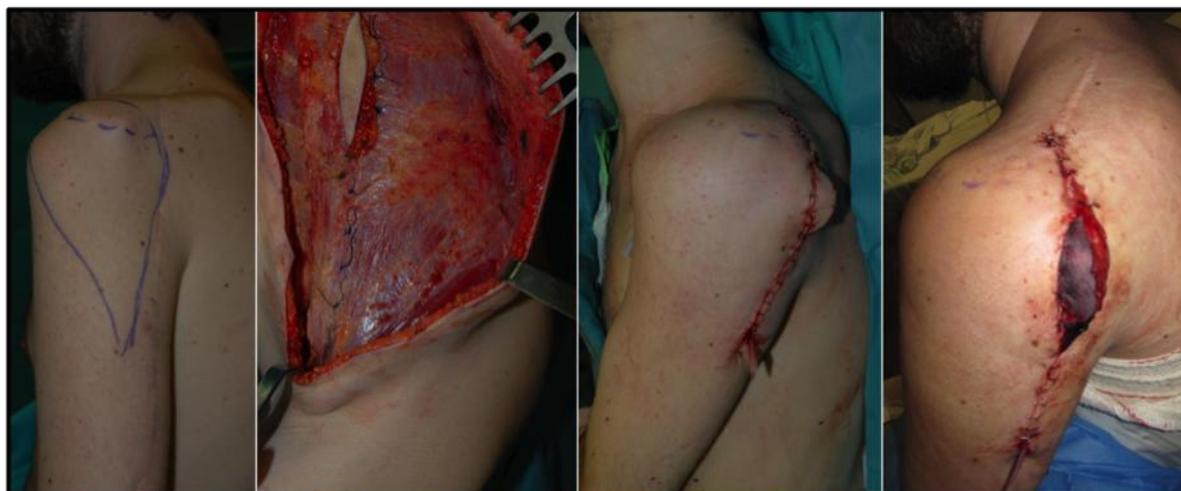
<sup>79,80,81,82,83</sup> La mayoría de las complicaciones están relacionadas con trombosis del pedículo vascular, que en el 80% de los casos ocurre dentro de las primeras 48 horas de la cirugía.<sup>84</sup> Aunque puede ocurrir tanto trombosis arterial como venosa, la trombosis venosa ocurre con mayor frecuencia debido a su bajo flujo y a la baja presión por naturaleza.<sup>85</sup> La trombosis arterial es un evento rápido mientras que la trombosis venosa puede desarrollarse en varias horas. Sin embargo, trombosis tardía puede ocurrir también y generalmente está relacionada con infección local ó compresión del pedículo vascular.

La rápida detección de trombosis vascular permite la reintervención precoz e incrementa la tasa de salvación de colgajos antes de que comience el irreversible fenómeno del “*no-reflow*”.<sup>82,83,86</sup> El porcentaje de salvación de colgajos con trombosis arterial mediante trombectomía es solo del 15%, mientras que después de oclusión venosa, la salvación del colgajo con trombectomía es del 60%.<sup>84</sup> Además, la congestión venosa puede compensarse por sangrado por los márgenes del colgajo, lo que disminuye la congestión y el edema, retrasando la progresión a una situación de necrosis.

La monitorización de los colgajos es esencial para asegurar la viabilidad postoperatoria del mismo. La técnica ideal de monitorización debe ser inocua para el paciente y para el colgajo, fácilmente realizable, objetiva, de repuesta inmediata, segura, fácilmente interpretable por cualquier miembro del staff, que se pueda aplicar tanto a colgajos de superficie como a colgajos enterrados y que sea barata. No existe un método ideal de monitorización, se han usado diferentes métodos y técnicas, pero la observación clínica se considera el mejor método de monitorización, con sólo un 0.4% de falsos negativos.

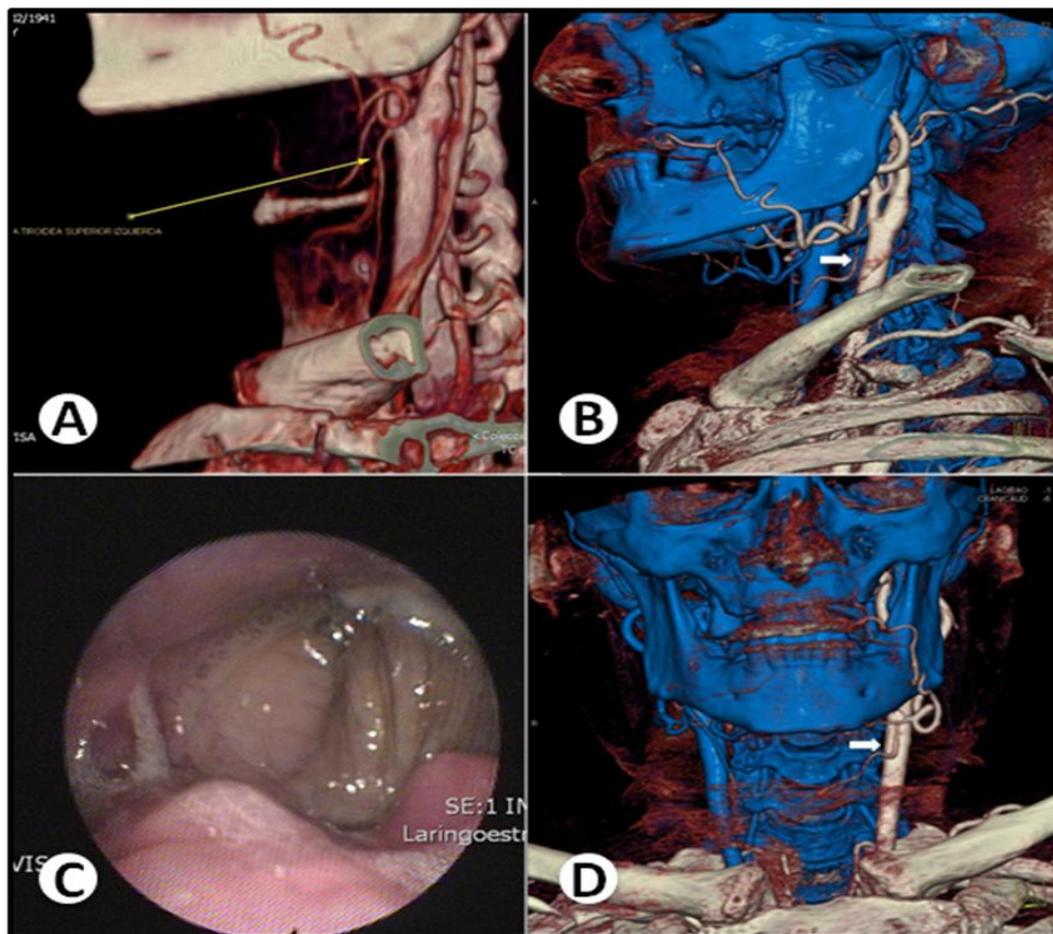
<sup>83</sup> Sin embargo, sólo es válida para la monitorización de los colgajos situados en la superficie ó colgajos enterrados con isla cutánea testigo. Sin embargo, no siempre la viabilidad de la isla cutánea garantiza la viabilidad del colgajo en caso de IOV<sup>194</sup> ni la necrosis de la isla cutánea indica fracaso en la perfusión del colgajo,<sup>195,196</sup> pues esta puede tener un tamaño insuficiente o bien la torsión, tensión excesiva ó compresión mecánica pueden provocar la necrosis de la isla cutánea. La isla cutánea debe tener un

tamaño suficiente y debe evitarse la torsión ó la tensión excesiva durante la colocación del colgajo y compresión mecánica en el postoperatorio, que puede dar lugar a necrosis de la isla testigo, sin alteración de la perfusión del colgajo. (**Figura 60**)

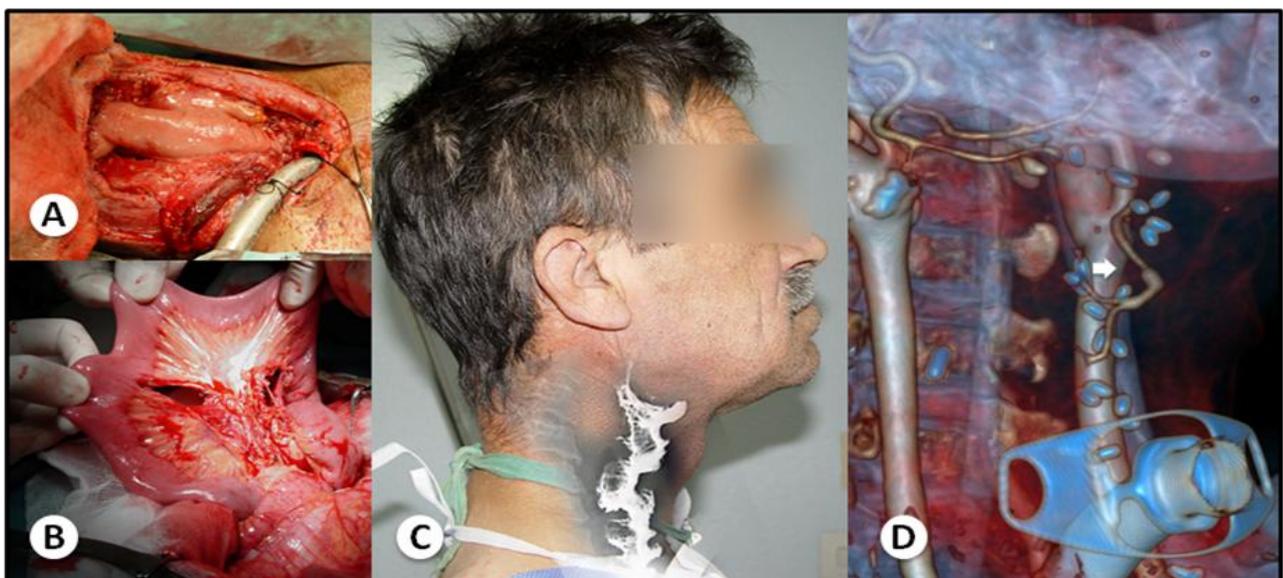


**FIGURA 60.** Parálisis plexo braquial derecho, secuela de traumatismo en accidente de tráfico. Transferencia muscular libre neurotizada para deltoides de dorsal ancho, con isla cutánea testigo, Necrosis de la isla testigo por compresión directa, sin cambios en la perfusión del músculo subyacente.

Se han utilizado métodos indirectos para valorar colgajos en profundidad, como la hipofaringe ó la base del cráneo. La laringoscopia directa nos permite visualizar el colgajo pero es difícil valorar su viabilidad por la metaplasia que sufre la piel al contacto repetido con la saliva (**Figura 61**). El esofagrama nos informa de si existe fuga del contraste en casos de reconstrucción faríngea, pero tampoco nos informa de la viabilidad de colgajo (**Figura 62**). Nosotros hemos utilizado la angio-TC a partir de las 48 horas de la cirugía para valorar la patencia de la anastomosis en colgajos enterrados y en todos los casos en los que se ha comprobado flujo a través de la anastomosis, no ha habido complicaciones en el postoperatorio. De modo contrario, en los 3 casos en los que no se objetivó paso de contraste a través de la anastomosis, se comprobó en la exploración quirúrgica la necrosis del colgajo. Se puede realizar en el postoperatorio inmediato y requiere muy poco tiempo para su realización. Aunque la angio-RM es un método de imagen no invasivo para obtener imágenes de perfusión de injertos óseos, su uso está restringida por la interferencia con aparatos metálicos (material de osteosíntesis, etc).<sup>197</sup>



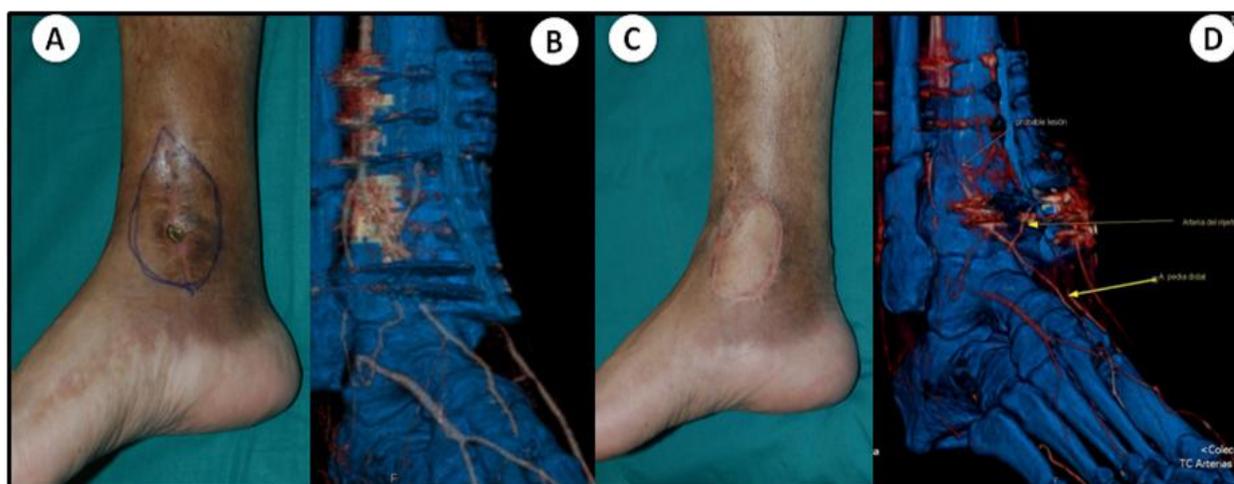
**FIGURA 61.** La laringoscopia directa no ofrece datos claros de la viabilidad de los colgajos fasciocutáneos enterrados. La angio-TC muestra el paso de contraste a la arteria del colgajo (flechas blancas), anastomosada en modo T-T a la arteria tiroidea superior (figura A)



**FIGURA 62.** Reconstrucción faríngea con colgajo libre de yeyuno. El esofagograma (C), no confirma la viabilidad del colgajo. La angio-TC muestra el paso de contraste (flecha blanca) a la arteria del colgajo (D)

En los 8 casos en los que se ha realizado la angio-TC para la monitorización de colgajos en superficie, las imágenes han sido esclarecedoras en todos los casos para mostrar la patencia de la anastomosis microvascular, (**Figura 63**) e incluso con los nuevos TAC de 128 detectores es posible evaluar el flujo venoso del colgajo. (**Figura 64**) Como hemos visto en los resultados, hemos observado en algunos casos de anastomosis término-lateral “*síndrome de robo*” de flujo hacia el colgajo, aunque se necesitarían más estudios para valorar si este hallazgo es provisional ó se mantiene en el tiempo.

Aunque se trata de un estudio preliminar, que necesita mayor consideración, consideramos que la angio-TC puede suplir a la arteriografía como la técnica de imagen vascular de elección en cirugía reconstructora compleja en la evaluación preoperatoria; así como puede tener un papel importante en la monitorización post-operatoria de colgajos en profundidad.



**FIGURA 63.** Fractura abierta tibia distal con exposición de material de osteosíntesis. Cobertura con colgajo FC antebraquial radial libre (C). Angio-TC postoperatoria muestra la perfusión de la arteria del colgajo anastomosada en modo T-L a la arteria tibial anterior.



**FIGURA 64.** Quemadura profunda con afectación ósea. Colgajo fasciocutáneo antebraquial radial. A: flecha señala la arteria radial con anastomosis T-L a la arteria pedia. B: flecha blanca señala el relleno de la vena cefálica, flechas negras señalan el relleno de las venas concomitantes de la radial.

### 6.8.1 EVALUACIÓN DE INJERTOS ÓSEOS VASCULARIZADOS

Desde su descripción en el año 1975 por Taylor et al., <sup>198</sup> el peroné es el injerto óseo vascularizado usado más corrientemente para reconstrucción de grandes defectos óseos de las extremidades. Permite reconstruir defectos de hasta 25 cm de largo y tiene una vascularización relativamente constante y de un calibre considerable para la anastomosis microvascular (2-4 mm).

La complicación más grave del uso de IOV de peroné, es la isquemia del pié, en pacientes con anomalías congénitas del árbol vascular en los que la arteria peronea es el vaso dominante (se le denomina **arteria peronea magna**). Blacwell,<sup>199</sup> demostró que el examen clínico es insuficiente para determinar si un paciente presenta riesgo de isquemia postoperatoria en el pié cuando usamos un IOV de peroné. A pesar de ello es todavía discutible el uso de técnicas preoperatorias de imagen vascular para la evaluación vascular del peroné cuando se utilizan injertos óseos vascularizados de peroné. Tradicionalmente se ha usado la angiografía pero la morbilidad que presenta no ha hecho que sea una técnica estándar en el preoperatorio de esta cirugía. Se ha usado el doppler color, que es barata y conlleva escaso riesgo para el paciente, pero está limitada por la baja resolución del sistema peroneal profundo debido a la proximidad del peroné y es muy criticada por ser operador-dependiente. En la actualidad la angio-TC y últimamente la angio-RM han desplazado a las técnicas anteriores para la evaluación vascular preoperatoria del peroné.<sup>124,200</sup> (Figura 65) Hay autores sin embargo, que no creen que la angio-RM es un indicador fiable para la valoración preoperatoria de las perforantes del peroné.<sup>201</sup>

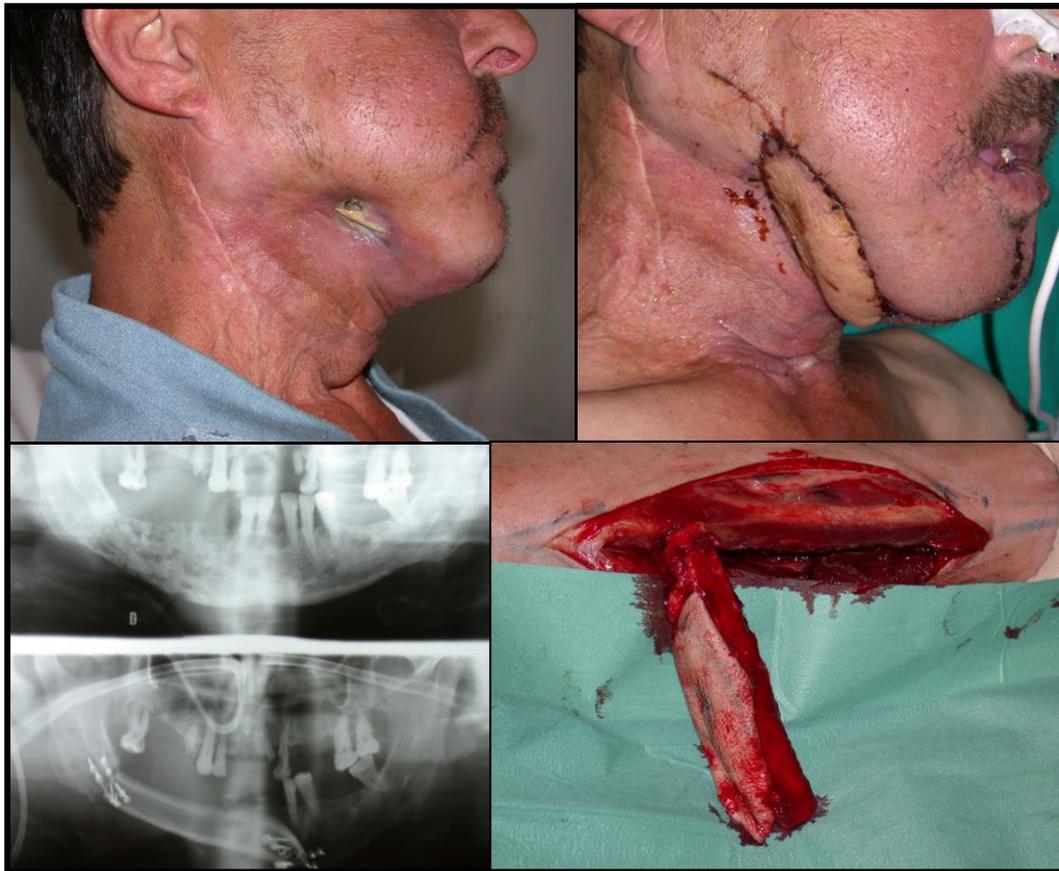
En nuestra serie hemos encontrado 2 casos con aplasia congénita de arteria tibial posterior (3.7%) e hipertrofia compensadora de la arteria peronea, denominada **arteria peronea magna**, que en ausencia de arteria tibial posterior, continua por la cara interna del tobillo hasta la planta del pié como la arteria plantar lateral, mientras que la arteria plantar medial generalmente está ausente.<sup>202</sup> La prevalencia de esta malformación en la población general oscila entre el 0.2-8.3%, y si no se detecta con imagen vascular preoperatoria puede pasar completamente desapercibida pues la vascularización del peroné es normal, así como la palpación de pulsos periféricos.<sup>199</sup>



**FIGURA 65.** Angio-TC preoperatorio de IOV de peroné. Se puede localizar la entrada de las arterias nutricias en el peroné.

En el post-operatorio, es muy importante establecer la viabilidad del injerto óseo vascularizado, pues el fracaso, bien arterial o venoso, puede dar lugar a necrosis del injerto, retardo de la consolidación o pseudoartrosis o reabsorción ósea. El tiempo crítico de circulación local ocurre en las primeras 72 horas después del trasplante óseo <sup>203</sup>. Si no existe isla cutánea que nos permita la monitorización clínica del colgajo, (**Figura 66**) es preciso contar con otros métodos de monitorización. Se ha usado la arteriografía supra selectiva postoperatoria en un estudio clínico para evaluar la anastomosis vascular <sup>204</sup>. Su uso rutinario, sin embargo, es controvertido ya que es una técnica invasiva que puede dañar el endotelio y los vasos anastomosados, es cara, requiere de

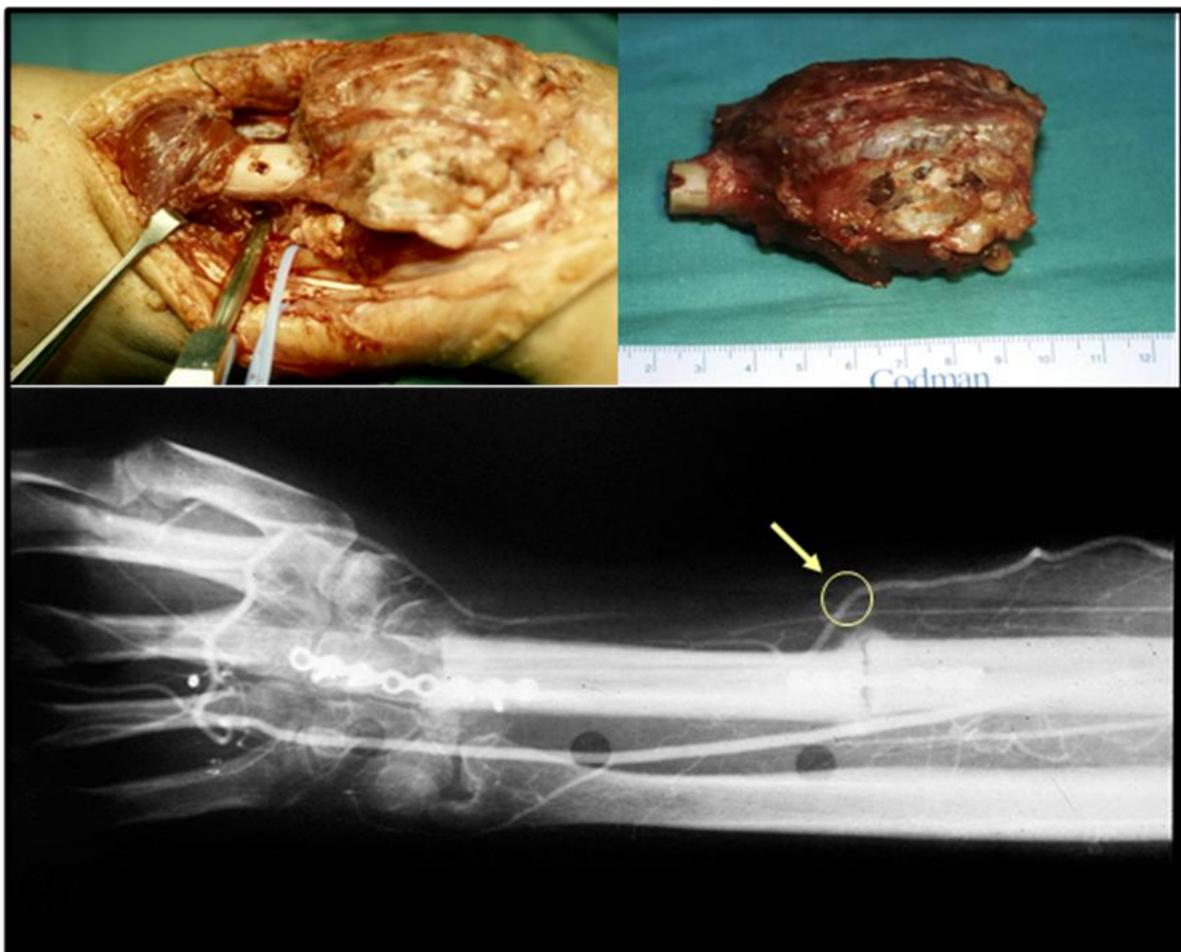
la colaboración directa del radiólogo vascular y muchas veces esta técnica está limitada por el tamaño de las estructuras vasculares. <sup>205,206</sup> (Figuras 67 y 68)



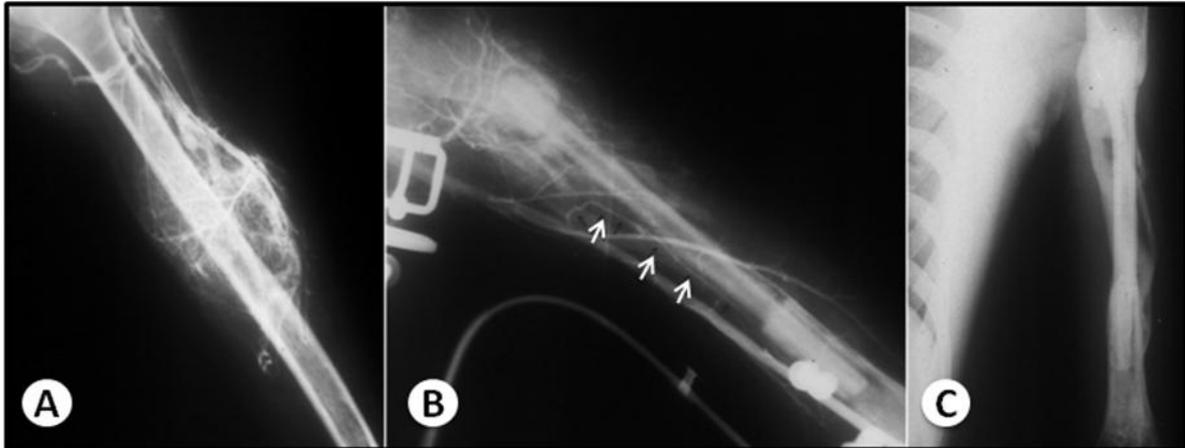
**FIGURA 66.** Carcinoma epidermoide mandibular. Mandibulectomía parcial y reconstrucción con IOV de peroné con isla cutánea.

La **gammagrafía ósea** ha sido uno de los métodos más utilizados para la evaluación de la viabilidad de los IOV. Algunos autores han demostrado que una gammagrafía positiva en la primera semana de post-operatorio evidencia la patencia de la anastomosis vascular. <sup>207,208</sup> El marcador más utilizado es el metil difosfonato de tecnecio 99, altamente sensible a la actividad metabólica del hueso. A veces, sin embargo, la gammagrafía es difícil de interpretar cuando existe importante reacción inflamatoria y edema alrededor del IOV. <sup>209</sup>

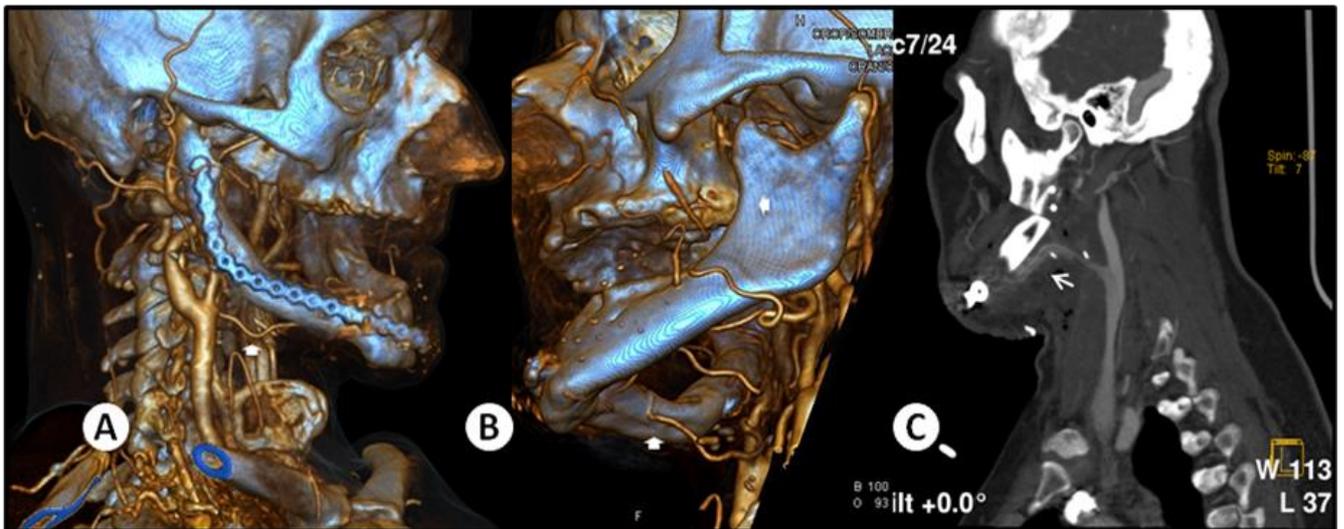
Nosotros hemos utilizado la angio-TC a partir del tercer día de postoperatorio para la monitorización de IOV de peroné sin isla cutánea con resultados satisfactorios, consiguiendo visualizar la presencia de contraste a través de la anastomosis vascular (**Figura 69**). Estamos de acuerdo con Eisenschenk y cols. en que tanto la angiografía supra selectiva, como la angio-TC ó angio-RM nos aportan información sobre la patencia del pedículo vascular, pero no de la perfusión interna del injerto.<sup>204</sup>



**FIGURA 67.** Tumor óseo de células gigantes del radio.; resección quirúrgica tumoral y reconstrucción del defecto óseo con IOV de peroné. Arteriografía a los 3 meses; la flecha indica la anastomosis arterial T-T entre la arteria radial y la arteria peronea. (Círculo)

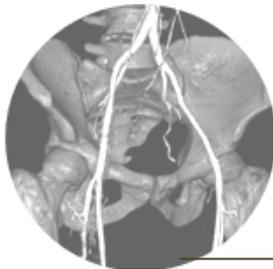


**FIGURA 68.** Tumor óseo de húmero, resección quirúrgica tumoral y reconstrucción del defecto óseo con IOV de peroné. B: arteriografía supra selectiva las flechas indican revascularización del IOV. C: resultado a los 6 meses.



**FIGURA 69.** Reconstrucción mandibular con IOV de peroné sin isla cutánea. Angio-TC postoperatorio muestra el relleno de contraste en la arteria peronea. La flecha blanca en A señala el nivel de anastomosis a la arteria tiroidea superior. Las flechas blancas en B y C señalan la arteria peronea con contraste.

Los resultados de este estudio muestran que la angio-TC puede ser de gran utilidad en la evaluación preoperatoria de cirugías complejas con colgajos libres, porque disminuye los tiempos quirúrgicos y la tasa de complicaciones del colgajo. La calidad de imagen, la hace comparable a la angiografía, sin las potenciales complicaciones de esta. Quizás la utilidad de la angio-TC uso en este campo, puede estar amenazado en un futuro por la angio-RM ya que no utiliza radiación ionizante. Sin embargo en la actualidad ofrece menos definición que la angio-TC y su uso puede estar contraindicado en pacientes con traumatismo de miembro inferior portadores de material de osteosíntesis.



## **LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

---



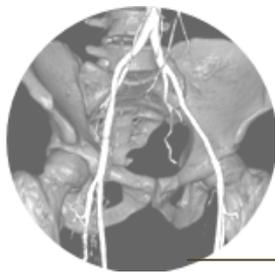
Estamos de acuerdo con Thoma y cols<sup>210</sup> en que el gran problema de la microcirugía es que no se pueden realizar estudios randomizados, no sería ético. Por ejemplo, en una reconstrucción mamaria no podemos randomizar a las pacientes entre reconstrucción con prótesis y con tejidos autólogos, porque no podemos negarle a la paciente el derecho a escoger cualquiera de las técnicas. En estos casos, un estudio observacional puede ser adecuado.

Tradicionalmente los estudios de los resultados de la microcirugía han puesto énfasis en la supervivencia del colgajo. Otros resultados se han medido en índices como el rango de movilidad en el caso de reimplantes de dedos, la habilidad para comer ó hablar en el caso de reconstrucción de cabeza y cuello y la capacidad de caminar en el caso de reconstrucciones del miembro inferior. Aunque estos índices pueden ser válidos, no valoran los resultados de la microcirugía desde el punto de vista del paciente ó de la sociedad. Además en estos pacientes las escalas de valoración de los resultados pueden tener un impacto diferente para el cirujano y el paciente; así un reimplante de una dedo puede ser un caso satisfactorio para el cirujano, pero para el paciente puede ser un fracaso, por el tiempo que perdió en la rehabilitación y quizás por la pérdida de su empleo.

Es obvio que en nuestro estudio no sería ético randomizar a los pacientes entre aquellos a los que se le realiza angio-TC preoperatorio ó no, si no que tenemos que realizar el estudio, según criterio médico, en aquellos pacientes con alta sospecha de daño vascular. Además, las cirugías con colgajos libres son a veces muy complejas y de larga duración y, minimizar de antemano el impacto de posibles complicaciones es muy importante, ya que el fracaso de un colgajo libre es muy estresante tanto para el paciente como para el cirujano.

También sabemos que la angio-TC emite radiaciones ionizantes y hoy día la angio-RM, con una resolución cada vez mejor de la imagen vascular, puede ser una alternativa válida para la evaluación vascular preoperatoria de estos pacientes. De hecho se utiliza

con mucha frecuencia para la evaluación vascular del cuello. En su contra está que el tiempo de realización es más largo (lo que condiciona su uso en casos de urgencia) y que la mayoría de los casos que necesitan este tipo de reconstrucciones complejas con colgajos libres, son pacientes con traumatismos en los miembros portadores de material de osteosíntesis, lo que contraindica el uso de la angio-RM.



## **CONCLUSIONES**

---



De nuestro estudio podemos sacar las siguientes **conclusiones**:

- 1- El uso de la angio-TC para la evaluación preoperatoria del árbol vascular en reconstrucciones complejas con colgajos libres, disminuye el número de complicaciones tanto intra como post-operatorias. Aunque en nuestro estudio los resultados no fueron estadísticamente significativos, debemos considerar el sesgo que supone cambiar el plan quirúrgico o el tipo de cirugía en aquellos casos en los que se detectaron anomalías importantes preoperatorias en la angio-TC, que en caso contrario hubieran podido dar complicaciones en la cirugía.
- 2- También se ha constatado una disminución estadísticamente significativa de la duración de la cirugía, debido sobre todo a la disminución del tiempo de la anastomosis microquirúrgica y del tiempo de isquemia del colgajo, en el grupo de casos en los que se había realizado angio-TC preoperatoria.
- 3- Los colgajos musculares, seguidos de cerca por los colgajos fasciocutáneos, son los más utilizados para reconstrucciones complejas, secundarias tanto a patología traumática como patología tumoral, lo que concuerda con la mayoría de las publicaciones sobre el tema.
- 4- En cuanto a la influencia de ciertos antecedentes personales en la evolución de los colgajos libres hemos visto que el tabaquismo incrementa las complicaciones del colgajo. Sin embargo la radioterapia preoperatoria no tuvo incidencia ni en las complicaciones intraoperatorias ni en la necrosis del colgajo, aunque si aumenta las complicaciones postoperatorias relacionadas con el retraso en la cicatrización de la heridas e infección. Niveles de hemoglobina preoperatoria menores de 9 gr/dl ó tasa de hematocrito preoperatorio menor del 30%, condicionan un mal pronóstico en cuanto a la supervivencia del colgajo
- 5- La angio-TC se ha mostrado como un arma eficaz para valorar la patencia de las anastomosis microquirúrgicas en colgajos enterrados sin isla cutánea; es una técnica no invasiva, fácil de realizar, y puede sustituir con eficacia a la angiografía supraselectiva. Aunque no ofrece una evaluación dinámica del

sistema vascular, los datos que aporta nos dan una información bastante precisa de la viabilidad del colgajo

- 6- Aunque tiene limitaciones en arterias de menos de 0,5 mm de diámetro, es probable que en un futuro con los nuevos escáneres multidetectores se puedan evaluar vasos de muy pequeño calibre.



## **BIBLIOGRAFÍA**

---



1. Rose SC, Moore EE . Trauma angiography of the extremity: the impact of injury mechanism on triage decisions. **Cardiovasc Intervent Radiol** 1988; 11: 136-139
2. Vincent LR, Sonny WT Jr. Advances in vascular imaging. **Surg Clin N Am** 2004; 84: 1189-1202
3. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning tomography. **Brit J Radiol** 1973; 46:1016-1022
4. Ferstl FJ, Barke A, Kunze S, Nilles A, Blum U, and Langer M. Three-dimensional spiral computed tomographic angiography of head and neck, abdomen and pelvis: Initial clinical experiences. **Invest Radiol** 1994; 29 Suppl. 2.: S261
5. Rubin GD, Dake MD, Napel SA, McDonnell CH and Jeffery RB Jr. Three-dimensional spiral CT angiography of the abdomen: Initial clinical experience. **Radiology** 1993; 186: 147-152
6. Bluemke DA and Chambers TP. Spiral CT Angiography: An alternative to conventional Angiography. **Radiology** 1995; 195: 317-319
7. Castillo M. Diagnosis of disease of the common carotid artery bifurcation: CT angiography vs catheter angiography. **AJR Am J Roentgenol** 1993; 161: 395-398
8. Hupke, R. **The Advantages of Fast and Continuously Rotating CT Systems.** In W. A. Fuchs Ed., Advances in CT. New York: Springer-Verlag, 1990. Pp. 3-15
9. Tanabe S, Uede T, Nonaka T, Ohtaki M, Hashi K. Diagnosis of cerebral arteriovenous malformations with three-dimensional CT angiography. **J Clin Neurosci** 1998; 5 Suppl: 33-38
10. Lell M, Anders K, Klotz E, Ditt H, Bautz W, Tomandl BF. Clinical evaluation of bone-subtraction CT angiography BSCTA. in head and neck imaging. **Eur Radiol** 2006; 16: 889-897
11. Kuszyk BS, Beauchamp NJ Jr, Fishman EK. Neurovascular applications of CT angiography. **Semin Ultrasound CT MR** 1998; 19: 394-404.
12. Schussler JM, Grayburn PA. Non-invasive coronary angiography using multislice computed tomography. **Heart** 2007; 93: 290-297
13. Gaspar T, Halon DA, Peled N. Advantages of multidetector computed tomography angiography in the evaluation of patients with chest pain. **Coron Artery Dis** 2006; 17: 107-113
14. Kaufmann PA. Accuracy of non-invasive coronary angiography using computed tomography. **J Am Coll Cardiol** 2006; 48: 219; author reply 219
15. Kawamoto S, Johnson PT, Fishman EK. Three-dimensional CT angiography of the thorax: clinical applications. **Semin Ultrasound CT MR** 1998; 19: 425-438

16. Prokop M, Schaefer-Prokop C, Galanski M. Spiral CT angiography of the abdomen. **Abdom Imaging** 1997; 22: 143-153
17. Semba CP, Rubin GD, Dake MD. Three-dimensional spiral CT angiography of the abdomen. **Seminars in Ultrasound CT and MRI** 1994; 15: 133-138
18. Lawrence JA, Kim D, Kent KC, Stehling MK, Rosen MP, Raptopoulos V. Lower extremity spiral CT angiography versus catheter angiography. **Radiology** 1995; 194:903-908
19. Ishikawa M, Morimoto N and Sasajima T. Three-Dimensional Computed Tomographic Angiography in Lower Extremity Revascularization. **Surg Today Jpn J Surg** 1999; 29: 243-247
20. Rubin GD, Schmidt AJ, Logan LJ, Sofilos MC. Multi-detector row CT angiography of the lower extremity inflow and runoff: initial experience. **Radiology** 2001; 221: 46-158
21. Murphy JB. Resection of arteries and veins injured in continuity end-to-end suture: Experimental and clinical research. **Med Rec** 1897; 51: 73-88
22. Carrel A. The operative technique of vascular anastomoses and the transplantation of viscera. **Lyon Med** 1902; 98: 859-863
23. Höpfner E. U"ber Gefa"ssnaht, Gefa"sstransplantationen und Replantation von amputierten Extremita"ten. **Arch Klin Chir** 1903; 70: 417-471
24. Jacobson JH, Miller DB and Suarez E. Microvascular surgery: A new horizon in coronary artery surgery. **Circulation** 1960; 22: 767
25. Malt RA and McKhann CF. The classic replantation of severed arms. **JAMA** 1964; 189: 716
26. Kleinert HE, Kasdan ML. Restoration of blood flow in upper extremity injuries. **J trauma** 1963; 3: 461-476
27. Chen ZW, Chien YC, Bao YS. Salvage of the forearm following complete traumatic amputation: Report of a case. **Chin Med J** 1963; 82: 632
28. Komatsu S and Tamai S. Successful replantation of a completely cut-off thumb. **Plast Reconstr Surg** 1968; 42: 374
29. Krizek TJ, Tani T, Desprez JD and Kiehn CL. Experimental transplantation of composite grafts by microsurgical vascular anastomoses. **Plast Reconstr Surg** 1965; 36: 538-546
30. Buncke HJ and Schulz WP. Total ear reimplantation in the rabbit utilizing microminiature vascular anastomoses. **Br J Plast Surg** 1966; 19: 15-22
31. Antia NH and Buch VI. Transfer of an abdominal dermofat graft by direct anastomosis of blood vessels. **Br J Plast Surg** 1971; 24: 15-19

32. McLean DH, Buncke HJ Jr. Autotransplant of omentum to a large scalp defect, with microsurgical revascularization. ***Plast Reconstr Surg*** 1972; 49: 268-279
33. Tamai S. History of Microsurgery. ***Plast Reconstr Surg*** 2009; 124: 282e-294e
34. Dubernard JM, Owen E, Herzberg G, et al. Human hand allograft: Report on first 6 months. ***Lancet*** 1999; 353: 1315-1320
35. Devauchelle B, Badet L, Lengele B, et al. First human face allograft: Early report. ***Lancet*** 2006; 368: 203-209
36. McLean J. The thromboplastic action of cephalin. ***Am J Physiol*** 1916; 41: 250-257
37. Howell WH, Holt E. Two new factors in blood coagulation: Heparin and proantithrombin. ***Am J Physiol*** 1918; 47: 328-341
38. Charles AF, Scott DA. Studies on heparin I. The preparation of heparin. ***J Biol Chem*** 1933; 102: 425-442
39. Nylen CO. The microscope in aural surgery: Its first use and later development. ***Acta Otolaryngol Suppl*** 1954; 116: 226-240
40. Holmgren G. Some experiences in surgery of otosclerosis. ***Acta Otolaryngol*** 1923; 5: 460-466
41. Mudry A. The History of the Microscope for Use in ear Surgery. ***Am J Otol*** 2000; 21: 877-886
42. Malis LI. Bipolar coagulator in microsurgery. In: Donaghy RMP, Yasargil MG, eds. ***Micro-vascular Surgery: Report of First Conference***, October 6–7, 1966, Mary Fletcher Hospital, Burlington, Vermont. Stuttgart: Thieme; 1967: 126
43. Harvey W. ***An anatomical disputation concerning the movement of the heart and blood in living creatures***. Oxford: Blackwell Scientific, 1976
44. Spalteholz W. ***Die Vertheilung der Blutgefasse in der Haut***. Arch Anat Entwcklungs-Gesch Leipz. 1: 54; 1893
45. Tomsa W. Beitrage zur Anatomie und Physiologie der menschlichen Haut. ***Arch Dermatol Syphilis*** 1873; 5: 1
46. Manchot C. ***Die Hautarterien de Menschlichen Korpers***. Leipzig: FCW Vogel; 1889
47. Salmon M. ***Les Arteres de la Peau***. Paris: Masson et Cie; 1936
48. Hibbs RG, Burch GE, Philips JH. The fine structure of the small blood vessels of normal human dermis and subcutis. ***Am Heart J*** 1958; 56: 662-670
49. Braverman IM, Keh-Yen A. Ultrastructure of the human dermal microcirculation. III. The vessels in the mid- and lower dermis and subcutaneous fat. ***J Invest Dermatol*** 1981; 77: 297-304

50. Braverman IM, Keh-Yen A. Ultrastructure of the human dermal microcirculation. II. The capillary loops of the dermal papillae. **J Invest Dermatol** 1977; 68: 44-52
51. Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories angiosomes. of the body: Experimental study and clinical applications. **Br J Plast Surg** 1987; 40: 113-141
52. Behan FC, Wilson JSP. **The principle of the Angiotome-A system of linked axial pattern flaps**. In Marchac D, Hueston JT, eds. Transactions of the Sixth International Congress of Plastic and Reconstructive Surgery. Paris: Masson 1975, p 6.
53. Cormack GC, Lamberty BGH. Cadaver studies of correlation between vessel size and anatomical territory of cutaneous supply. **Br J Plastic Surg** 1986; 39: 300-306
54. Cormack GC, Lamberty BGH. **The arterial anatomy of skin flaps**. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1986
55. Tagliacozzi G. **De Curtorum Chirurgia per Insitionem**. Venetiit: G bindonus, 1597
56. Freshwater F. Plastic incunabula. A tale of Capue's Tagliacozzi's. **J Plast Reconstr Aesthetic Surg** 2012; 67: 1-7
57. Reverdin JL. **Greffes Epidermiques: Experiences faites dans le service de M le Docteur Guyon, a L'Hôpital Necker**. Bull Coc ImpChir Paris 7: 243, 1856
58. Gillies HD 1920. **Plastic surgery of the face, based on selected cases of war injuries of the face including burns**. Henry Frowde, Oxford University Press, and Hodder and Stoughton, London
59. Zeis E. **Handbuch der Plastischen Chirurgie**. Berlin: Reiner, 1938
60. Davis JS. **Plastic Surgery. Its Principles and Practice**. Philadelphia: Blakiston, 1919
61. Milton SH. Pedicled skin-flaps: The fallacy of the length: width ratio. **Br J Plast Surg** 1970; 57: 502-508
62. Asko-Seljavaara S. **Free style free flap**. Paper presented at: Seventh Congress of the International Society of Reconstructive Microsurgery; June 19-30, 1983; New York, NY
63. Saint-Cyr M, Schaverien MV, Rohrich RJ. Perforator flaps: History, controversies, physiology, anatomy, and use in reconstruction. **Plast Reconstr Surg** 2009; 123: 132e-145e
64. Mardini S, Tsai FC, Wei FC. The thigh as a model for free style free flaps. **Clin Plast Surg** 2003; 30: 473-480
65. Wei FC, Mardini S. Free-style free flaps. **Plast Reconstr Surg** 2004; 114: 910-916

66. Koshima I, Soeda S. Inferior epigastric artery skin flaps without rectus abdominis muscle. **Br J Plast Surg** 1989; 42: 645-648
67. Tolhurst DE. A comprehensive classification of flaps: The atomic system. **Plast Reconstr Surg** 1987; 80: 608-609
68. Esser JFS. General rules used in simple plastic work on Austrian war-wounded soldiers. **Surg Gynecol Obstet** 1917; 34: 737
69. Tanzini I. Soipra il mio nuovo proceso di amputazione della mammella. Coverage of the anterior chest wall following mastectomy. **Gazz Med Ital** 1906; 57: 141
70. McCraw JB, Arnold PG. **McCraw and Arnold's Atlas of Muscle and Muscle**. Norfolk, Va: Hampton Press, 1986
71. Mathes SJ, Nahai F. **Clinical Applications for Muscle and Musculocutaneous Flaps**. St Louis: Mosby, 1982
72. Mathes SJ, Nahai F. Classification of the vascular anatomy of muscles: Experimental and clinical correlation. **Plast Reconstr Surg** 1981; 67: 177-187
74. Nakajima H, Fujino T, Adachi S. A new concept of vascular supply to the skin and clasification of the skin flaps according to their vascularization. **Ann Plast Surg** 1986; 16: 1-19
73. Ponten B. The fasciocutaneous flap: Its use in soft tissue defects of the lower leg. **Br J Plast Surg** 1981, 34: 215-220
75. Geddes CR, Morris SF, Neligan PC. Perorator flaps: Evolution, classification and applications. **Ann Plast Surg** 2003; 50: 90-99
76. Hallock GG. Muscle perforator flaps: The name game. **Ann Plast Surg** 2003; 51: 630-632
77. Blondeel P, Van Landuyt, KH, Monstrey SJM et al. The "Gent" Consensus on Perforator Flap Terminology: Preliminary Definitions. **Plast Reconstr Surg** 2003; 112: 1378-1382
78. Taylor GI. The "Gent" consensus on perforator flap termoinology: Preliminary definitions discussion. **Plast Reconst Surg** 2003; 112: 1384-1387
79. Khouri RK, Cooley BC, Kunselman AR, et al. A prospective study of microvascular free-flap surgery and outcome. **Plast Reconstr Surg** 1998; 102: 711-721
80. Nakatsuka T, Harii K, Asato H, et al. Analytic review of 2372 free flap transfers for head and neck reconstruction following cancer resection. **J Reconstr Microsurg** 2003; 19: 363-368
81. Bui DT, Cordeiro PG, Hu QY, et al. Free flap re-exploration: indications, treatment, and outcomes in 1193 free flaps. **Plast Reconstr Surg** 2007; 119: 2092-2100

82. Chen KT, Mardini S, Chuang DC, et al. Timing of presentation of the first signs of vascular compromise dictates the salvage outcome of free flap transfers. ***Plast Reconstr Surg*** 2007; 120: 187-195
83. Chubb D, Rozen WM, Whitaker IS, Acosta R, Grinsell D, Ashton MW. The efficacy of clinical assessment in the postoperative monitoring of free flaps: a review of 1140 consecutive cases. ***Plast Reconstr Surg*** 2010; 125: 1157-1166
84. Kroll, S. S., Schusterman, M. A., Reece, G. P., et al. Timing of pedicle thrombosis and flap loss after free-tissue transfer. ***Plast Reconstr Surg*** 1996; 98: 1230-1233
85. Chang, D. W., Reece, G. P., Wang, B., et al. Effect of smoking on complications in patients undergoing free TRAM flap breast reconstruction. ***Plast Reconstr Surg*** 2000; 105: 2374-2380
87. Cho, B. C., Shin, D. P., Byun, J. S., Park, J. W., and Baik, B. S. Monitoring flap for buried free tissue transfer: Its importance and reliability. ***Plast Reconstr Surg*** 2002; 110: 1249-1258
88. Torre J, Hedden W, Grant JH, et al. Retrospective review of the internal Doppler probe for intra- and postoperative microvascular surveillance. ***J Reconstr Microsurg*** 2003; 19: 287-289
89. Smit JM, Zeebregts CJ, Acosta R, et al. Advancements in free flap monitoring in the last decade: a critical review. ***Plast Reconstr Surg*** 2010; 125: 177-185
90. Salgado CJ, Moran SL, Mardini S. Flap monitoring and patient management. ***Plast Reconstr Surg*** 2009; 124: 295e-302e
91. Akin S, Basut O. A new flap design for monitoring the circulation of a buried free radial forearm flap in pharyngoesophageal reconstruction. ***J Reconstr Microsurg*** 2002; 18: 591-594
92. De Gaetano Am, Cotroneo AR, Maresca G, et al. Color Doppler sonography in the diagnosis and monitoring of arterial complication after liver transplantation. ***J Clin Ultrasound*** 2000; 28: 373-380
93. Wollenberg K, Waibei B, Pisarski P, et al. Careful clinical monitoring in comparison to sequential Doppler sonography for the detection of acute rejection in the early phase after renal transplantation. ***Transplant Int*** 2000; 13 Suppl 1.: 45-51
94. Garcia-Criado A, Gilabert R, Nicolau C, et al. Early detection of hepatic artery thrombosis after liver transplantation by Doppler ultrasonography: prognostic implications. ***J Ultrasound Med*** 2001; 20: 51-58
95. Numata T, Iida Y, Shiba K, Hanazawa T, Terada N, Nagata H, Konno A. Usefulness of Color Doppler Sonography for Assessing Hemodynamics of Free Flaps for Head and Neck Reconstruction. ***Ann Plast Surg*** 2002; 48: 607-612

96. Voet DVAM, Petrovic M. Ultrasound evaluation of perforator vessels. In: Blondeel PN, Morris SF, Hallock GG, Neligan PC, eds. **Perforator Flaps: Anatomy, Techniques, and Clinical Applications**. St. Louis: Quality Medical; 2006: 92-102
98. Swartz WM, Jones NF, Cherup L, et al. Direct monitoring of microvascular anastomoses with the 20-MHz ultrasonic Doppler probe: an experimental and clinical study. **Plast Reconstr Surg** 1988; 81: 149-158
99. Pryor SG, Moore EJ, Kasperbauer JL. Implantable Doppler flow system: Experience with 24 microvascular free-flap operations. **Otolaryngol Head Neck Surg** 2006;135: 714-718
100. Kind GM, Buntic RF, Buncke GM, et al. The effects of an implantable Doppler probe on salvage of microvascular tissue transfers. **Plast Reconstr Surg** 1996; 101: 1268–1273
101. Swartz, W. M., Izquierdo, R., and Miller, M. J. Implantable venous Doppler microvascular monitoring. **Plast Reconstr Surg** 1994; 93: 152-163
102. Yuen J C, and Feng Z. Monitoring free flaps using the laser Doppler flowmeter: Five-year experience. **Plast Reconstr Surg** 2000; 105: 55-61
103. Graham B, Paulus DA, Caffee HH. Pulse oximetry for vascular monitoring in upper extremity replantation surgery. **J Hand Surg Am** 1986; 11: 687-692
104. Kamolz, L. P., Giovanoli, P., Haslik, W., Koller, R., and Frey, M. Continuous free-flap monitoring with tissue-oxygen measurements: Three-year experience. **J Reconstr Microsurg** 2002; 18: 487-491
105. Holm C, Mayr M, Höfter E, Dornseifer U, Ninkovic M. Assessment of the patency of microvascular anastomoses using microscope-integrated near-infrared angiography: A preliminary study. **Microsurgery** 2009; 29: 509-514
106. Warner KG, Durham-Smith G, Butler MD, Attinger CE, Upton J, Khuri SF. Comparative response of muscle and subcutaneous tissue pH during arterial and venous occlusion in musculocutaneous flaps. **Ann Plast Surg** 1989; 22:108-116
107. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: a new technique. **Acta Radiol Diagn** 1953;39: 368-376
108. Nagler, R. M.; Braun, J.; Daitzman, M.; Laufer, D. Spiral CT Angiography: An Alternative Vascular Evaluation Technique for Head and Neck Microvascular Reconstruction. **Plast Reconstr Surg** 1997; 100: 1697-1702
109. AbuRahma AF, Robinson PA, Umstot RK, et al. Complications of arteriography in a recent series of 707 cases: factors affecting outcome. **Ann Vasc Surg** 1993; 7:122-129
112. Meijboom WB, van Pelt N, de Feyter P. Use of High-resolution Spiral CT for the Diagnosis of Coronary Artery Disease. **Curr Treat Options Cardiovasc Med** 2007; 9: 29-36

113. Zeman RK, Silverman PM, Vieco PT and Costello P. CT Angiography. **Am J Roentgenol** 1995; 165: 1079-1088
114. Martin ML, Tay KH, Flak B, Fry PD, Doyle DL, Taylor DC, Hsiang YN, Machan LS. Multidetector CT angiography of the aortoiliac system and lower extremities: a prospective comparison with digital subtraction angiography. **Am J Roentgenol** 2003; 180: 1085-1091
115. Busquét AR, Acosta JA, Colón E, Alejandro KV, Rodríguez P. Helical computed tomographic angiography for the diagnosis of traumatic arterial injuries of the extremities. **J Trauma** 2004; 56: 625-628
116. Fraioli F, Catalano C, Napoli A, Francone M, Venditti F, Danti M, Pediconi F, Passariello R. Low-dose multidetector-row CT angiography of the infra-renal aorta and lower extremity vessels: image quality and diagnostic accuracy in comparison with standard DSA. **Eur Radiol** 2006; 16: 137-146
117. Inaba K, Potzman J, Munera F, McKenney M, Munoz R, Rivas L, Dunham M, DuBose J. Multi-slice CT angiography for arterial evaluation in the injured lower extremity. **J Trauma** 2006; 60: 502-506
118. Lineen EB, Faresi M, Ferrari M, Neville HL, Thompson WR, Sola JE. Computed tomographic angiography in pediatric blunt traumatic vascular injury. **J Pediatr Surg** 2008; 43: 549-554
119. Portugaller HR, Schoellnast H, Hausegger KA, Tiesenhausen K, Amann W, Berghold A. Multislice spiral CT angiography in peripheral arterial occlusive disease: A valuable tool in detecting significant arterial lumen narrowing?. **Eur Radiol** 2004; 14: 1681-1687
120. Morcos SK. Review article: acute serious and fatal reactions to contrast media: our current understanding. **Br J Radiol** 2005; 78: 686-693
121. Reddan D, Laville M, Garovic VD. Contrast-induced nephropathy and its prevention: what do we really know from evidence-based findings? **J Nephrol** 2009; 22: 333-351
122. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography: An increasing source of radiation exposure. **N Engl J Med** 2007; 357: 2277-2284
123. Koelemay MJW, Lijmer JG, Stoker J, Legemate DA, Bossuyt PM. Magnetic resonance angiography for the evaluation of lower extremity arterial disease: a meta-analysis. **JAMA** 2001; 285: 1338-1345
124. Mast BA 2001.. Comparison of magnetic resonance angiography and digital subtraction angiography for visualization of lower extremity arteries. **Annals of Plastic Surgery** 2001; 46: 261-264
125. Brinker MR, Bailey DE. Fracture healing in tibia fractures with an associated vascular injury. **J Trauma** 1997; 42:11-19

126. Brinker MR, Caines MA, Kerstein MD, et al. Tibial shaft fractures with an associated infrapopliteal arterial injury: a survey of vascular surgeon's opinions on the need for vascular repair. **J Orthop Trauma** 2000; 14: 194-198
127. Lu C, Miclau T, Hu D, et al. Ischemia leads to delayed union during fracture healing: a mouse model. **J Orthop Res** 2007; 25: 51-61
128. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of Infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones. **J Bone Joint Surg Am.** 1976; 58: 453-458
129. Mackenzie EJ, Bosse MJ. Factors influencing outcome following limb threatening lower limb trauma: lessons learned from the Lower Extremity Assessment Project LEAP. **J Am Acad Orthop Surg** 2006; 14: 205-210
130. George F. LeBus, BA\* and Cory Collinge, MD. Vascular Abnormalities as Assessed with CT Angiography in High-Energy Tibial Plafond Fractures. **J Orthop Trauma** 2008; 22: 16-22
131. Loos MS, Freeman BG, Lorenzetti A. Zone of injury: a critical review. **Ann Plast Surg** 2010; 65: 573-577
132. Dragas M, Davidovic L, Kostic D, et al. Upper extremity arterial injuries: factors influencing treatment outcome. **Injury** 2009; 40: 815-819
133. Smita JM, Dimopoulouc A, Lissa AG, Zeebregtsd CJ, Kildala M, Iain Whitaker IS , Magnussonc A, Acosta R. Preoperative CT angiography reduces surgery time in perforator flap reconstruction. **J Plast Reconstr Aesthetic Surg** 2009; 62: 1112-1117
134. Blondeel PN, Beyens G, Verhaeghe R, et al. Doppler flowmetry in the planning of perforator flaps. **Br J Plast Surg** 1998; 51: 202-209
135. Scott JR, Liu D, Said H, Neligan PC, Mathes DW. Computed Tomographic Angiography in Planning Abdomen Based Microsurgical Breast Reconstruction: A Comparison with Color Duplex Ultrasound. **Plast Reconstr Surg** 2010; 125: 446-453
136. Masia J, Clavero JA, Larranaga JR, et al. Multidetector-row computed tomography in the planning of abdominal perforator flaps. **J Plast Reconstr Aesthet Surg** 2006; 59: 594-599
137. Alonso-Burgos A, Garcia-Tutor E, Bastarrika G, et al. Preoperative planning of deep inferior epigastric artery perforator flap reconstruction with multislice-CT angiography: imaging findings and initial experience. **J Plast Reconstr Aesthet Surg** 2006; 59: 585-593
138. Mathes DW, Neligan PC. Current techniques in preoperative imaging for abdomen-based perforator flap microsurgical breast reconstruction. **J Reconstr Microsurg** 2010; 26: 3-10

139. Hijjawi JB, Blondeel PN. Advancing deep inferior epigastric artery perforator flap breast reconstruction through multidetector row computed tomography: An evolution in preoperative imaging. **J Reconstr Microsurg** 2010; 26: 11-20
140. Hsu CS, Hellinger JC, Rubin GD, et al. CT angiography in pediatric extremity trauma: preoperative evaluation prior to reconstructive surgery. **Hand NY** 2008; 3: 139-145
141. Uyeda JW, Anderson SW, Sakai O, et al. CT angiography in trauma. **Radiol Clin North Am** 2010; 48: 423-438
142. Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. BOE núm. 298, de 14 de diciembre de 1999, **BOE-A-1999-23750**: 43088-43099
143. Oestern HJ, Tscherne H. Pathophysiology and classification of soft tissue damage in fractures. **Orthopade** 1983; 12: 2-8
144. Valentini V, Cassoni A, Marianetti TM, et al. Diabetes as main risk factor in head and neck reconstructive surgery with free flaps. **J Craniofac Surg**. 2008; 19: 1080-1084
145. Nuara MJ, Sauder CL, Alam DS. Prospective Analysis of Outcomes and Complications of 300 Consecutive Microvascular Reconstructions. **Arch Facial Plast Surg** 2009; 11: 235-239
146. Gu YD, Zhang GM, Zhang LY, Li FG and Yiang JF. Clinical and experimental studies of cigarette smoking in microvascular tissue transfer. **Microsurgery** 1993; 14: 391-397
147. Hill JB, Patel A, Del Corral GA, Sexton KW, Ehrenfeld JM, Guillamondegui OD, Shack RB. Preoperative anemia predicts thrombosis and free flap failure in microvascular reconstruction. **Ann Plast Surg** 2012; 69: 364-367
148. Nakatsuka T, Harii K, Asato H, Takushima A, Ebihara S, Kimata Y, Yamada A, Ueda K, Ichioka S. Analytic review of 2372 free flap transfers for head and neck reconstruction following cancer resection. **J Reconstr Microsurg** 2003; 19: 363-368
149. Bengston BP, Schusterman MA and Baldwin BJ. Influence of prior radiotherapy on the development of postoperative complications and success of free tissue transfers in head and neck cancer reconstruction. **Am J Surg** 1993; 166: 326-330
150. Lin S, Dutra J, Keni J, et al. Preoperative radiation therapy and its effects on outcomes in microsurgical head and neck reconstruction. **Otolaryngol Head Neck Surg** 2005; 132: 845-848
151. Schusterman, M. A., and Horndeski, G. Analysis of the morbidity associated with immediate microvascular reconstruction in head and neck cancer patients. **Head Neck** 1993; 13: 51-55

152. Genden EM, Rinaldo A, Suarez C, Wei WI, Bradley PJ, Ferlito A. Complications of free flap transfers for head and neck reconstruction following cancer resection. **Oral Oncol** 2004; 40: 979-984
153. Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. **Plast Reconstr Surg** 1986; 78: 285-292
154. Karanas YL, Nigriny J, Chang J. The timing of microsurgical reconstruction in lower extremity trauma. **Microsurgery** 2008; 28: 632-634
155. Heller L, Levin LS. Lower extremity microvascular reconstruction. **Plast Reconstr Surg** 2001; 108: 1029-1041
156. Hertel R, Lambert SM, Müller S, Ballmer FT, Ganz R. On the timing of soft-tissue reconstruction for open fractures of the lower leg. **Arch Orthop Trauma Surg** 1999; 119: 7-12
157. Byrd HS, Spicer TE, Cierney G III. Management of open tibial fractures. **Plast Reconstr Surg** 1985; 76: 719-730
158. Evans BCD, Evans GRD. Microvascular Surgery . **Plast Reconstr Surg** 2007; 119: 18e-30e
159. Tsai YT, Lin TS. The Suitability of End-to-Side Microvascular Anastomosis in Free Flap Transfer for Limb Reconstruction. **Ann Plast Surg** 2012; 68: 171-174
160. Godina M. Preferential use of end-to-side arterial anastomoses in free flap transfers. **Plast Reconstr Surg** 1979; 64: 673-682
161. Hanasono MM, Kocak E, Ogunleye O, Hartley CJ, Miller MJ. One versus two venous anastomoses in microvascular free flap surgery. **Plast Reconstr Surg** 2010; 126: 1548-1557
162. Enajat M, Rozen WM, Whitaker IS, Smit JM, Acosta R. A single center comparison of one versus two venous anastomoses in 564 consecutive DIEP flaps: Investigating the effect on venous congestion and flap survival. **Microsurgery** 2010; 30: 185-191
163. Smit JR, Dimopoulou A, Liss AG, Zeebregts CJ, Kildal M, Whitaker IS, Magnusson A, Acosta R. Preoperative CT angiography reduces surgery time in perforator flap reconstruction. **J Plast Reconstr Aesthetic Surg** 2009; 62: 1112-1117
164. Tong WM, Dixon R, Ekis H, Halvorson EG. The Impact of Preoperative CT Angiography on Breast Reconstruction With Abdominal Perforator Flaps. **Ann Plast Surg** 2012; 68: 525-530
165. Rosson GD, Williams CG, Fishman EK, Singh HH. 3d ct angiography of abdominal wall vascular perforators to plan dieap flap. **Microsurgery** 2007; 27: 641-646

166. Lell M, Tomandl BF, Anders K, Baum U, Nkenke E. Computed tomography angiography versus digital subtraction angiography in vascular mapping for planning of microsurgical reconstruction of the mandible. **Eur Radiol** 2005; 15: 1514-1520
167. Swartz WM, Mears DC. The role of free-tissue transfers in lower extremity reconstruction. **Plast Reconstr Surg** 1985; 76: 364-373
168. Gonzalez MH, Tarandy DI, Troy D, et al. Free tissue coverage of chronic traumatic wounds of the lower leg. **Plast Reconstr Surg** 2002; 109: 592-600
169. Moran SL, Illig KA, Green RM, et al. Free-tissue transfer in patients with peripheral vascular disease: a 10-year review. **Plast Reconstr Surg** 002; 109: 999-1006
170. Chummun S, Wigglesworth TA, Young K, Healey B, Wright TC, Chapman TWL, Khan U. Does Vascular Injury Affect the Outcome of Open Tibial Fractures? **Plast Reconstr Surg** 2013; 131: 303-309
171. Demirkan F, Chen HC, et al. The outcome of failed free flaps in head and neck and extremity reconstruction: what is next in the reconstructive ladder? **Plast Reconstr Surg** 2001; 108: 1154-1160
172. Wheatley, MJ and Meltzer TR The management of unsalvageable free flaps. **J Reconstr Microsurg** 1996; 12: 227-229
173. Arnez, ZM. Immediate reconstruction of the lower extremity: An update. **Clin Plast Surg** 991; 18: 449-457
174. Serafin, D., and Voci, V. E. Reconstruction of the lower extremity: Microsurgical composite tissue transplantation. **Clin Plast Surg** 1983; 10: 55-72
175. Park, S., Han, S. H., and Lee, T. J. Algorithm for recipient vessel selection in free tissue transfer to the lower extremity. **Plast Reconstr Surg** 1999; 103: 1937-1948
176. Haddock NT, Weichman KE, Reformat DD, Kligman BE, Levine JP, Saadeh PB. Lower extremity arterial injury patterns and reconstructive outcomes in patients with severe lower extremity trauma: A 26-year review. **J Am Coll Surg** 2010; 210: 66-72
177. Chen HC, Chuang CC, Chen S, Hsu WM, Wei FC. Selection of recipient vessels for free flaps to the distal leg and foot following trauma. **Microsurgery** 1994; 15: 358-363.
178. Duymaz A, Karabekmez FE, Vrtiska TJ, Mardini S, Moran SL. Free tissue transfer for lower extremity reconstruction: A study of the role of computed angiography in the planning of free tissue transfer in the posttraumatic setting. **Plast Reconstr Surg** 2009; 124: 523-529

179. Bogdan M. A., Klein M. B., Rubin G. D., Mcadams T. R. and Chang J. CT angiography in complex upper extremity reconstruction. **J Hand Surg (British and European Volume)** 2004; 29B: 5: 465-469
180. Rubin GD, Dake MD, Semba CP. Current status of three dimensional spiral CT scanning for imaging the vasculature. **Radiol Clin North Am** 1995; 33: 51-69
181. Gerstenfeld LC, Einhorn TA. Developmental aspects of fracture healing and the use of pharmacological agents to alter healing. **J Musculoskelet Neuronal Interact** 2003; 3: 297-303
182. Gates CB, Karthikeyan T, Fu F, Huard J. Regenerative medicine for the musculoskeletal system based on muscle-derived stem cells. **J Am Acad Orthop Surg** 2008; 16: 68-76
183. Liu R, Schindeler A Little DG. The potential role of muscle in bone repair. **J Musculoskelet Neuronal Interact** 2010; 10: 71-76
184. Schindeler A, Liu R, Little DG. The contribution of different cell lineages to bone repair: exploring a role for muscle stem cells. **Differentiation** 2009; 77: 12-18
185. Hallock GG. Utility of both muscle and fascia flaps in severe lower extremity trauma . **J Trauma** 2000; 48: 913-917
186. Pu LL, Medalie DA, Rosenblum WJ, Lawrence SJ, Vasconez HC. Free tissue transfer to a difficult wound of the lower extremity. **Ann Plast Surg** 2004; 53: 222-228
187. May JW, Gallico GG, Jupiter J, et al. Free latissimus dorsi muscle flap with skin graft for treatment of traumatic chronic bony wounds. **Plast Reconstr Surg** 1984; 73: 641-649
188. Yazar S, Lin CH, Lin YT, et al. Outcome comparison between free muscle and free fasciocutaneous flaps for reconstruction of distal third and ankle traumatic open tibial fractures. **Plast Reconstr Surg** 2006; 117: 2468-2475; discussion 2476-2477
189. Chan JK, Harry L, Williams G, Nanchahal J. Soft-tissue reconstruction of open fractures of the lower limb: muscle versus fasciocutaneous flaps. **Plast Reconstr Surg** 2012; 130: 284e-295e
190. Harry LE, Sandison A, Pearse MF, Paleolog EM, Nanchahal J. Comparison of the vascularity of fasciocutaneous tissue and muscle for coverage of open tibial fractures. **Plast Reconstr Surg** 2009; 124: 1211-1219
191. Gosain A, Chang N, Mathes S, Hunt TK, Vasconez L. A study of the relationship between blood flow and bacterial inoculation in musculocutaneous and fasciocutaneous flaps. **Plast Reconstr Surg** 1990; 86:1152-1162

192. Erdmann MW, Court-Brown CM, Quaba AA. A five year review of islanded distally based fasciocutaneous flaps on the lower limb. **Br J Plast Surg** 1997; 50: 421-427
193. Hallock GG. Complications of 100 consecutive local fasciocutaneous flaps. **Plast Reconstr Surg** 1991; 88: 264-268
194. Smeele LE, Hoekstra OS, Winters HA, Leemans CR. Clinical effectiveness of 99mTc-diphosphonate scintigraphy of revascularized iliac crest flaps. **Int J Oral Maxillofac Surg** 1996; 25: 366-369
195. Yajima H, Tamai S, Mizumoto S, Ono H. Vascularised fibular grafts for reconstruction of the femur. **J Bone Joint Surg** 1993; 75: 123-128
196. Shpitzer T, Neligan PC, Gullane PJ, Freeman JE, Boyd BJ, Rotstein LE, Brown DH, Irish JC, Gur E. Oromandibular reconstruction with the fibular free flap. Analysis of 50 consecutive flaps. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg** 1997; 123: 939-944
197. Lomasney LM, Madden JF, Rizk WS, Hedlund LW, Martinez S, Coleman RE, Richardson WJ, Sostman HD. Dynamic contrastenhanced MR imaging assessment of vascularized free fibular grafts. **J Magn Reson Imaging** 1994; 4: 441-449
198. Taylor GI, Miller GD, Ham FJ. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. **Plast Reconstr Surg** 1975; 55: 533-544
199. Blackwell KE. Donor site evaluation for fibula free flap transfer. **Am J Otolaryngol** 1998; 19: 89-95.
200. Klein MB, Karanas YL, Chow LC, et al. Early experience with computed tomographic angiography in microsurgical reconstruction. **Plast Reconstr Surg** 2003; 112: 498-503
201. Miller MA, Moriarty JM, Blackwell KE, Finn JP, Yiee JH, Nabili V. Preoperative Magnetic Resonance Angiography Detection of Septocutaneous Perforators in Fibula Free Flap Transfer. **Arch Facial Plast Surg** 2011; 13: 36-40
202. Karaolanis G, Galyfos G, Karanikola E, Palla VV and Filis K. Absence of clinical and Hemodynamic Consequences due to posterior tibial artery congenital aplasia. **Case Reports in Vascular Medicine** Volumen 2015, Article ID 821094
203. Yoshimura M, Shimamura K, Iwai Y, Yamauchi S, Ueno T. Free vascularized fibular transplant. A new method for monitoring circulation of the grafted fibula. **J Bone Joint Surg Am** 1983; 65: 1295-1301
204. Eisenschenk A, Lautenbach M, Rohlmann A. Free vascularized bone transplantation in the extremities. **Orthopade** 1998; 27: 491-500
205. Schwetlick G, Rettig H, Klingmuller V. Vascular pedicled iliac bone graft in therapy of femur head necrosis in the adult. Clinical and angiographic results. **Z Orthop Ihre Grenzgeb** 1988; 126: 500-507

- 
206. Haw CS, O'Brien BM, Kurata T. The microsurgical revascularisation of resected segments of tibia in the dog. **J Bone Joint Surg Br** 1978; 60B: 266-269
  207. Berggren A, Weiland AJ, Ostrup LT, Dorfman H. Microvascular free bone transfer with revascularization of the medullary and periosteal circulation or the periosteal circulation alone. A comparative experimental study. **J Bone Joint Surg Am** 1982; 64: 73-87
  208. Bos KE. Bone scintigraphy of experimental composite bone grafts revascularized by microvascular anastomoses. **Plast Reconstr Surg** 1979; 64: 353-360
  209. Pliefke J, Rademacher G, Zach A, Bauwens K, Ekkernkamp A, Eisenschenk A. Postoperative monitoring of free vascularized bone grafts in reconstruction of bone defects. **Microsurgery** 2009; 29: 401-407
  210. Thoma A, Jansen L, Sprague S. Outcomes in Microsurgery. **Plast Reconstr Surg** 2009; 124: 303e-312e





## **ANEXOS: TABLAS Y FIGURAS**

---



**ANEXO-Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de las variables edad, duración de cirugía, tiempo de sutura microquirúrgica, tiempo de isquemia del colgajo, estancia total y estancia postoperatoria por grupos de patología.

		N	Mean	Sed. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
						Lower Bound	Upper Bound
<b>edad en años</b>	<i>traumatismo</i>	53	37,02	12,895	1,771	33,46	40,57
	<i>p. tumoral</i>	24	54,58	12,857	2,624	49,15	60,01
	<i>secuelas</i>	12	44,75	14,001	4,042	35,85	53,65
	<i>otras</i>	9	38,56	16,387	5,462	25,96	51,15
	<i>Total</i>	98	42,41	15,077	1,523	39,39	45,43
<b>duración cirugía en minutos</b>	<i>traumatismo</i>	53	322,26	74,424	10,223	301,75	342,78
	<i>p. tumoral</i>	24	358,33	115,219	23,519	309,68	406,99
	<i>secuelas</i>	12	317,50	88,227	25,469	261,44	373,56
	<i>otras</i>	9	368,33	133,651	44,550	265,60	471,07
	<i>Total</i>	98	334,74	94,007	9,496	315,90	353,59
<b>tiempo de sutura microquirúrgica en minutos</b>	<i>traumatismo</i>	53	55,38	30,710	4,218	46,91	63,84
	<i>p. tumoral</i>	23	51,09	22,000	4,587	41,57	60,60
	<i>secuelas</i>	12	45,42	23,496	6,783	30,49	60,35
	<i>otras</i>	8	48,75	10,607	3,750	39,88	57,62
	<i>Total</i>	96	52,55	26,705	2,726	47,14	57,96
<b>tiempo de isquemia en minutos</b>	<i>traumatismo</i>	53	82,83	55,699	7,651	67,48	98,18
	<i>p. tumoral</i>	23	75,43	26,582	5,543	63,94	86,93
	<i>secuelas</i>	12	61,67	30,699	8,862	42,16	81,17
	<i>otras</i>	8	74,38	25,972	9,183	52,66	96,09
	<i>Total</i>	96	77,71	45,497	4,643	68,49	86,93
<b>estancia total</b>	<i>traumatismo</i>	51	30,18	26,797	3,752	22,64	37,71
	<i>p. tumoral</i>	24	36,71	45,931	9,376	17,31	56,10
	<i>secuelas</i>	12	12,50	8,017	2,314	7,41	17,59
	<i>otras</i>	9	30,78	24,294	8,098	12,10	49,45
	<i>Total</i>	96	29,66	31,557	3,221	23,26	36,05
<b>estancia postoperatoria</b>	<i>traumatismo</i>	51	15,73	17,262	2,417	10,87	20,58
	<i>p. tumoral</i>	24	22,92	24,295	4,959	12,66	33,18
	<i>secuelas</i>	12	9,83	4,840	1,397	6,76	12,91
	<i>otras</i>	9	16,22	11,322	3,774	7,52	24,93
	<i>Total</i>	96	16,83	18,151	1,853	13,16	20,51

**ANEXO-Tabla 2.** Tabla de frecuencias, *tipo de traumatismo*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Accidente de tráfico</b>	26	26,5	43,3	43,3
Acc con maquinaria en ambiente laboral	18	18,4	30,0	73,3
Acc maquinaria ambiente domestico	6	6,1	10,0	83,3
Heridas por arma de fuego	4	4,1	6,7	90,0
Precipitaciones altura	4	4,1	6,7	96,7
Otros	2	2,0	3,3	100,0
Total	60	61,2	100,0	

**ANEXO-Tabla 3.** Tabla de frecuencias, *localización de las lesiones*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Cabeza y cuello	26	26,5	26,5	26,5
Tronco	10	10,2	10,2	36,7
Miembro superior	24	24,5	24,5	61,2
Miembro inferior	38	38,8	38,8	100,0
Total	98	100,0	100,0	

**ANEXO-Tabla 4.** Tabla de frecuencias, *HTA*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	81	82,7	82,7	82,7
SI	17	17,3	17,3	100,0
Total	98	100,0	100,0	

**ANEXO-Tabla 5.** Tabla de frecuencias, *diabetes*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	92	93,9	93,9	93,9
DID	3	3,1	3,1	96,9
DNID	3	3,1	3,1	100,0
Total	98	100,0	100,0	

**ANEXO-Tabla 6.** Tabla de frecuencias, *tabaquismo preoperatorio*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No fumador	50	51,0	51,0	51,0
Fumador	34	34,7	34,7	85,7
Ex -fumador	14	14,3	14,3	100,0
Total	98	100,0	100,0	

**ANEXO-Tabla 7.** Tabla de frecuencias, *enfermedad vascular periférica*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sin enf. vascular periférica	96	98,0	98,0	98,0
Enf. vascular periférica	2	2,0	2,0	100,0
Total	98	100,0	100,0	

**ANEXO-Tabla 8.** Tabla de frecuencias, *radioterapia preoperatoria*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	11	11,2	44,0	44,0
Si	14	14,3	56,0	100,0
Total	25	25,5	100,0	

**ANEXO-Tabla 9.** Tabla de frecuencias, *tipo de colgajo utilizado*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Colgajo fasciocutáneo	33	33,7	33,7	33,7
Colgajo muscular	41	41,8	41,8	75,5
Colgajo músculo-cutáneo	4	4,1	4,1	79,6
Colgajo fascial	2	2,0	2,0	81,6
Colgajo perforante	7	7,1	7,1	88,8
injerto óseo vascularizado	7	7,1	7,1	95,9
Injerto nervioso vascularizado	1	1,0	1,0	96,9
Dedo pie a mano o colgajos compuestos	3	3,1	3,1	100,0
Total	98	100,0	100,0	

**ANEXO-Tabla 10.** Tabla de frecuencias, *anastomosis arterial*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Término-terminal	49	50,0	50,0	50,0
Término-lateral	39	39,8	39,8	89,8
Injertos venosos	7	7,1	7,1	96,9
Fístula AV previa	3	3,1	3,1	100,0
Total	98	100,0	100,0	

ANEXO-Tabla 11. Tabla de frecuencias, *anastomosis venosa*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1 vena	40	40,8	40,8	40,8
2 venas	53	54,1	54,1	94,9
Injertos venosos	5	5,1	5,1	100,0
Total	98	100,0	100,0	

ANEXO-Tabla 12. Tabla de frecuencias, *angio-TC preoperatorio*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
no	53	54,1	54,1	54,1
si	45	45,9	45,9	100,0
Total	98	100,0	100,0	

ANEXO-Tabla 13. Tabla de frecuencias, *complicaciones intraoperatorias*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	83	84,7	84,7	84,7
Si	15	15,3	15,3	100,0
Total	98	100,0	100,0	

ANEXO-Tabla 14. Tabla de frecuencias, *complicaciones del colgajo*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	81	82,7	82,7	82,7
Necrosis total	17	17,3	17,3	100,0
Total	98	100,0	100,0	

**ANEXO-Tabla 15.** Tabla de frecuencias condicionadas **ANASTOMOSIS ARTERIAL / ANGIO-TC PREOPERATORIO**

			ANGIO-TC PREOPERATORIO		TOTAL
			NO	SI	
ANASTOMOSIS ARTERIAL	Término-terminal	Recuento %	30 61,2%	19 38,8%	49 100,0%
	Término-lateral	Recuento %	18 46,2%	21 53,8%	39 100,0%
	Injertos venosos	Recuento %	3 42,9%	4 57,1%	7 100,0%
	Fístula AV previa	Recuento %	2 66,7%	1 33,3%	3 100,0%
TOTAL		Recuento %	53 54,1%	45 45,9%	98 100,0%

**ANEXO-Tabla 16.** Tabla de frecuencias condicionadas **ANASTOMOSIS VENOSA / ANGIO-TC PREOPERATORIO**

			ANGIO-TC PREOPERATORIO		TOTAL
			NO	SI	
ANASTOMOSIS VENOSA	1 vena	Recuento %	25 62,5%	15 37,5%	40 100,0%
	2 venas	Recuento %	25 47,2%	28 52,8%	53 100,0%
	Injertos venosos	Recuento %	3 60,0%	2 40,0%	5 100,0%
TOTAL		Recuento %	53 54,1%	45 45,9%	98 100,0%

ANEXO-TABLA 17. Tabla cruzada **COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS / ANGIO-TC PREOPERATORIO**

			ANGIO-TC PREOPERATORIO		
			NO	SI	
COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS	NO	Porcentaje %	42 79,2%	41 91,1%	
	SI	Porcentaje %	11 20,8%	4 8,9%	
Total			53 100,0%	45 100,0%	
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
<b>Pearson Chi-Square</b>	<b>2,643<sup>a</sup></b>	<b>1</b>	<b>,104</b>		
Continuity Correction <sup>b</sup>	1,807	1	,179		
Likelihood Ratio	2,755	1	,097		
Fisher's Exact Test				,159	,088
Linear-by-Linear Association	2,616	1	,106		
N of Valid Cases	98				

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,89.

b. Computed only for a 2x2 table

ANEXO-TABLA 18. Tabla cruzada **COMPLICACIONES COLGAJO / ANGIO-TC PREOPERATORIO**

			ANGIO-TC PREOPERATORIO		TOTAL
			NO	SI	
COMPLICACIONES COLGAJO	NO	Recuento %	42 51,9%	39 48,1%	81 100,0%
	NECROSIS	Recuento %	11 64,7%	6 35,3%	17 100,0%
TOTAL			53 54,1%	45 45,9%	98 100,0%
	Valor	gl	Significación asintótica	Significación exacta	Significación exacta
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	<b>,935<sup>a</sup></b>	<b>1</b>	<b>,334</b>		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	,489	1	,484		
Razón de verosimilitud	,950	1	,330		
Prueba exacta de Fisher				,426	,243
Asociación lineal por lineal	,925	1	,336		
N de casos válidos	98				

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7,81.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

**ANEXO-TABLA 19.** Tabla cruzada ETIOLOGÍA / COMPLICACIONES DEL COLGAJO

			COMPLICACIONES COLGAJO		TOTAL
			NO	NECROSIS	
ETIOLOGÍA	Traumatismo	Recuento %	51 85,0%	9 15,0%	60 100,0%
	Patología tumoral	Recuento %	20 76,9%	6 23,1%	26 100,0%
	Otras	Recuento %	10 83,3%	2 16,7%	12 100,0%
TOTAL		Recuento %	81 82,7%	17 17,3%	98 100,0%
			Valor	gl	Significación asintótica
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>			<b>,830<sup>a</sup></b>	<b>2</b>	<b>,660</b>
Razón de verosimilitud			,794	2	,672
Asociación lineal por lineal			,251	1	,617
N de casos válidos			98		

a. 2 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,08.

**ANEXO-TABLA 20.** Tabla cruzada TIEMPO ACCIDENTE-CIRUGÍA / COMPLICACIONES DEL COLGAJO

			COMPLICACIONES COLGAJO		TOTAL
			No	Necrosis total	
TIEMPO ACCIDENTE-CIRUGÍA	0 - 15 días	Recuento %	3 42,9%	4 57,1%	7 100,0%
	16 - 30 días	Recuento %	5 83,3%	1 16,7%	6 100,0%
	> 30 días	Recuento %	43 91,5%	4 8,5%	47 100,0%
TOTAL		Recuento %	51 85,0%	9 15,0%	60 100,0%
			Valor	gl	Significación asintótica
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>			<b>11,316<sup>a</sup></b>	<b>2</b>	<b>,003</b>
Razón de verosimilitud			8,397	2	,015
Asociación lineal por lineal			10,158	1	,001
N de casos válidos			60		

a. 2 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,90.

**ANEXO-TABLA 21.** Tabla cruzada **TIEMPO ANASTOMOSIS ARTERIAL / COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS**

			COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS		TOTAL
			NO	SI	
ANASTOMOSIS ARTERIAL	Término-terminal	Recuento %	42 85,7%	7 14,3%	49 100,0%
	Término-lateral	Recuento %	34 87,2%	5 12,8%	39 100,0%
	Injertos venosos	Recuento %	4 57,1%	3 42,9%	7 100,0%
	Fístula AV previa	Recuento %	3 100,0%	0 0,0%	3 100,0%
TOTAL		Recuento %	83 84,7%	15 15,3%	98 100,0%
			Valor	gl	Significación asintótica
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>			<b>4,866<sup>a</sup></b>	<b>3</b>	<b>,182</b>
Razón de verosimilitud			4,262	3	,235
Asociación lineal por lineal			,318	1	,573
N de casos válidos			98		

a. 3 casillas (37,5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,46.

**ANEXO-TABLA 22.** Tabla cruzada **ANASTOMOSIS ARTERIAL / COMPLICACIONES DEL COLGAJO**

			COMPLICACIONES COLGAJO		TOTAL
			NO	Necrosis	
ANASTOMOSIS ARTERIAL	Término-terminal	Recuento %	40 81,6%	9 18,4%	49 100,0%
	Término-lateral	Recuento %	33 84,6%	6 15,4%	39 100,0%
	Injertos venosos	Recuento %	5 71,4%	2 28,6%	7 100,0%
	Fístula AV previa	Recuento %	3 100,0%	0 0,0%	3 100,0%
TOTAL		Recuento %	81 82,7%	17 17,3%	98 100,0%
			Valor	gl	Significación asintótica
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>			<b>1,385<sup>a</sup></b>	<b>3</b>	<b>,709</b>
Razón de verosimilitud			1,823	3	,610
Asociación lineal por lineal			,072	1	,789
N de casos válidos			98		

a. 3 casillas (37,5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,52.

**ANEXO-TABLA 23.** Tabla cruzada **ANASTOMOSIS VENOSA / COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS**

		ANASTOMOSIS VENOSA			Total	
		1 vena	2 venas	Injertos venosos		
COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS	NO	Recuento %	33 39,8%	47 56,6%	3 3,6%	83 100,0%
	SI	Recuento %	7 46,7%	6 40,0%	2 13,3%	15 100,0%
TOTAL		Recuento %	40 40,8%	53 54,1%	5 5,1%	98 100,0%
		Valor	gl		Significación asintótica	
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>		<b>3,150<sup>a</sup></b>	<b>2</b>		<b>,207</b>	
Razón de verosimilitud		2,620	2		,270	
Asociación lineal por lineal		,030	1		,863	
N de casos válidos		98				

a. 2 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,77.

**ANEXO-TABLA 24.** Tabla cruzada **ANASTOMOSIS VENOSA / COMPLICACIONES DEL COLGAJO**

		ANASTOMOSIS VENOSA			TOTAL	
		1 vena	2 venas	Injertos venosos		
COMPLICACIONES COLGAJO	NO	Recuento %	31 38,3%	47 58,0%	3 3,7%	81 100,0%
	Necrosis	Recuento %	9 52,9%	6 35,3%	2 11,8%	17 100,0%
TOTAL		Recuento %	40 40,8%	53 54,1%	5 5,1%	98 100,0%
		Valor	gl		Significación asintótica	
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>		<b>3,873<sup>a</sup></b>	<b>2</b>		<b>,144</b>	
Razón de verosimilitud		3,604	2		,165	
Asociación lineal por lineal		,183	1		,669	
N de casos válidos		98				

a. 2 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,87.

ANEXO-TABLA 25. Tabla cruzada HEMATOCRITO PREOPERATORIO / COMPLICACIONES DEL COLGAJO

		COMPLICACIONES COLGAJO			Total	
		NO	NECROSIS			
HEMATOCRITO PREOPERATORIO	< 30	Recuento	7	6	13	
		%	53,8%	46,2%	100,0%	
	>30	Recuento	73	11	84	
		%	86,9%	13,1%	100,0%	
		Valor	gl	Sig. asintótica	Sig. exacta	Sig. Exacta
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>		<b>8,512<sup>a</sup></b>	<b>1</b>	<b>,004</b>		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>		6,378	1	,012		
Razón de verosimilitudes		6,879	1	,009		
Estadístico exacto de Fisher					,010	,010
Asociación lineal por lineal		8,424	1	,004		
N de casos válidos		97				

a. 1 casillas (25,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2,28.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

ANEXO-TABLA 26. Tabla cruzada RADIOTERAPIA PREOPERATORIA / COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS

		COMPLICACIONES INTRAOPERATORIAS			TOTAL	
		NO	SI			
RADIOTERAPIA PREOPERATORIA	NO	Recuento	10	2	12	
		%	83,3%	16,7%	100,0%	
	SI	Recuento	11	2	13	
		%	84,6%	15,4%	100,0%	
TOTAL		Recuento	21	4	25	
		%	84,0%	16,0%	100,0%	
		Valor	gl	Significación asintótica	Significación exacta	Significación exacta
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>		<b>,008<sup>a</sup></b>	<b>1</b>	<b>,930</b>		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>		,000	1	1,000		
Razón de verosimilitud		,008	1	,930		
Prueba exacta de Fisher					1,000	,672
Asociación lineal por lineal		,007	1	,932		
N de casos válidos		25				

a. 2 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,92.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

**ANEXO-TABLA 27.** Tabla cruzada **RADIOTERAPIA PREOPERATORIA / COMPLICACIONES DEL COLGAJO**

				COMPLICACIONES COLGAJO		TOTAL
				NO	NECROSIS	
RADIOTERAPIA PREOPERATORIA	NO	Recuento	9	3	12	
		%	75,0%	25,0%	100,0%	
	SI	Recuento	10	3	13	
		%	76,9%	23,1%	100,0%	
TOTAL		Recuento	19	6	25	
		%	76,0%	24,0%	100,0%	
	Valor	gl	Significación asintótica	Significación exacta	Significación exacta	
<b>Chi-cuadrado de Pearson</b>	<b>,013<sup>a</sup></b>	<b>1</b>	<b>,910</b>			
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	,000	1	1,000			
Razón de verosimilitud	,013	1	,910			
Prueba exacta de Fisher				1,000	,637	
Asociación lineal por lineal	,012	1	,912			
N de casos válidos	25					

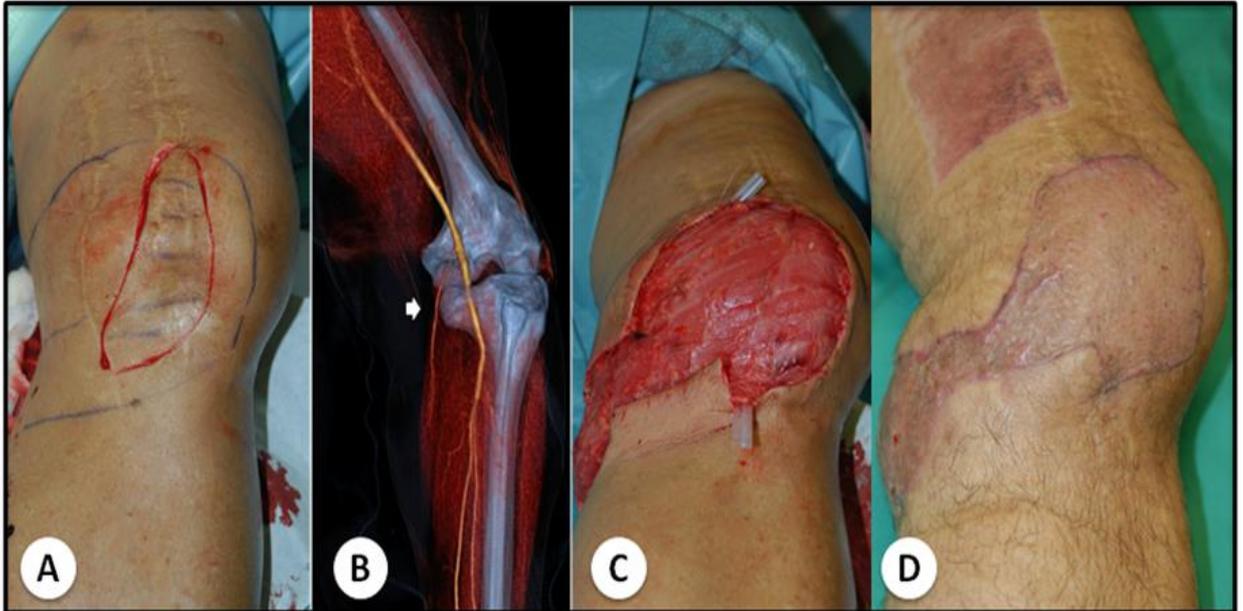
a. 2 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,88.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

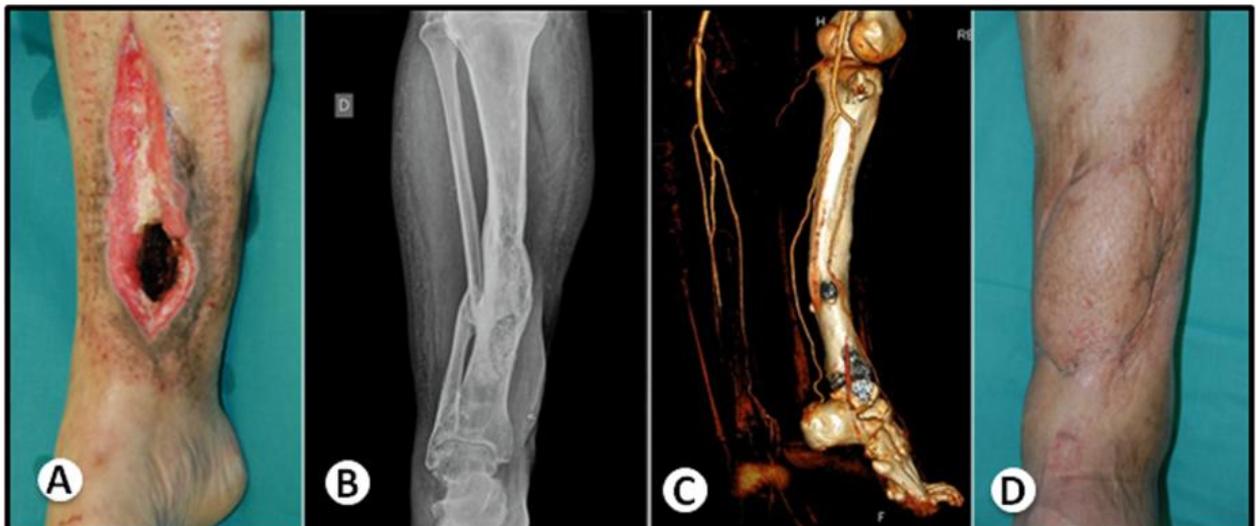
**ANEXO-TABLA 28.** Pruebas no paramétricas de relación entre los grupos con/sin angio-TC preoperatorio y los tiempos quirúrgicos, la estancia postoperatoria y la estancia total.

	ANGIO-TC PREOPERATORIO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
TIEMPO QUIRÚRGICO	NO	53	362,26	107,773	14,804
	SI	45	302,33	61,391	9,152
TIEMPO SUTURA MICROVASCULAR	NO	51	62,16	31,627	4,429
	SI	45	41,67	13,229	1,972
TIEMPO DE ISQUEMIA	NO	51	92,75	54,839	7,679
	SI	45	60,67	22,197	3,309
ESTANCIA TOTAL	NO	51	30,57	37,940	5,313
	SI	45	28,62	22,635	3,374
ESTANCIA POSTOPERATORIA	NO	51	17,59	20,873	2,923
	SI	45	15,98	14,657	2,185
	duración cirugía en minutos	tiempo de sutura microquirúrgica en minutos	tiempo de isquemia en minutos	estancia total	estancia postoperatoria
U de Mann-Whitney	764,500	678,500	706,000	1033,000	1065,500
W de Wilcoxon	1799,500	1713,500	1741,000	2308,000	2340,500
Z	-2,935	-3,343	-3,132	-,686	-,444
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>	<b>,003</b>	<b>,001</b>	<b>,002</b>	<b>,493</b>	<b>,657</b>

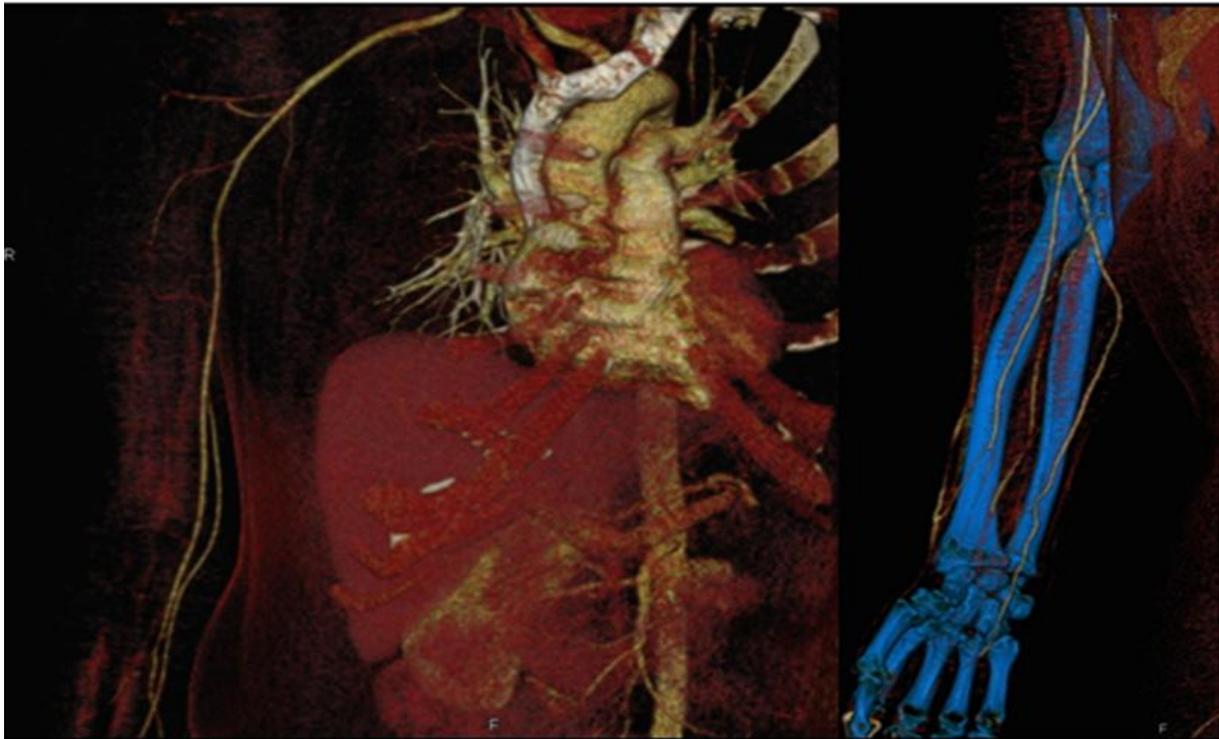
a Variable de agrupación: angio-Tac preoperatorio



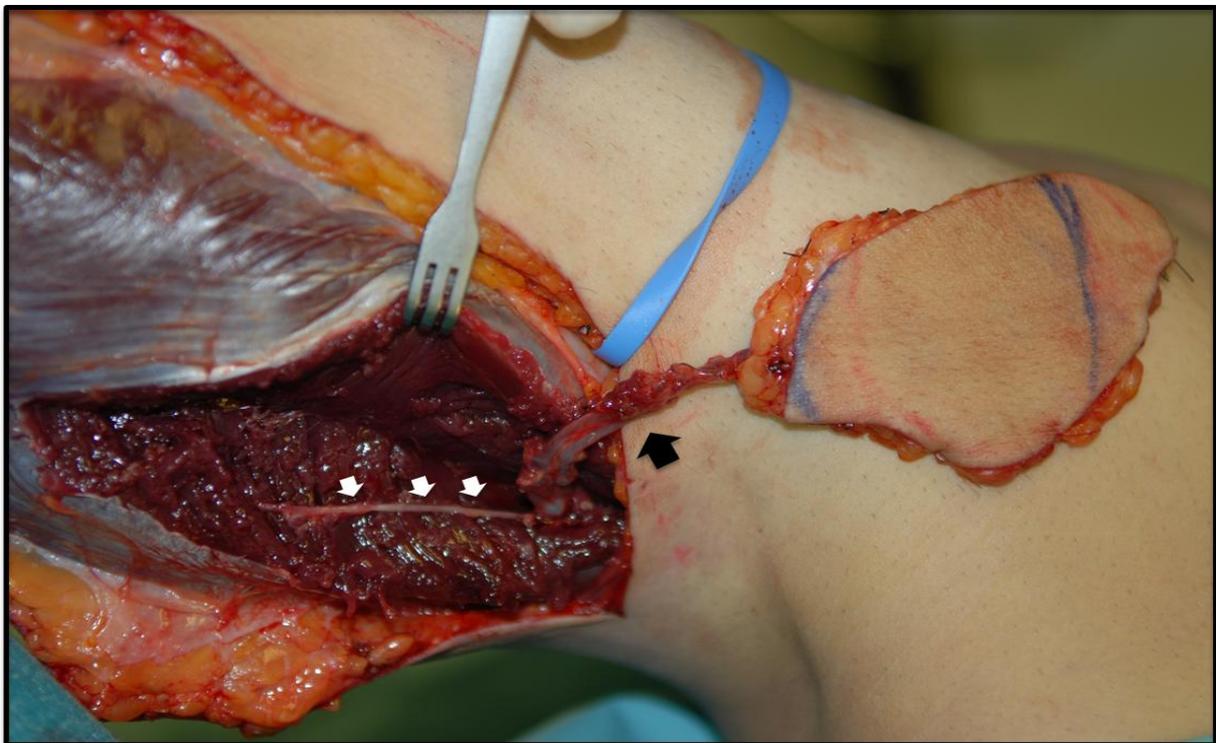
**ANEXO-FIGURA 1.** Secuela traumatismo antiguo en rodilla derecha. Cobertura con colgajo muscular libre de dorsal ancho previa artroplastia total de rodilla con prótesis. B, angio-TC preoperatoria para localizar arteria sural medial para anastomosis microquirúrgica. C, detalle del colgajo tras la anastomosis. D, resultado final a los 3 meses.



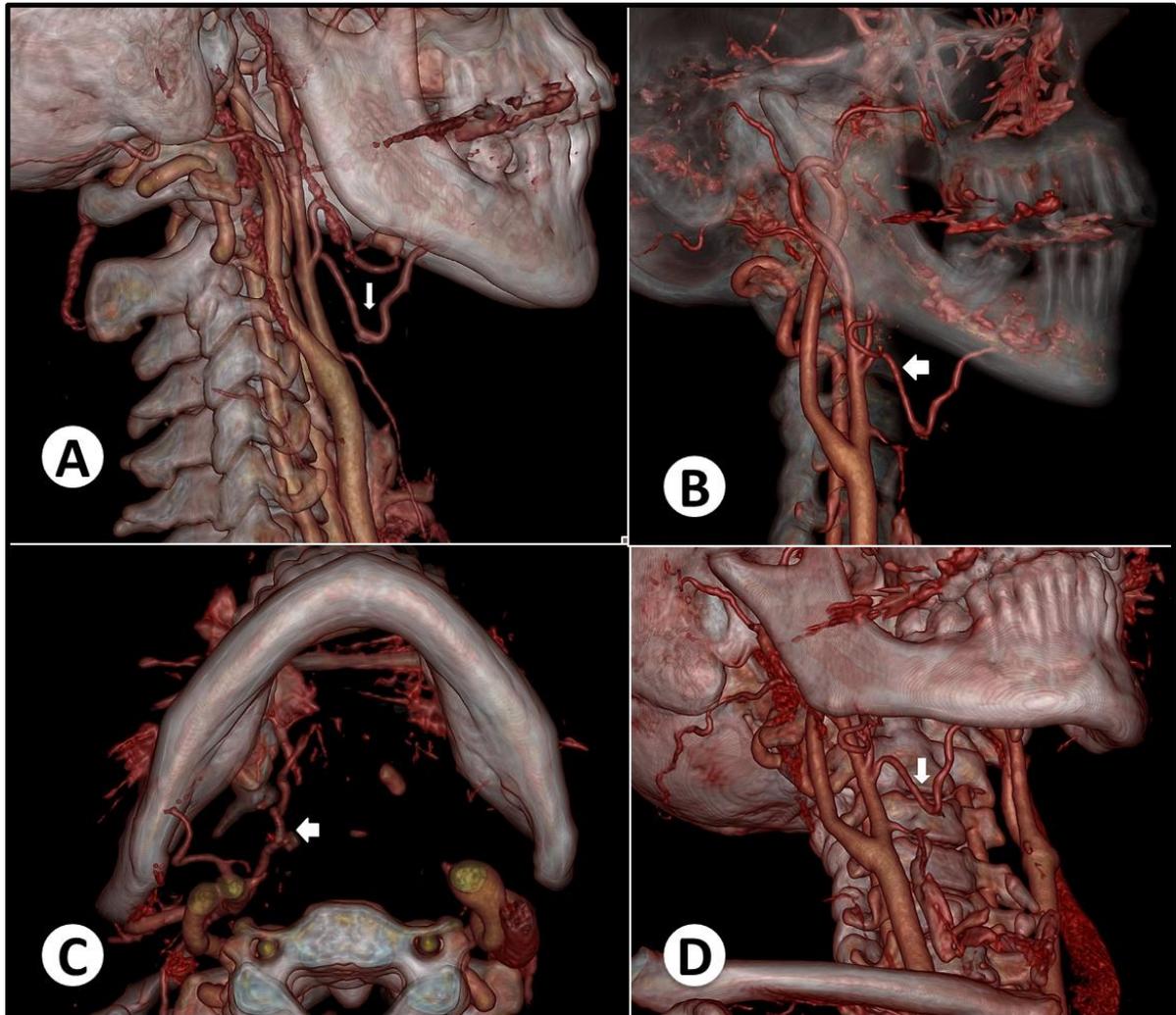
**ANEXO-FIGURA 2.** Osteomielitis de 30 años de evolución, secuela de traumatismo antiguo. C: angio-TC preoperatorio. D: tratamiento mediante curetaje óseo y cobertura con colgajo muscular libre de gracillis.



**ANEXO-FIGURA 3.** Angio-TC de miembro superior, variante anatómica con división alta en el brazo de la arteria humeral



**ANEXO-FIGURA 4.** Colgajo perforante de músculo gastrocnemio medial. Disección operatoria del pedículo vascular del colgajo (flecha negra), separando las fibras musculares en la dirección de las fibras. Se respeta el nervio motor (flechas blancas)



**ANEXO-FIGURA 5.** Tumor de base de lengua intervenido en varias ocasiones. Cobertura con colgajo fasciocutáneo antro-lateral de muslo. Angio-TC postoperatorio, donde se observa el paso de contraste a la arteria del colgajo (flechas blancas), anastomosada a la arteria tiroidea superior



**ANEXO-FIGURA 7.** Aplastamiento pie. Angio-TC preoperatorio, permite localizar arterias receptoras de buen calibre (flecha negra, arteria tibial posterior) y también venas (flechas blancas) para anastomosis microquirúrgica

---

