



Facultad de Medicina y Odontología

Departamento de Anatomía Humana

Programa de doctorado: 3139 Medicina

Estudio de las características anatómicas de las venas superficiales de las extremidades para su utilización como injertos de interposición y asas vasculares en colgajos libres.

Tesis Doctoral presentada por:

Alberto Sánchez García

Dirigida por:

Prof. Alfonso Amador Valverde Navarro

Dr. Alessandro Thione

Valencia, octubre 2022

D. **ALFONSO AMADOR VALVERDE NAVARRO**, Doctor en Medicina y Cirugía, Profesor Titular en la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia, en el departamento de Anatomía y Embriología Humana.

D. **ALESSANDRO THIONE**, Doctor en Medicina, Médico Adjunto del Servicio de Cirugía Plástica, Reparadora y Estética del Hospital Universitario y Politécnico La Fe de Valencia.

CERTIFICAN

Que el licenciado en Medicina y Cirugía ALBERTO SÁNCHEZ GARCÍA ha realizado bajo nuestra dirección, en el Departamento de Anatomía Humana y Embriología de la Universidad de Valencia, el trabajo titulado: "ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LAS VENAS SUPERFICIALES DE LAS EXTREMIDADES PARA SU UTILIZACIÓN COMO INJERTOS DE INTERPOSICIÓN Y ASAS VASCULARES EN COLGAJOS LIBRES" que se presenta en esta memoria para optar al grado de Doctor en Medicina.

Y para que conste, firmamos la presente en Valencia a 1 de mayo de 2022.



Alfonso Amador Valverde Navarro



Alessandro Thione

Índice de contenidos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. AGRADECIMIENTOS	15
2. ABREVIATURAS	19
3. RESUMEN	23
4. ABSTRACT	27
5. INTRODUCCIÓN	31
5.1. Cirugía reconstructiva: evolución y tipos de transferencia tisular	31
5.1.1. La cirugía reconstructiva, desde su inicio hasta el advenimiento de la microcirugía	31
5.1.2. Tipos de transferencias tisulares en cirugía reconstructiva	34
5.1.2.1. Injertos y colgajos	34
5.1.2.2. Toma de decisiones en cirugía reconstructiva	35
5.2. Cirugía de colgajo libre. Conceptos generales	36
5.2.1. Definición	36
5.2.2. Principales clasificaciones de los colgajos libres	37
5.2.2.1. Colgajos fasciocutáneos de perforantes	37
5.2.2.2. Colgajos musculares y musculocutáneos	38
5.2.2.3. Colgajos óseos, osteocutáneos y osteomusculocutáneos	39

5.3. Principales colgajos libres empleados en cirugía reconstructiva 39

5.3.1. Colgajo anterolateral del muslo	39
5.3.1.1. Introducción	39
5.3.1.2. Consideraciones anatómicas	40
5.3.1.3. Ventajas y desventajas del colgajo	41
5.3.1.4. Diseño y marcaje	41
5.3.1.5. Indicaciones	42
5.3.1.6. Contraindicaciones	44
5.3.2. Colgajo radial del antebrazo	45
5.3.2.1. Introducción	45
5.3.2.2. Consideraciones anatómicas	45
5.3.2.3. Ventajas y desventajas del colgajo	46
5.3.2.4. Diseño y marcaje	47
5.3.2.5. Indicaciones	48
5.3.2.6. Contraindicaciones	49
5.3.3. Colgajo de peroné	49
5.3.3.1. Introducción	49
5.3.3.2. Consideraciones anatómicas	50
5.3.3.3. Ventajas y desventajas del colgajo	51
5.3.3.4. Diseño y marcaje	52
5.3.3.5. Indicaciones	53
5.3.3.6. Contraindicaciones	55
5.3.4. Colgajo latissimus dorsi	55
5.3.4.1. Introducción	55
5.3.4.2. Consideraciones anatómicas	55
5.3.4.3. Ventajas y desventajas del colgajo	58
5.3.4.4. Diseño y marcaje	59
5.3.4.5. Indicaciones	60
5.3.4.6. Contraindicaciones	62
5.3.5. Colgajo DIEP	62
5.3.5.1. Introducción	62
5.3.5.2. Consideraciones anatómicas	63
5.3.5.3. Ventajas y desventajas del colgajo	64
5.3.5.4. Diseño y marcaje	65
5.3.5.5. Indicaciones	66
5.3.5.6. Contraindicaciones	67

5.4. Vasos receptores y anastomosis	68
5.4.1. Técnicas para la discrepancia de calibre vascular	69
5.4.2. Técnicas para la discrepancia de grosor de la pared	71
5.5. Injertos vasculares	71
5.5.1. Introducción	71
5.5.2. Indicaciones de los injertos de interposición y las asas vasculares	72
5.5.2.1. Traumatismos	73
5.5.2.2. Quemaduras	73
5.5.2.3. Radioterapia	73
5.5.2.4. Enfermedad vascular periférica	74
5.5.2.5. Intervenciones quirúrgicas previas	74
5.5.2.6. Inflamación crónica	74
5.5.2.7. Situaciones de salvamento del colgajo	74
5.5.2.8. Otras causas	75
5.5.3. Tipos de injertos de interposición y asas vasculares	75
5.5.3.1. Creación de asa arteriovenosa de transposición	75
5.5.3.2. Asa arteriovenosa de interposición	77
5.5.3.3. Injerto de interposición	78
5.5.3.4. Transposición de vena	79
5.5.4. Principales estructuras empleadas como injerto vascular	79
5.5.4.1. Vena safena magna	79
5.5.4.2. Vena safena menor	81
5.5.4.3. Vena cefálica	82
5.5.4.4. Otras estructuras vasculares empleadas como injerto	83
5.5.5. Consideraciones en la elección del injerto	84
5.5.6. Justificación e interés de la investigación	84
6. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	87

7. MATERIAL Y MÉTODO	91
7.1. Análisis macroscópico de venas superficiales de las extremidades	93
7.1.1. Estimación de la longitud de las venas mediante referencias anatómicas y medida in situ	93
7.1.1.1. Vena safena magna	93
7.1.1.2. Vena safena menor	94
7.1.1.3. Vena cefálica	96
7.1.2. Medida real del injerto obtenido	98
7.2. Análisis del trayecto y posibles variaciones anatómicas	99
7.3. Obtención de muestras de venas superficiales para su análisis microscópico	100
7.3.1. Muestras de la vena safena magna	100
7.3.2. Muestras de la vena safena menor	102
7.3.3. Muestras de la vena cefálica	104
7.4. Obtención de muestras de los pedículos arteriales de los colgajos para análisis microscópico	106
7.5. Almacenamiento y análisis de las muestras	111
7.6. Variables del estudio y análisis estadístico	113
7.6.1. Variables en la fase de análisis macroscópico de venas superficiales	113
7.6.2. Variables en la fase de análisis microscópico de las venas superficiales y los pedículos arteriales	115
7.6.3. Análisis estadístico	116
7.7. Ética y confidencialidad	116

8. RESULTADOS	119
8.1. Estimación de la longitud de las venas con referencias anatómicas, medida in situ y medida real del injerto obtenido	119
8.1.1. Medidas obtenidas por espécimen	119
8.1.2. Relación entre estimación con referencias y longitud in situ	120
8.1.3. Distancia a los puntos de entrada subfasciales	126
8.1.4. Retracción del injerto venoso tras su disección	126
8.2. Variaciones anatómicas	127
8.3. Análisis de las muestras obtenidas	130
8.3.1. Mediciones de grosor de pared, diámetro de luz y calibre total en las muestras venosas y arteriales	130
8.3.2. Variaciones de grosor de pared y calibre total en segmentos venosos	132
8.3.3. Relaciones de grosor de pared y calibre total en las muestras venosas y arteriales	136
8.3.3.1. Comparación de las relaciones de grosor de pared entre las muestras venosas y los pedículos arteriales de los colgajos	137
8.3.3.2. Comparación de las relaciones de calibre total entre las muestras venosas y los pedículos arteriales de los colgajos	140
9. DISCUSIÓN	147
10. CONCLUSIONES	155
11. BIBLIOGRAFÍA	159
ANEXO 1	177

Agradecimientos

1. AGRADECIMIENTOS

Al Dr. **Alfonso Amador Valverde Navarro**, por tus esfuerzos a la hora de facilitar la realización de esta tesis. No lo habría conseguido sin tu ayuda.

A los Dres. **Alessandro Thione** y **Alberto Pérez García**, mis maestros y mentores en cirugía reconstructiva. Vuestro esfuerzo diario y valor humano son una inspiración. Es una suerte conocer personas como vosotros.

A las técnicas de anatomía, **Carmiña, Susanna y Gloria**, por vuestra ayuda desinteresada y vuestras ganas de colaborar con el proyecto.

A los **donantes** y sus **familias**, por su colaboración, dado que gracias a ellos y ellas se ha podido realizar esta investigación.

A los compañeros del servicio de Cirugía Plástica y Quemados de La Fe, adjuntos y residentes, pequeños y mayores. Ha sido un placer coincidir con vosotros en estos años, y poder decir que he aprendido algo de cada uno. Espero que tengáis tan buen recuerdo de mí como yo de vosotros. En especial, agradecer a los Dres. **Enrique Salmerón González** y **Elena García Vilariño**, por guiarme y ayudarme en todo lo que habéis podido y más. No tengo ninguna duda de que vais a llegar muy lejos.

A **Miriam**, por haber sido mi compañera de viaje durante mucho tiempo (y espero que lo sigas siendo toda la vida), por animarme cuando nadie más podía hacerlo. Eres un orgullo como persona y como profesional.

A mis **amigos**, por estar a pesar de todo lo que pase. Miguel, Carlos, Marina, José Antonio, Jesús, Samir, Fabri, Rafa... Espero de verdad que nunca nos separemos.

A mi padre, **Juan Fernando**. Por haberme dado lo que podía y lo que no. Por apoyarme y aconsejarme en los momentos más difíciles.

Y a ti, mamá, por estar presente sin estarlo. Por haberme ayudado a conseguir lo que tengo y lo que tendré. Pero sobre todo, porque sé que allá donde me lleve la vida seguirás orgullosa de mí.

Abreviaturas

2. ABREVIATURAS

- **ALT:** *anterolateral thigh*. Colgajo anterolateral de muslo.
- **cm:** centímetro(s).
- **DIEA:** *deep inferior epigastric artery*. Arteria epigástrica inferior profunda.
- **DIEP:** *deep inferior epigastric perforator*. Colgajo de perforante de epigástrica inferior profunda.
- **DIEV:** *deep inferior epigastric vein*. Vena epigástrica inferior profunda.
- **IMC:** índice de masa corporal.
- **LCFA:** *lateral circumflex femoral artery*. Arteria circunfleja femoral lateral.
- **LD:** *latissimus dorsi*.
- **mm:** milímetro(s).
- **SD:** desviación estándar.
- **SIEA:** *superficial inferior epigastric artery*. Arteria epigástrica inferior superficial.
- **SIEV:** *superficial inferior epigastric vein*. Vena epigástrica inferior superficial.
- **TRAM:** *transverse rectus abdominis myocutaneous*. Colgajo transversal musculocutáneo de recto abdominal.

Resumen

3. RESUMEN

Introducción

La selección adecuada de los vasos receptores, y la realización de anastomosis libres de tensión son fundamentales para el éxito en la transferencia microvascular de colgajos libres. En caso de que los vasos receptores sean inadecuados o estén dañados, es posible que se requiera el empleo de un injerto vascular. Además de tener en cuenta la longitud requerida, la disponibilidad o no de una vena cercana para la realización de una transposición, y la preferencia del cirujano, es necesario obtener el injerto (o realizar el asa vascular) teniendo en cuenta la importancia de la concordancia en el calibre y grosor de los vasos.

El objetivo principal de este trabajo es el de analizar microscópicamente las características morfológicas de las venas superficiales de las extremidades para su utilización como injertos de interposición y/o asas vasculares (calibre total del vaso y grosor de la pared), y compararlas con los pedículos arteriales de cuatro colgajos libres frecuentemente empleados en la práctica clínica: anterolateral de muslo (ALT), radial, peroné y *latissimus dorsi*.

Material y método

Se realizó un estudio anatómico en 15 especímenes en fresco. En cada uno de ellos se analizaron los trayectos suprafaciales de las venas safena magna, safena menor y cefálica. Además, se obtuvieron un total de 14 muestras vasculares de cada espécimen (5 de la vena safena magna, 2 de la safena menor, 3 de la cefálica, así como de los pedículos arteriales de los colgajos anterolateral de muslo, radial, peroné y *latissimus dorsi*). Éstas se analizaron microscópicamente, midiendo su grosor de pared y calibre total.

Resultados

En el estudio anatómico se encontró que las relaciones de grosor de pared y calibre total de todas las muestras de safena magna fueron mayores, de forma estadísticamente significativa ($p < 0,05$) que las correspondientes a las de la vena safena menor y la vena cefálica, para todos los colgajos estudiados, con la excepción de las obtenidas de la vena marginal medial. Además, al comparar las relaciones de calibre total entre la vena marginal medial con las de la vena safena magna premaleolar, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,000$) entre ambas para todos los colgajos estudiados (siendo mayores las relaciones para la segunda, es decir, mayor discrepancia).

Por último, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas topográficas y las in situ de las venas safena magna ($p = 0,174$) y cefálica ($p = 0,07$), pero sí entre las de la safena menor ($p = 0,000$).

Conclusiones

La vena safena magna puede ser considerada de primera elección como vena donante para injerto cuando se precisa una gran longitud. Sin embargo, presenta una mayor discrepancia de calibre y grosor de pared con respecto a las venas safena menor y cefálica para los pedículos arteriales de los colgajos estudiados. La vena marginal medial presenta una menor discrepancia de calibre y grosor, comparada con el resto de segmentos de la vena safena magna, para todos los colgajos estudiados.

La vena safena menor presenta unas características anatómicas favorables para su empleo como asa vascular en reconstrucciones de miembros inferiores, o como injerto de interposición cuando se requieren longitudes de injerto más limitadas.

La vena cefálica presenta una adecuada concordancia de calibre y grosor con los pedículos arteriales de los colgajos estudiados, además de una amplia longitud de trayecto suprafascial para su utilización como injerto de interposición, transposición venosa o asa vascular.

Abstract

4. ABSTRACT

Introduction

Proper selection of recipient vessels and a tension-free anastomosis are essential for successful free-flap microvascular transfer. If the recipient vessels are inadequate or damaged, a vascular graft may be required. When harvesting vascular grafts, important factors to consider include the required length of graft, the availability of a transposable nearby vein, the surgeon's preference, and, importantly, caliber and thickness matching between the graft and the grafted vessels.

The main objective of this study is to microscopically analyze the morphological characteristics of the superficial veins of the extremities (total vessel caliber and wall thickness) to aid decision-making regarding their use as interposition grafts and/or vascular loops, and to compare those characteristics with the arterial pedicles of four free flaps frequently used in clinical practice: anterolateral thigh, radial, fibula and *latissimus dorsi* flaps.

Materials and methods

An anatomical study was performed on 15 specimens. In each of them, the suprafascial trajectories of the great saphenous, small saphenous and cephalic veins were analyzed. In addition, a total of 14 vascular samples were obtained from each specimen (5 from the great saphenous vein, 2 from the small saphenous vein, 3 from the cephalic vein, and the arterial pedicles of the anterolateral thigh, radial, fibula, and *latissimus dorsi* flaps). They were analyzed microscopically, measuring their wall thickness and total caliber.

Results

The ratios of wall thickness and total caliber of all the samples of the great saphenous vein with respect to flap pedicles were found to be significantly greater ($p < 0.05$) than those of the small saphenous and cephalic veins, except for the medial marginal vein. The caliber and wall thickness ratios between the medial marginal vein and flap pedicles were significantly lower than those between the premalleolar great saphenous vein and flap pedicles ($p = 0.000$), that is, the great saphenous vein grafts were more discrepant in comparison with the flap pedicle arteries than the medial marginal vein grafts.

Lastly, no statistically significant differences were observed between the topographic and in situ measurements of the great saphenous vein ($p = 0,174$) and cephalic vein ($p = 0,07$), but there were statistically significant differences between the small saphenous vein measurements ($p = 0,000$).

Conclusions

The great saphenous vein can be considered a first choice donor vein for grafting when a great length is required. However, it presents a greater discrepancy in caliber and wall thickness than that presented by the small saphenous and cephalic veins for the arterial pedicles of the flaps studied. The medial marginal vein presents a smaller discrepancy in caliber and thickness, compared to the rest of the segments of the great saphenous vein, for all the flaps studied.

The small saphenous vein has favorable anatomical characteristics for its use as a vascular loop in lower limb reconstructions, or as an interposition graft when more limited graft lengths are required.

The cephalic vein shows adequate concordance in caliber and thickness with the arterial pedicles of the flaps studied, in addition to a wide suprafascial trajectory length, rendering it very useful as an interposition graft, for venous transposition, or as a vascular loop.

Introducción

5. INTRODUCCIÓN

5.1. Cirugía reconstructiva: evolución y tipos de transferencia tisular

5.1.1. La cirugía reconstructiva, desde su inicio hasta el advenimiento de la microcirugía

La cirugía reconstructiva es el conjunto de procesos de restauración del cuerpo humano tras cirugía oncológica, infección, traumatismos o deformidades congénitas o adquiridas(1). Claramente, no toda la cirugía reconstructiva es realizada por los cirujanos plásticos reconstructivos. De hecho, los cirujanos ortopédicos, otorrinolaringólogos, cirujanos orales, oftalmólogos, urólogos, cirujanos pediátricos, ginecológicos y generales aplican técnicas de reconstrucción en su práctica clínica habitual.

Sin embargo, todos ellos tienen en común los objetivos primordiales de la cirugía reconstructiva: la restauración de la forma y la función de las estructuras afectas, con potenciales efectos beneficiosos sobre la calidad de vida, la salud y el bienestar de los pacientes.

Las técnicas empleadas en cirugía reconstructiva han recorrido un largo camino desde sus inicios. De hecho, el cierre de heridas de mayor o menor complejidad, y la cobertura de defectos se han realizado desde hace miles de años. El origen de los primeros colgajos se remonta a en torno al año 600 a.C. en India, donde se realizaba un colgajo similar al frontal paramediano actual para la reconstrucción nasal (Figura 1). Esto probablemente se debió a la instauración de la mutilación o amputación de la nariz como castigo a aquellas personas que cometían delitos de adulterio o robo(2).



Figura 1. Reconstrucción nasal con colgajo del brazo, de Gaspare Tagliacozzi, en su tratado "*De Curtorum Chirurgia per Insitionem*" Venise: Bindoni, 1597.

En la Antigua Roma, Celso y Galeno incluyeron entre sus trabajos las descripciones de diversas técnicas reconstructivas para el manejo de las heridas, como ciertos colgajos de avance, o incluso prácticas básicas de manejo vascular, como las ligaduras.

Los avances descritos fueron fundamentales para el desarrollo inicial de la cirugía en general, y de la cirugía reconstructiva en particular. Sin embargo, sería en el siglo XVI cuando se establecieron algunas de las bases de la cirugía reconstructiva moderna, de la mano de *Gaspare Tagliacozzi*, con su tratado "*De Curtorum Chirurgia per Insitionem*"(3). En éste, se describió el empleo de tejidos adyacentes y a distancia para el tratamiento de las heridas. Además, se explicaba una nueva modalidad de cirugía de reconstrucción nasal, empleando tejido blando del brazo del paciente. Aunque dicha técnica se encuentra en desuso, muestra las bases del entendimiento de la vascularización tisular, así como la posibilidad de transferir tejido autólogo viable a distancia de la lesión.

Posteriormente, en el siglo XX, las graves lesiones y mutilaciones sufridas por los soldados en la I y II Guerras Mundiales, permitieron el rápido desarrollo e instauración de técnicas de cirugía plástica reconstructiva más modernas. La utilización de injertos de todo tipo, así como la realización de colgajos cutáneos

pediculados, se incluyeron en la práctica clínica habitual. En la década de 1930, los injertos de piel de espesor parcial comenzaron a utilizarse con mayor regularidad y, en muchos sentidos, definieron los orígenes de la expansión de la cirugía plástica reparadora(4). De hecho, hace solo seis décadas, los injertos de piel y los colgajos de patrón aleatorio, en tubo y pediculados, aún constituían la base de gran parte de la cirugía reconstructiva.

En los últimos 50 años, ha existido una auténtica revolución en el desarrollo de técnicas y enfoques reconstructivos. En la década de 1960, se describió que el diseño de un colgajo sobre un vaso axial podría aumentar en gran medida la longitud viable del colgajo, al incluir la longitud total del vaso axial, más un componente aleatorio distal a él. Este hecho condujo, por ejemplo, a la descripción por parte de McGregor del colgajo frontal en 1963, y a la de Bakamjian del colgajo deltopectoral en 1965(5,6).

El advenimiento de la microcirugía ha ampliado considerablemente las posibilidades técnicas reconstructivas disponibles en la actualidad, lo que ha permitido el tratamiento de lesiones que anteriormente resultaba imposible reconstruir. La microcirugía puede definirse como la aplicación de las técnicas de magnificación óptica para facilitar la aplicación de los principios quirúrgicos básicos en estructuras de pequeño tamaño. Sin embargo, con los avances en las técnicas e instrumentos actuales, una definición más precisa podría ser: "la restauración funcional de las estructuras corporales mediante la unión directa de las partes, y/o la transferencia microvascular de tejido, asistida por técnicas de magnificación óptica"(7).

En este sentido, la primera utilización del microscopio en el ámbito quirúrgico se realizó en Suecia, y se atribuye al otorrinolaringólogo Carl Olof Nylen, quien en 1921 lo empleó para una cirugía de otitis media crónica(8). Sin embargo, la primera aplicación específica en la práctica clínica de la cirugía plástica reconstructiva del microscopio quirúrgico fue en la reimplantación de extremidades, con el exitoso reimplante de pulgar de Koantsu y Tamai(9).

La primera transferencia microvascular de tejido compuesto en un ser humano fue una transferencia del segundo dedo del pie al pulgar, por parte de Yang y Gu en 1966. En 1972, McLean y Buncke realizaron un colgajo

microvascular libre de epiplon para la cobertura de un defecto craneal y, al año siguiente, tanto Daniel como Taylor realizaron el primer colgajo fasciocutáneo libre(10,11).

Paulatinamente, la microcirugía ha abierto el potencial de la cirugía reconstructiva a posibilidades nunca contempladas en épocas pasadas. Anteriormente, estas posibilidades se limitaban a la utilización de injertos desvascularizados, dependientes de las condiciones del lecho receptor para su integración y revascularización, o bien a colgajos pediculados de tamaño o longitud limitados. Sin embargo, en la actualidad, es posible realizar transferencias microvasculares de tejido libre con fiabilidad suficiente, y resultados funcionales y estéticos adecuados en la mayoría de los casos.

5.1.2. Tipos de transferencias tisulares en cirugía reconstructiva

5.1.2.1. Injertos y colgajos

Un colgajo se define como un segmento de tejido autólogo que es transferido a otra región anatómica con su propia irrigación sanguínea (al menos una arteria y una vena, salvo escasas excepciones, como los colgajos venosos). Esta condición *sine qua non* del aporte vascular constituye la principal diferencia con los injertos, definidos como todas aquellas transferencias tisulares sin pedículo vascular, que dependen del lecho receptor para su viabilidad.

Los colgajos pueden ser clasificados según múltiples criterios: por la forma en que reciben el flujo sanguíneo, la distancia anatómica entre la región en la que son extraídos y transferidos (locales, regionales o a distancia), el método mediante el que se transportan (avance, rotación, interposición, transposición...) o en función del tejido –o tejidos- del que se compone dicho colgajo (piel/tejido adiposo, fascia, músculo, hueso, vísceras, o una combinación de los anteriores).

Los colgajos libres son aquellos en los que el pedículo vascular es separado físicamente de su vascularización nativa, y es anastomosado a otros vasos en el área receptora. Generalmente se trata de vasos de pequeño calibre, por lo que se precisan técnicas de anastomosis microvascular.

5.1.2.2. Toma de decisiones en cirugía reconstructiva

Tradicionalmente, la elección de una técnica reconstructiva u otra para un paciente dado seguía los principios de la "escalera reconstructiva", descrita inicialmente en el atlas de aplicaciones clínicas de los colgajos miocutáneos de Mattes y Nahai de 1982(12). Ésta constituye un algoritmo de opciones reconstructivas, basado en el "principio de economía" de la navaja de Ockham (la solución más simple es la mejor), por lo que todo el espectro de técnicas reconstructivas, incluida la gran variedad de opciones desarrolladas en los últimos años, formaban los peldaños de una escalera, con las opciones más simples en la parte inferior de la escalera y las más complejas en los peldaños superiores de ésta (Figura 2).

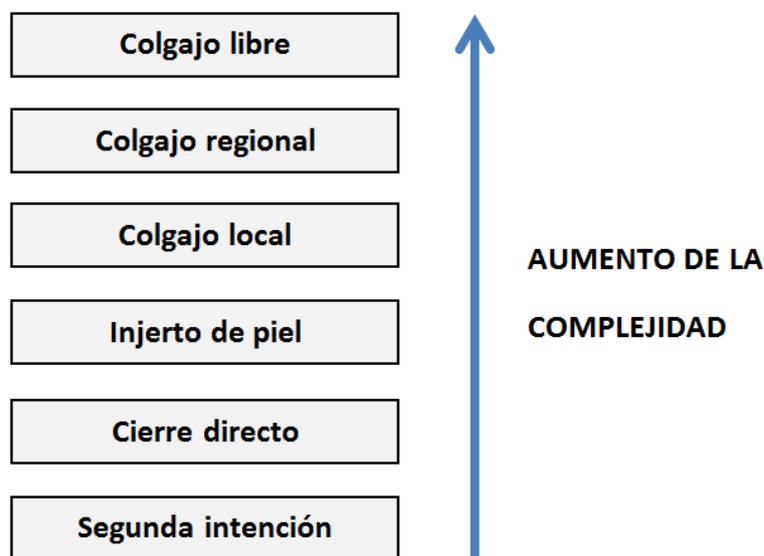


Figura 2. Abordaje "simplista" de la escalera reconstructiva. *Ilustración de elaboración propia, basada en los conceptos de: Mathes SJ, Nahai F. Clinical applications for muscle and musculocutaneous flaps. St Louis: Mosby; 1982. p. xvi, 733pp.*

Sin embargo, en 1904, Gottlieb y Krieger(13) acuñaron el concepto de "ascensor reconstructivo". Según este principio, la opción reconstructiva utilizada debe ser aquella que aporte mejores resultados funcionales y estéticos al paciente. Esta es la tendencia seguida por la cirugía reconstructiva actual, que trata de aportar el mejor resultado posible, dentro de una morbilidad quirúrgica aceptable. Por ello, no siempre lo más sencillo es lo apropiado.

Dada la temática central del presente manuscrito, los siguientes apartados versan acerca de la transferencia microvascular de tejidos en forma de colgajos libres.

5.2. Cirugía de colgajo libre. Conceptos generales

5.2.1. Definición

Las técnicas quirúrgicas de colgajo libre son aquellas en las que se realiza una transferencia autóloga de tejido para la reconstrucción de un defecto de cobertura, o con el objetivo de obtener una mejora funcional y/o estética en una o varias regiones corporales. Esta transferencia tisular se lleva a cabo desde una zona donante, es decir, aquella en la que éste se encuentra originalmente; hacia una zona receptora, que alojará el tejido autotrasplantado.

Por definición, para considerar un colgajo como "libre" se requiere de la ligadura y sección del pedículo vascular original del tejido, así como de la realización de una anastomosis vascular a los vasos receptores, que deben tener un calibre adecuado con respecto a los vasos que irrigan el colgajo.

5.2.2. Principales clasificaciones de los colgajos libres

5.2.2.1. Colgajos fasciocutáneos de perforantes

Un colgajo fasciocutáneo de perforantes se define como aquel que consta de la totalidad o parte de la estructura cutánea desde la fascia hasta la piel, y es irrigado por vasos perforantes, definidos como pedículos vasculares de pequeño calibre originados en un vaso axial identificable anatómicamente, que discurren hacia la superficie cutánea. Este tipo de colgajo fue descrito originalmente por Koshima y Soeda(14).

En función del curso que sigue dicha perforante hasta la piel, fueron clasificados por Mathes y Nahai(15) en varios subtipos (Figura 3):

- Subtipo A: el vaso perforante llega directamente a la piel, sin aportar ramas menores a otras estructuras.
- Subtipo B: el vaso es septocutáneo, es decir, penetra a través del tabique situado entre dos músculos.
- Subtipo C: el vaso es musculocutáneo. La perforante aporta ramas de muy pequeño calibre a los músculos circundantes.

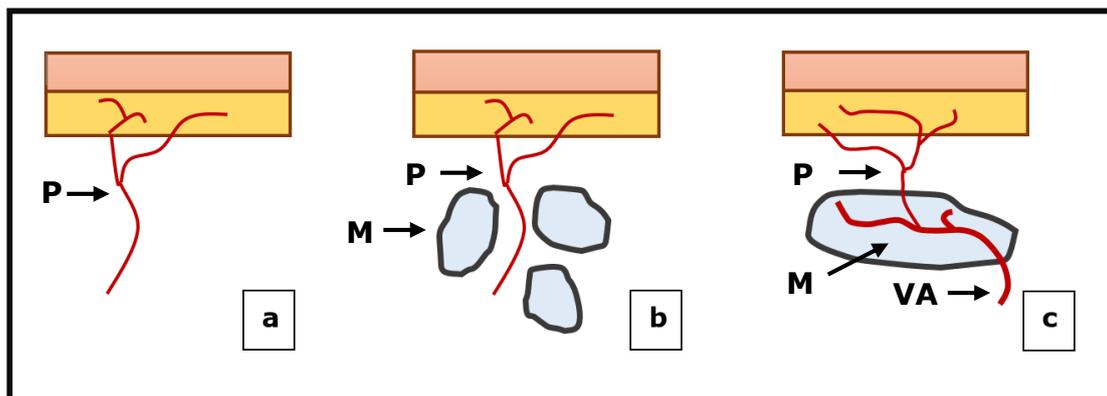


Figura 3. Tipos de perforantes: subtipo A o directa (izquierda), subtipo B o septocutánea (centro), subtipo C o musculocutánea (derecha). *Leyenda:* P (perforante), M (músculo), VA (vaso axial). *Ilustración de elaboración propia, basada en los conceptos de Mathes SJ, Nahai F. Flap selection: analysis of features, modifications, and applications. En: Reconstructive surgery: principles, anatomy, and technique. New York: Churchill Livingstone; 1997. p. 37-160.*

Ésta constituye la forma más simple de caracterización de este tipo de colgajos. Sin embargo, existen otras clasificaciones previas, como las descritas por Cormack y Lamberty(16), Nakajima et al(17), y la basada en el concepto tridimensional de "angiosoma", descrito por Taylor en 1987(18,19).

5.2.2.2. Colgajos musculares y musculocutáneos

En la década de 1980, los colgajos musculares se hicieron muy populares, ya que constituyen un método fiable para la transferencia de grandes cantidades de tejido. A lo largo de las décadas, el uso de colgajos musculares ha evolucionado en cuanto a modificaciones técnicas e indicaciones.

El patrón de vascularización e inervación de los músculos constituye la base de las clasificaciones de los colgajos basados en éstos, ya que su conocimiento determina la supervivencia y la función del colgajo muscular(20). El patrón de vascularización de los colgajos musculares fue clasificado nuevamente por Mathes y Nahai en su compendio de estudios anatómicos(21):

- Tipo I: músculos con pedículo vascular único (gastrocnemio p.e.).

- Tipo II: el músculo presenta un pedículo dominante, y uno o varios pedículos menores, de tal forma que el colgajo depende únicamente del primero de los mismos (gracilis p.e.).

- Tipo III: existen dos pedículos dominantes, y la persistencia de cualquiera de ellos permite la supervivencia de la totalidad del colgajo (glúteo mayor p.e.).

- Tipo IV: existen pedículos segmentarios, que irrigan de forma independiente los distintos segmentos del músculo (sartorio p.e.).

- Tipo V: constan de un pedículo dominante y varios segmentarios. Ambos permiten la supervivencia del colgajo (dorsal ancho p.e.).

Taylor et al. también clasificaron los músculos en cuatro grupos (Tipos I-IV) que se diferenciaban por su forma de inervación motora(22). Esta clasificación es relevante cuando se planifica la realización de una transferencia muscular funcional (un colgajo muscular con capacidad de contracción), para asegurar la obtención de una unidad muscular que funcione adecuadamente.

5.2.2.3. Colgajos óseos, osteocutáneos y osteomusculocutáneos

La clasificación de Serafin divide los colgajos óseos según si el colgajo tiene circulación directa (endóstica) o indirecta (perióstica)(23). Las transferencias de articulaciones vascularizadas podrían subclasificarse de manera similar, según la fuente de vascularización de sus constituyentes óseos.

5.3. Principales colgajos libres empleados en cirugía reconstructiva

5.3.1. Colgajo anterolateral del muslo

5.3.1.1. Introducción

El colgajo anterolateral de muslo (ALT) fue descrito por primera vez en 1984 por Song y colaboradores(24). Éste se describió como un colgajo fasciocutáneo basado en ramas septocutáneas de la rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral. Sin embargo, los estudios anatómicos más recientes, así como las series de casos obtenidos de la práctica clínica habitual, indican que la mayoría de los vasos cutáneos son de naturaleza musculocutánea(25).

La versatilidad de este colgajo, unida a la posibilidad de proporcionar músculo, fascia, piel, o cualquiera de éstos en combinación, hacen de éste una de las técnicas más frecuentes para la cobertura de defectos de pequeño y gran tamaño, tanto simples como complejos. Así, ofrece excelentes resultados, junto con una mínima morbilidad en la zona donante (cuando se puede lograr el cierre directo de ésta).

5.3.1.2. Consideraciones anatómicas

Irrigación arterial

La irrigación arterial del colgajo ALT depende de perforantes septocutáneas o musculocutáneas de la rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral (LCFA). Las perforantes musculocutáneas son mucho más frecuentes que las septocutáneas (87 vs 13%)(25). La rama descendente de la LCFA discurre a lo largo del septo intermuscular entre los músculos *rectus femoralis* y *vastus lateralis*. La longitud media del pedículo es de unos 12 cm (rango 8-16 cm), y el diámetro medio en el vaso origen, de 2,1 mm (rango 2-2'5 mm)(26).

Además, en el 2% de los casos puede haber ausencia de vasos cutáneos, o bien la perforante puede tener un diámetro demasiado pequeño, lo que requiere de una exploración más proximal para determinar si las perforantes se originan en la rama transversa de la LCFA, o si resulta recomendable la realización de un colgajo libre alternativo.

Drenaje venoso

El drenaje venoso depende de las dos venas comitantes que generalmente acompañan al pedículo arterial. Éstas suelen presentar una longitud similar a la arteria, y su diámetro medio es de 2,3 mm (rango 1,8-3,3 mm)(26).

Inervación

La inervación sensitiva del colgajo depende de la inclusión del nervio cutáneo femoral lateral proximalmente, realizando una neurorrafia con un nervio sensitivo en la zona receptora. En caso de requerir una reconstrucción con músculo funcional, el músculo vasto lateral puede incluirse en el colgajo. El nervio motor que lo inerva depende de una rama del nervio femoral, que acompaña a la rama descendente de la LCFA.

5.3.1.3. Ventajas y desventajas del colgajo

Ventajas

La disección del colgajo ALT resulta relativamente sencilla si se tiene experiencia en la disección de los vasos perforantes. Presenta una irrigación arterial fiable, con un pedículo generalmente largo y vasos de buen calibre. Presenta una gran versatilidad en su diseño, con posibilidad de ajuste de su grosor, y la incorporación de varios componentes tisulares irrigados por el mismo eje vascular(27). Además, la morbilidad de la zona donante es mínima cuando las dimensiones de la isla cutánea requerida permiten el cierre directo de ésta.

Desventajas

El colgajo ALT presenta escasas desventajas. Puede citarse la discordancia de la pigmentación cutánea (en función de la zona reconstruida), o la presencia de vello en los varones. Por último, si se requiere un colgajo de grandes dimensiones, puede ser necesaria la aplicación de un injerto de piel en la donante, lo que empeora la apariencia estética de ésta.

5.3.1.4. Diseño y marcaje

Con el paciente en decúbito supino y el miembro inferior en extensión completa, se traza una línea desde la espina ilíaca anterosuperior (EIAS) hasta la porción superolateral de la rótula. El punto medio de esta línea se identifica como la presunta localización del vaso perforante central entre el vasto lateral y el recto femoral(28). La utilización de un dispositivo de sonda Doppler de mano puede facilitar la localización de los vasos. Posteriormente, tras realizar una plantilla del defecto, se diseñan las dimensiones de la isla de piel requerida para la cobertura del defecto, incluyendo las perforantes en ésta (Figura 4).

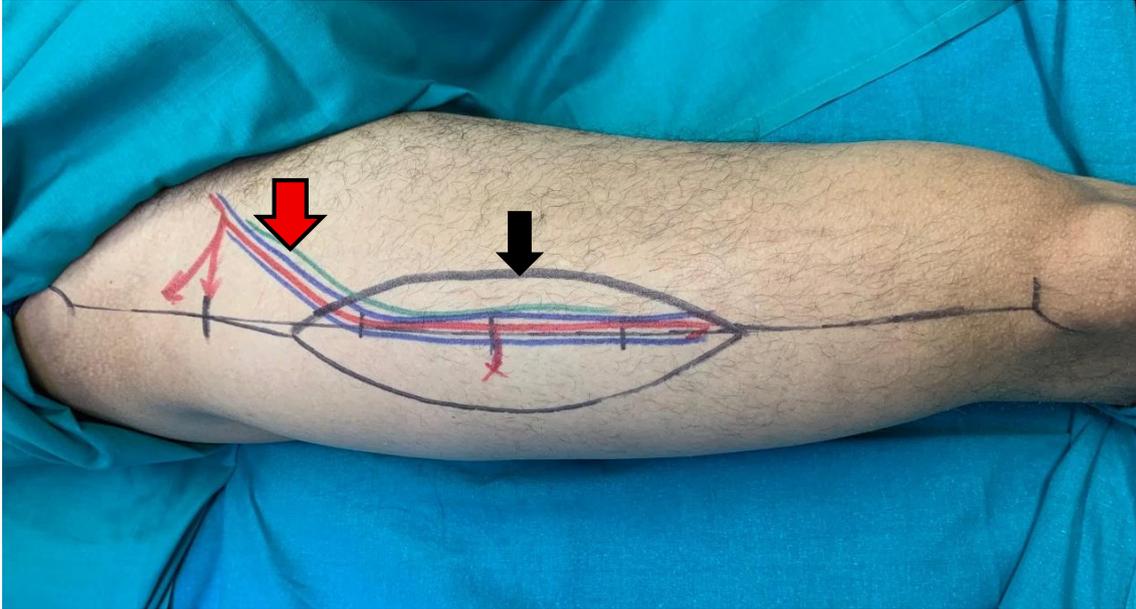


Figura 4. Marcaje preoperatorio del colgajo ALT. Puede observarse el diseño de la isla cutánea (flecha negra), y el pedículo neurovascular (flecha roja). *Imagen de elaboración propia.*

5.3.1.5. Indicaciones

El colgajo ALT permite la cobertura de defectos en la mayoría de localizaciones corporales. Algunas de sus indicaciones son(29):

Reconstrucción de cabeza y cuello

Tras la resección de tumores de cabeza y cuello, así como tras ciertas lesiones traumáticas, el colgajo ALT se puede utilizar para reconstruir el defecto, ya sea sólo como cobertura externa, o como colgajo con dos islas para la cobertura externa y el revestimiento interno(30). Además, puede ser utilizado en forma de tubo plegado sobre sí mismo para la reconstrucción faringoesofágica(31).

Reconstrucción de miembro superior e inferior

El colgajo ALT pediculado de base distal permite la cobertura de defectos alrededor de la rodilla. En defectos de cobertura de la pierna y el pie, es posible utilizar un colgajo ALT libre adelgazado, para adaptar su grosor a estas zonas anatómicas(32). También se puede utilizar como un colgajo de “flujo a través” (*flow-through*), para reparar defectos en la extremidad inferior, al mismo tiempo que se facilita el suministro de sangre a una pierna isquémica (33,34) (Figura 5). Del mismo modo, puede utilizarse para defectos extensos en el miembro superior (29,35). Cuando el deslizamiento de los tendones es primordial, el ALT se puede utilizar como colgajo compuesto, al incluir la fascia lata.



Figura 5. Utilización del colgajo ALT para reconstrucción de defecto de cobertura distal en miembro inferior. *Imagen de elaboración propia.*

Reconstrucción de la pared abdominal

Puede ser empleado como colgajo pediculado para la reconstrucción inguinal o del abdomen inferior(36). Para defectos extensos de la pared abdominal, se prefiere como colgajo libre. Éste puede incluir múltiples componentes de tejido, como músculo o fascia lata, realizando entonces un colgajo quimérico(37).

Reconstrucción de secuelas de quemaduras

En algunas secuelas de lesiones por quemadura, como las contracturas cicatriciales extensas, el colgajo ALT se puede utilizar tras su liberación quirúrgica, para reducir el riesgo de recurrencia(38).

Reconstrucción mamaria

Aunque empleado en escasas ocasiones, el colgajo ALT puede ser valorado como alternativa para la reconstrucción mamaria, en aquellos casos en los que el tejido abdominal no se encuentra disponible o no es adecuado, o como opción tras la necrosis de un colgajo previo(39).

Reconstrucción perineal y del pene

Se puede utilizar un colgajo ALT pediculado de base proximal para la reconstrucción perineal(40). El colgajo ALT libre también se ha utilizado en cirugía de reasignación de género (de femenino a masculino) para la realización de la faloplastia(41).

5.3.1.6. Contraindicaciones

No existen contraindicaciones absolutas para la utilización del colgajo ALT. Las contraindicaciones relativas son(28): obesidad mórbida, enfermedad arterial periférica severa, traumatismos o cicatrices previas sobre la superficie anterolateral del muslo, y comorbilidades médicas graves (que contraindican las cirugías de larga duración en general).

5.3.2. Colgajo radial del antebrazo

5.3.2.1. Introducción

El colgajo radial del antebrazo, también conocido como “colgajo chino”, fue descrito inicialmente en 1981 por Yang et al(42). Tras sucesivas modificaciones y el análisis detallado de la anatomía vascular del colgajo, aumentó la fiabilidad y la versatilidad de éste para la reconstrucción de defectos locales, regionales y a distancia. Aporta tejido bien vascularizado, fino y pliable, con una anatomía vascular relativamente constante, y un pedículo de gran longitud y calibre.

El colgajo radial libre del antebrazo tiene una amplia variedad de indicaciones quirúrgicas, y se puede obtener como colgajo fascial, fasciocutáneo u osteocutáneo, con inervación sensitiva si se desea. La isla de piel presenta una anchura limitada, si se tiene como limitante la potencial morbilidad asociada en la zona donante. Sin embargo, se puede obtener gran parte de la piel del antebrazo si es necesario(43). La isla cutánea se centra sobre el pedículo vascular, que consta de la arteria radial y dos venas comitantes y/o la vena cefálica.

5.3.2.2. Consideraciones anatómicas

Irrigación arterial

La irrigación arterial dominante del colgajo depende de la arteria radial, que muestra una longitud media de 18 cm (rango 15-22 cm), y un diámetro medio de 3 mm (rango 2,5-3,5 mm) en adultos. Un total de 12 perforantes irrigan la piel del antebrazo desde la arteria radial. Tres o cuatro de ellas se originan en el antebrazo proximal, entre los músculos *brachioradialis* y *pronator teres*. El resto de perforantes (de menor calibre) se agrupan en el antebrazo distal, entre los tendones del *brachioradialis* y el *flexor carpi radialis*(44).

Drenaje venoso

El drenaje venoso depende de las venas comitantes de la arteria radial, con una longitud de unos 18 cm (rango 15-22 cm) y un diámetro de 1,5 mm (rango 1-2 mm) en el adulto. Además, la vena cefálica puede emplearse como drenaje venoso extra del colgajo, o como injerto venoso para la reparación de la radial en colgajos de flujo reverso, si bien esta última indicación parece mostrar resultados pobres en cuanto a permeabilidad post-reparación(45). Como pedículo venoso del colgajo radial, presenta una longitud efectiva de unos 20 cm (rango 16-24 cm), y un diámetro de unos 3 mm (rango 2,5-4 mm).

Inervación

La inervación sensitiva del colgajo radial depende de los nervios cutáneos antebraquiales. El nervio cutáneo antebraquial lateral inerva la porción lateral (radial) de la superficie volar del antebrazo. En cambio, el nervio cutáneo antebraquial medial inerva la región medial (ulnar).

5.3.2.3. Ventajas y desventajas del colgajo

Ventajas

Las principales ventajas del colgajo son la anatomía constante del pedículo vascular y su gran calibre y longitud, lo que permite realizar las microanastomosis a una distancia considerable de los vasos receptores. Además, permite la transferencia de una combinación de tejidos, como piel, tejido adiposo, fascia, nervio, tendón y hueso (Figura 6). La isla cutánea del colgajo es generalmente fina, pliable, y con escaso o nulo vello generalmente.

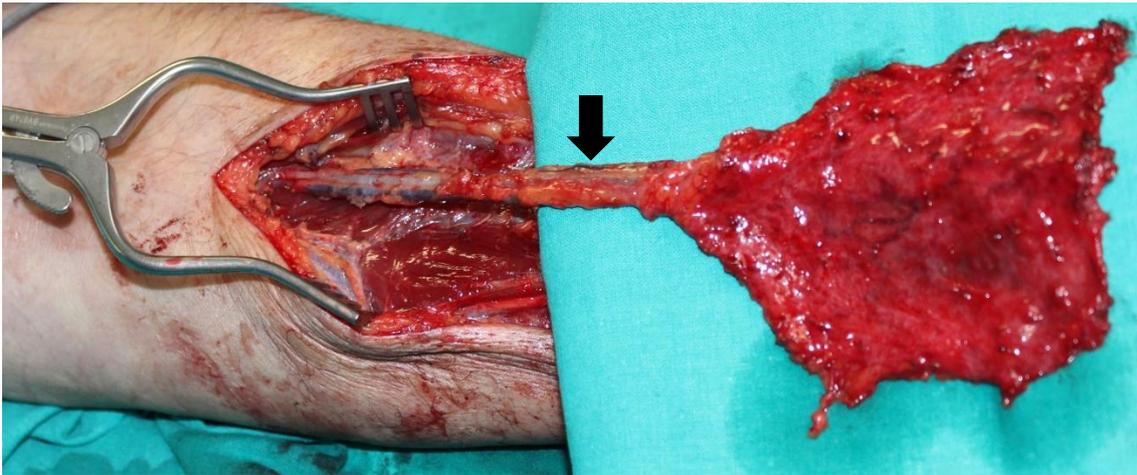


Figura 6. Colgajo radial fasciograso. Obsérvese la gran longitud y calibre del pedículo vascular (flecha negra). *Imagen de elaboración propia.*

Desventajas

Como desventajas, son destacables la visibilidad de la zona donante -la cual requiere de la aplicación de un injerto de piel en la mayoría de ocasiones- y la necesidad de sacrificio de un eje vascular relevante del miembro superior.

5.3.2.4. Diseño y marcaje

El trayecto de la arteria radial se marca trazando una línea desde 1 cm distal a la línea media del pliegue de flexión del codo hasta el tubérculo del escafoides. La arteria es palpable en el antebrazo distal, y puede seguirse hasta el tercio medio de éste con una sonda Doppler. Las venas superficiales se identifican y marcan, ejerciendo presión en la parte media del brazo, para disminuir el retorno venoso.

La isla de piel se diseña en función de las necesidades. Aunque es posible transferir toda la piel del antebrazo como colgajo libre basado en la arteria radial, rara vez se realiza, debido a la morbilidad asociada en la zona donante. Por ello, generalmente se obtiene una isla cutánea de en torno a 7-10 cm de anchura (Figura 7).

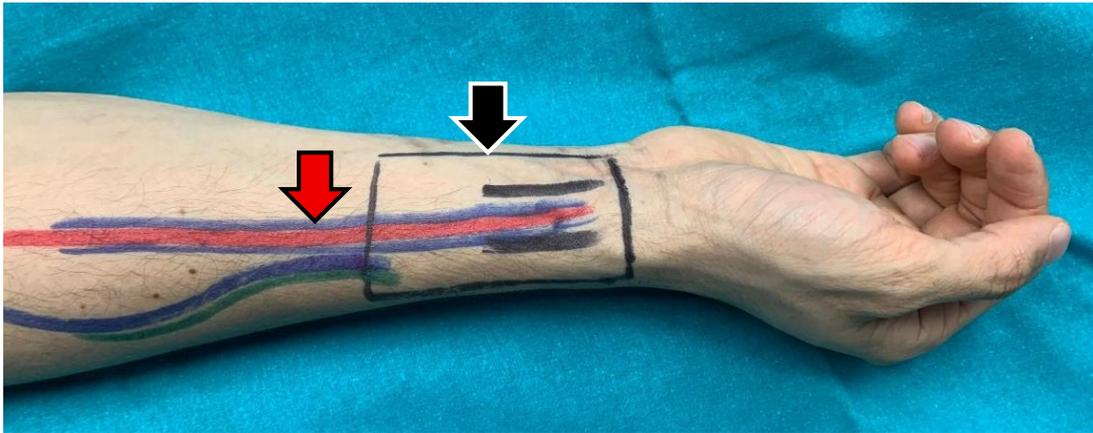


Figura 7. Diseño y marcaje preoperatorio del colgajo radial del antebrazo. Puede observarse el diseño de la isla cutánea (flecha negra), y el pedículo vascular (flecha roja). *Imagen de elaboración propia.*

5.3.2.5. Indicaciones

Como colgajo pediculado

Como colgajo pediculado, el largo pedículo vascular permite la cobertura de defectos situados en el codo o el brazo (si se obtiene el colgajo con base proximal), o bien la transferencia de tejido a la mano, generalmente para la reconstrucción del dorso de ésta (al realizar un colgajo de base distal).

Como colgajo libre

Existen múltiples indicaciones del colgajo radial libre para la reconstrucción de cabeza y cuello, tronco y extremidades. En cabeza y cuello, es posible realizar reconstrucciones de cavidad oral y orofaringe, esófago, faciales (tras quemaduras, traumatismos o tumores), o de la región nasal. También se puede emplear para la reconstrucción del pene, la mano, el tobillo (cobertura de un tendón de Aquiles expuesto), la pierna y el pie (principalmente el dorso de éste)(44,46).

5.3.2.6. Contraindicaciones

La transferencia del colgajo radial no está indicada en los pacientes que no muestran resultados fiables de la prueba de Allen de perfusión cubital colateral adecuada(47). Las contraindicaciones relativas también incluyen cirugías previas o cicatrices en la superficie cutánea propuesta para la transferencia(42).

Específicamente en lo que respecta al colgajo osteocutáneo radial, no se recomienda emplear el radio como donante cuando se considere necesario osteointegrar implantes dentales. Esta contraindicación se debe a la excesiva cantidad de hueso que debe incluirse en el colgajo, ya que las extracciones de hueso más grandes aumentan significativamente el riesgo de fracturas patológicas del radio(48).

5.3.3. Colgajo de peroné

5.3.3.1. Introducción

La primera transferencia de colgajo libre de peroné fue realizada en 1975 por Taylor et al, mediante un abordaje posterior(49). Gilbert mejoró posteriormente la técnica, describiendo el abordaje lateral(50). Éste fue desarrollado por Chuang et al, quienes popularizaron el colgajo osteomiocutáneo de peroné(51,52). En 1994, Hidalgo amplió las indicaciones para la transferencia libre de peroné, al describir las técnicas de osteotomía que permiten modelar éste para su utilización en la reconstrucción mandibular(53).

El peroné, como estructura ósea, puede ser empleado de múltiples formas para la reconstrucción: como autoinjerto cortical o esponjoso, como aloinjerto, como colgajo óseo, osteocutáneo y osteomusculocutáneo(54). Entre ellas, el colgajo de peroné libre es único, ya que brinda soporte mecánico, con capacidad de consolidación ósea y de hipertrofia, cuando se emplea para defectos segmentarios en huesos de carga(55).

5.3.3.2. Consideraciones anatómicas

Anatomía del peroné

El peroné es un hueso largo y recto, con un grosor de 2-3 cm en adultos. Es ligeramente más largo en varones. Tiene un perfil tricortical, con sección transversal triangular, determinada por las uniones musculares que presenta. La longitud media del peroné es de $38,7 \pm 2,3$ cm en hombres, y de $36,2 \pm 1,2$ cm en mujeres(54).

Articulación tibioperonea proximal

La articulación sinovial entre la cabeza del peroné y el cóndilo lateral de la tibia está sostenida por una cápsula y ligamentos tibioperoneos anterior y posterosuperior. El ligamento colateral lateral y el bíceps femoral sostienen coronalmente la articulación. La rotación externa del tobillo induce un ligero movimiento en la articulación tibioperonea proximal.

Articulación tibioperonea distal (sindesmosis del tobillo)

La articulación fibrosa entre el peroné y la tibia distales está formada por la membrana interósea, los ligamentos tibioperoneos inferiores anterior y posterior, y los ligamentos tibioperoneos transversos inferiores. Por esta razón, los 6 cm distales del peroné son esenciales para la función articular del tobillo. La lesión de las estructuras de la sindesmosis puede causar inestabilidad del tobillo(56).

Irrigación arterial

La irrigación arterial del colgajo de peroné depende de una rama nutricia endóstica dominante de la arteria peronea, así como de ramas musculares y septales periósticas de ésta. La arteria nutricia entra en el peroné por detrás de la membrana interósea, aproximadamente 15 cm distal a la apófisis estiloides, en el borde posteromedial del peroné. Se divide en una rama ascendente y otra descendente.

El diámetro externo medio de la arteria peronea es de 2 mm (rango 1,5 a 2,5 mm), y la longitud libre de periostio del pedículo oscila entre 2 y 6 cm. Sin embargo, la longitud del pedículo puede aumentar con la cantidad de hueso desperiostizado y/o resecado(57).

Drenaje venoso

El drenaje venoso primario depende de las venas comitantes de la arteria peronea, con una longitud de 2-6 cm, y un diámetro de 2-4 mm. Generalmente existen dos venas comitantes.

El drenaje venoso secundario depende del sistema venoso superficial. En ocasiones, la vena safena menor puede ser de utilidad como drenaje venoso adicional en el colgajo osteocutáneo de peroné, sobre todo cuando se requiere una isla de piel de grandes dimensiones.

Inervación

La inervación sensitiva depende del nervio sural lateral, y de la rama sensitiva terminal del nervio peroneo superficial. En los raros casos en los que se precise sensibilidad en la isla cutánea de este colgajo, la realización de una neurorrafia entre alguno de estos nervios con un nervio sensitivo en la zona receptora es factible.

5.3.3.3. Ventajas y desventajas del colgajo

Ventajas

El colgajo libre de peroné aporta un gran segmento de hueso vascularizado, recto y de alta densidad (20-26 cm en adultos), útil para defectos óseos moderados y largos, y capaz de resistir tensiones angulares y rotacionales, lo que se considera ideal para la reconstrucción del esqueleto axial de las extremidades. Además, permite la incorporación de una isla cutánea irrigada por

ramas septocutáneas o musculocutáneas del mismo pedículo vascular, lo que permite la cobertura de defectos de tejidos blandos de tamaño pequeño o moderado, y/o la monitorización simple del colgajo. Por último, el buen calibre de los vasos del pedículo permite realizar la anastomosis con vasos grandes de cabeza, cuello, extremidades superiores e inferiores.

Desventajas

La cicatriz de la zona donante del colgajo es obvia, particularmente cuando se requieren islas cutáneas de más de 4 cm, haciendo necesaria la aplicación de un injerto de piel. Además, aunque la morbilidad funcional en la zona donante es limitada en la mayoría de los individuos, pueden aparecer limitaciones y dolor con la realización de ejercicio físico intenso en algunas ocasiones.

5.3.3.4. Diseño y marcaje

Se delimitan los límites de la cabeza del peroné, el maléolo lateral y el borde posterior del peroné, marcando el trayecto del hueso desde la cabeza hasta el maléolo lateral. La línea sobre el borde posterior del peroné identifica el tabique intermuscular posterior, por el que discurren los vasos que irrigan la isla cutánea. Se marca, además, un punto 4 cm por debajo de la cabeza del peroné, y un punto 6 cm por encima del maléolo lateral, que constituyen los límites superior e inferior del hueso que se puede obtener sin causar una inestabilidad significativa de la rodilla y el tobillo(57) (Figura 8).

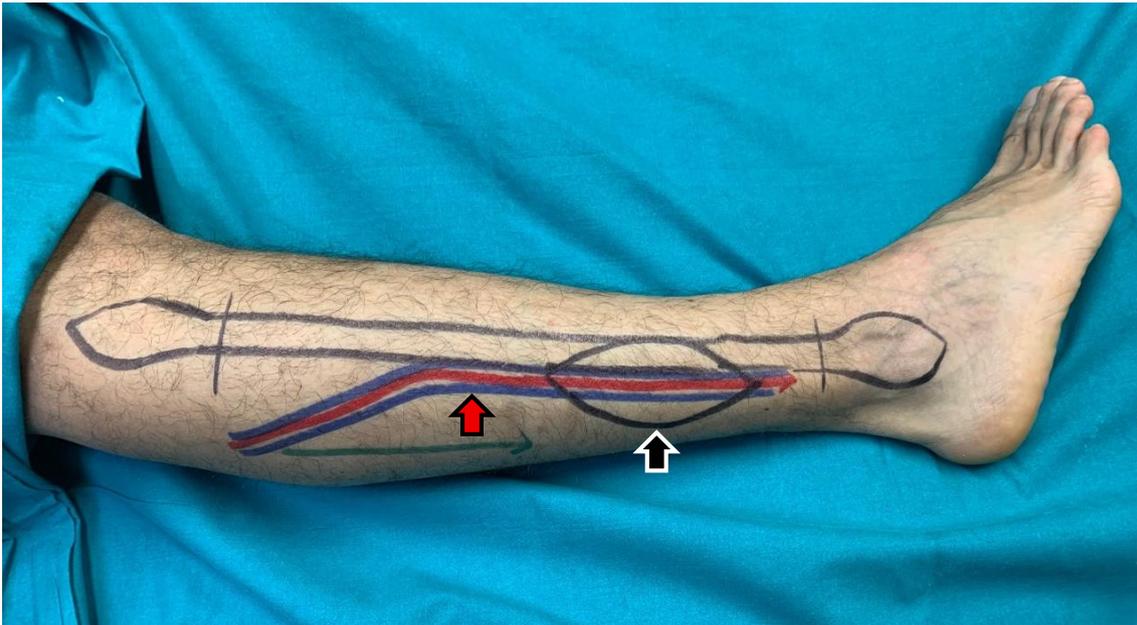


Figura 8. Diseño y marcaje preoperatorio del colgajo osteocutáneo de peroné. Puede observarse el diseño de la isla cutánea (flecha negra), y el pedículo vascular (flecha roja). *Imagen de elaboración propia.*

5.3.3.5. Indicaciones

El colgajo libre de peroné resulta de utilidad en una gran variedad de escenarios, como pueden ser los defectos óseos segmentarios de más de 6 cm (tanto de etiología traumática como tumoral)(58), la no-uni3n de huesos largos(59), la disimetría de extremidades inferiores, la osteomielitis cr3nica con p3rdida 3sea(60), la reconstrucci3n mandibular(61), y la osteonecrosis de la cabeza del h3mero o del f3mur, entre muchas otras(62) (Figuras 9 y 10).



Figura 9. Imagen intraoperatoria de la disección del colgajo osteocutáneo de peroné libre. *Imagen de elaboración propia.*



Figura 10. Imagen radiológica de defecto segmentario tibial, reconstruido mediante un colgajo libre de peroné de la pierna contralateral (flecha roja). *Imagen de elaboración propia.*

5.3.3.6. Contraindicaciones

Algunas contraindicaciones (generalmente relativas), para la realización del colgajo libre de peroné son: antecedentes de enfermedad vascular periférica severa, arteria tibial anterior hipoplásica, insuficiencia venosa y/o trombosis venosa profunda, o antecedentes de amputación del miembro inferior contralateral(52).

5.3.4. Colgajo *latissimus dorsi*

5.3.4.1. Introducción

La primera descripción en la bibliografía del colgajo *latissimus dorsi* fue realizada por Tansini en 1906, siendo empleado para la reconstrucción de defectos extensos tras mastectomía(63).

El gran diámetro de los vasos que lo irrigan, la anatomía relativamente constante de éstos, y el amplio abanico de indicaciones que presenta, han hecho de este colgajo uno de los más versátiles, tanto en su forma pediculada como libre. Puede levantarse como colgajo muscular, musculocutáneo u osteocutáneo.

El colgajo puede tener un tamaño de 20 × 35 cm, pero es posible realizar numerosas combinaciones con otros componentes anatómicos irrigados por el sistema subescapular, para reconstruir simultáneamente defectos más complejos con varios colgajos, basados en un solo pedículo(64).

5.3.4.2. Consideraciones anatómicas

Anatomía del músculo dorsal ancho

El músculo dorsal ancho es grueso, extenso, triangular, y converge en un tendón aplanado. Su origen aponeurótico se emplaza en las apófisis espinosas de las vértebras T7 a T12, las vértebras lumbosacras, y el borde medial y posterior de la cresta ilíaca, a través de la fascia toracolumbar. Es superficial a

toda la musculatura de la espalda, con la excepción del trapecio, que lo cubre en su parte superior. Además, presenta uniones estrechas con las costillas 10-12, y fibras que se interdigitan con el músculo serrato anterior. Se inserta como un tendón plano a nivel del tubérculo menor y el borde medial del surco intertubercular del húmero.

El músculo dorsal ancho realiza varias funciones. Principalmente actúa como extensor, aductor y rotador medial del húmero(65). Sostiene el ángulo inferior de la escápula contra la pared torácica, y estabiliza y eleva la pelvis cuando se adelanta la extremidad inferior. También interviene en la tos y en la tracción hacia posterior del brazo(66).

Irrigación arterial

La irrigación arterial del colgajo *latissimus dorsi* depende tanto del sistema subescapular (a través de la arteria toracodorsal), como de las perforantes paraespinosas posteriores. La interconexión entre ambos sistemas permite que el músculo sobreviva tras la interrupción de cualquiera de sus pedículos.

La arteria toracodorsal constituye el pedículo dominante del colgajo. Presenta una longitud media de 8,5 cm (rango 6,5-12 cm), y un diámetro de 3 mm (rango 2-4 mm). Discurre bajo el borde anterior del músculo, donde se ramifica, dando lugar a 2-3 ramas principales(64).

En el estudio anatómico de Heitmann et al.(67) se describe que el pedículo neurovascular toracodorsal se sitúa aproximadamente 4 cm distal al borde inferior de la escápula, y unos 2,5 cm medialmente al borde lateral del músculo dorsal ancho. Es en este punto donde –en el 90% de los casos- existe una bifurcación, dando lugar a una rama horizontal (medial o transversal), y una rama descendente lateral. La segunda es la que generalmente discurre paralela al borde lateral del músculo, a una distancia de unos 2,5 cm de éste. En cambio, la rama medial suele seguir el borde superior del músculo.

Las perforantes cutáneas generalmente se encuentran en proximidad a la rama lateral de la arteria toracodorsal. Además, la propia arteria toracodorsal emite una rama cutánea en aproximadamente el 75% de los individuos, antes de penetrar en el músculo dorsal ancho.

Drenaje venoso

El drenaje venoso primario del músculo dorsal ancho se realiza a través de la vena toracodorsal, que acompaña a la arteria. Generalmente, aparece como una vena única que drena hacia la vena subescapular, aunque existen variaciones anatómicas descritas en el 3-5% de los casos. Su longitud promedio es de unos 9 cm (rango 7,5-10 cm), y su diámetro de 3,5 mm (rango 2-5 mm)(64).

Además, cabe mencionar que las partes inferior y medial del músculo drenan preferentemente a través del sistema venoso intercostal y lumbar, y que la vena circunfleja escapular puede aportar un drenaje venoso secundario al colgajo.

Inervación

La inervación motora procede del nervio toracodorsal, que se origina del cordón posterior del plexo braquial, y acompaña al pedículo vascular. Éste también se divide en ramas medial y lateral, que acompañan a cada una de las ramas arteriales. En cambio, la sensibilidad cutánea de la piel que recubre el músculo depende de las ramas posteriores de las ramas cutáneas laterales de los nervios intercostales (lateralmente), y de las ramas laterales de los ramos posteriores 6º a 8º (en su parte posterior).

5.3.4.3. Ventajas y desventajas del colgajo

Ventajas

La anatomía fiable del sistema subescapular permite una disección rápida, fácil y segura, con vasos de gran calibre y un pedículo de buena longitud. Además, es uno de los colgajos más extensos y versátiles. Permite tanto la transferencia de músculo de forma aislada, como de isla cutánea y segmentos de hueso vascularizado. Por ello, puede emplearse tanto para defectos que requieren cobertura de una amplia superficie, como de volumen y/o aporte de hueso. Por último, la inclusión del nervio toracodorsal permite la recuperación de la función muscular en la zona receptora.

Desventajas

El colgajo puede resultar demasiado voluminoso, principalmente debido al grosor de la isla cutánea en algunos pacientes, lo que generalmente depende de su constitución e índice de masa corporal (IMC). Esto puede acarrear alteraciones del contorno, en función de la localización corporal en la que se vaya a emplazar el colgajo. Además, pueden aparecer complicaciones de la zona donante, como dolor o seroma, las cuales no suelen ocasionar molestias a largo plazo (64,68).

El déficit funcional debido a la disección de este músculo es variable. Así, en la mayoría de las personas, si todos los demás músculos de la cintura escapular están intactos, la pérdida de función del dorsal ancho rara vez es apreciable en las actividades normales (aunque sí lo es ocasionalmente con el ejercicio intenso). Sin embargo, en pacientes parapléjicos o dependientes de muletas, la pérdida de la función de "empuje posterior" de este músculo puede dificultar la deambulación y/o las transferencias(68). En estos casos, debe valorarse la utilización de otro colgajo para los fines reconstructivos propuestos.

5.3.4.4. Diseño y marcaje

El diseño y marcaje preoperatorios deben individualizarse según las necesidades de músculo e isla cutánea. Sin embargo, de forma general, se traza una línea desde la cresta ilíaca hasta el pliegue axilar posterior. Sobre esta línea, se marca la entrada del pedículo, aproximadamente 10-12 cm distal a la axila. La isla cutánea debe situarse sobre el borde anterior del músculo (Figura 11).

En caso de que se planifique utilizar una isla de pequeño tamaño, el rastreo preoperatorio con sonda Doppler puede ser de utilidad.

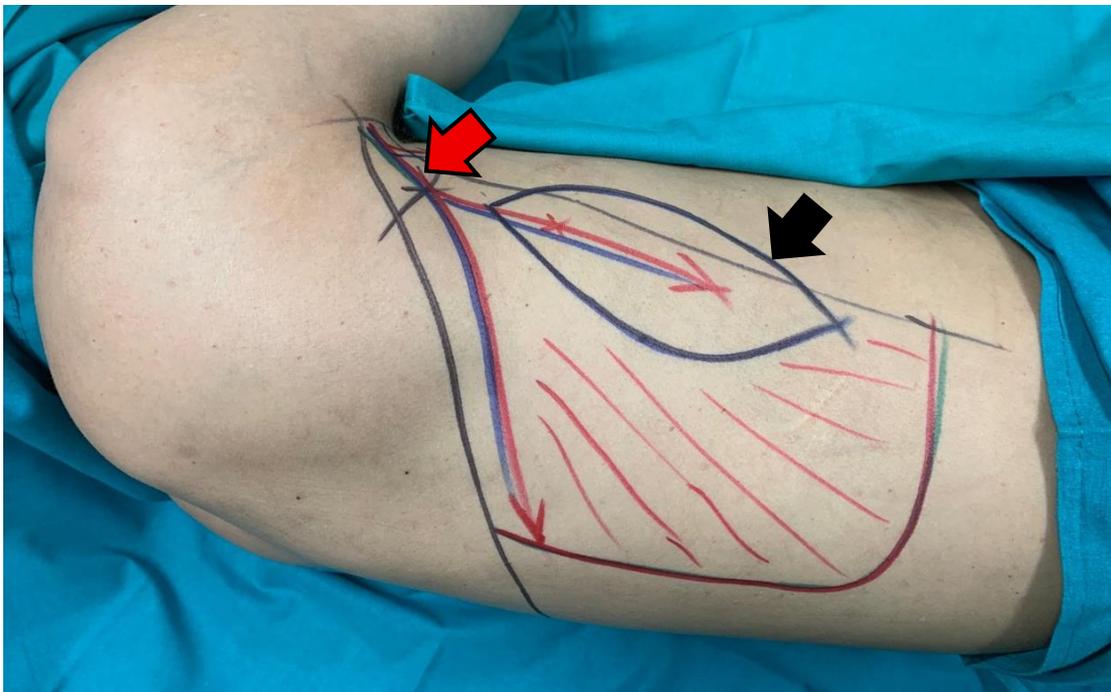


Figura 11. Diseño y marcaje preoperatorio del colgajo latissimus dorsi musculocutáneo. Puede observarse el diseño de la isla cutánea (flecha negra), y el pedículo vascular (flecha roja). *Imagen de elaboración propia.*

5.3.4.5. Indicaciones

Como colgajo pediculado

Han sido descritas una gran variedad de indicaciones del colgajo latissimus dorsi en su forma pediculada. Algunos ejemplos son los defectos de cobertura tóxicos anteriores y posteriores, de la axila, el hombro, el brazo y el cuello, la reconstrucción mamaria, o la transferencia funcional para flexión y extensión del codo (reemplazando la función de los músculos bíceps y tríceps, respectivamente)(66).

Como colgajo libre

Como colgajo libre, puede emplearse en su forma muscular o musculocutánea para defectos extensos en la mayoría de localizaciones corporales, con mayor o menor necesidad de aporte de volumen, dependiente en gran medida del grosor de la isla cutánea incluida (Figura 12). La longitud del pedículo vascular permite su utilización para la reconstrucción de defectos distales en las extremidades en las que faltan los vasos receptores, aportando un suministro de sangre a la zona distal mal perfundida, y puede evitar la necesidad de injertos venosos en algunos casos (Figura 13)(69).

Por último, pueden incluirse segmentos óseos en el mismo colgajo, como pueden ser la punta de la escápula, el borde lateral de ésta, o un fragmento óseo de costilla vascularizada (70,71).

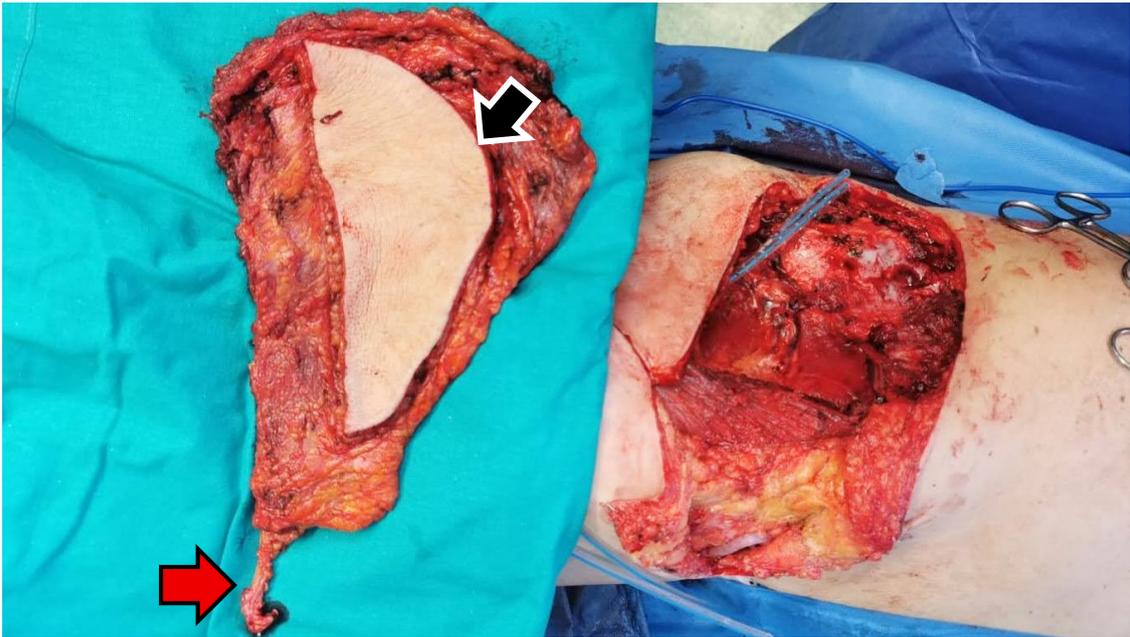


Figura 12. Colgajo musculocutáneo latissimus dorsi libre, empleado para la reconstrucción de un defecto de cobertura en glúteo, tras exéresis de un osteosarcoma. Puede observarse el componente cutáneo (flecha negra), y el pedículo vascular (flecha roja). *Imagen de elaboración propia.*

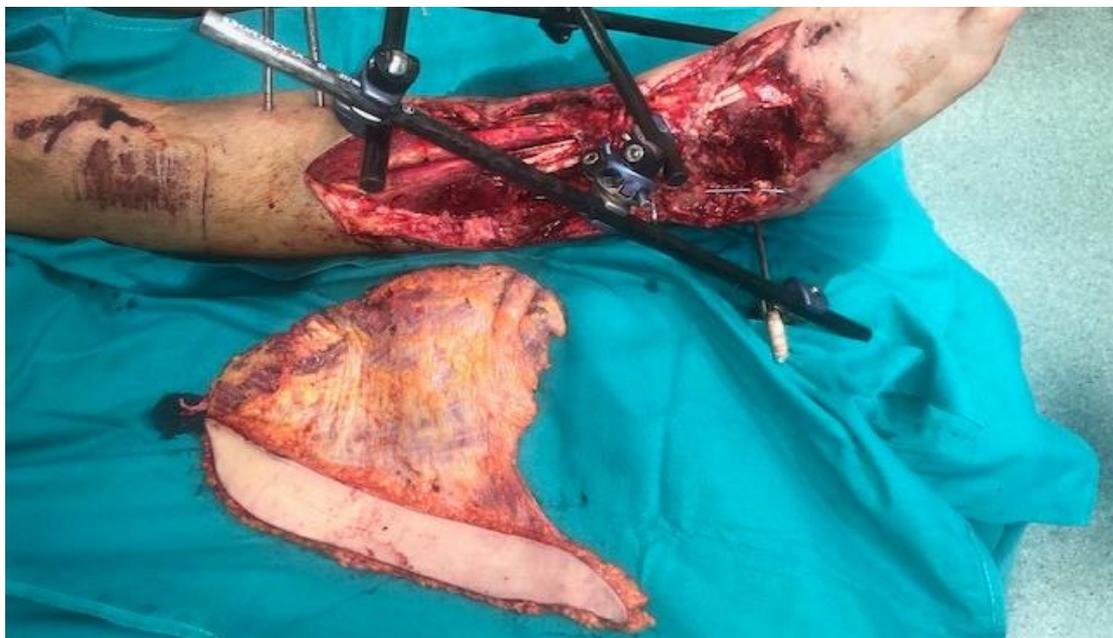


Figura 13. Colgajo musculocutáneo latissimus dorsi libre, empleado para la reconstrucción de un defecto de cobertura anterior en miembro inferior distal. *Imagen de elaboración propia.*

5.3.4.6. Contraindicaciones

En los pacientes con antecedentes personales de lesiones severas o intervenciones quirúrgicas previas en la región del hombro y la espalda, el flujo sanguíneo al músculo dorsal ancho puede encontrarse comprometido. En tales casos, resulta recomendable la utilización de un colgajo diferente, o bien del latissimus dorsi contralateral(72).

En aquellos pacientes que requieren radioterapia como parte del tratamiento multimodal del cáncer tras la resección quirúrgica y la reconstrucción, puede no ser recomendable la transferencia de un colgajo exclusivamente muscular con injertos de piel de espesor parcial suprayacentes. Los injertos de piel requieren un mínimo de seis semanas de curación antes de que puedan someterse a radiación, por lo que emplear injertos de piel en la reconstrucción podría retrasar el inicio de la radioterapia(73).

Por último, en pacientes dependientes de muletas u otros dispositivos para la deambulación, puede ser preferible optar por otra técnica reconstructiva, dada la potencial pérdida del movimiento de impulso sobre la muleta que requieren éstos.

5.3.5. Colgajo DIEP

5.3.5.1. Introducción

El colgajo DIEP (por sus siglas en inglés "*deep inferior epigastric perforator*") fue descrito inicialmente por Koshima y Soeda en 1989(74). Posteriormente, Allen et al. y Blondeel et al., comenzaron a emplear este colgajo para la reconstrucción mamaria, como una alternativa al colgajo TRAM, con la ventaja de no sacrificar el músculo recto abdominal (75,76). Así, es factible la transferencia microvascular de una porción importante de tejido cutáneo y adiposo abdominal, basado únicamente en una o varias perforantes dependientes del eje vascular de la arteria epigástrica inferior profunda (DIEA).

El colgajo basado en la arteria epigástrica inferior superficial (SIEA) fue utilizado para la reconstrucción mamaria por primera vez en 1991. La yatrogenia causada sobre la pared abdominal era aún menor que en el caso del colgajo DIEP, ya que no requería incisión sobre la vaina anterior del recto abdominal (77).

5.3.5.2. Consideraciones anatómicas

Irrigación arterial

Por definición, el colgajo DIEP es perfundido solo a través de una o más perforantes de la arteria epigástrica inferior profunda (DIEA). La DIEA presenta un diámetro medio de 3,5 mm en su origen (rango 2-4 mm), y una longitud media de 16 cm (rango 14-18 mm)(78). Ésta se origina de la arteria ilíaca externa, discurre por la cara posterior del recto abdominal y se divide en dos ramas. Estas ramas se introducen en el músculo recto abdominal, siguiendo un curso vertical, hasta anastomosarse con la porción distal de la arteria epigástrica superior (SEA). La mayor parte de las perforantes cutáneas aptas para la disección del colgajo DIEP se localizan en la región periumbilical, en un área desde 2 cm cranealmente y 6 cm caudalmente al ombligo, y entre 1 y 6 cm laterales a éste(79). El diámetro y el patrón de ramificación de la perforante son los parámetros clave para justificar su aptitud.

La arteria epigástrica inferior superficial (SIEA) es el segundo vaso implicado en la irrigación del abdomen inferior. Se origina de la arteria femoral profunda directamente, o de un tronco común con la arteria ilíaca circunfleja superficial en la mayoría de los casos.

En los estudios anatómicos clásicos de Taylor, se describe que la SIEA está ausente o hipoplásica en el 35% de los especímenes, en cuyo caso a menudo se sustituye por una gran rama ascendente de la arteria circunfleja ilíaca superficial(80). Sin embargo, estudios anatómicos más recientes indican que ésta es identificable en un 91% de los casos(81). Presenta un diámetro muy variable, con una media de 1,6 mm (rango 0,75-3,5 mm), y una longitud media de 5 cm (rango 4-7 cm)(78). La SIEA generalmente discurre en la grasa subcutánea hacia el ombligo, donde a menudo se anastomosa con grandes arterias perforantes periumbilicales.

Drenaje venoso

La vena epigástrica inferior profunda (DIEV) acompaña a la DIEA hasta prácticamente su origen, que generalmente se sitúa en la vena ilíaca externa. Presenta una longitud media de 16 cm (rango 14-18 cm), y un diámetro medio de 4 mm en su origen (rango 3,5-4,5 mm). En cambio, las venas comitantes de la SIEA suelen ser pequeñas o estar ausentes. Por otra parte, hay una vena epigástrica inferior superficial (SIEV) constante y, a menudo, grande (diámetro medio de 4 mm), situada medial a la SIEA y más superficial, que drena en la vena safena magna(78).

Inervación

La inervación motora y sensitiva de la pared abdominal depende principalmente de los nervios intercostales 7º a 12º, con alguna contribución de los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal. El colgajo DIEP puede inervarse utilizando una de las ramas intercostales sensitivas que ingresan al panículo adiposo en su recorrido hacia la piel, generalmente en compañía de una perforante de la DIEA(78).

5.3.5.3. Ventajas y desventajas del colgajo

Ventajas

Los colgajos DIEP y SIEA permiten la transferencia microvascular de una gran cantidad de tejido vascularizado basado en una o varias perforantes. Además, muestran una baja morbilidad de la zona donante en comparación con el colgajo TRAM, al no sacrificar el músculo recto abdominal para su disección (lo cual disminuye el riesgo de hernias y *bulging* postoperatorios)(82). Por último, el diseño del colgajo con un patrón similar al de la abdominoplastia horizontal, permite una mejoría del contorno abdominal en la mayoría de las pacientes.

Desventajas

Las mayores desventajas de los colgajos DIEP/SIEA con respecto al TRAM derivan de un mayor tiempo operatorio y dificultad técnica. Sin embargo, la experiencia obtenida con la disección de este colgajo ha permitido minimizar este problema en la mayoría de centros asistenciales con un volumen de microcirugía adecuado para ejecutar con seguridad colgajos de perforantes.

El colgajo SIEA, por su parte, muestra un pedículo más corto con respecto al del colgajo DIEP. Además, el volumen de tejido irrigado de forma fiable puede ser menor en éste, en comparación con los colgajos DIEP y TRAM(78).

5.3.5.4. Diseño y marcaje

El marcaje tradicional del colgajo DIEP sigue un patrón similar al de la abdominoplastia horizontal convencional. Los puntos de referencia anatómicos que han de ser tenidos en cuenta son el ombligo, ambas espinas ilíacas anterosuperiores (EIAS), y la sínfisis del pubis. La incisión superior generalmente se ubica justo superior al ombligo, mientras que la incisión inferior se incurva desde ambas EIAS a lo largo de la sínfisis del pubis (Figura 14). El diseño de la isla cutánea debe adaptarse a la posición de la perforante escogida, la cual puede comprobarse preoperatoriamente mediante la utilización de una sonda Doppler de mano.

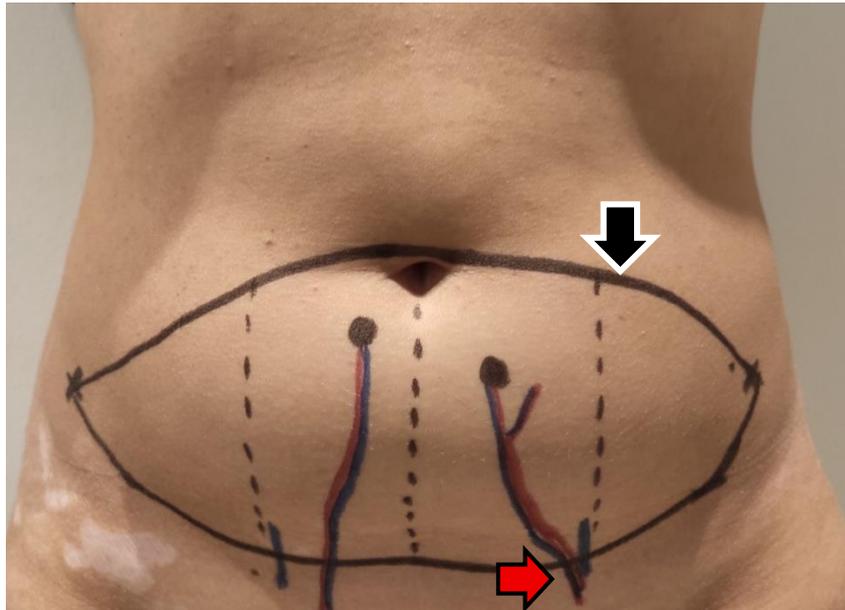


Figura 14. Diseño y marcaje preoperatorio del colgajo DIEP. Puede observarse el diseño de la isla cutánea (flecha negra), y el pedículo vascular (flecha roja). *Imagen de elaboración propia.*

5.3.5.5. Indicaciones

Como colgajo pediculado

Aunque el colgajo DIEP es utilizado mayoritariamente en su forma libre, ha sido descrita en la bibliografía su indicación para cobertura de defectos de la ingle, periné, sacro, región glútea y trocánter mayor, así como para la reconstrucción vaginal(83-85).

Como colgajo libre

La indicación más frecuente de los colgajos DIEP/SIEA (así como la del colgajo TRAM) es la de la reconstrucción mamaria autóloga (Figura 15), bien sea total, subtotal o parcial, inmediata o diferida(86).

Además, también han sido descritas otras indicaciones como colgajo libre(78), como pueden ser la reconstrucción lingual tras glosectomía total o subtotal, la cobertura de grandes defectos de cabeza y cuello(87), la corrección de defectos de contorno facial (como en la enfermedad de Parry-Romberg)(88), o la reconstrucción de defectos extensos que precisan de aporte de volumen (en múltiples localizaciones corporales).



Figura 15. Colgajo DIEP libre, empleado para reconstrucción mamaria derecha tras mastectomía. *Imagen cortesía de A. Thione.*

5.3.5.6. Contraindicaciones

Además de las contraindicaciones absolutas o relativas generales asociadas a cualquier procedimiento de reconstrucción microvascular, debe explorarse minuciosamente la presencia de cicatrices abdominales(78). El antecedente personal de abdominoplastia se ha considerado como una contraindicación absoluta para la realización de este colgajo. Sin embargo, el antecedente de liposucción abdominal no se considera una contraindicación absoluta en todos los centros (aunque se recomienda la realización de pruebas de imagen preoperatorias para evaluar el estado de la vascularización).

La existencia de cicatrices transversales (tipo Pfannenstiel) no suele suponer un problema, dado que la incisión inferior podría seguir el curso de la cicatriz previa. En cambio, las cicatrices en línea media pueden hacer insuficiente el flujo sanguíneo hacia el hemiabdomen contralateral. Por ello, si se precisa la transferencia de todo el abdomen, puede ser necesaria la realización de anastomosis adicionales en el lado contralateral.

Como conclusión, si se tienen en cuenta las cicatrices previas sobre el abdomen, y se adapta en consecuencia el diseño del colgajo, la transferencia de tejido en estas condiciones es segura y fiable(89).

5.4. Vasos receptores y anastomosis

La anastomosis microvascular constituye una de las claves del éxito en la cirugía de transferencia de colgajos libres. Idealmente, la anastomosis debería mantener el flujo sanguíneo con una turbulencia y disrupción del endotelio mínimas, reduciendo así el riesgo de trombosis y fracaso del colgajo(90). Actualmente es posible conseguir tasas de permeabilidad de en torno al 98% en anastomosis de vasos de 1 mm. Esto ha sido posible gracias a las mejoras técnicas en la microscopía, los instrumentos microquirúrgicos y el entrenamiento exhaustivo de los cirujanos(91). Además, la realización de una anastomosis libre de tensión y la selección adecuada de los vasos receptores, constituyen factores críticos para la reducción de complicaciones de causa vascular.

La ubicación y la longitud de los vasos receptores se deben tener en cuenta en el diseño y el tamaño del colgajo. Si bien esta consideración resulta de carácter general para todas las intervenciones de este tipo, en algunas situaciones, como por ejemplo en la reconstrucción de la región distal de los miembros inferiores, resulta de importancia capital. En este ámbito, los vasos receptores deben estar alejados de las zonas potencialmente afectas por traumatismos, infecciones o radioterapia. Además, en raras ocasiones se realiza la anastomosis en la región distal a la afecta por estas causas, sino que se recurre a ésta solo cuando no es posible realizarla proximalmente(92,93). Por último, si es posible, el vaso receptor se selecciona lejos de las articulaciones, ya que en las inmediaciones de éstas las arterias presentan más ramificaciones, y suelen

existir válvulas en las venas principales, generalmente en el punto de desembocadura de cada tributaria.

El abordaje de los vasos receptores debe realizarse de la forma más amplia y cómoda posible, para permitir la exposición de la longitud necesaria de vaso receptor. La longitud de vasos receptores disecados requerida depende de la profundidad a la que se encuentran éstos, el tamaño de los vasos y la técnica de anastomosis que se va a emplear (termino-terminal o termino-lateral). Además, el punto en el que se va a realizar la anastomosis debe emplazarse en un lugar alejado de ramas y válvulas venosas.

Por último, es digna de mención la discrepancia en las características morfológicas entre los vasos receptores y los del colgajo, como factor de riesgo de fracaso de la anastomosis, o al menos como situación adversa que incrementa la dificultad técnica de ésta. Dicha discrepancia puede referirse a la diferencia en el tamaño de los vasos (discrepancia de calibre), a la del grosor de la pared, o a ambas.

5.4.1. Técnicas para la discrepancia de calibre vascular

Es posible emplear varias técnicas para realizar una anastomosis permeable en casos de discrepancia de calibre vascular. La colocación cuidadosa de las suturas permite equilibrar una discrepancia de hasta 2:1 de una manera segura, emplazando suturas interrumpidas más separadas en el vaso de mayor calibre. Cuando la discrepancia está entre 2:1 y 3:1, es útil realizar el biselado del vaso de menor calibre. Por último, cuando la discrepancia de calibre es mayor de 3:1, puede ser mejor recurrir a la anastomosis termino-lateral, o bien realizar un biselado y sutura del vaso de mayor calibre (Figura 16).

En cambio, discrepancias de calibre mayores en el tamaño de las venas (hasta 4:1), se pueden manejar de manera más segura y eficaz que las discrepancias grandes en el diámetro arterial.

Por último, resulta relevante mencionar que la tolerancia a la discrepancia de calibre depende de los vasos implicados. Así, si el flujo de entrada de la arteria

receptora es pequeño y la arteria del colgajo es más grande, o si el flujo de salida del colgajo es pequeño y la vena receptora es de mayor calibre, se encuentran menos problemas(91).

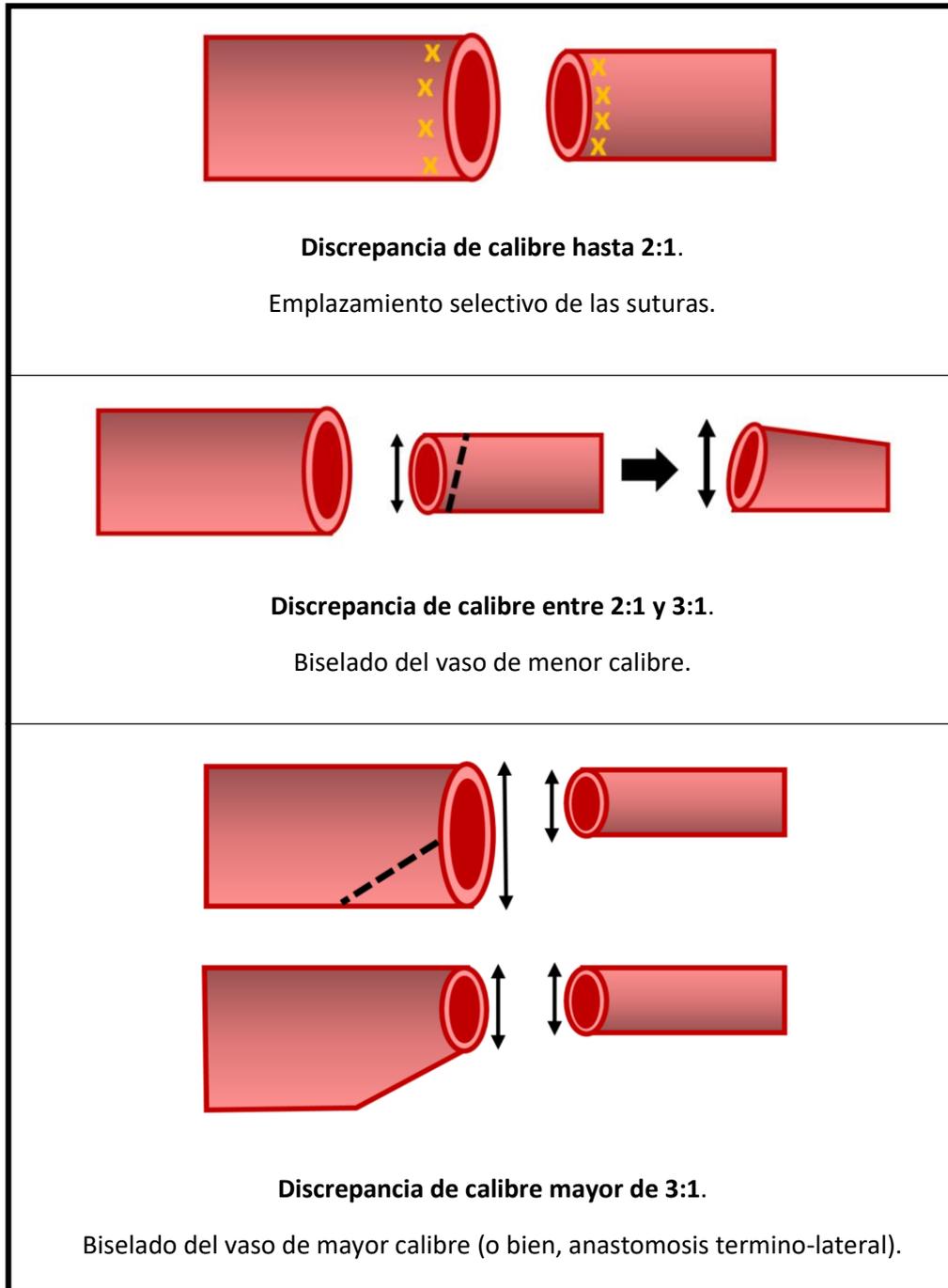


Figura 16. Diversas opciones técnicas para equilibrar la discrepancia de calibre vascular. *Ilustración de elaboración propia.*

5.4.2. Técnicas para la discrepancia de grosor de la pared

En estos casos, el diámetro luminal interno de los vasos puede ser el mismo, pero el mayor grosor de uno de ellos puede hacer que el otro parezca mucho mayor. En esta situación, las suturas a través del vaso más grueso se realizan de forma radial. Así, la distancia entre las suturas en la superficie externa del vaso más grueso, en comparación con la superficie externa del vaso más delgado serán mayores, pero serán iguales cuando son vistas en el lado luminal. Además, cada pase de la aguja debe reclutar la misma cantidad de íntima en los dos vasos, pero menos de la media y la adventicia en el vaso de mayor grosor(91) (Figura 17).

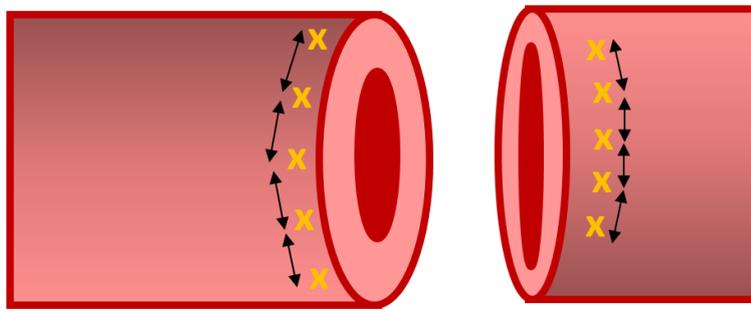


Figura 17. Emplazamiento selectivo de las suturas en casos de discrepancia de grosor de las paredes vasculares. *Ilustración de elaboración propia.*

5.5. Injertos vasculares

5.5.1. Introducción

Como se ha mencionado anteriormente, la selección adecuada de los vasos receptores, y la realización de anastomosis libres de tensión son fundamentales para el éxito en la transferencia microvascular de colgajos libres. Los vasos receptores locales son la opción ideal; sin embargo, si estos vasos son inadecuados o están dañados, es posible que se requiera el empleo de un injerto vascular. Éste se utiliza con el fin de alargar el pedículo del colgajo, para realizar la anastomosis a una distancia mayor de la que permite el pedículo de forma aislada(94,95).

Este alargamiento se puede realizar de dos formas: mediante el uso de injertos de interposición, o por creación de un asa vascular. El término "asa vascular" constituye un tipo de injerto vascular en el que los dos extremos del injerto se anastomosan respectivamente a una arteria y a una vena de flujo adecuado, en forma de "bucle" o de "U"(96).

A continuación, el asa vascular es seccionada, dando lugar así a dos extremos distintos: uno arterial y otro venoso. Éstos se anastomosan a la arteria y la vena del colgajo, asegurando así la elongación de su pedículo vascular.

5.5.2. Indicaciones de los injertos de interposición y las asas vasculares

Las indicaciones principales de los injertos vasculares en microcirugía pueden resumirse en(96):

- Casos en los que los vasos receptores cercanos al defecto estén severamente dañados, impidiendo la realización de la anastomosis microvascular (traumatismos, quemaduras, intervenciones quirúrgicas...).
- Casos en los que los vasos receptores sean de mala calidad, reduciendo la fiabilidad de la anastomosis realizada (radioterapia, enfermedad vascular periférica).
- Defectos de cobertura de las extremidades en los que exista un único eje vascular permeable. En estos casos, es posible la realización de una anastomosis terminolateral al eje vascular restante, siempre y cuando se mantenga el flujo sanguíneo distal del miembro. En caso contrario, puede estar indicado el injerto vascular (94,97).

Los injertos vasculares también desempeñan un papel importante en situaciones de rescate de colgajos, tras la trombosis o lesión de los vasos, congestión venosa intraoperatoria, o como medio para realizar sobrecarga de un colgajo congestivo (95,98,99).

Es importante destacar que la selección adecuada del colgajo puede evitar en ocasiones la necesidad de un injerto vascular. Así, la elección de un colgajo de pedículo largo puede permitir la anastomosis directa con los vasos receptores sin injerto(69).

A continuación, se desarrollan cada una de las causas mencionadas anteriormente, por las que pueden estar indicados los injertos vasculares:

5.5.2.1. Traumatismos

Tras un traumatismo de alta energía (sobre todo en las extremidades), las paredes de los vasos y los tejidos perivasculares se alteran en gran medida. Estos cambios se denominan "enfermedad vascular postraumática", y aparecen aproximadamente a partir de una semana después del traumatismo.

Estos vasos son entonces difíciles de disecar, porque se encuentran rodeados de tejido fibroso, siendo fáciles de lesionar, y con tendencia al vasoespasmo y la trombosis(100,101). La fibrosis perivascular puede extenderse 10-12 cm más allá de los límites clínicamente visibles del área de piel afectada por el traumatismo(102). El sistema venoso superficial también puede verse afectado, y quedar inutilizable para realizar las anastomosis.

5.5.2.2. Quemaduras

Las quemaduras severas (de 2º grado profundo y 3º grado), pueden trombosar y/o destruir los vasos, o conducir a una gran fibrosis vascular y perivascular, que dificulta o incluso imposibilita su disección(103).

5.5.2.3. Radioterapia

La radioterapia provoca debilitamiento de los vasos, destrucción de *vasa vasorum*, engrosamiento de la pared vascular y fibrosis. Las condiciones para la realización de la microanastomosis son difíciles, y ésta muestra un riesgo aumentado de trombosis. La esclerosis presente en el tejido perivascular también puede ser severa, dificultando técnicamente la disección(104).

5.5.2.4. Enfermedad vascular periférica

La enfermedad vascular periférica puede provocar daño directo sobre los vasos, que puede hacer necesaria la revascularización. Además, también puede provocar daños sobre la superficie cutánea y potenciales pérdidas de sustancia, que pueden exponer estructuras nobles. En el paciente diabético, estas heridas tienen un origen mixto vascular-neuropático.

La reconstrucción de defectos mediante colgajos libres es cada vez más frecuente en los sujetos con enfermedad arterial periférica, a pesar de la idea generalmente aceptada de que no son buenos candidatos para este tipo de cirugía(105). En estos casos, los vasos receptores pueden no ser permeables, o presentar múltiples estenosis que obliguen a realizar la anastomosis a distancia, mediante la realización de un asa vascular o un injerto de interposición(106).

5.5.2.5. Intervenciones quirúrgicas previas

Las intervenciones quirúrgicas previas pueden provocar daño directo sobre los vasos (p. ej., vaciamiento cervical radical), o una fibrosis vascular y perivascular significativas.

5.5.2.6. Inflamación crónica

Las infecciones y la inflamación conducen a fibrosis, que puede dificultar o incluso imposibilitar la realización de anastomosis vasculares.

5.5.2.7. Situaciones de salvamento del colgajo

Además de sus indicaciones de forma programada, los injertos y asas vasculares pueden emplearse en situaciones de compromiso vascular del colgajo, generalmente debida a trombosis o congestión venosa del mismo.

5.5.2.8. Otras causas

Los vasos receptores de muy pequeño calibre, la arteriosclerosis severa, y las dificultades en el abordaje de los vasos (debida por ejemplo a la localización muy profunda de éstos) pueden hacer recomendable el uso de injertos vasculares.

5.5.3. Tipos de injertos de interposición y asas vasculares

En función del tipo de modificación anatómica realizada, las asas e injertos vasculares pueden clasificarse de forma sencilla en: asa arteriovenosa mediante transposición, asa arteriovenosa de interposición, injerto de interposición propiamente dicho, y transposición venosa(95).

5.5.3.1. Creación de asa arteriovenosa de transposición

Para la realización de esta modalidad, se liga el extremo distal de una vena que desemboca en otra de calibre mayor a una corta distancia de la zona del defecto. Este extremo distal se anastomosa de forma termino-lateral a la arteria receptora (o bien de forma termino-terminal a una rama de ésta). Después, se secciona el punto central del asa vascular creada, y se anastomosan la arteria y la vena del colgajo a cada uno de los extremos, de forma termino-terminal. Tras la sección, se obtiene un injerto de transposición para el drenaje venoso del colgajo, y un injerto de interposición para la irrigación arterial (Figura 18).

Un ejemplo relativamente frecuente de indicación de este tipo de bucle es la realización de un asa de transposición de vena safena magna conectada de forma termino-lateral a la arteria femoral (Figura 19).

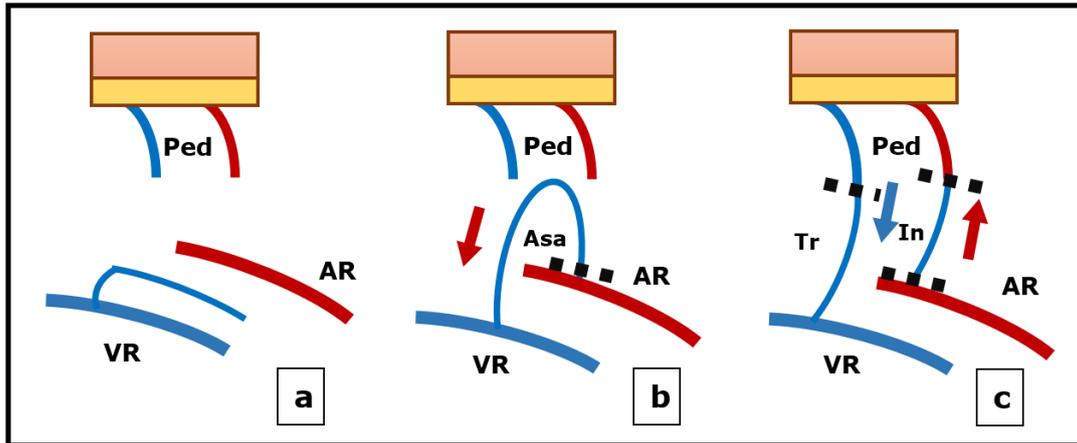


Figura 18. Proceso de creación de un asa o bucle arteriovenoso mediante transposición. *Legenda:* AR: arteria receptora; VR: vena receptora; Asa: asa vascular; Ped: pedículo del colgajo; Tr: transposición venosa; In: injerto de interposición; línea discontinua: zona de anastomosis vascular. *Ilustración de elaboración propia.*

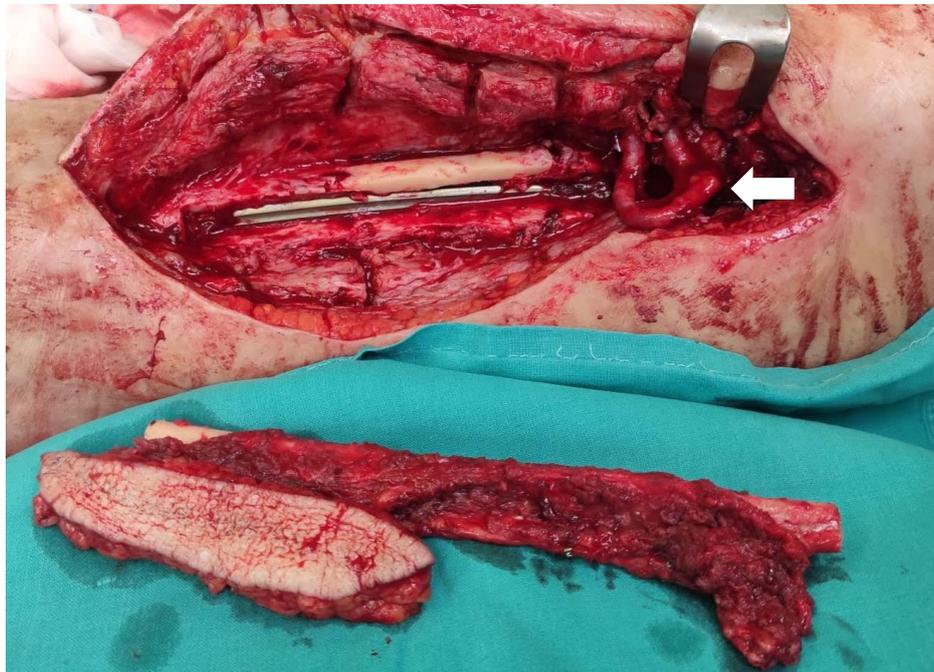


Figura 19. Asa arteriovenosa de transposición, entre la vena safena magna y la arteria femoral (flecha blanca). Fue empleada para la anastomosis de un colgajo libre de peroné en un defecto óseo segmentario de fémur. *Imagen de elaboración propia.*

5.5.3.2. Asa arteriovenosa de interposición

Este tipo de asa vascular muestra similitudes con el anterior, con algunas puntualizaciones. En primer lugar, es necesario obtener un injerto largo de vena donante (generalmente mayor de 20 cm). Éste se invierte y anastomosa como asa arteriovenosa a la arteria y la vena receptoras. Tras la sección del punto central del asa creada, se obtiene un injerto de interposición tanto para la arteria como para la vena del colgajo (Figura 20).

Así, se evita la necesidad de cercanía del punto de drenaje de la vena transpuesta al defecto de la modalidad anterior, pudiendo crear un asa vascular en casi cualquier localización corporal (Figura 21). Por contra, se requiere una anastomosis vascular más(69).

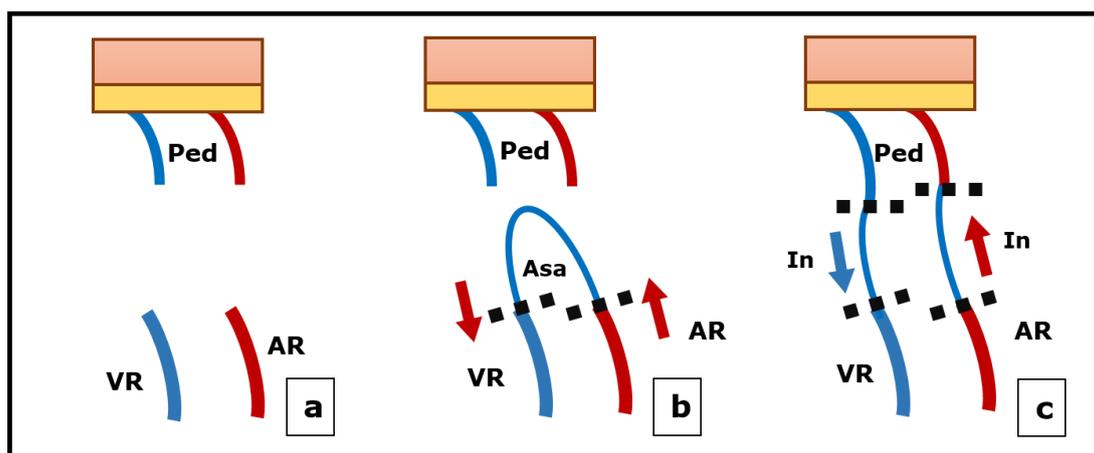


Figura 20. Proceso de creación de un asa o bucle arteriovenoso de interposición. *Leyenda:* AR: arteria receptora; VR: vena receptora; Asa: asa vascular; Ped: pedículo del colgajo; In: injerto de interposición; línea discontinua: zona de anastomosis vascular. *Ilustración de elaboración propia.*

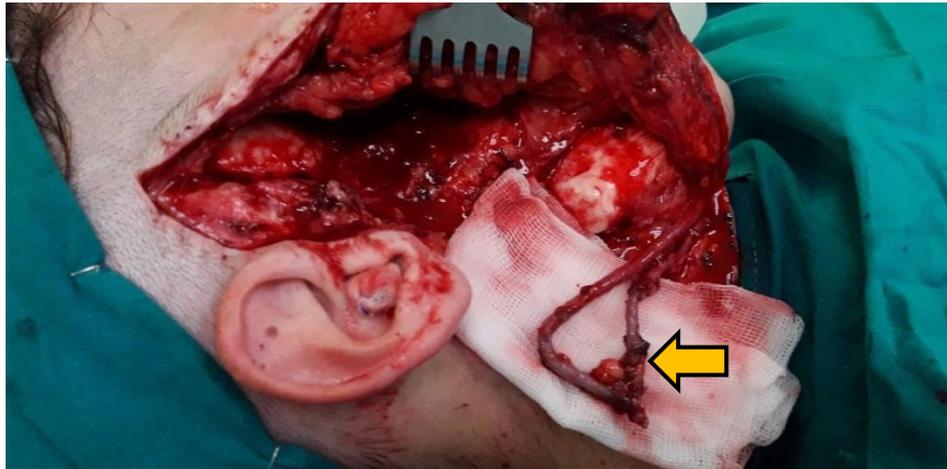


Figura 21. Asa arteriovenosa de interposición de vena safena magna, entre la arteria y vena faciales contralaterales (flecha naranja). Sobre ésta se realizó la anastomosis de un colgajo libre de peroné para reconstrucción mandibular. *Imagen de elaboración propia.*

5.5.3.3. Injerto de interposición

En esta modalidad, se obtiene un injerto de vena de longitud variable, y se anastomosa a la arteria o la vena del colgajo (Figura 22). En caso de realizar injertos de interposición para ambas, el resultado final es similar al tipo descrito previamente.

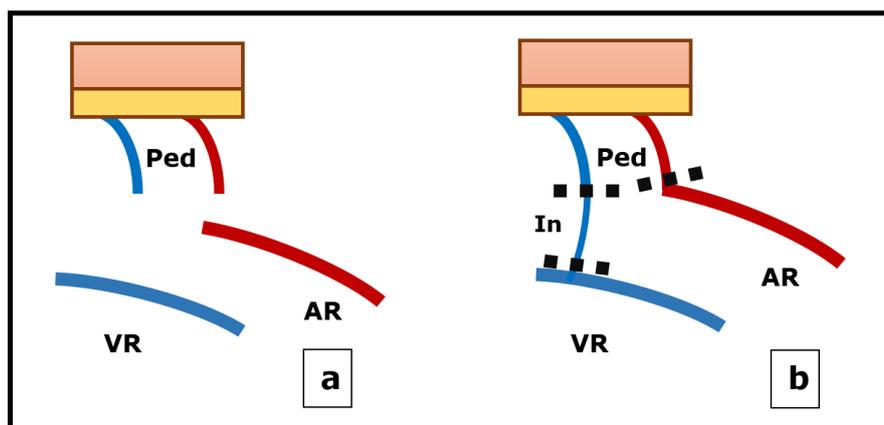


Figura 22. Injerto de interposición. Legenda: AR: arteria receptora; VR: vena receptora; Ped: pedículo del colgajo; In: injerto de interposición; línea discontinua: zona de anastomosis vascular. *Ilustración de elaboración propia.*

5.5.3.4. Transposición de vena

Para realizar la transposición venosa, se liga el extremo distal de una vena que desemboque en otra de calibre mayor a escasa distancia de la zona del defecto. Este extremo distal se anastomosa de forma termino-terminal a la vena del pedículo del colgajo (Figura 23).

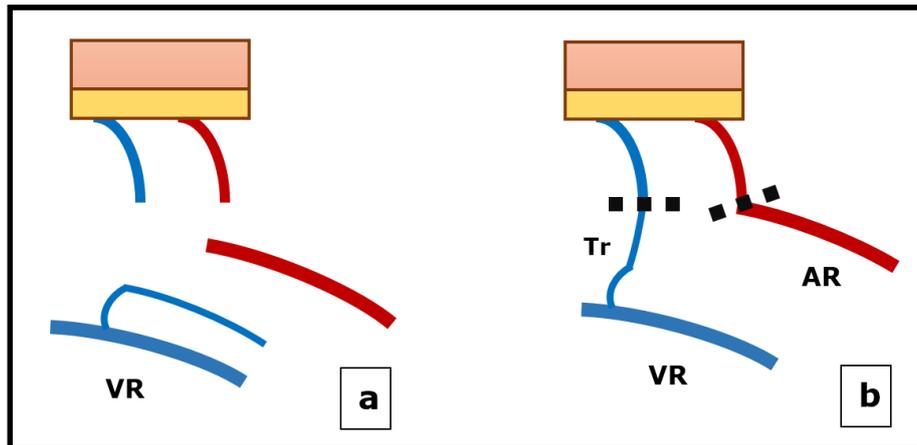


Figura 23. Transposición venosa. *Ilustración de elaboración propia.*

5.5.4. Principales estructuras empleadas como injerto vascular

5.5.4.1. Vena safena magna

Curso anatómico

La vena safena magna es la vena más larga de la anatomía. Comienza distalmente como una continuación de la vena marginal medial del pie, y drena finalmente en la vena femoral, a escasa distancia hacia distal del ligamento inguinal.

En su origen, asciende unos 2,5-3 cm por delante del maléolo medial, cruza el tercio distal de la superficie medial de la tibia -oblicuamente a su borde medial- y luego asciende ligeramente por detrás del reborde medial tibial hasta la rodilla. En su recorrido a través de la pierna y el pie, el nervio safeno es anterior a la vena safena magna, al igual que lo es la rama safena de la arteria genicular

descendente en la rodilla. Continúa su curso a través de la región medial del muslo, y finalmente, pasa a través del hiato safeno, desembocando en la vena femoral (Figura 24).

La vena a menudo se encuentra duplicada, especialmente en la porción distal a la rodilla. Tiene de 10 a 20 válvulas, más numerosas en la pierna que en el muslo. La vena se encuentra en el plano superficial a la fascia profunda del miembro inferior, pero presenta múltiples conexiones con las venas profundas (a través de venas perforantes), especialmente en la pierna. También presenta conexiones superficiales a este nivel con la vena safena menor(107).

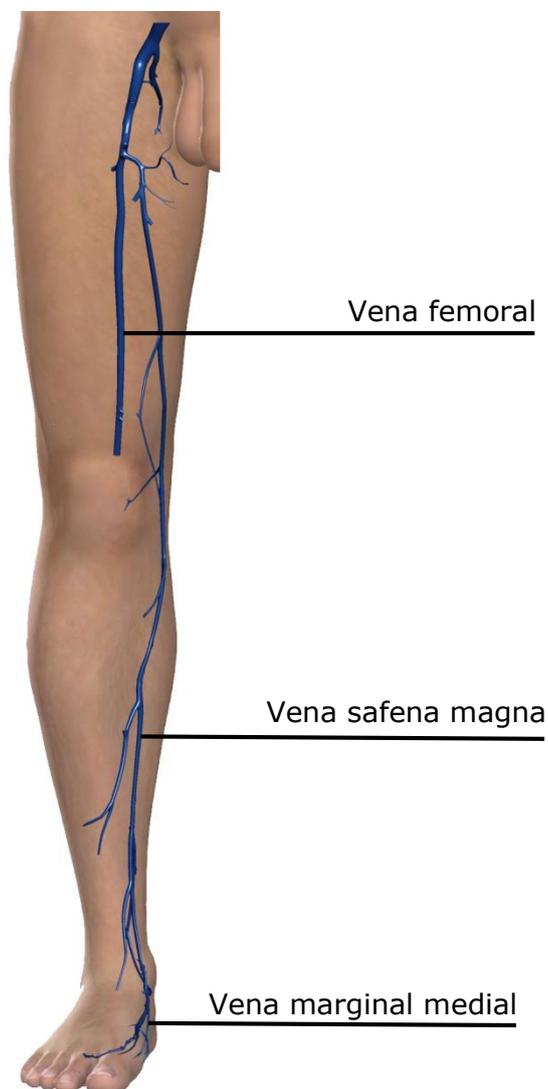


Figura 24. Trayecto anatómico de la vena safena magna. *Ilustración digital de elaboración propia.*

5.5.4.2. Vena safena menor

Curso anatómico

La vena safena menor comienza posterior al maléolo lateral, como una continuación de la vena marginal lateral. En el tercio inferior de la pierna asciende lateral al tendón de Aquiles, situada sobre la fascia profunda. A lo largo de la pierna, discurre oblicuamente para alcanzar la línea media posterior de ésta, donde penetra la fascia profunda.

Continúa su ascenso entre las cabezas de los gastrocnemios, drenando finalmente en la vena poplítea en la fosa poplítea, 3-7,5 cm por encima de la articulación de la rodilla (Figura 25).

La vena safena menor se encuentra conectada con venas profundas en el dorso del pie, recibe numerosas tributarias cutáneas en la pierna, y envía varias ramas que se comunican proximal y medialmente con la vena safena magna. En la pierna, la vena safena menor se encuentra próxima al nervio sural. Tiene 7-13 válvulas, una de ellas cercana a su terminación(108).

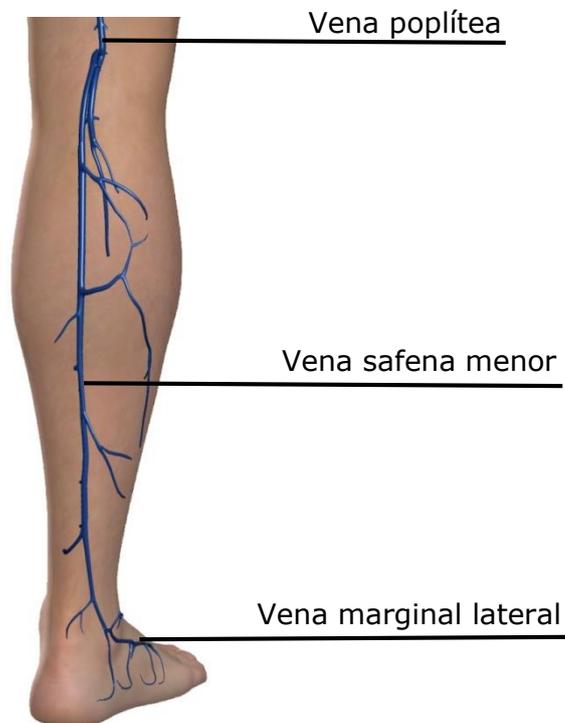


Figura 25. Trayecto anatómico de la vena safena menor. *Ilustración digital de elaboración propia.*

5.5.4.3. Vena cefálica

Curso anatómico

La vena cefálica se origina al nivel de la tabaquera anatómica como continuación de la parte radial del arco venoso dorsal de la mano. Discurre hacia proximal sobre la cara radial del antebrazo, recibiendo venas tributarias de ambos lados de éste.

Incluso en individuos corpulentos, la vena cefálica puede identificarse a lo largo del borde radial del antebrazo distal. En los tercios medio y proximal del antebrazo, la vena cefálica se vuelve volar para ser paralela al borde anterior del músculo braquiorradial, así como a la arteria radial y sus venas comitantes(109).

El tronco principal de la vena cefálica cruza la fosa antecubital en su parte lateral, superficial al nervio antebraquial lateral. A nivel de la fosa, la vena mediana cubital conecta oblicuamente la vena cefálica con la basílica y con el sistema venoso profundo. En ocasiones, la vena mediana cubital presenta un gran calibre, transfiriendo la mayor parte del flujo sanguíneo desde la vena cefálica a la basílica, en cuyo caso la vena cefálica proximal puede estar ausente o con un calibre muy reducido(110). Además, la vena cefálica accesoria, que puede originarse de la región dorsal del antebrazo o del lado cubital de la red venosa dorsal de la mano, se une a la vena cefálica distalmente al codo.

La vena cefálica continúa proximalmente en el brazo a lo largo del surco bicipital lateral, y se introduce a través del surco deltopectoral (localizado entre los respectivos músculos). La identificación de la vena en esta región requiere una disección más profunda y, en consecuencia, es más difícil que distalmente. Luego continúa hacia la clavícula, pasa profundamente a la cabeza clavicular del pectoral mayor y perfora la fascia clavipectoral, cruzando anterior a la arteria axilar para drenar en la vena axilar justo debajo de la clavícula (Figura 26).

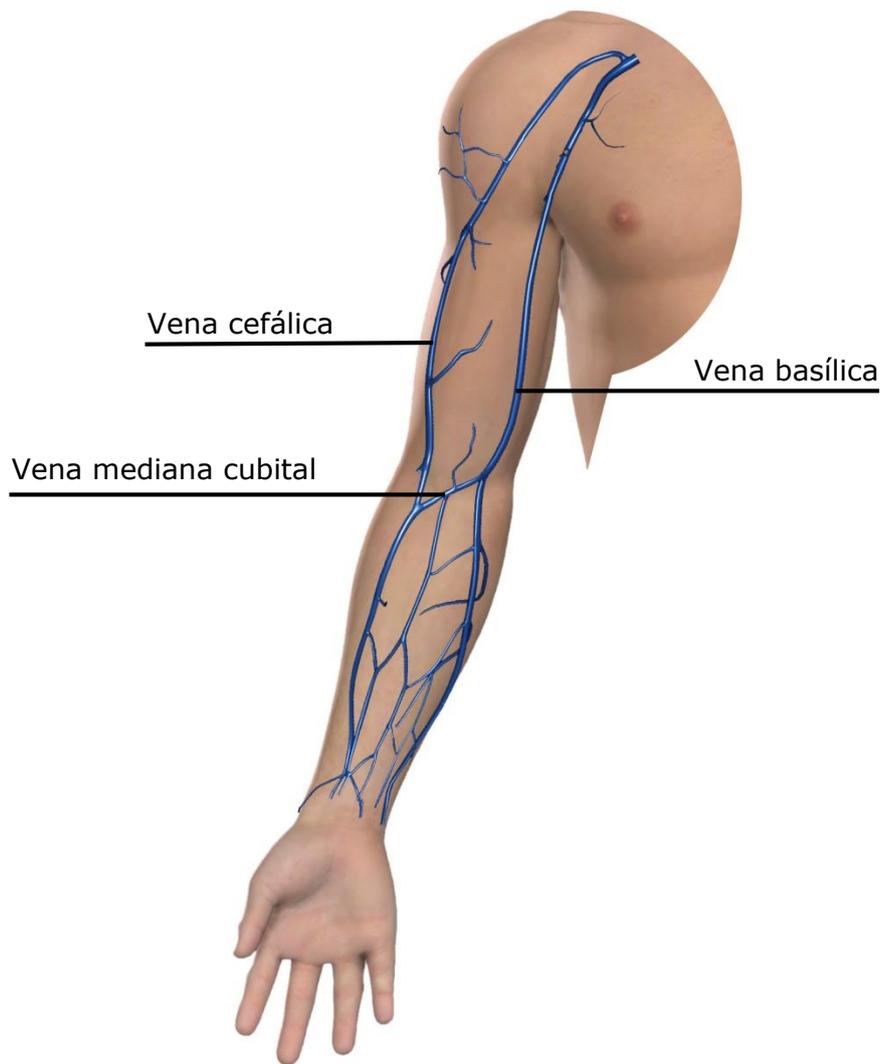


Figura 26. Trayecto anatómico de la vena cefálica. *Ilustración digital de elaboración propia.*

5.5.4.4. Otras estructuras vasculares empleadas como injerto

Existen numerosas opciones de donante de injerto vascular descritas en la literatura, como pueden ser la vena basílica o sus ramas, la vena mediana del antebrazo, la yugular externa, o las venas del dorso del pie(69).

También ha sido descrita la utilización de una de las venas comitantes del pedículo del colgajo como injerto de interposición en casos seleccionados(111). Ésta sólo puede emplearse como injerto si el drenaje venoso del colgajo es seguro (a través de la vena comitante restante o de un pedículo adicional).

5.5.5. Consideraciones en la elección del injerto

Clásicamente, el tipo de injerto vascular o de asa arteriovenosa utilizada dependía de la longitud de prolongación del pedículo requerida, la disponibilidad o no de una vena cercana para la realización de una transposición, y la preferencia del cirujano. No obstante, además de tener en cuenta los factores mencionados, es necesario obtener el injerto (o realizar el asa vascular) teniendo en cuenta la importancia de la concordancia en el calibre de los vasos.

La discrepancia de calibre en la anastomosis se cita como un factor de riesgo independiente para el fracaso del colgajo, tanto en el caso de la anastomosis arterial como en la venosa(112,113). Sin embargo, en el caso de la anastomosis venosa, la citada discrepancia puede ser mejor tolerada, mediante la dilatación manual del vaso de menor calibre y la utilización de dispositivos de *coupler* microvascular, entre otras medidas(114).

5.5.6. Justificación e interés de la investigación

A pesar de las numerosas indicaciones descritas para las venas superficiales de las extremidades como injertos vasculares, y a la importancia de la concordancia de calibre y grosor de la pared en la anastomosis, hasta la fecha existen escasos estudios anatómicos que describan las características morfológicas de las venas superficiales de las extremidades, y ninguno que aborde de forma precisa las características de las principales venas empleadas como injerto en técnicas microquirúrgicas (tales como calibre vascular, diámetro luminal y grosor de la pared), comparándolas con las del pedículo vascular del colgajo utilizado para la reconstrucción.

Por lo tanto, el presente trabajo se elaboró con el objetivo de analizar microscópicamente las características anatómicas de las venas superficiales de las extremidades para su utilización como injertos de interposición y/o asas vasculares, y compararlas con los pedículos arteriales de cuatro colgajos libres frecuentemente empleados en la práctica clínica: anterolateral de muslo (ALT), radial, peroné y latissimus dorsi.

Hipótesis y objetivos

6. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis principal

- Existe una mayor congruencia vascular (en cuanto a calibre total, anchura luminal y grosor de pared) entre ciertas venas superficiales (y en determinados puntos anatómicos de éstas) y los pedículos arteriales de los colgajos incluidos en el estudio.

Hipótesis secundarias

- La longitud máxima de injerto venoso disponible es estimable mediante referencias anatómicas simples.

- A pesar de la variabilidad anatómica intrínseca existente en las venas superficiales, la existencia de variantes anatómicas que contraindiquen su utilización como injertos no es frecuente.

- La vena safena magna, a pesar de aportar la mayor longitud de injerto disponible, muestra un calibre y grosor de pared mayor que los pedículos arteriales de los colgajos, condicionando cierta discrepancia de calibre en la anastomosis microvascular.

- La vena safena menor muestra unas características anatómicas similares a las de los pedículos de los principales colgajos libres, pudiendo ser empleada tanto como injerto de interposición, como asa vascular.

- La vena cefálica presenta una longitud adecuada para ser utilizada como injerto en la mayoría de los casos. Además, su diámetro y grosor de pared muestran congruencia con respecto a los pedículos arteriales de los colgajos.

Objetivo general

- Analizar macro y microscópicamente las venas superficiales de las extremidades (safena magna, safena menor y cefálica), y compararlas con los pedículos arteriales de los colgajos incluidos en el estudio. Este análisis se enfoca hacia las características que influyen en su utilización como injertos de interposición y/o asas vasculares.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio macroscópico de las principales características anatómicas de las venas superficiales (longitud máxima de trayecto suprafascial disponible para injerto y retracción del injerto tras la disección).

- Evaluar la predecibilidad de la longitud in situ de las venas, empleando mediciones topográficas de los miembros basadas en referencias anatómicas.

- Evaluar la presencia de variantes anatómicas de las venas superficiales en la muestra, principalmente de aquellas que puedan dificultar o contraindicar su utilización como injerto vascular.

- Analizar microscópicamente las venas superficiales (calibre total del vaso, anchura luminal y grosor de la pared).

- Comparar dichas características microscópicas con las de los pedículos arteriales de los colgajos mencionados.

Material y método

7. MATERIAL Y MÉTODO

Con los objetivos mencionados, se realizó un estudio de disección anatómica en espécimen fresco.

Se realizó un estudio anatómico en cadáver en el Departamento de Anatomía y Embriología de la Universidad de Valencia. Se emplearon un total de 15 especímenes adultos. De ellos, 8 eran varones y 7 mujeres.

Todos los especímenes se encontraban conservados en fresco, en cámara frigorífica, a 4 °C. Ninguno de los especímenes había sido empleado para estudios anatómicos previos. Tampoco presentaban lesiones visibles o cicatrices en las zonas de investigación. Aunque se desconocía la causa de la muerte, ninguno de los cuerpos presentaba indicios que hiciesen sospechar que el motivo del fallecimiento tuviese relación con las áreas de estudio. Todos los especímenes correspondieron a donantes del Programa Propio de Donación de Cuerpos para su Uso en Docencia e Investigación de la Universitat de València. El estudio se realizó de acuerdo con las consideraciones científicas y éticas para el manejo de cadáveres.

El estudio anatómico puede resumirse en las siguientes fases:

- Estimación de la longitud total de las venas superficiales de las extremidades (safena magna, safena menor y cefálica) disponibles para injerto, mediante la medición topográfica de los miembros siguiendo referencias anatómicas.
- Medición macroscópica de la longitud del trayecto suprafascial de las mencionadas venas, in situ y tras la extracción del injerto venoso.
- Análisis del trayecto, las relaciones y posibles variaciones anatómicas de las venas superficiales.

- Obtención de un segmento vascular venoso en varios puntos de referencia, así como de los pedículos arteriales de varios de los principales colgajos libres empleados en cirugía reconstructiva, como se describe posteriormente.

La disección se realizó con ayuda de magnificación óptica (Gafas lupa microquirúrgicas telescópicas, con aumento 3,5 X; Designs for Vision). La obtención de las muestras se realizó en decúbito supino, asignando la lateralidad de forma aleatoria. Se empleó material quirúrgico de disección estándar (Figura 27).



Figura 27. Set quirúrgico y de almacenamiento de muestras empleado para el estudio anatómico. *Imagen de elaboración propia.*

7.1. Análisis macroscópico de las venas superficiales de las extremidades

7.1.1. Estimación de la longitud de las venas mediante referencias anatómicas y medida in situ

En primer lugar, se realizó una estimación de la longitud total de vena disponible para injerto mediante la medición topográfica de los miembros, empleando las referencias anatómicas mencionadas a continuación.

Después, se midió la longitud real del trayecto anatómico de las venas in situ y tras su extracción. Para ello, se empleó una cinta métrica centimetrada.

7.1.1.1. Vena safena magna

La medición estimada de la longitud de la vena safena magna se realizó mediante el marcaje de una línea recta longitudinal a través de la cara medial del miembro inferior. Ésta se inicia en el pliegue inguinal, siguiendo el eje del *adductor longus* hasta el cóndilo femoral medial, y desde éste hasta el maleolo medial. Además, se incluyó el trayecto estimado de la vena marginal medial mediante una línea recta desde el maleolo hasta aproximadamente el nivel del escafoides tarsiano (Figura 28).



Figura 28. Referencia anatómica empleada para la estimación de la longitud de la vena safena magna. *Imagen de elaboración propia.*

Posteriormente, para la medición de la longitud de la vena safena magna in situ se identificó primero a nivel distal, siguiendo su trayecto mediante disección suprafascial en dirección proximal. (Figura 29).

También se midió la distancia desde el pliegue inguinal hasta la unión safenofemoral (hiato safeno).



Figura 29. Abordaje longitudinal empleado para la exposición y medición de la vena safena magna. *Imagen de elaboración propia.*

7.1.1.2. Vena safena menor

La medición estimada de la longitud de la vena safena menor en la pierna se realizó trazando una línea oblicua desde un punto 1 cm posterior al maleolo lateral, hasta el punto medio del hueco poplíteo (Figura 30).



Figura 30. Referencia anatómica empleada para la estimación de la longitud de la vena safena menor en la pierna. *Imagen de elaboración propia.*

Para la medición de la longitud in situ de la vena safena menor, se identificó primero a nivel retromaleolar lateral, continuando la disección en dirección proximal. Se midió la longitud total de la vena desde el maleolo, la porción suprafascial, y la porción subfascial hasta el hueco poplíteo (Figura 31).

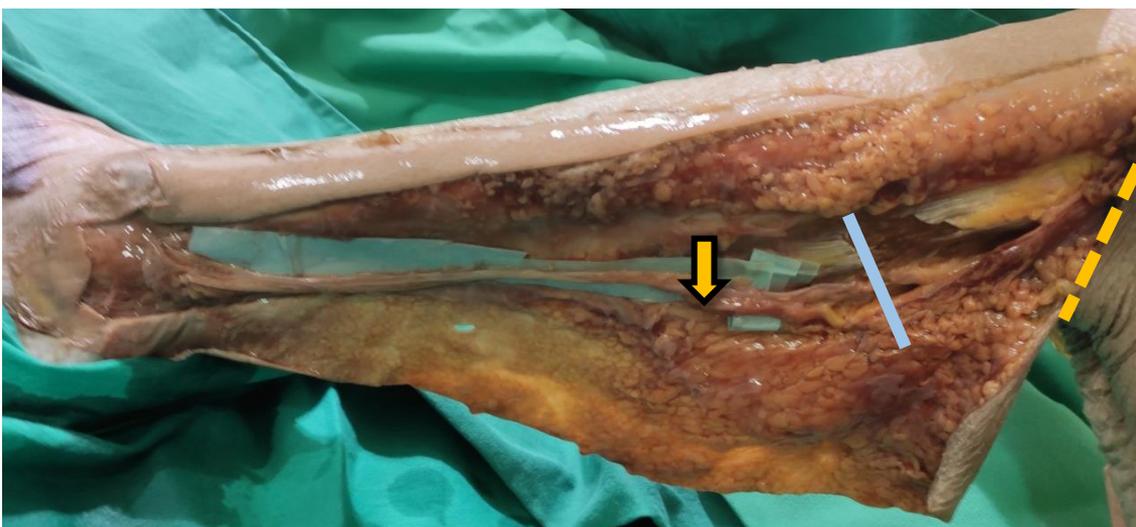


Figura 31. Abordaje empleado para la exposición de la vena safena menor (Flecha: vena safena menor; línea azul: punto de entrada subfascial; línea naranja: hueco poplíteo). *Imagen de elaboración propia.*

7.1.1.3. Vena cefálica

La estimación de la longitud de la vena cefálica estudiada se realizó trazando una línea recta desde un punto 2 cm proximal al pliegue de flexión de la muñeca, pasando por el epicóndilo lateral, hasta el surco deltopectoral (Figura 32).



Figura 32. Referencia anatómica empleada para la estimación de la longitud de la vena cefálica. *Imagen de elaboración propia.*

Para la exposición y medición in situ de la vena cefálica, ésta se identificó distalmente (realizando una incisión orientada sobre la tabaquera anatómica), y continuando la disección en dirección proximal (Figura 33). La medición in situ se realizó con los límites anatómicos mencionados.



Figura 33. Abordaje longitudinal en miembro superior, empleado para la exposición de la vena cefálica. *Imagen de elaboración propia.*

La medición in situ de todas las venas se realizó mediante segmentos de 5 cm, para cuantificar de una manera más precisa la longitud del recorrido anatómico real que presentaban (Figura 34).



Figura 34. Medición del trayecto anatómico in situ de las venas, realizada por segmentos de 5 cm, siguiendo su curvatura natural. *Imagen de elaboración propia.*

7.1.2. Medida real del injerto obtenido

Tras la medición in situ, se diseccionó el trayecto completo de la vena, dentro de los límites expuestos, y se ligaron la totalidad de sus ramas. Para evaluar la retracción de la vena tras su disección, se midió de nuevo la longitud de ésta tras su extracción (Figura 35).



Figura 35. Medición de la longitud real de la vena disponible para injerto tras su disección. *Imagen de elaboración propia.*

7.2. Análisis del trayecto y posibles variaciones anatómicas

Para la identificación de variaciones anatómicas en el trayecto de las venas superficiales, se realizó disección en el plano suprafascial de la cara medial de la pierna y el muslo (vena safena magna), la región radial del antebrazo, la fosa antecubital y la cara externa del brazo (vena cefálica), y las regiones lateral y posterior de la pierna (vena safena menor). (Figuras 36 y 37).

(Para observar la disección subcutánea de la región lateral y posterior de la pierna, ver Figura 31).



Figura 36. Disección suprafascial completa de la región medial de la pierna y el muslo. *Imagen de elaboración propia.*



Figura 37. Disección suprafascial del antebrazo y la fosa antecubital.
Imagen de elaboración propia.

7.3. Obtención de muestras de venas superficiales para su análisis microscópico

7.3.1. Muestras de la vena safena magna

La obtención de las muestras de vena safena magna se realizó con el espécimen en decúbito supino, con la cadera en abducción, y la rodilla flexionada a 90°. Se obtuvieron cinco segmentos para el estudio (Figuras 38, 39 y 40):

- Muestra 1: Se extrajo de la vena marginal medial, proximal al origen del arco venoso dorsal, en la región del mediopie (aproximadamente a nivel del escafoides tarsiano).
- Muestra 2: Se obtuvo en un punto inmediatamente anterior al maléolo medial.
- Muestra 3: Se extrajo del segmento medio de la pierna, en el punto medio entre el maleolo interno y el pliegue poplíteo.

- Muestra 4: Procedente del segmento superior de la pierna (aproximadamente a nivel de la metáfisis tibial).

- Muestra 5: Se obtuvo de la región proximal del muslo (a unos 15 cm del pliegue inguinal).

Para la extracción de las muestras se realizó un abordaje longitudinal, identificando la vena safena a nivel del mediopie, y siguiendo su recorrido proximalmente, mediante disección en el plano subcutáneo (una incisión similar a la realizada para medir la longitud de la vena).

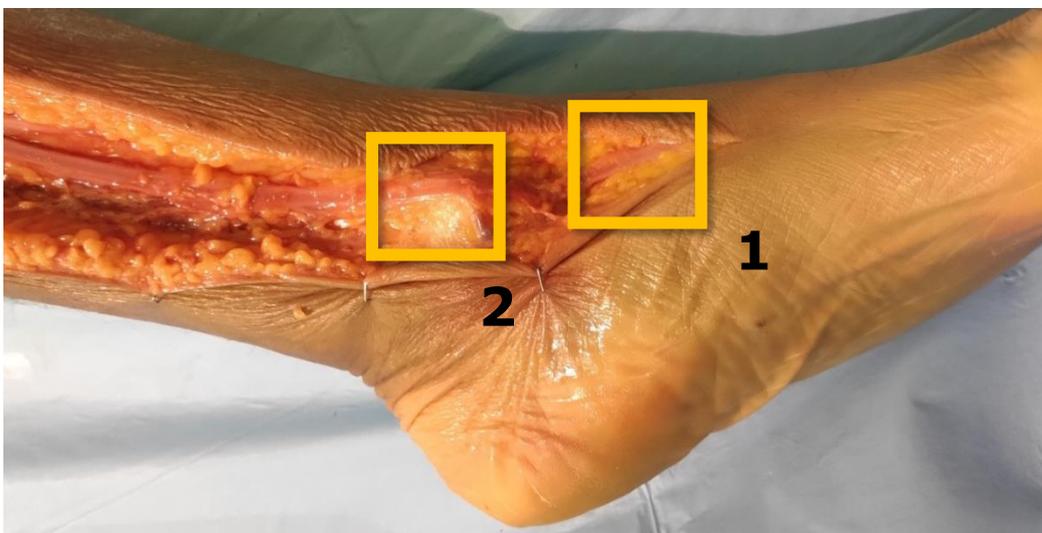


Figura 38. Muestras de vena safena magna obtenidas a nivel de mediopie y maléolo medial. *Imagen de elaboración propia.*

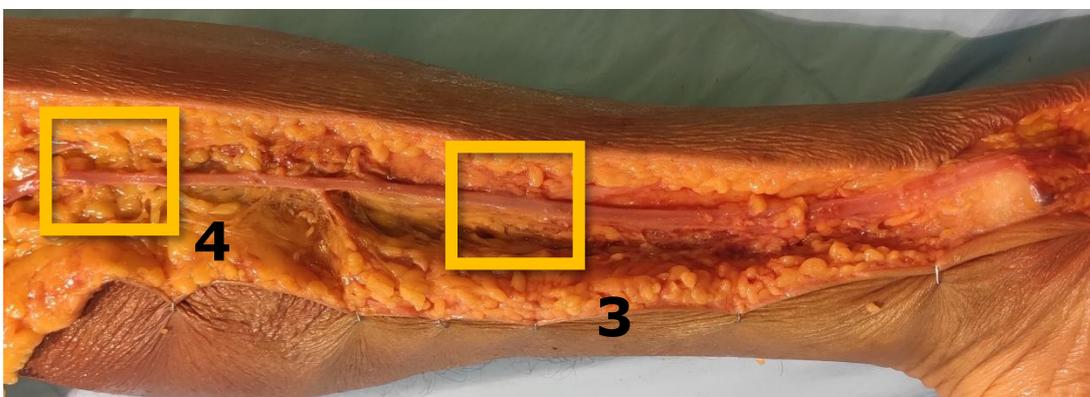


Figura 39. Muestras de vena safena magna obtenidas a nivel del tercio medio de la pierna.

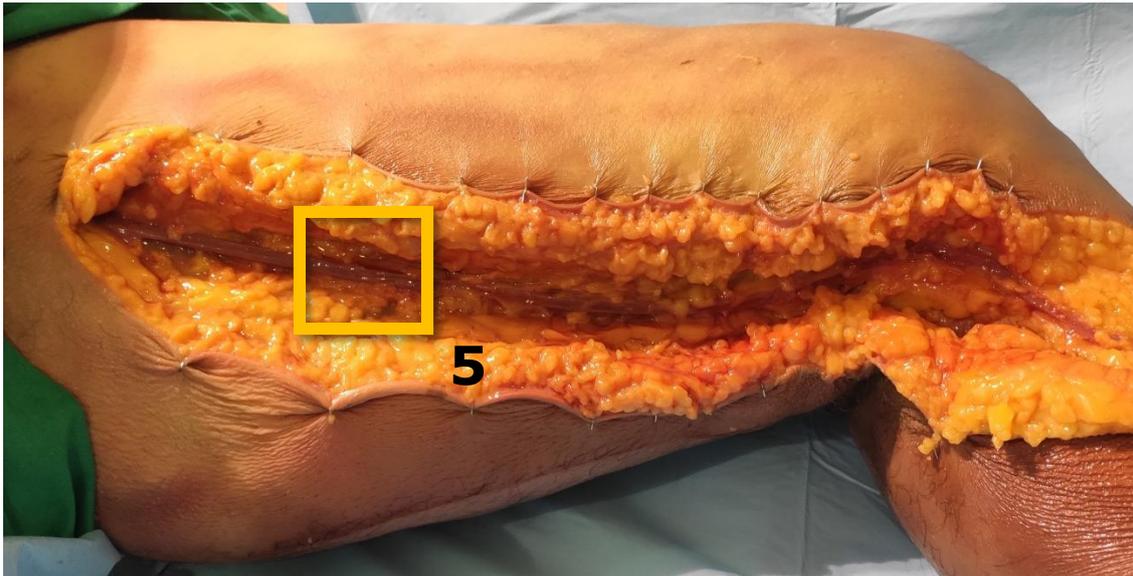


Figura 40. Muestra de vena safena magna obtenida en la región proximal del muslo. *Imagen de elaboración propia.*

7.3.2. Muestras de la vena safena menor

La obtención de las muestras de vena safena menor se realizó con el espécimen en decúbito supino, con la cadera en aducción, y la rodilla flexionada a 90°. Se obtuvieron dos segmentos para el estudio (Figuras 41 y 42):

- Muestra 6: A nivel del maleolo lateral, inmediatamente posterior a éste. Para su obtención, se realizó un abordaje longitudinal retromaleolar.

- Muestra 7: A nivel del tercio proximal de la pierna (obtenida de la porción inmediatamente distal al inicio de su trayecto subfascial). Se empleó una incisión realizada en la unión entre el tercio proximal y el tercio medio de la longitud de la pierna, siguiendo su recorrido en dirección proximal.

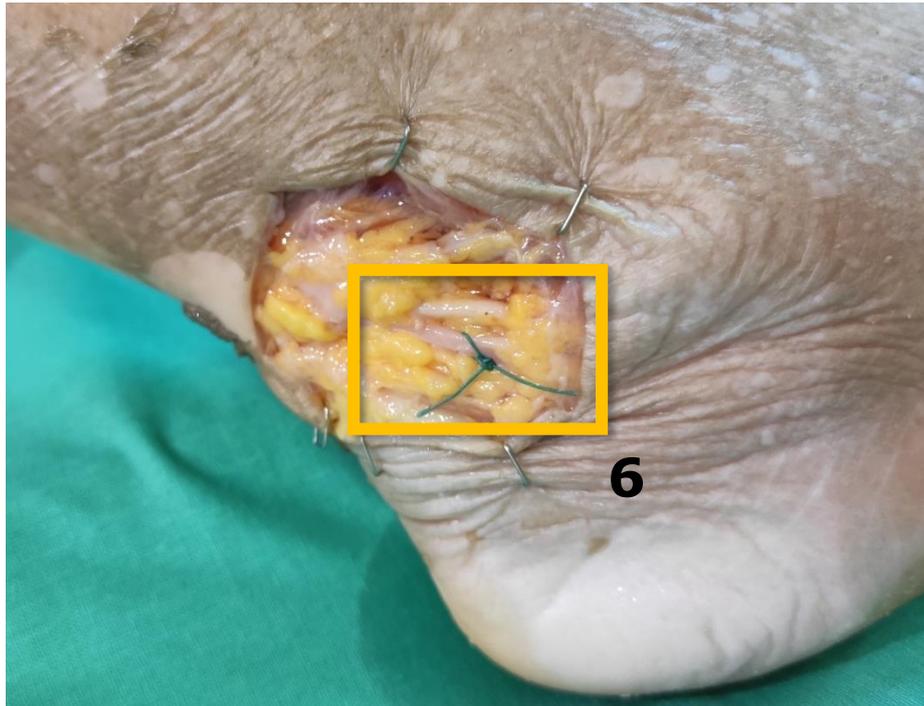


Figura 41. Muestra de vena safena menor obtenida en la región retromaleolar lateral (referenciada con sutura). Anterior a ésta, puede observarse el nervio sural. *Imagen de elaboración propia.*

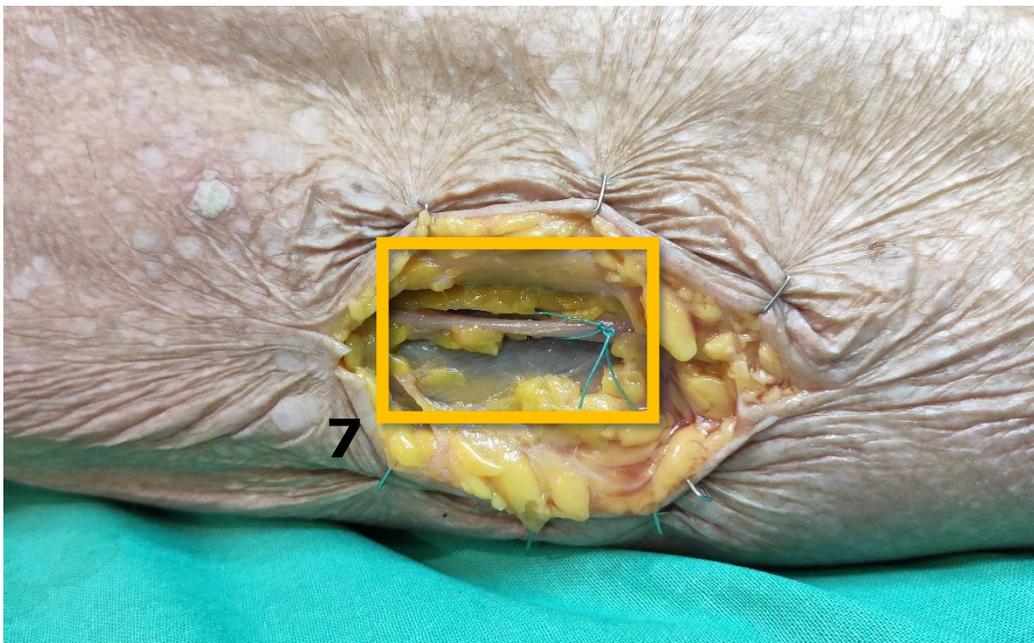


Figura 42. Muestra de vena safena menor obtenida en la cara posterior de la pierna. *Imagen de elaboración propia.*

7.3.3. Muestras de la vena cefálica

La obtención de las muestras de vena cefálica se realizó con el miembro superior en extensión y el hombro en abducción a 90°. Se obtuvieron tres segmentos para el estudio (Figuras 43, 44 y 45):

- Muestra 8: Obtenida a nivel del antebrazo distal (aproximadamente 2 cm proximal a la flexura de la muñeca).

- Muestra 9: Se extrajo del antebrazo proximal (aproximadamente 3 cm distal a la flexura antecubital).

- Muestra 10: A nivel del tercio proximal del brazo, inmediatamente distal al inicio del surco deltopectoral.

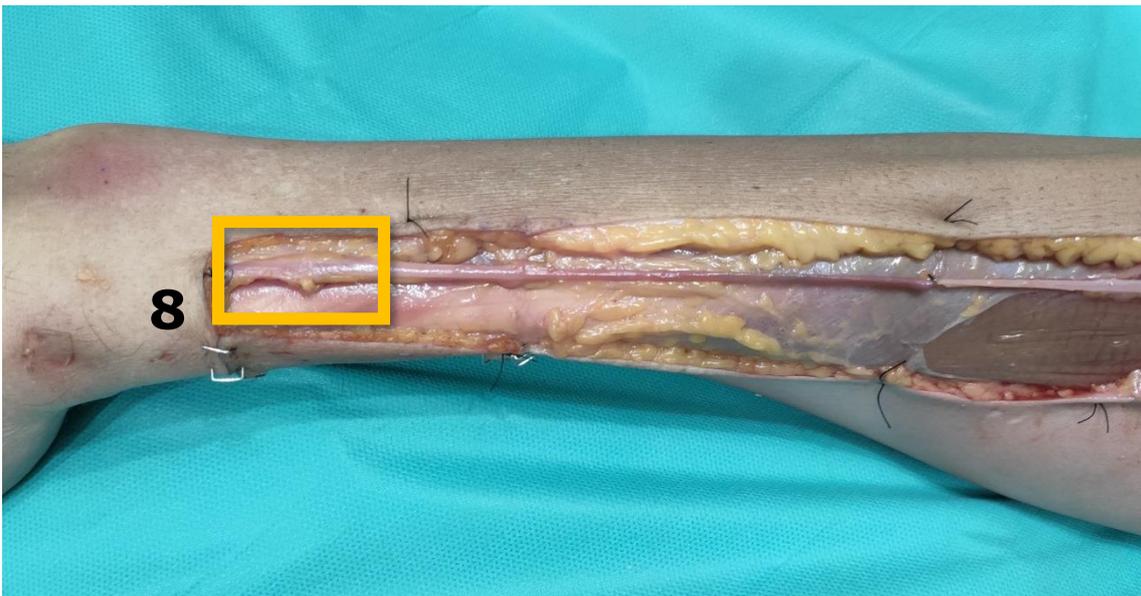


Figura 43. Muestra de la vena cefálica obtenida a nivel del antebrazo distal. *Imagen de elaboración propia.*

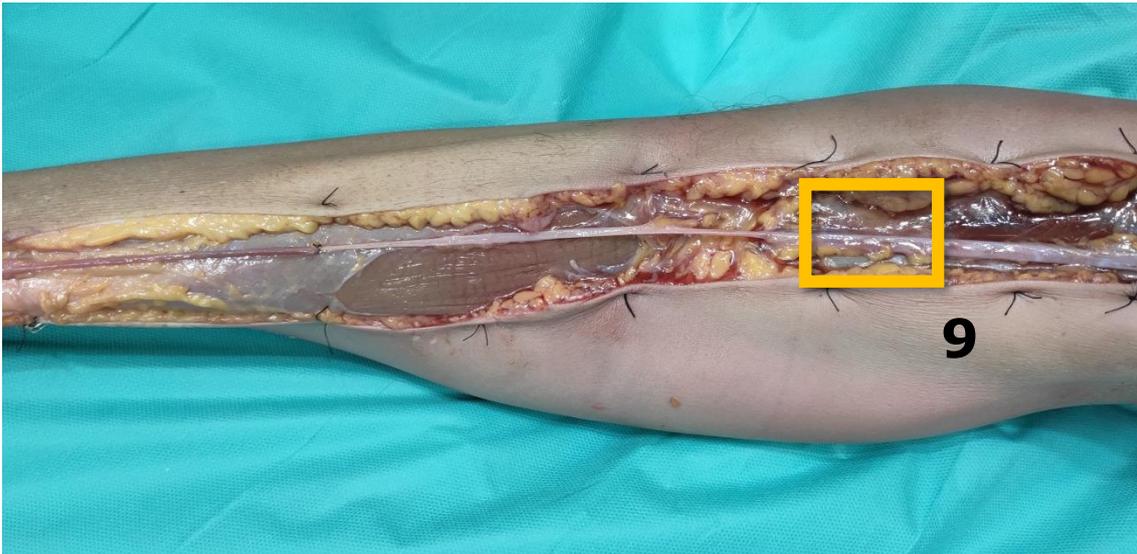


Figura 44. Muestra de la vena cefálica obtenida a nivel del antebrazo proximal. *Imagen de elaboración propia.*



Figura 45. Muestra de la vena cefálica obtenida a nivel del tercio proximal del brazo. *Imagen de elaboración propia.*

7.4. Obtención de muestras de los pedículos arteriales de los colgajos para análisis microscópico

En cada uno de los especímenes, se obtuvieron muestras de los pedículos arteriales de los siguientes colgajos:

- Muestra 11. Colgajo anterolateral del muslo. La muestra se obtuvo de la porción más proximal de la rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral, en su origen. Para ello, se realizó un abordaje longitudinal centrado sobre la línea que une la espina ilíaca anterosuperior con el polo superolateral de la rótula, disecando a través del septo entre los músculos *rectus femoris* y *vastus lateralis* (Figuras 46 y 47).



Figura 46. Marcaje de la incisión sobre el septo entre los músculos *rectus femoris* y *vastus lateralis*. Imagen de elaboración propia.

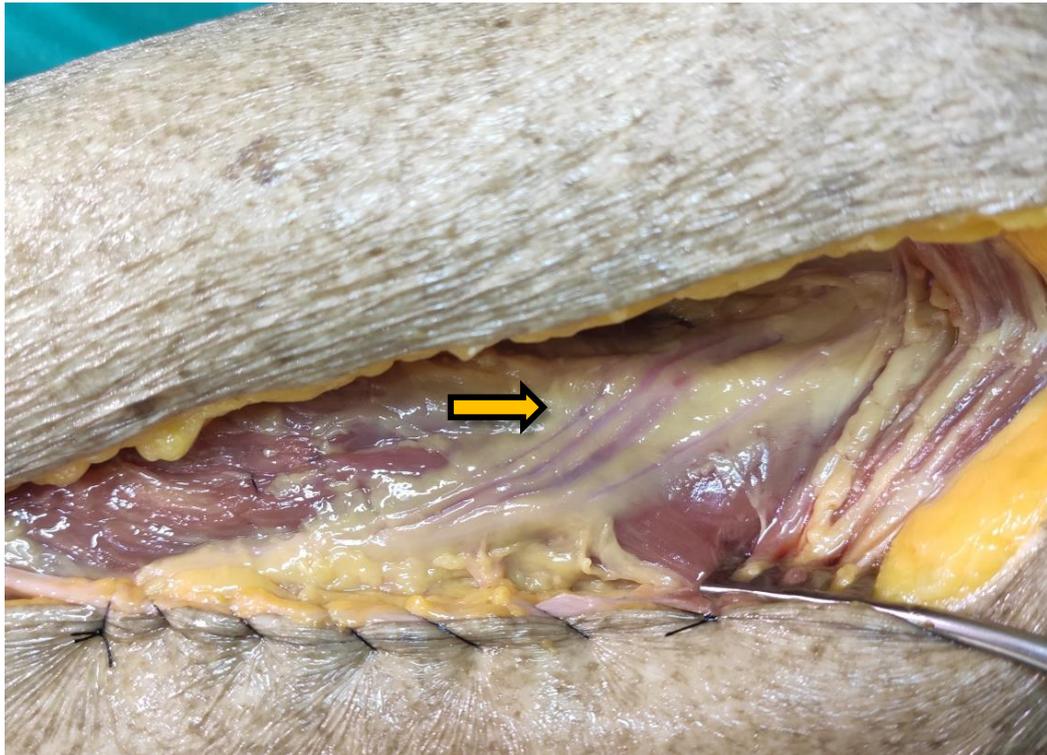


Figura 47. Abordaje de la arteria circunfleja femoral lateral y obtención de la muestra. *Imagen de elaboración propia.*

- Muestra 12: Colgajo radial del antebrazo. La muestra se extrajo de la porción proximal de la arteria radial, a unos 5 cm de la flexura antecubital. Para la obtención de la muestra, se realizó un abordaje longitudinal directo sobre el borde medial del músculo *brachiorradialis*, siguiendo como referencia la línea desde el punto medio del pliegue antecubital hasta la apófisis estiloides del radio. La arteria radial y el nervio radial superficial pueden identificarse profundos al borde medial del músculo *brachiorradialis* (Figuras 48 y 49).



Figura 48. Incisión para la exposición de la arteria radial en el antebrazo. *Imagen de elaboración propia.*

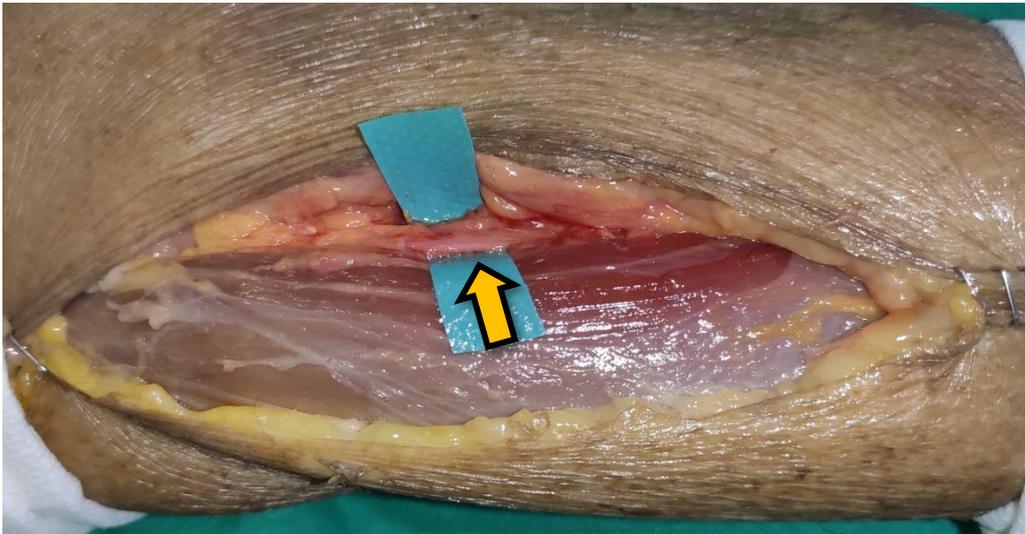


Figura 49. Abordaje directo sobre el borde medial del *brachiorradialis*, para la exposición de la arteria radial en el antebrazo. *Imagen propia.*

- Muestra 13: Colgajo de peroné. Se realizó disección de la arteria mediante un abordaje medial (Figura 50). Con el espécimen en decúbito supino, con la pierna en rotación externa y la rodilla flexionada 30°, se realizó una incisión longitudinal 2 cm por detrás del borde posteromedial de la tibia. Tras la desinserción del sóleo del reborde posteromedial de la tibia, los vasos peroneos se encuentran en la superficie anterior del músculo *flexor hallucis longus*. La peronea se disecó hasta su origen en el tronco tibioperoneo (Figura 51).



Figura 50. Incisión medial para el abordaje de la arteria peronea. *Imagen de elaboración propia.*

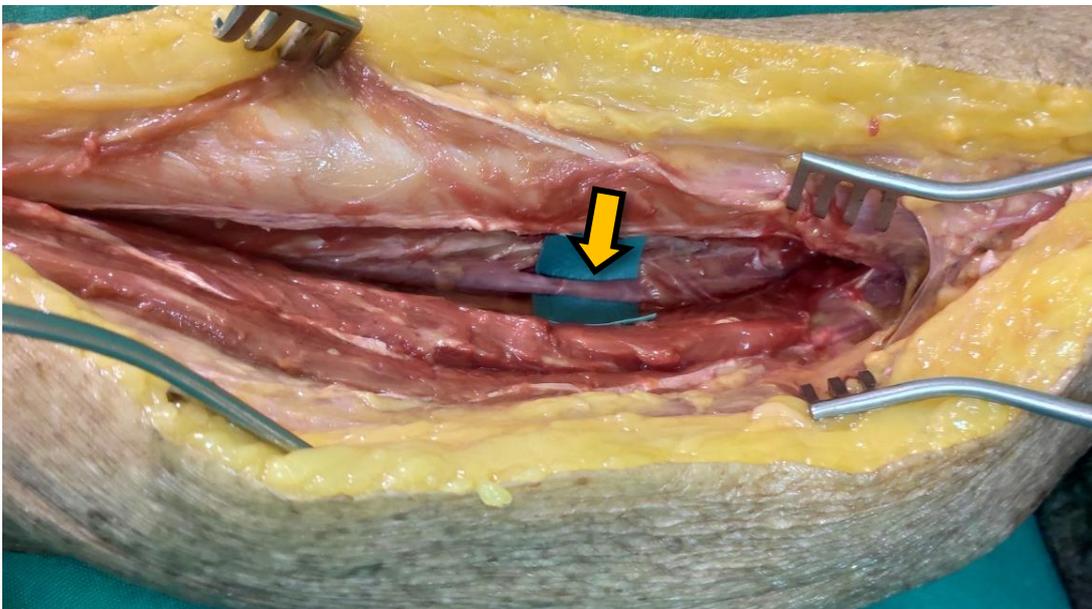


Figura 51. Abordaje medial y disección de la arteria peronea (flecha naranja). *Imagen de elaboración propia.*

- Muestra 14: Colgajo latissimus dorsi. Se realizó un abordaje directo sobre el borde anterior del músculo latissimus dorsi, siguiendo el borde anterior de la línea axilar posterior (Figura 52). La disección del eje toracodorsal-subescapular se continuó hasta 2 cm proximales a la salida de la rama circunfleja escapular (Figura 53).

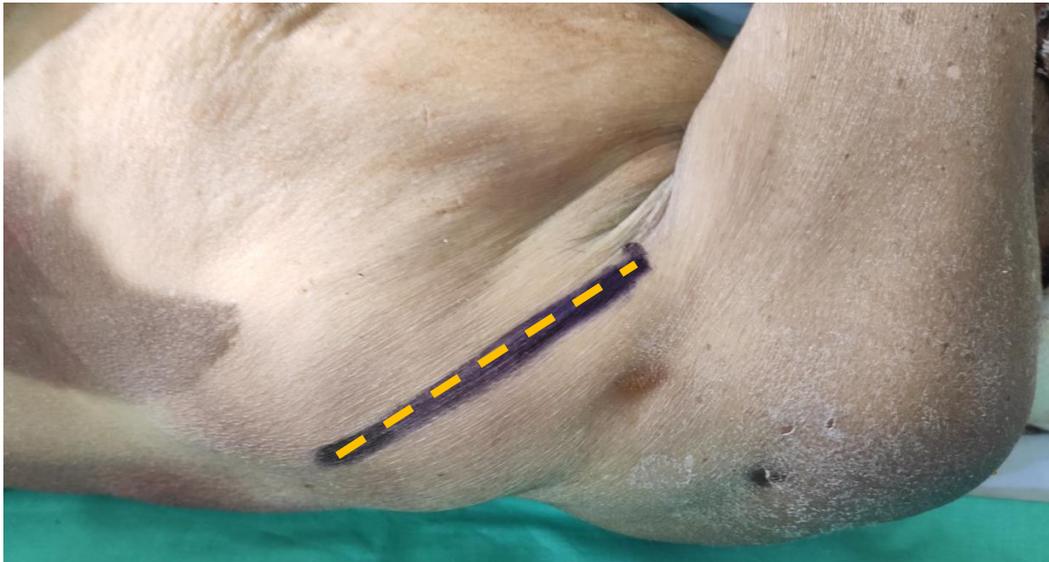


Figura 52. Abordaje para la exposición de la arteria toracodorsal. *Imagen de elaboración propia.*

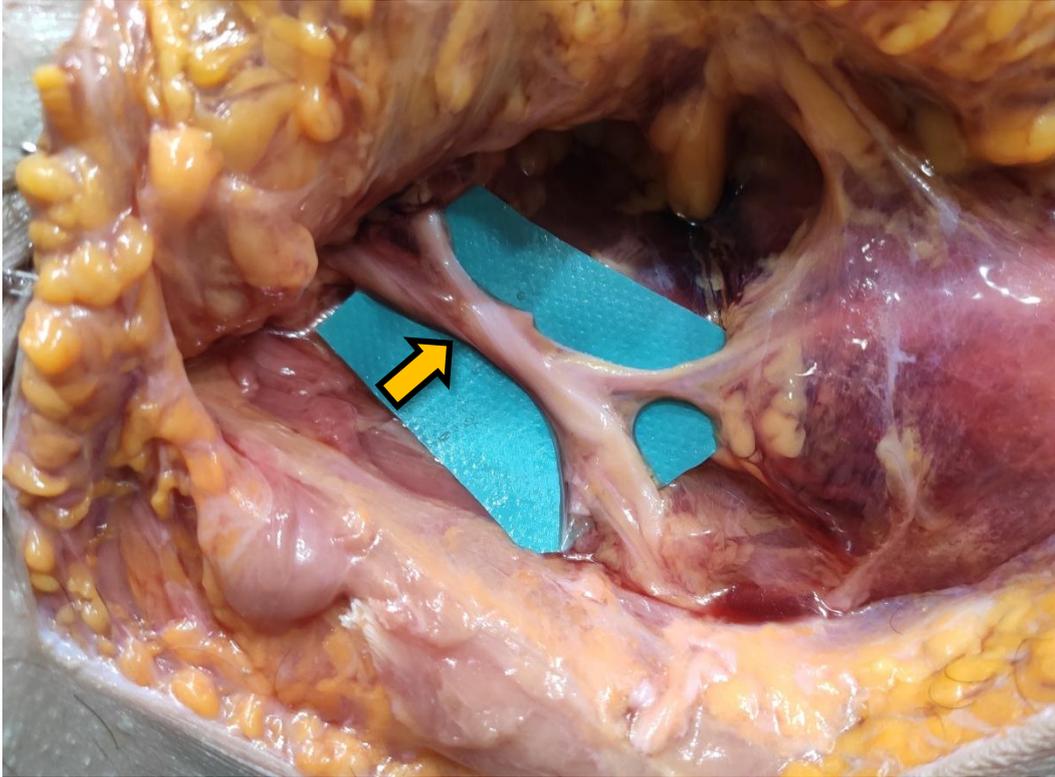


Figura 53. Disección del pedículo neurovascular toracodorsal (flecha naranja). *Imagen de elaboración propia.*

Así, para cada uno de los especímenes se extrajeron un total de 14 muestras, obteniendo 2 cm de segmento vascular para cada una de ellas.

7.5. Almacenamiento y análisis de las muestras

Tras la obtención de las muestras, éstas fueron depositadas en tubos de muestras de plástico estériles herméticos de 4 ml de capacidad. Los tubos fueron previamente rellenados con 2 ml de solución de Hartman (cada 100 ml de la solución contiene 20 mg de cloruro de calcio, 30 mg de cloruro de potasio, 600 mg de cloruro de sodio y 310 mg de lactato de sodio), manteniendo la esterilidad. Para ello, se rellenaron los tubos de muestras con sistema cerrado.

Los tubos fueron referenciados y numerados, marcando en primer lugar el espécimen estudiado, seguido del número de muestra correspondiente a cada uno de ellos (Figura 54).

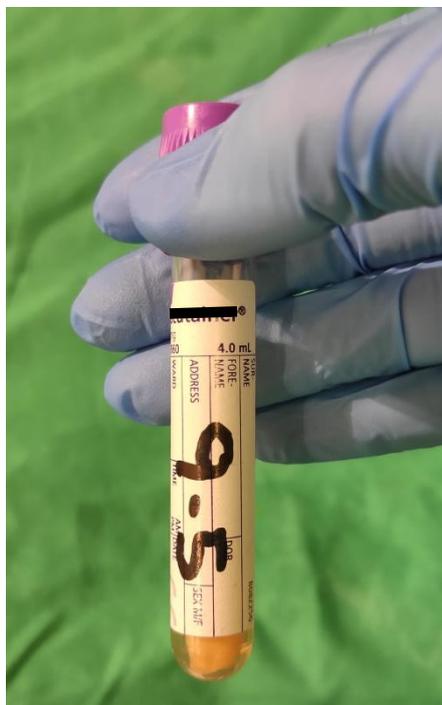


Figura 54. Tubo correspondiente al espécimen 9, muestra 5 (vena safena magna en región proximal del muslo). *Imagen de elaboración propia.*

Tras la recogida y almacenamiento de las muestras, éstas fueron preparadas directamente para ser procesadas y analizadas. Para ello, se colocaron en un soporte estéril, y fueron lavadas (intra y extraluminalmente) con una solución que contenía 2 viales de heparina al 5% en 100 ml de suero fisiológico, a una temperatura de 37° C. Después, se realizaron dos secciones transversales en el punto medio de la muestra obtenida, para su análisis microscópico.

Para el análisis de las muestras se empleó un microscopio quirúrgico Zeiss S88, y un micrómetro de precisión de 0'1 mm (cristal óptico Bresser) (Figura 55). Se realizó registro fotográfico en formato JPG (Sony DSC H-300).

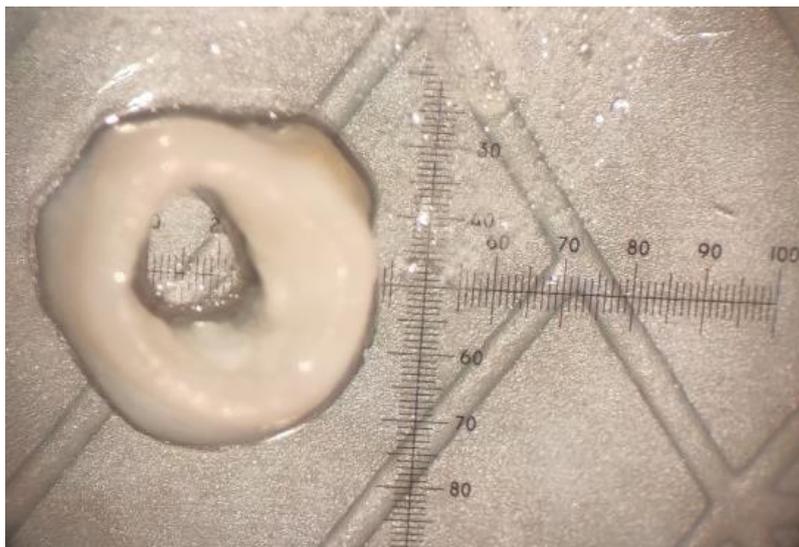


Figura 55. Muestra venosa emplazada en el micrómetro ocular para su medición (magnificación 10X). *Imagen de elaboración propia.*

7.6. Variables del estudio y análisis estadístico

7.6.1. Variables en la fase de análisis macroscópico de las venas superficiales

Los parámetros recogidos en la fase de análisis macroscópico de las venas superficiales de las extremidades fueron las siguientes.

Longitud estimada del trayecto de la vena superficial con medidas topográficas

Variable cuantitativa continua, expresada en centímetros. Para obtener la longitud estimada de cada vena se procedió a la medición topográfica del miembro, siguiendo las referencias anatómicas mencionadas para cada una de las venas.

Longitud del trayecto suprafascial in situ de cada vena

Variable cuantitativa continua. Corresponde con la medición directa del trayecto anatómico de cada una de las venas, expresada en centímetros.

Distancia hasta el punto de entrada subfascial

Variable cuantitativa continua, expresada en centímetros. Para las venas safena magna y safena menor, se midió la distancia hasta el punto de entrada subfascial, desde el pliegue inguinal y el pliegue poplíteo, respectivamente.

Longitud de vena disponible para injerto tras su extracción

Variable cuantitativa continua, expresada en centímetros. Para este parámetro se midió la longitud total de la vena, una vez disecada y extraída del espécimen.

En base a las variables anteriormente mencionadas, se calculó:

- La relación entre las estimaciones con medidas topográficas y las medidas in situ de la longitud de las venas. Ésta se expresó como el cociente entre la longitud estimada y la medida in situ para cada uno de los especímenes.
- El porcentaje de retracción tras la disección y extracción de la vena, para cada una de las venas estudiadas. Éste se expresó como el cociente entre la longitud de su trayecto in situ y la de la vena ya disecada y extraída.

7.6.2. Variables en la fase de análisis microscópico de las venas superficiales y los pedículos arteriales

Los parámetros recogidos para cada una de las muestras venosas y arteriales fueron:

Grosor de la pared del vaso

Variable cuantitativa continua. El grosor de pared se consideró como el valor de anchura total en una sola pared del vaso, expresada en milímetros.

Diámetro luminal

Variable cuantitativa continua. El diámetro luminal se consideró como el diámetro interno de la luz del vaso tras la dilatación manual del mismo mediante una pinza microquirúrgica, expresada en milímetros.

Calibre total del vaso post-dilatación

Variable cuantitativa continua, expresada en milímetros. La medición de calibre total incluyó el grosor de ambas paredes y el diámetro de la luz para cada muestra, tras la dilatación manual con una pinza microquirúrgica.

En base a las variables anteriormente mencionadas, se calculó:

- La variación media de grosor de la pared y de calibre total vascular de las venas safena magna, safena menor y cefálica, entre cada uno de los segmentos estudiados.
- La relación entre el grosor de la pared vascular de la totalidad de las muestras de segmentos venosos y la de los pedículos arteriales de los colgajos, expresada como el cociente entre ambas.
- La relación de calibre vascular total entre ambos tipos de muestras.

7.6.3. Análisis estadístico

Para la construcción de bases de datos se emplearon los programas informáticos Excel 2013 (Microsoft Office, Washington, EEUU), y el *Statistical Program for Social Science* (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA, Versión 22.0).

Para constatar la idoneidad de la utilización de tests paramétricos para el estudio comparativo entre variables cuantitativas, se realizó el test de Shapiro-Wilk. Éste se aplicó tanto a las variables medidas en la fase de estudio macroscópico como para las del análisis microscópico de las muestras, con el fin de discernir si éstas se distribuían según la curva normal.

Dada la distribución normal de las mismas, para la comparación de las medidas entre grupos se empleó el test t-Student para datos relacionados. Se consideraron estadísticamente significativos los valores de $p < 0,05$.

7.7. Ética y confidencialidad

El estudio recibió el informe favorable del Comité Ético de Investigación Biomédica del Hospital Universitario y Politécnico La Fe. Toda la información del estudio fue tratada de forma estrictamente confidencial. No se incluyó ningún dato de filiación de los especímenes en fresco utilizados para el estudio anatómico.

Resultados

8. RESULTADOS

8.1. Estimación de la longitud de las venas con referencias anatómicas, medida in situ y medida real del injerto obtenido

8.1.1. Medidas obtenidas por espécimen

Las estimaciones de longitud de las venas con mediciones topográficas de los miembros siguiendo referencias anatómicas fueron de 78,3 cm (SD 6,0 cm) para la vena safena magna, 36,8 cm (SD 4,5 cm) para la vena safena menor, y 46,2 cm (SD 4,3 cm) para la vena cefálica.

Las longitudes in situ de las venas safena magna, safena menor y cefálica disponibles para injerto fueron de 79,1 cm (SD 6,8), 32,7 cm (SD 4,5) y 46,8 cm (SD 4,5), respectivamente.

En cambio, las longitudes de las mismas tras su disección y extracción fueron de 71,2 cm (SD 5,6 cm) para la vena safena magna, 29,7 cm (SD 3,5 cm) para la vena safena menor, y 45 cm (SD 4,3 cm) para la vena cefálica.

Las medidas individuales para cada espécimen aparecen recogidas en la tabla 1.

Estimaciones de longitud con medidas topográficas, longitudes in situ y tras extracción de las venas superficiales.																	
	Especímenes																
Medida (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	\bar{x}	S
VSM – RA	74	77	84	83	78	73	77	85	70	88	72	69	75	80	86	78,3	6,0
VSM – IS	75	77	86	85	78	75	79	85	72	89	70	69	73	85	88	79,1	6,8
VSM – Ex	68	69	74	76	71	69	72	76	67	79	63	63	64	79	78	71,2	5,6
VSm – RA	34	36	42	42	36	34	36	43	31	44	32	30	35	36	41	36,8	4,5
VSm – IS	31	32	39	38	33	29	33	37	27	40	28	25	33	30	36	32,7	4,5
VSm – Ex	28	29	34	33	30	28	31	33	25	36	25	24	30	28	32	29,7	3,5
Cef – RA	42	44	50	50	45	44	45	51	41	53	43	41	44	46	54	46,2	4,3
Cef – IS	43	46	51	52	44	44	46	53	40	54	44	42	44	47	52	46,8	4,5
Cef – Ex	41	44	48	50	43	42	43	50	38	52	43	42	43	44	52	45,0	4,3

Tabla 1. Estimaciones de longitud con medidas topográficas, longitudes in situ y tras extracción de las venas superficiales. (VSM: vena safena magna; VSm: vena safena menor; Cef: cefálica; RA: medida con referencias anatómicas; IS: medida in situ; Ex: medida tras extracción).

8.1.2. Relación entre estimación con referencias anatómicas y longitud in situ

La relación entre las estimaciones con medidas topográficas y las medidas in situ de la longitud de las venas pueden observarse en la tabla 2. Ésta se expresó como el cociente entre la longitud estimada y la medida in situ para cada uno de los especímenes.

Relación medida topográfica / medida in situ	
Vena safena magna	0,99 ± 0,02
Vena safena menor	1,13 ± 0,04
Vena cefálica	0,99 ± 0,02

Tabla 2. Relaciones entre estimaciones con medidas topográficas y medidas in situ.

El test de Shapiro Wilk determinó un p-valor para las variables estimación topográfica y longitud in situ mayor de 0,05, por lo que se consideró que la muestra se comportaba según la distribución normal. Los gráficos Q-Q muestran la diferencia entre la distribución de las variables de las muestras y la normal (Figuras 56, 57 y 58).

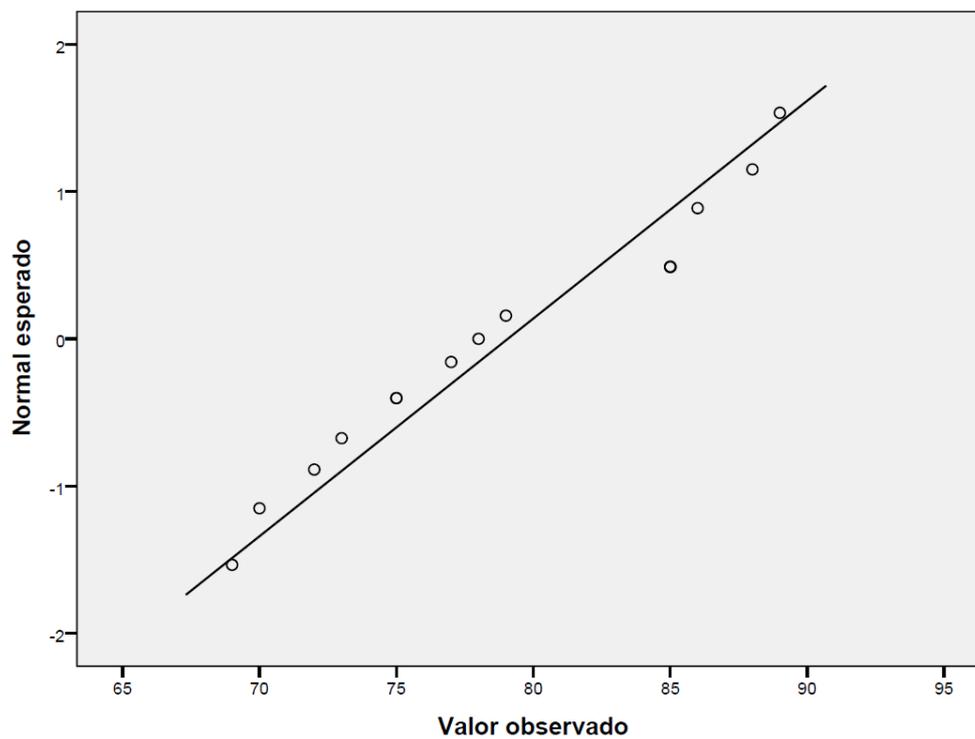
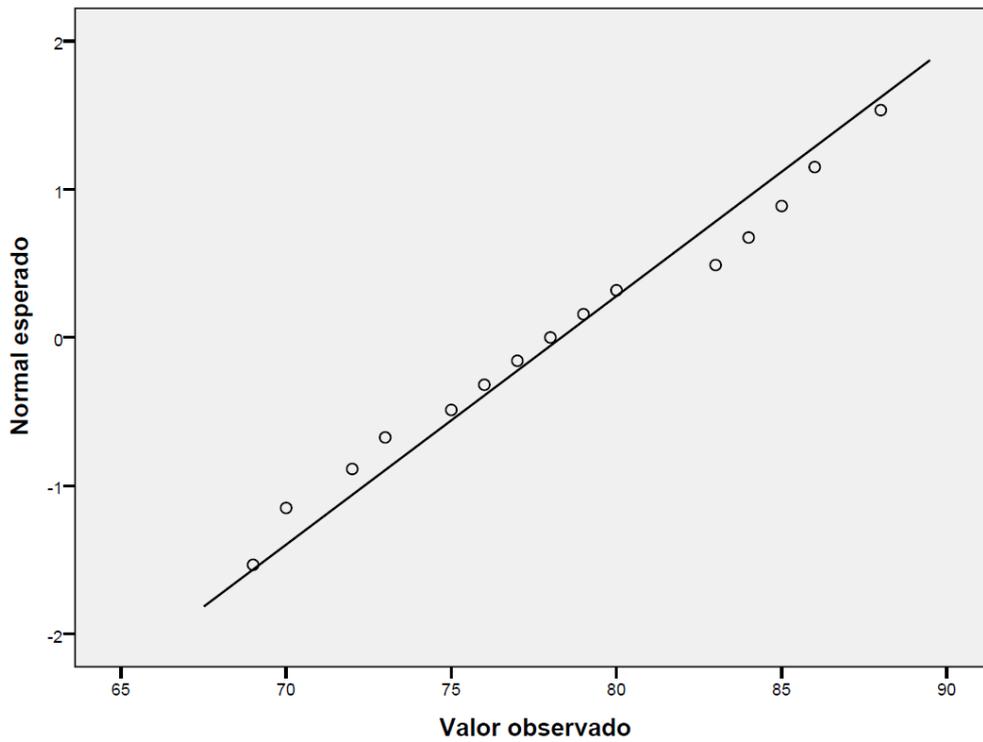


Figura 56. Gráficos Q-Q para longitud estimada con medidas topográficas (arriba, $p = 0,776$) y longitud in situ (abajo, $p = 0,212$) de la vena safena magna.

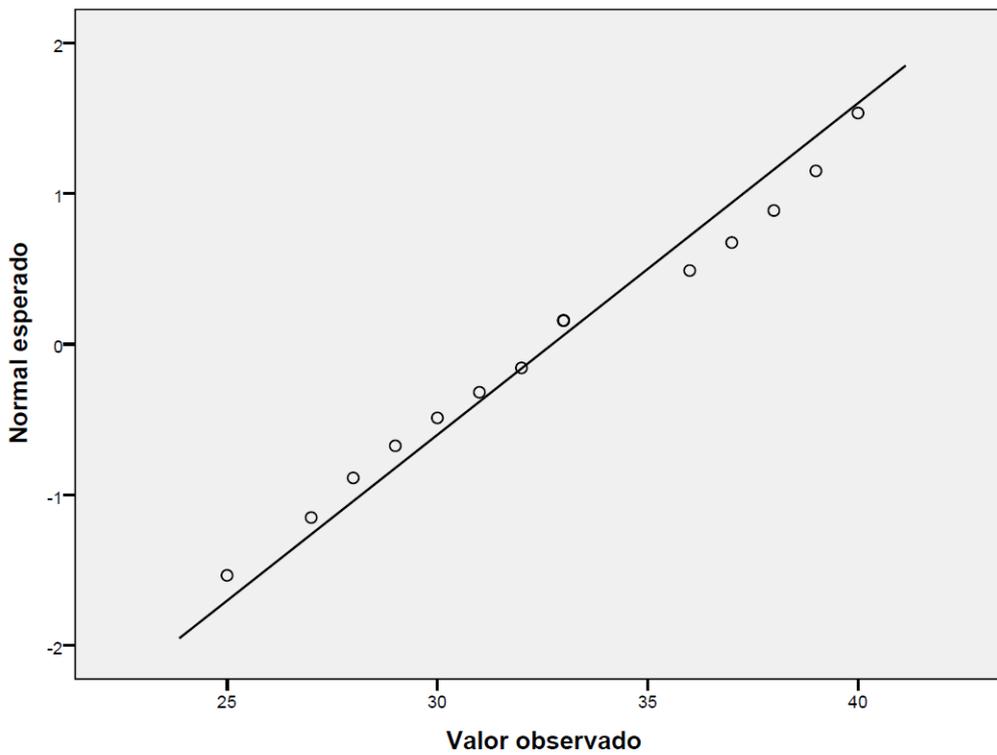
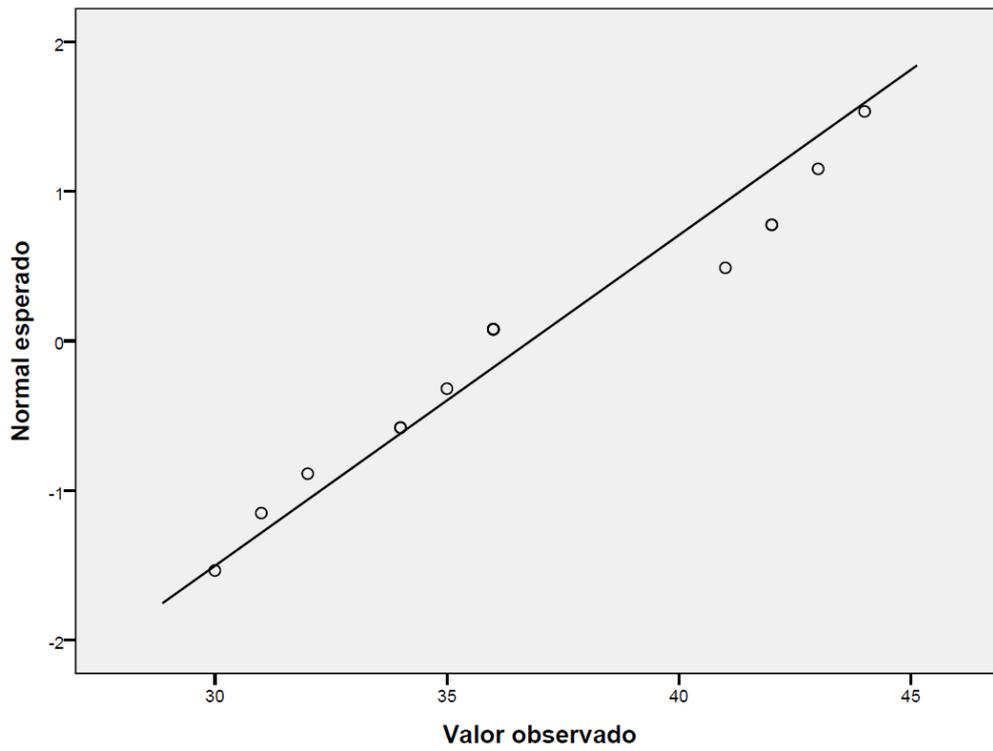


Figura 57. Gráficos Q-Q para longitud estimada con medidas topográficas (arriba, $p = 0,176$) y longitud in situ (abajo, $p = 0,822$) de la vena safena menor.

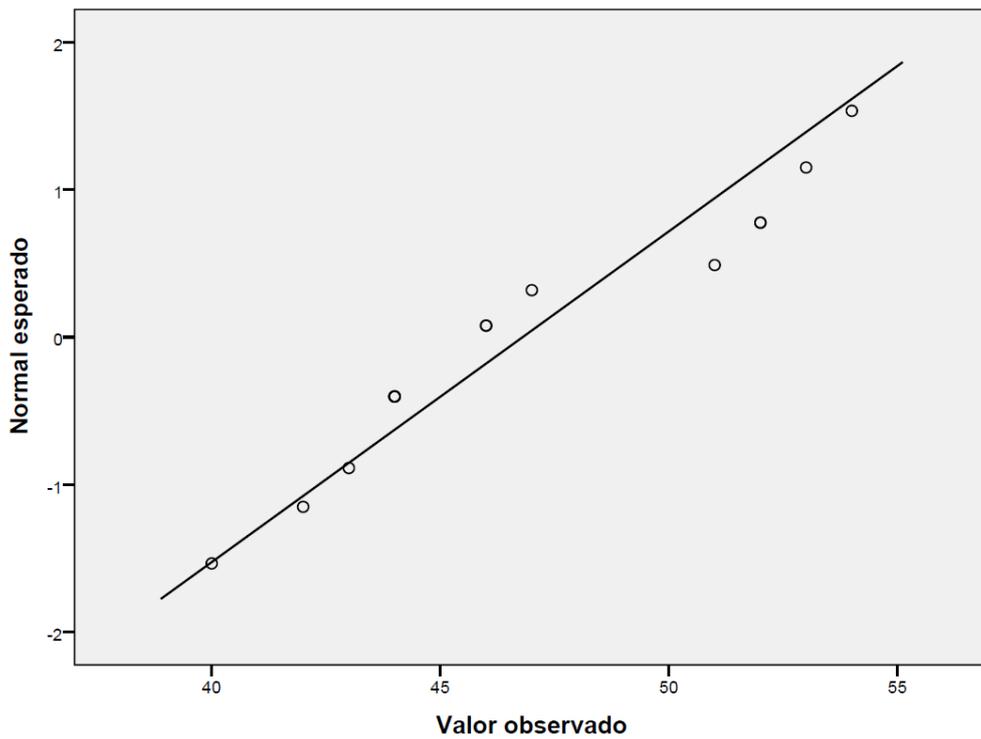
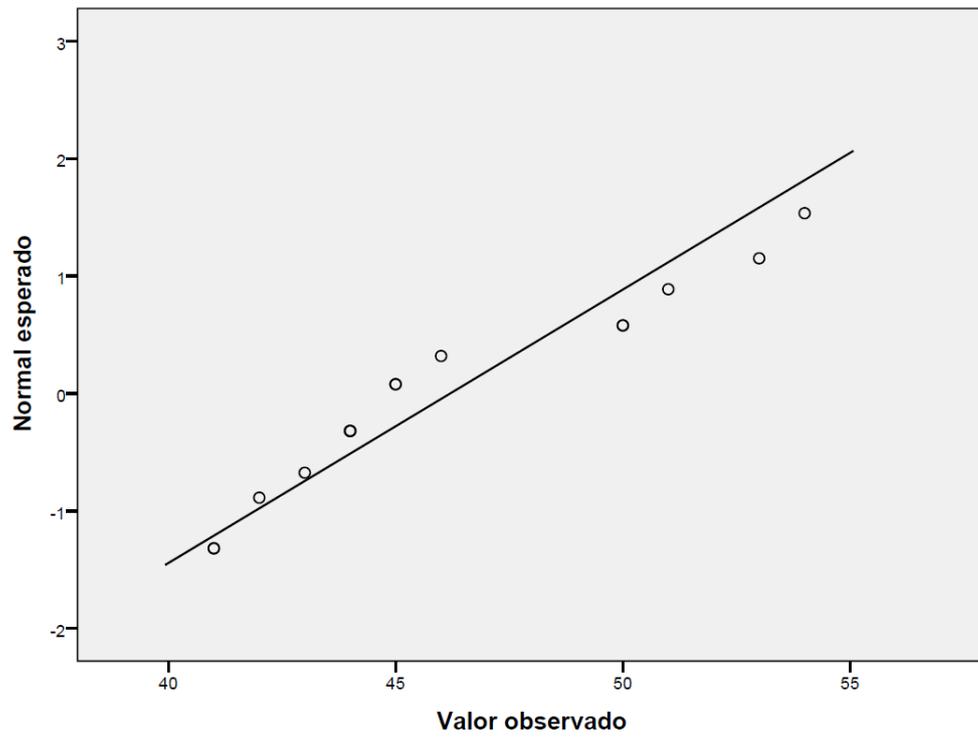


Figura 58. Gráficos Q-Q para longitud estimada con medidas topográficas (arriba, $p = 0,097$) y longitud in situ (abajo, $p = 0,123$) de la vena cefálica.

En el análisis comparativo mediante el test t de Student para datos relacionados no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas topográficas y las medidas in situ de las venas safena magna ($p = 0,174$) y cefálica ($p = 0,07$), pero sí entre las de la vena safena menor ($p = 0,000$) (Figuras 59, 60 y 61).

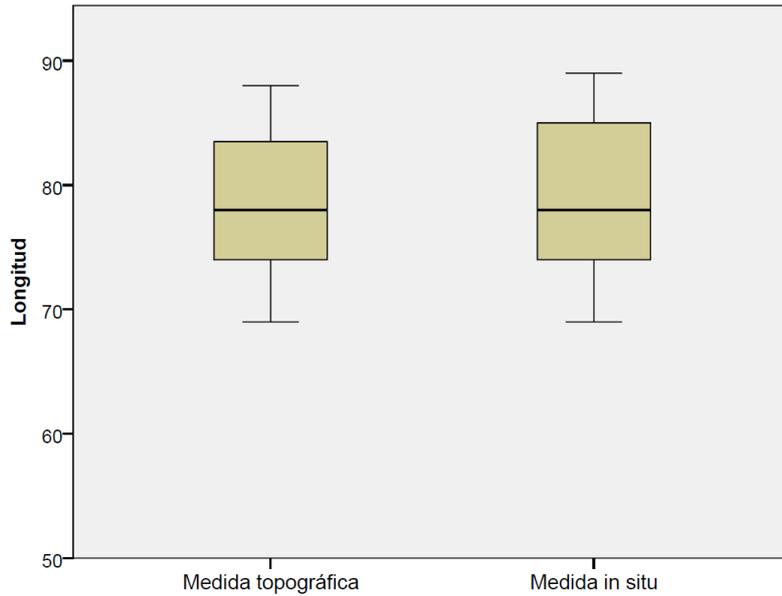


Figura 59. Diagrama de cajas para la longitud estimada con medidas topográficas e in situ de la vena safena magna.

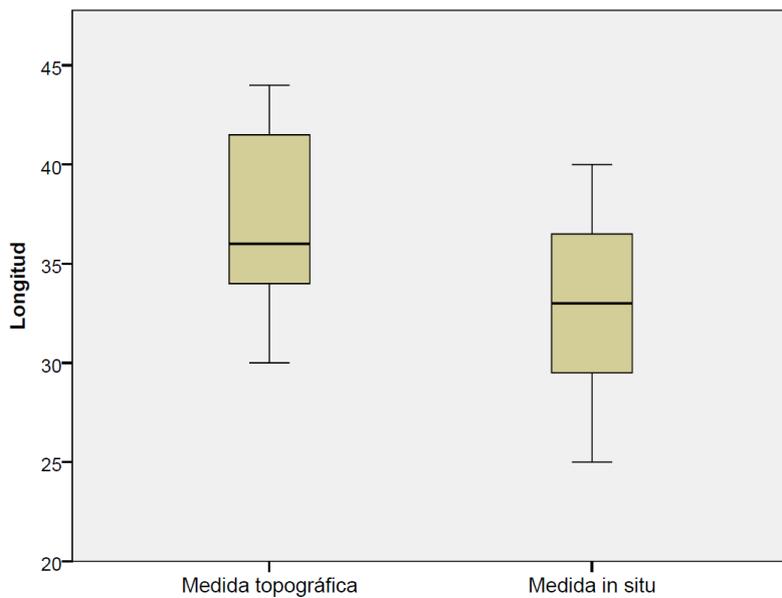


Figura 60. Diagrama de cajas para la longitud estimada con medidas topográficas e in situ de la vena safena menor.

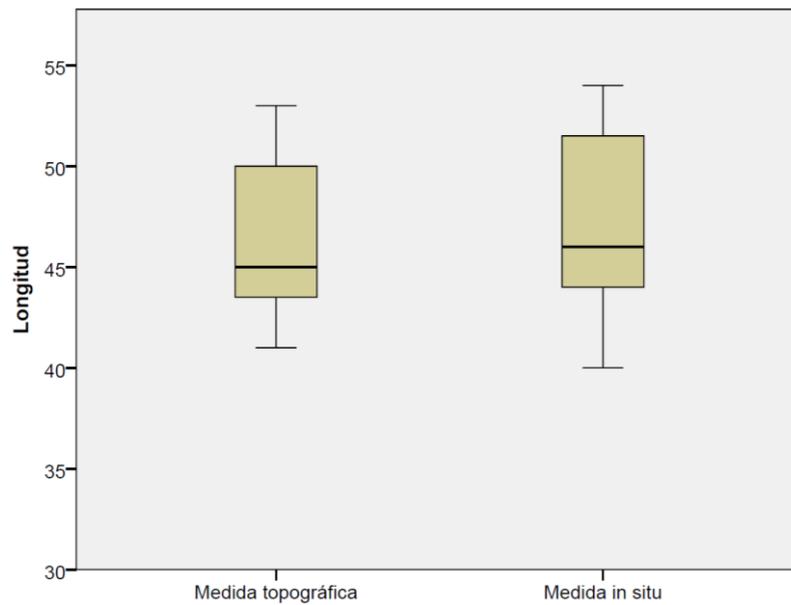


Figura 61. Diagrama de cajas para la longitud estimada con medidas topográficas e in situ de la vena cefálica.

8.1.3. Distancia a los puntos de entrada subfasciales

La distancia media desde el pliegue inguinal hasta el punto de entrada subfascial de la vena safena magna (hiato safeno), fue de $2,4 \pm 1,4$ cm. La distancia media desde el pliegue poplíteo hasta el punto de entrada subfascial de la vena safena safena menor fue de $4,07 \pm 1,16$ cm.

8.1.4. Retracción del injerto venoso tras su disección

Se calculó el porcentaje de retracción tras la disección y extracción de la vena, para cada una de las venas estudiadas. Éste se expresó como el cociente entre la longitud de su trayecto in situ y la de la vena ya disecada y extraída. Los resultados pueden observarse en la tabla 3.

% Retracción tras disección (medida in situ / medida extraída)	
Vena safena magna	11,02 ± 2,38 %
Vena safena menor	9,87 ± 3,43 %
Vena cefálica	4,02 ± 2,23 %

Tabla 3. Retracción de la longitud de las venas tras su disección y extracción (expresada en %).

8.2. Variaciones anatómicas

En todos los especímenes analizados estaban presentes las venas safena magna, safena menor y cefálica en la totalidad del trayecto anatómico estudiado. Además de la variabilidad habitual en las venas tributarias y ramificaciones de las mismas, se encontraron las siguientes variantes anatómicas:

- Duplicación de la vena safena magna. Se identificó una auténtica duplicación de la vena safena magna en la pierna (totalmente paralela al recorrido de la vena principal y con un calibre similar) en dos especímenes (Figura 62). No se objetivaron duplicaciones de la misma de calibre significativo a nivel del pie ni en el muslo.

- Vena cefálica accesoria. Se encontró una vena cefálica accesoria volar en dos especímenes (Figura 63).

- Vena mediana cubital dominante. En un espécimen, se identificó una vena mediana cubital de gran calibre, a nivel de la flexura antebraquial, que condicionaba una importante disminución de calibre de la cefálica proximal a nivel del brazo (Figura 64).

No se encontraron variaciones en el trayecto anatómico de la vena safena menor, al margen de la variabilidad en la distancia del punto de entrada subfascial con respecto al hueco poplíteo.

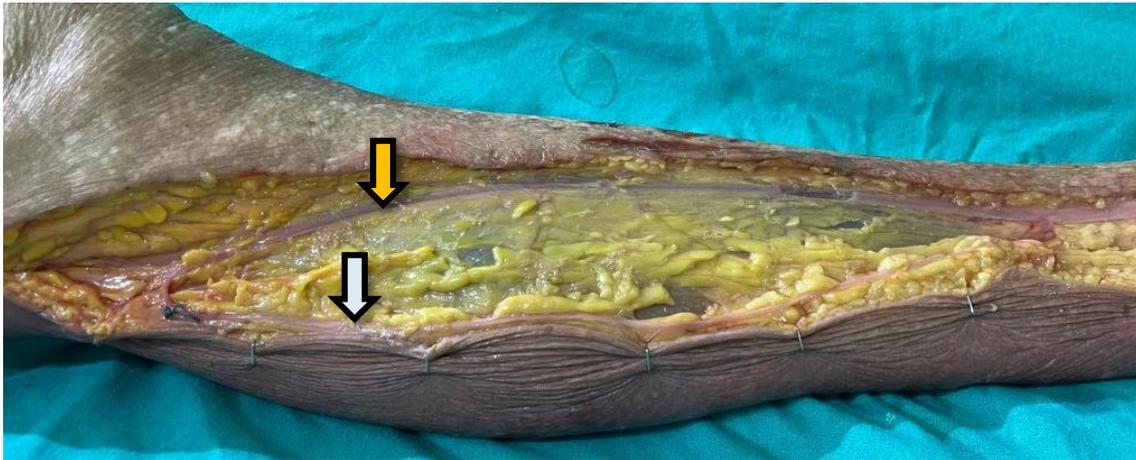


Figura 62. Disección subcutánea de la región medial de la pierna, en la que se observa la presencia de una vena safena accesoria (flecha azul), paralela al eje principal de la safena magna (flecha naranja). *Imagen de elaboración propia.*

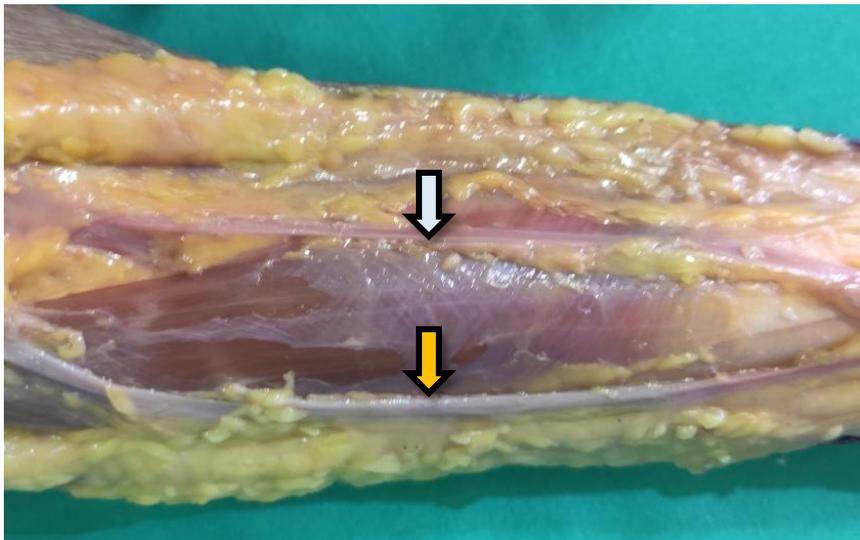


Figura 63. Disección subcutánea de la región ventral del antebrazo, en la que se observa la presencia de una vena cefálica accesoria (flecha azul), paralela al eje principal de la vena cefálica (flecha naranja). *Imagen de elaboración propia.*

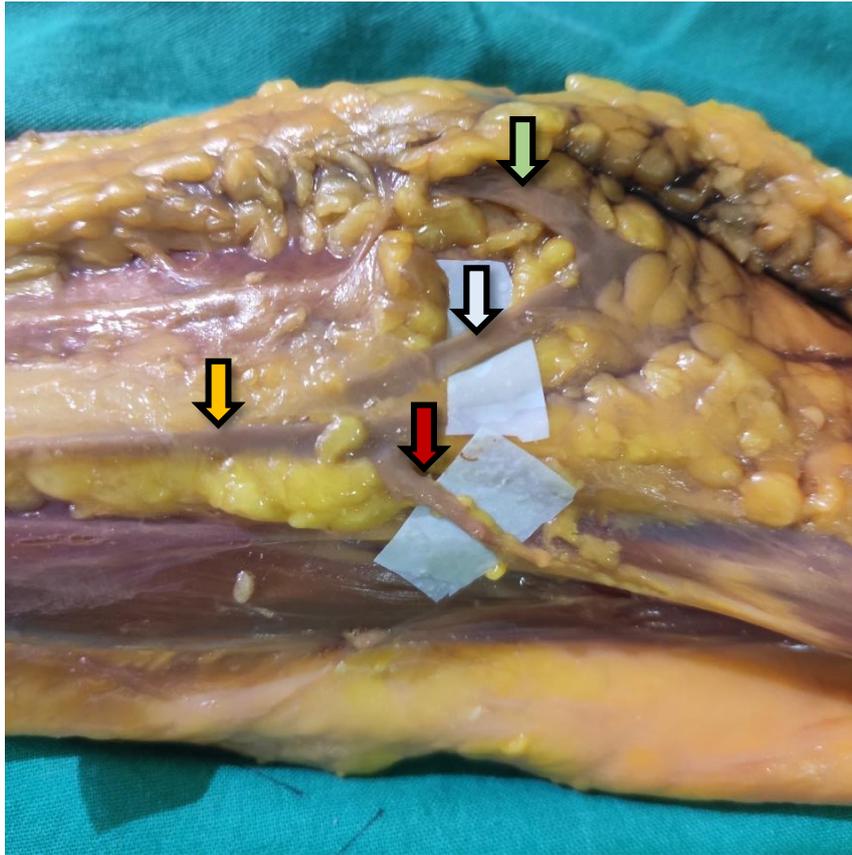


Figura 64. Disección subcutánea de la fosa antecubital, en la que se observa una vena mediana cubital de gran calibre (flecha azul), que conecta las venas cefálica distal (flecha naranja) con la basílica (flecha verde). La vena cefálica proximal presenta una brusca disminución de calibre (flecha roja). *Imagen de elaboración propia.*

8.3. Análisis de las muestras obtenidas

8.3.1. Mediciones de grosor de pared, diámetro de luz y calibre total en las muestras venosas y arteriales

La obtención de 14 muestras en cada uno de los 15 especímenes del estudio aportó un total de 210 muestras. Se realizó una medición del grosor de la pared, del diámetro de la luz y el calibre total vascular bajo magnificación óptica para cada una de las muestras obtenidas.

Para la construcción de las tablas, el grosor de pared se consideró como el valor de anchura total en una sola pared del vaso, expresada en milímetros. La medición de calibre total incluyó el grosor de ambas paredes y el diámetro de la luz para cada muestra.

En la tabla 4 se pueden observar los datos estadísticos descriptivos (medidas de agrupación y dispersión) para cada uno de los segmentos venosos y arteriales obtenidos. Se observa un aumento progresivo de la media de todas las variables al analizar las muestras desde distal a proximal para cada una de las venas (expresadas en orden creciente de numeración).

Valores medios de grosor de pared, diámetro de luz y calibre total vascular para las muestras venosas y arteriales									
Muestra	Grosor de pared			Diámetro de luz			Calibre total		
	R	\bar{X}	S	R	\bar{X}	S	R	\bar{X}	S
VSM (1)	0,4 - 0,7	0,47	± 0,10	1,6 - 2,6	2,07	± 0,34	2,4 - 3,8	3,01	± 0,44
VSM (2)	0,4 - 0,8	0,56	± 0,11	1,8 - 2,7	2,23	± 0,31	2,6 - 4	3,35	± 0,42
VSM (3)	0,3 - 0,8	0,57	± 0,13	1,8 - 3,4	2,57	± 0,43	2,6 - 4,8	3,70	± 0,56
VSM (4)	0,4 - 0,9	0,62	± 0,14	1,7 - 4,6	2,87	± 0,72	2,7 - 6	4,11	± 0,87
VSM (5)	0,5 - 0,9	0,69	± 0,13	2,7 - 5	3,39	± 0,69	3,7 - 6,6	4,78	± 0,86
VSm (6)	0,3 - 0,5	0,36	± 0,08	1,4 - 2,4	1,89	± 0,27	2 - 3,4	2,61	± 0,37
VSm (7)	0,3 - 0,5	0,41	± 0,07	1,5 - 2,4	1,99	± 0,25	2,2 - 3,3	2,81	± 0,34
Cef (8)	0,2 - 0,4	0,31	± 0,06	1,6 - 2,9	2,06	± 0,35	2 - 3,7	2,67	± 0,44
CEf (9)	0,3 - 0,6	0,42	± 0,09	1,8 - 4,2	2,50	± 0,58	2,4 - 5,2	3,34	± 0,69
Cef (10)	0,3 - 0,7	0,47	± 0,10	1,7 - 4,3	2,79	± 0,79	2,3 - 5,7	3,73	± 0,89
ALT (11)	0,2 - 0,6	0,39	± 0,11	1,3 - 2,5	1,73	± 0,37	2 - 3,5	2,50	± 0,47
Radial (12)	0,4 - 0,7	0,49	± 0,10	1,4 - 2,5	1,90	± 0,31	2 - 3,5	2,89	± 0,42
Peroné (13)	0,3 - 0,6	0,47	± 0,07	1,4 - 2,7	1,82	± 0,31	2,4 - 3,7	2,75	± 0,33
LD (14)	0,3 - 0,5	0,39	± 0,08	1,5 - 2,4	1,85	± 0,23	2,3 - 3,2	2,63	± 0,26

Tabla 4. Valores medios de grosor de pared, diámetro de luz y calibre total vascular para las muestras venosas y arteriales (*VSM: vena safena magna; VSm: vena safena menor; Cef: vena cefálica; LD: latissimus dorsi; R: rango; \bar{x} : media aritmética, S: desviación típica*). Cada una de las siglas se acompaña del número de muestra correspondiente.

8.3.2. Variaciones de grosor de pared y calibre total en los segmentos venosos

Se calculó la variación media de grosor de la pared y de calibre total vascular de las venas safena magna, safena menor y cefálica, entre cada uno de los segmentos estudiados. En todas las venas se observó un aumento variable de grosor y de calibre total desde la región distal a la proximal, por lo que la variación media de distal a proximal debe considerarse positiva (se omite a continuación por evitar la redundancia).

La variación media de grosor de la pared de la safena magna (Figura 65) fue de $0,23 \pm 0,128$ mm (+51,89%), desde el segmento obtenido en la vena marginal medial del pie (muestra 1) a la obtenida en la región proximal del muslo (muestra 5). La variación de grosor entre las muestras obtenidas en la pierna (segmentos 2 y 4) fue de $0,06 \pm 0,083$ mm (+11,23%).

La variación media de calibre total de la safena magna entre la muestra más distal y la más proximal fue de $1,77 \pm 0,785$ mm (+60,35%). Entre las muestras obtenidas en la pierna (2 y 4), la variación fue de $0,75 \pm 0,729$ mm (+22,54%), como puede objetivarse en la figura 66.

En el caso de la vena safena menor, la variación media de grosor de pared fue de $0,05 \pm 0,064$ mm (+15,33%), mientras que el calibre aumentó de media en $0,19 \pm 0,183$ mm (+7,87%), entre las muestras situadas en la región más distal y la más proximal de su trayecto suprafascial (Figuras 67 y 68).

Para la vena cefálica (Figura 69), se encontró una variación media de grosor de pared de $0,16 \pm 0,106$ mm (+56,67%) en su trayecto desde la porción distal del antebrazo (muestra 8) y la situada en el tercio proximal del brazo (muestra 10). La variación media entre las muestras de antebrazo distal y proximal (muestras 8 y 9) fue de $0,11 \pm 0,064$ mm (+38,89%). En cambio, la variación entre las muestras del antebrazo distal y el brazo proximal (muestras 9 y 10) fue de media $0,05 \pm 0,113$ mm (+14,0%).

La variación media de calibre total de la vena cefálica entre las muestras 8 y 10 fue de $1,05 \pm 0,642$ mm (+39,38%). Entre las muestras 8 y 9 el incremento medio fue de $0,67 \pm 0,422$ mm (+25,1%), y entre las muestras 9 y 10 de $0,39 \pm 0,767$ mm (+12,92%), como puede observarse en la figura 70.

Variación de grosor de pared de la vena safena magna (VSM) por segmentos

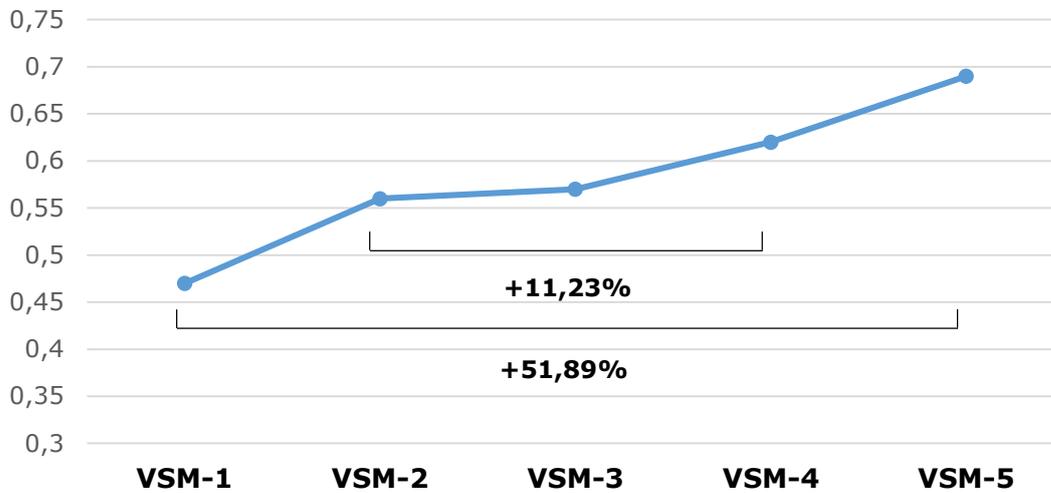


Figura 65. Variación media del grosor de la pared de la vena safena magna (VSM), por segmentos.

Variación de calibre de la vena safena magna (VSM) por segmentos

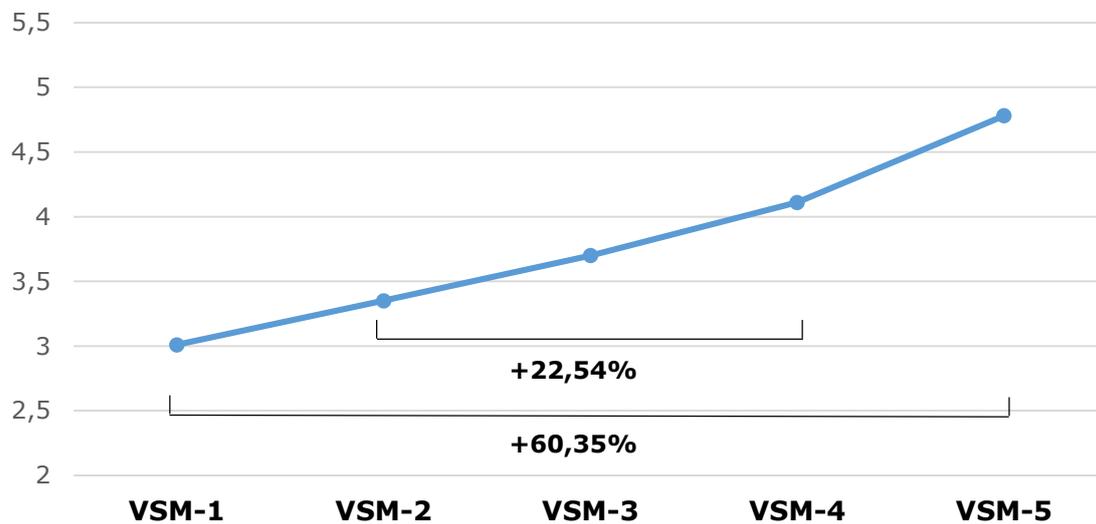


Figura 66. Variación media del calibre total de la vena safena magna (VSM), por segmentos.

Variación de grosor de pared de la vena safena menor (VSm) por segmentos

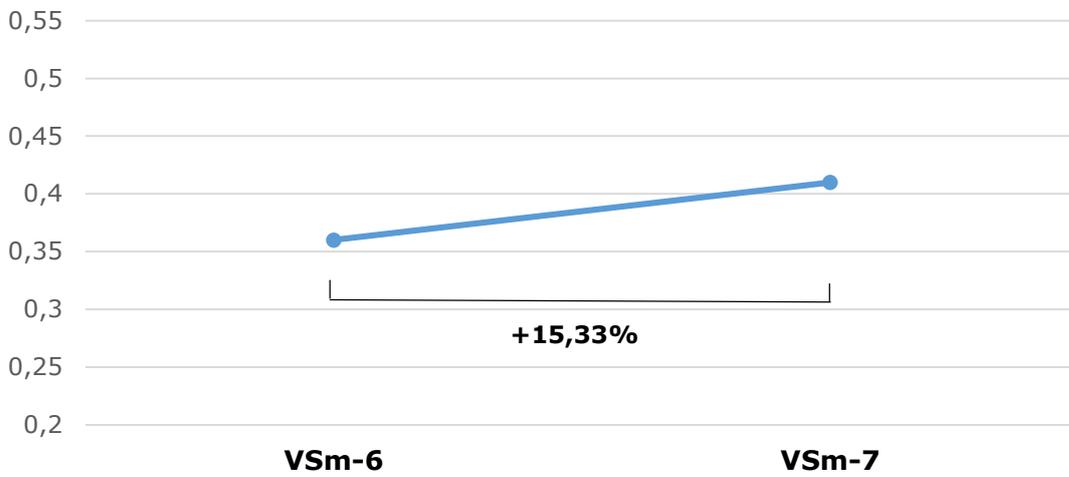


Figura 67. Variación media del grosor de pared de la vena safena menor (VSm), por segmentos.

Variación de calibre de la vena safena menor (VSm) por segmentos

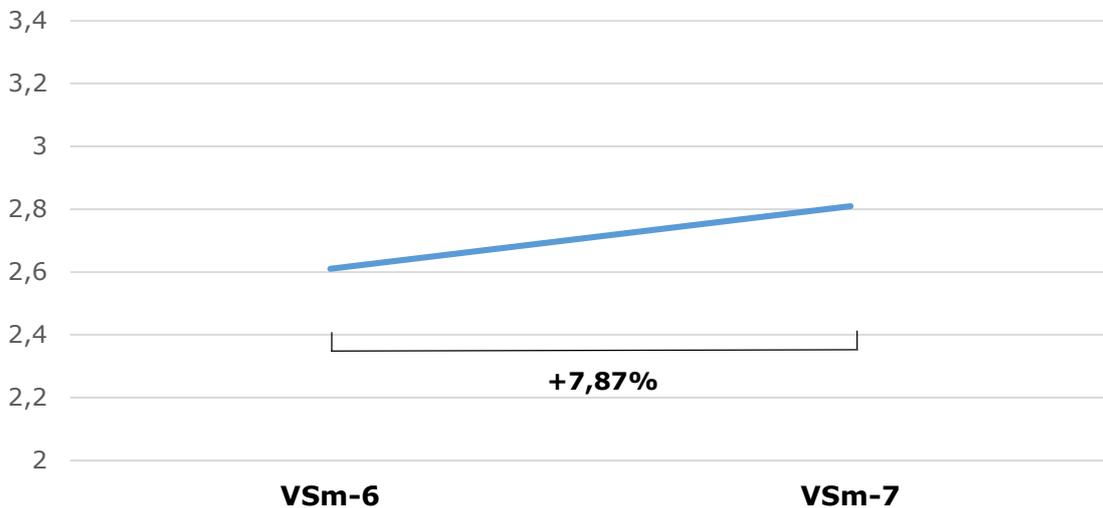


Figura 68. Variación media del calibre total de la vena safena menor (VSm), por segmentos.

Variación de grosor de pared de la vena cefálica (Cef) por segmentos

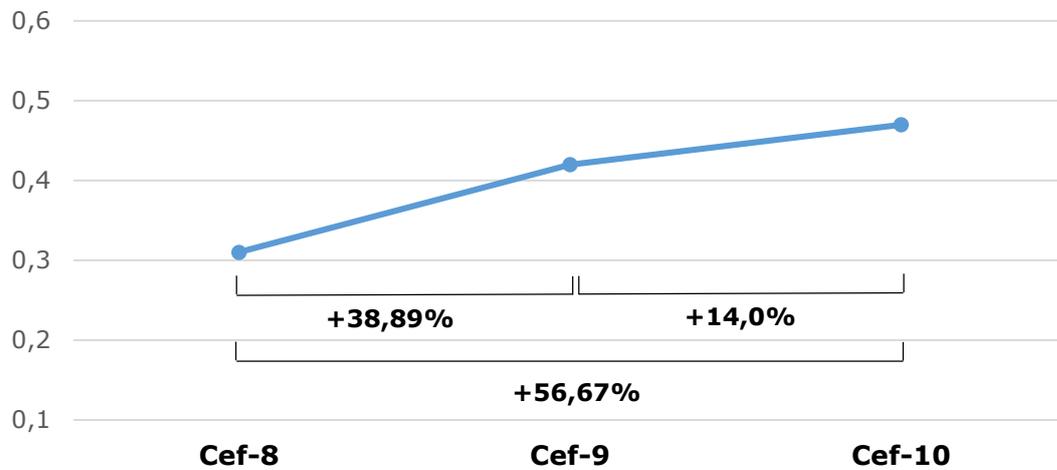


Figura 69. Variación media del grosor de pared de la vena cefálica (Cef), por segmentos.

Variación de calibre de la vena cefálica (Cef) por segmentos

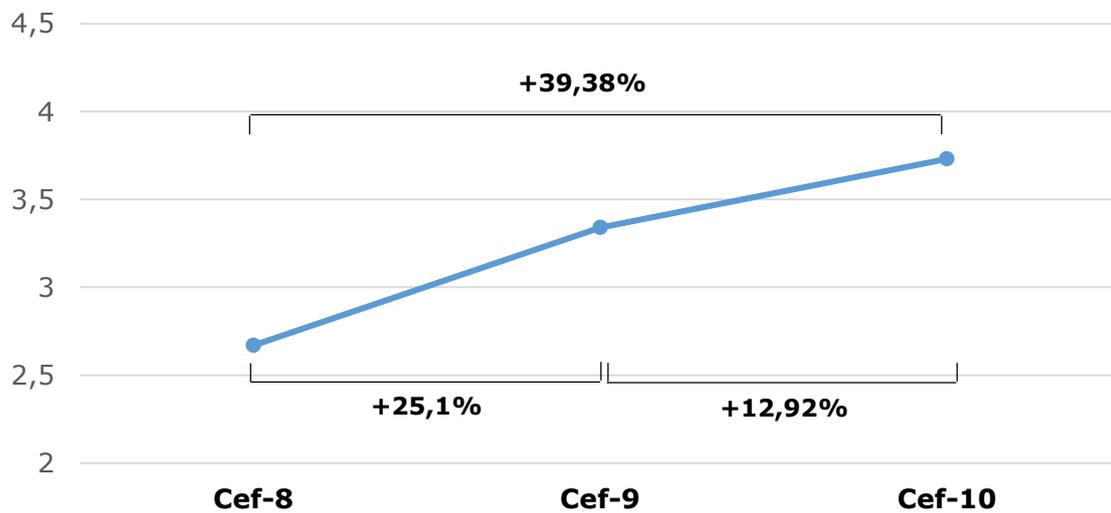


Figura 70. Variación media del calibre total de la vena cefálica (Cef), por segmentos.

8.3.3. Relaciones de grosor de pared y calibre total en las muestras venosas y arteriales

Se calculó la relación entre el grosor de la pared vascular de la totalidad de las muestras de segmentos venosos y la de los pedículos arteriales de los colgajos, expresada como el cociente entre ambas. También se calculó la relación de calibre vascular total entre ambos tipos de muestras (Tablas 5 y 6). Mediante estos cocientes, la existencia de concordancia de grosor y calibre entre venas y arterias muestra valores cercanos a 1, siendo más discordantes cuanto más se aleja la relación de dicho valor.

Relación de grosor de pared entre muestras venosas / arteriales										
<i>(Expresada como $\bar{x} \pm S$)</i>										
	Venas									
Colgajos	SM (1)	SM (2)	SM (3)	SM (4)	SM (5)	Sm (6)	Sm (7)	Cef (8)	Cef (9)	Cef (10)
ALT (11)	1,30 ± 0,43	1,55 ± 0,47	1,58 ± 0,54	1,70 ± 0,51	1,91 ± 0,62	0,97 ± 0,25	1,11 ± 0,28	0,84 ± 0,21	1,18 ± 0,43	1,31 ± 0,5
Radial (12)	0,98 ± 0,27	1,17 ± 0,29	1,18 ± 0,29	1,30 ± 0,35	1,44 ± 0,32	0,73 ± 0,08	0,84 ± 0,13	0,64 ± 0,14	0,89 ± 0,26	0,98 ± 0,28
Peroné (13)	1,02 ± 0,22	1,21 ± 0,21	1,23 ± 0,27	1,34 ± 0,25	1,51 ± 0,34	0,79 ± 0,2	0,89 ± 0,19	0,66 ± 0,11	0,92 ± 0,21	1,03 ± 0,31
LD (14)	1,22 ± 0,28	1,45 ± 0,26	1,45 ± 0,27	1,60 ± 0,31	1,82 ± 0,44	0,94 ± 0,27	1,06 ± 0,23	0,79 ± 0,14	1,09 ± 0,22	1,23 ± 0,33

Tabla 5. Relación de grosor de pared entre las muestras de segmentos venosos y las de los pedículos arteriales de los colgajos.

Relación de calibre total entre muestras venosas / arteriales										
<i>(Expresada como $\bar{x} \pm S$)</i>										
	Venas									
Colgajos	SM (1)	SM (2)	SM (3)	SM (4)	SM (5)	Sm (6)	Sm (7)	Cef (8)	Cef (9)	Cef (10)
ALT (11)	1,23 ± 0,22	1,37 ± 0,22	1,51 ± 0,24	1,66 ± 0,31	1,93 ± 0,3	1,06 ± 0,14	1,14 ± 0,13	1,08 ± 0,16	1,35 ± 0,22	1,5 ± 0,3
Radial (12)	1,05 ± 0,16	1,17 ± 0,15	1,29 ± 0,19	1,44 ± 0,29	1,67 ± 0,25	0,91 ± 0,08	0,98 ± 0,07	0,93 ± 0,14	1,16 ± 0,18	1,29 ± 0,26
Peroné (13)	1,04 ± 0,36	1,23 ± 0,19	1,35 ± 0,21	1,5 ± 0,29	1,74 ± 0,24	0,95 ± 0,09	1,02 ± 0,1	0,97 ± 0,13	1,21 ± 0,18	1,36 ± 0,31
LD (14)	1,14 ± 0,14	1,28 ± 0,13	1,41 ± 0,18	1,56 ± 0,28	1,82 ± 0,28	0,99 ± 0,1	1,07 ± 0,1	1,01 ± 0,13	1,26 ± 0,18	1,42 ± 0,3

Tabla 6. Relación de calibre total entre las muestras de segmentos venosos y las de los pedículos arteriales de los colgajos.

El test de Shapiro-Wilk demostró una distribución normal en los valores de grosor de pared y calibre vascular para cada una de las variables ($p > 0,05$).

Posteriormente, se compararon las relaciones de grosor y calibre entre las muestras venosas y cada una de las muestras arteriales de los colgajos, mediante la realización del test t de Student para datos relacionados.

8.3.3.1. Comparación de las relaciones de grosor de pared entre las muestras venosas y los pedículos arteriales de los colgajos

Las relaciones de grosor de pared de todas las muestras de safena magna fueron mayores, de forma estadísticamente significativa ($p < 0,05$) que las correspondientes a las de la vena safena menor y la vena cefálica, para todos los colgajos estudiados, con la excepción de las obtenidas de la vena marginal medial (muestra 1), que no mostraba diferencias estadísticamente significativas con las de la vena safena menor proximal (muestra 7), ni con la vena cefálica en antebrazo proximal y brazo (muestras 9 y 10).

Al comparar las relaciones de grosor de pared entre la vena marginal medial (muestra 1) con las de la vena safena magna premaleolar (muestra 2), se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,000$) entre ambas para todos los colgajos estudiados (siendo mayores las relaciones para la segunda, es decir, mayor discrepancia).

No existieron diferencias estadísticamente significativas entre las relaciones de grosor de pared de la vena safena menor proximal ni distal (muestras 6 y 7) con la cefálica en el antebrazo proximal (muestra 9), para ninguno de los colgajos estudiados.

Los valores de t y p para las comparaciones anteriores pueden observarse en las tablas 7-10.

Relación de grosor de pared entre muestras venosas / arteriales								
<i>Valores de t y p para la relación con el colgajo ALT</i>								
		SM (1)	SM (2)	SM (3)	SM (4)	SM (5)	Sm (6)	Sm (7)
Sm (6)	t	3,592	6,068	6,315	6,817	7,864		
	p	0,003*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Sm (7)	t	2,088	5,008	5,231	5,863	6,199		
	p	0,056	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Cef (8)	t	6,169	9,000	7,494	9,696	8,237	2,541	5,618
	p	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,024*	0,000*
Cef (9)	t	1,680	4,686	4,953	6,956	6,991	-2,478	-1,009
	p	0,115	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,057	0,33
Cef (10)	t	-0,172	2,816	3,915	4,932	7,229	-3,474	-2,176
	p	0,866	0,004*	0,002*	0,000*	0,000*	0,004*	0,047*

Tabla 7. Valores de t y p para la comparación entre relaciones de grosor de pared de injerto venoso / pedículo arterial para el colgajo ALT. Se referencian con (*) las diferencias estadísticamente significativas.

Relación de grosor de pared entre muestras venosas / arteriales								
<i>Valores de t y p para la relación con el colgajo radial</i>								
		SM (1)	SM (2)	SM (3)	SM (4)	SM (5)	Sm (6)	Sm (7)
Sm (6)	t	3,551	5,982	6,398	6,342	9,178		
	p	0,003*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Sm (7)	t	2,183	5,042	5,446	5,782	7,589		
	p	0,067	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Cef (8)	T	7,110	10,898	9,625	10,341	11,781	2,502	6,116
	p	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,025*	0,000*
Cef (9)	t	1,878	5,179	5,020	6,390	7,946	-2,465	-0,967
	p	0,081	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,072	0,35
Cef (10)	t	0,043	3,285	3,594	4,740	7,724	-3,453	-2,204
	p	0,966	0,005*	0,003*	0,000*	0,000*	0,004*	0,045*

Tabla 8. Valores de t y p para la comparación entre relaciones de grosor de pared de injerto venoso / pedículo arterial para el colgajo radial. Se referencian con (*) las diferencias estadísticamente significativas.

Relación de grosor de pared entre muestras venosas / arteriales								
<i>Valores de t y p para la relación con el colgajo peroné</i>								
		SM (1)	SM (2)	SM (3)	SM (4)	SM (5)	Sm (6)	Sm (7)
Sm (6)	t	3,130	6,354	6,859	7,393	10,486		
	p	0,007*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Sm (7)	t	1,832	5,235	5,236	6,296	7,582		
	p	0,088	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Cef (8)	t	7,171	12,791	9,171	12,939	10,548	2,588	5,212
	p	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,021*	0,000*
Cef (9)	t	2,029	5,490	4,956	7,809	7,850	-2,064	-0,534
	p	0,062	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,058	0,602
Cef (10)	t	-0,323	3,043	3,450	4,791	7,337	-3,203	-2,031
	p	0,752	0,009*	0,004*	0,000*	0,000*	0,006*	0,042*

Tabla 9. Valores de t y p para la comparación entre relaciones de grosor de pared de injerto venoso / pedículo arterial para el colgajo de peroné. Se referencian con (*) las diferencias estadísticamente significativas.

Relación de grosor de pared entre muestras venosas / arteriales								
<i>Valores de t y p para la relación con el colgajo latissimus dorsi</i>								
		SM (1)	SM (2)	SM (3)	SM (4)	SM (5)	Sm (6)	Sm (7)
Sm (6)	t	3,070	6,328	7,385	7,796	10,707		
	p	0,008*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Sm (7)	t	1,828	4,886	5,231	6,441	7,703		
	p	0,089	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Cef (8)	t	7,101	12,656	10,152	13,665	10,689	2,618	4,985
	p	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,02*	0,000*
Cef (9)	t	2,121	5,466	4,986	7,720	7,771	-1,980	-0,462
	p	0,052	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,068	0,651
Cef (10)	t	-0,160	3,146	3,239	4,723	6,802	-3,237	-2,072
	p	0,875	0,007*	0,006*	0,000*	0,000*	0,006*	0,047*

Tabla 10. Valores de t y p para la comparación entre relaciones de grosor de pared de injerto venoso / pedículo arterial para el colgajo *latissimus dorsi*. Se referencian con (*) las diferencias estadísticamente significativas.

8.3.3.2. Comparación de las relaciones de calibre total entre las muestras venosas y los pedículos arteriales de los colgajos

Las relaciones de calibre total de todas las muestras de safena magna fueron mayores, de forma estadísticamente significativa ($p < 0,05$) que las correspondientes a las de la vena safena menor para todos los colgajos estudiados, con la excepción de las obtenidas de la vena marginal medial (muestra 1), que no mostraba diferencias estadísticamente significativas con las de la vena safena menor proximal (muestra 7), ni con la vena cefálica en antebrazo proximal (muestra 9).

Al igual que ocurrió con las relaciones de grosor de pared, al comparar las relaciones de calibre total entre la vena marginal medial (muestra 1) con las de la vena safena magna premaleolar (muestra 2), se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,000$) entre ambas para todos los colgajos estudiados (siendo mayores las relaciones para la segunda, es decir, mayor discrepancia).

No existieron diferencias estadísticamente significativas entre las relaciones de calibre total de las muestras 2 y 3 de la vena safena magna (maleolo medial y tercio medio de la pierna) con las de la vena cefálica a nivel del antebrazo proximal y el brazo (muestras 9 y 10) para ninguno de los colgajos, pero sí con las de la vena cefálica distal (muestra 8).

Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación de calibre entre las muestras proximales y distales de la vena safena menor (muestras 6 y 7) con la cefálica en el antebrazo distal (muestra 8).

Los valores de p para las comparaciones anteriores pueden observarse en las tablas 11-14.

Relación de calibre total entre muestras venosas / arteriales								
<i>Valores de t y p para la relación con el colgajo ALT</i>								
		SM (1)	SM (2)	SM (3)	SM (4)	SM (5)	Sm (6)	Sm (7)
Sm (6)	t	2,998	6,524	9,380	7,411	12,373		
	p	0,01*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Sm (7)	t	1,765	4,900	6,875	6,551	11,381		
	p	0,099	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Cef (8)	t	3,092	6,354	7,259	8,766	12,223	-0,596	1,180
	p	0,008*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,561	0,258
Cef (9)	t	-1,805	0,343	2,023	4,133	8,398	-5,009	-4,079
	p	0,093	0,737	0,063	0,001*	0,000*	0,000*	0,001*
Cef (10)	t	-3,834	-1,709	-0,025	2,159	7,224	-5,594	-4,669
	p	0,002*	0,11	0,981	0,049*	0,000*	0,000*	0,000*

Tabla 11. Valores de t y p para la comparación entre relaciones de calibre injerto venoso / pedículo arterial para el colgajo ALT. Se referencian con (*) las diferencias estadísticamente significativas.

Relación de calibre total entre muestras venosas / arteriales								
<i>Valores de t y p para la relación con el colgajo radial</i>								
		SM (1)	SM (2)	SM (3)	SM (4)	SM (5)	Sm (6)	Sm (7)
Sm (6)	t	2,932	6,561	9,587	7,288	12,298		
	p	0,011*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Sm (7)	t	1,634	4,694	6,900	6,408	11,228		
	p	0,125	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Cef (8)	t	3,163	6,831	7,904	8,551	12,491	-0,505	1,291
	p	0,007*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,621	0,218
Cef (9)	t	-1,925	0,152	2,065	2,290	8,722	-5,044	-4,025
	p	0,075	0,882	0,058	0,001*	0,000*	0,000*	0,001*
Cef (10)	t	-3,876	-1,790	0,073	2,360	7,250	-5,654	-4,657
	p	0,002*	0,095	0,943	0,033*	0,000*	0,000*	0,000*

Tabla 12. Valores de t y p para la comparación entre relaciones de calibre injerto venoso / pedículo arterial para el colgajo radial. Se referencian con (*) las diferencias estadísticamente significativas.

Relación de calibre total entre muestras venosas / arteriales								
<i>Valores de t y p para la relación con el colgajo peroné</i>								
		SM (1)	SM (2)	SM (3)	SM (4)	SM (5)	Sm (6)	Sm (7)
Sm (6)	t	3,211	5,199	6,777	9,298	11,859		
	p	0,006*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Sm (7)	t	1,802	4,880	6,835	6,473	11,703		
	p	0,093	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Cef (8)	t	3,043	6,372	7,513	8,587	12,760	-1,385	1,193
	p	0,009*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,188	0,253
Cef (9)	t	-1,748	0,345	2,032	4,180	8,625	-5,234	-3,992
	p	0,102	0,735	0,062	0,001*	0,000*	0,000*	0,001*
Cef (10)	t	-3,867	-1,763	-0,048	2,268	7,831	-5,581	-4,505
	p	0,002*	0,100	0,962	0,040*	0,000*	0,000*	0,000*

Tabla 13. Valores de t y p para la comparación entre relaciones de calibre injerto venoso / pedículo arterial para el colgajo de peroné. Se referencian con (*) las diferencias estadísticamente significativas.

Relación de calibre total entre muestras venosas / arteriales								
<i>Valores de t y p para la relación con el colgajo latissimus dorsi</i>								
		SM (1)	SM (2)	SM (3)	SM (4)	SM (5)	Sm (6)	Sm (7)
Sm (6)	t	3,079	7,130	9,909	7,192	12,109		
	p	0,008*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Sm (7)	t	1,562	4,745	6,973	6,429	11,391		
	p	0,141	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*		
Cef (8)	t	-0,810	-0,629	-0,454	-0,250	0,112	-1,023	-0,926
	p	0,008*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,542	0,198
Cef (9)	t	-1,983	0,153	2,052	4,278	8,585	-5,229	-4,014
	p	0,067	0,881	0,059	0,001*	0,000*	0,000*	0,001*
Cef (10)	t	-3,878	-1,836	-0,075	2,297	7,650	-5,536	-4,694
	p	0,002*	0,088	0,941	0,038*	0,000*	0,000*	0,000*

Tabla 14. Valores de t y p para la comparación entre relaciones de calibre injerto venoso / pedículo arterial para el colgajo *latissimus dorsi*. Se referencian con (*) las diferencias estadísticamente significativas.

Discusión

9. DISCUSIÓN

Aunque varias series de casos de reconstrucciones con colgajos libres sugieren que se requieren injertos vasculares en el 5-25% de los pacientes(115,116), los datos disponibles en la bibliografía continúan siendo inconsistentes con respecto a su fiabilidad. Las tasas de pérdida del colgajo oscilan entre el 0 y el 35%. En algunos artículos se describe una mayor incidencia de trombosis del colgajo libre y/o otras complicaciones asociadas a su utilización, como en la serie publicada por Jones et al(117). En otros, a pesar de reportar peores resultados en caso de utilizar injertos vasculares, éstos se atribuyen a la complejidad del caso, a pesar de la falta de datos que respalden esta afirmación, y no desaconsejan su uso en el contexto adecuado(116,118,119).

Más recientemente, se han publicado estudios en los que no existen diferencias entre los resultados y complicaciones de los colgajos libres en los que se emplean injertos vasculares y los que no(120,121,122), siempre y cuando la utilización de los injertos sea planificada preoperatoriamente (y no sean indicados como rescate del colgajo). Por ello, se cita a la planificación preoperatoria del uso de los injertos como un factor clave para el éxito(95,121).

Por contra, en la planificación preoperatoria también será necesario asegurar que con la correcta elección y/o diseño del colgajo libre no se podrá evitar el uso de injertos, siendo de lo contrario imposible realizar la anastomosis en condiciones adecuadas. Así, en ocasiones, modificaciones en la técnica escogida o en el diseño de un colgajo dado permiten prolongar el pedículo lo suficiente como para evitar la realización de injertos vasculares(69).

En cuanto a la elección de la técnica de injerto que va a ser realizada (injerto de interposición o asa vascular), los injertos de interposición generalmente han sido empleados cuando la longitud requerida es inferior a 10 cm, optando por la creación de un asa arteriovenosa para longitudes mayores(123).

Otra opción para longitudes requeridas mayores de 10 cm es la realización de un colgajo "*flow-through*", en el que se usa un segundo colgajo libre para prolongar los vasos receptores hacia el colgajo principal de cobertura del defecto. Aunque produce una morbilidad adicional en la zona donante, el uso de un colgajo de estas características puede provocar menos incidentes de compromiso del colgajo en comparación con un injerto de interposición largo, definido éste como aquel mayor de 10 cm(69,124).

Además, la realización del asa vascular, y su sección y anastomosis con los vasos del colgajo se pueden realizar en uno o dos tiempos quirúrgicos. En las reconstrucciones en un solo tiempo, se obtiene el injerto de vena y se anastomosa al colgajo libre en la misma intervención. En las reconstrucciones en dos tiempos, se obtiene el injerto de vena y se realizan las anastomosis a los vasos receptores en el primer tiempo, y se transfiere el colgajo libre en el segundo. No hay consenso en el periodo que debe transcurrir entre las dos intervenciones en el caso de que se opte por una estrategia en dos tiempos, que puede ser de tres días(125) a tres semanas(103).

Las ventajas de las reconstrucciones en una etapa incluyen la necesidad de un solo procedimiento, y una estancia hospitalaria más corta. Los defensores de esta estrategia argumentan que evaluar la permeabilidad del asa no requiere un período prolongado(126). El enfoque en dos etapas también puede tener varias ventajas, incluido un tiempo operatorio más corto para cada procedimiento, y la capacidad de detectar trombosis por medio de ultrasonografía antes de la transferencia del colgajo, especialmente en pacientes con estados de hipercoagulabilidad. Los defensores de la realización de dos etapas afirman que al retrasar la transferencia del colgajo, el asa vascular se puede dilatar, lo que puede ayudar a prevenir la estasis venosa posterior y la formación de trombos(127). Sin embargo, un intervalo demasiado largo entre las intervenciones puede aumentar la extensión de la inflamación local (tal vez engrosando la pared del vaso) o conducir a una dilatación excesiva, lo que inducirá una discrepancia de calibre con los vasos del colgajo en el procedimiento posterior.

Un metanálisis reciente de asas arteriovenosas, realizado por Knackstedt et al. informó un intervalo promedio de 8,8 días entre los dos tiempos(128). Otro estudio informó de un mayor riesgo de trombosis del colgajo a medida que aumentaba el intervalo de tiempo entre las etapas, lo que sugiere que la transferencia del colgajo no debe retrasarse más de 10 días(98). En este metanálisis, las tasas de complicaciones mayores (23,5%) y de fracaso del colgajo (23,7%) para los procedimientos en dos etapas fueron significativamente más altas que las tasas de complicaciones mayores (15,7%) y fracaso del colgajo (4,2%) para los procedimientos en una etapa(128).

Por el contrario, en un estudio comparativo de una sola institución, no hubo diferencias en cuanto a complicaciones o fracaso del colgajo entre las asas arteriovenosas de una y dos etapas, tanto al considerar todos los casos como al examinar solo las reconstrucciones de la extremidad inferior(98). Este resultado fue tal, a pesar de que los pacientes con reconstrucciones en dos tiempos eran de mayor edad, tenían una mayor tasa de enfermedad vascular periférica e incluían una mayor proporción de reconstrucciones de las extremidades inferiores (las cuales pueden asociarse a un mayor riesgo de trombosis). Los autores sugieren que la mayor tasa de complicaciones en las reconstrucciones en dos tiempos en el metanálisis de Knackstedt et al. es atribuible a la amplia gama de intervalos de tiempo de asa-colgajo y al sesgo de selección, dado que cuatro de los estudios incluidos recurrieron preferentemente a dos etapas en casos de alto riesgo(128).

Además de establecer si se optará por una estrategia en uno o dos tiempos, es necesario planificar la estructura vascular que será empleada como injerto (la mayor parte de las veces será una vena superficial de las extremidades). A la hora de escoger una vena donante u otra, deben ser tenidos en consideración múltiples aspectos. Como factores puramente anatómicos, es destacable la importancia de la longitud de vaso requerida, y la concordancia o discrepancia esperable entre los vasos intervinientes en la microanastomosis.

La longitud del trayecto suprafascial in situ de vena utilizable como injerto es fácilmente calculable mediante la medida topográfica del miembro (empleando las referencias anatómicas citadas), para las venas safena magna y cefálica. En nuestro estudio anatómico, no se observaron diferencias estadísticamente

significativas entre la longitud de las medidas topográficas y las de la vena in situ para estas dos estructuras. La vena safena menor, sin embargo, muestra diferencias estadísticamente significativas entre ambas medidas, posiblemente debido a la variabilidad en la localización de su punto de entrada subfascial. En nuestra muestra, éste se localizó a $4,07 \pm 1,16$ cm de media desde el pliegue poplíteo.

Es necesario tener en cuenta la retracción sufrida por el injerto venoso tras su disección y extracción *ex vivo*, antes de la realización de la anastomosis vascular. En nuestro estudio, la vena con mayor retracción fue la safena magna ($11,02 \pm 2,38$ %), seguida de la safena menor ($9,87 \pm 3,43$ %) y la cefálica ($4,02 \pm 2,23$ %). Sin embargo, las bajas tasas de retracción observadas (en comparación con la experiencia clínica y la bibliografía) pueden deberse a la posible degeneración de las fibras elásticas tras la descomposición cadavérica inherente a un estudio anatómico de estas características.

Como hemos mencionado, tras tener en cuenta la longitud necesaria del injerto, a la hora de optar por una vena u otra, se requiere tener en cuenta la concordancia o discrepancia esperable entre el injerto y el pedículo del colgajo que va a ser realizado.

La vena safena magna es la más frecuentemente utilizada en la práctica clínica, tanto para procedimientos de revascularización de extremidades como para su uso como injerto venoso en cirugía reconstructiva. Ésta presenta la ventaja fundamental una gran longitud de trayecto suprafascial disponible como injerto(123). En nuestro estudio anatómico, la longitud media de su trayecto suprafascial in situ fue de $78 \pm 6,8$ cm (incluyendo en esta medida la vena marginal medial). Sin embargo, como se describe en el presente estudio, la discrepancia de calibre y de grosor de pared es mayor que para las venas safena menor y cefálica en los segmentos estudiados. La inclusión de la vena marginal medial del pie –empleando ésta como punto de anastomosis con la arteria del colgajo- puede atenuar esta discrepancia, dado que la relación entre la vena marginal y el pedículo arterial es menor (más cercana a 1) que la existente entre la safena magna premaleolar, tanto para calibre como para grosor, de forma estadísticamente significativa en nuestro estudio.

Además de los problemas de discrepancia de calibre y grosor, son destacables como desventajas de la utilización de la vena safena magna la posibilidad de complicaciones de la cicatrización de la herida de la donante, y la aparición de parestesias en el 33 al 41% de los pacientes(129-131).

A este respecto, la vena safena menor puede resultar de utilidad para la construcción de asas vasculares en miembros inferiores, o como injerto de interposición en una gran variedad de localizaciones anatómicas. También ha sido empleada para procedimientos de revascularización coronaria y de extremidades(132,133). A pesar de presentar un trayecto suprafascial in situ relativamente corto (de $33 \pm 4,5$ cm en el presente estudio) es posible realizar disección de ésta en dirección proximal hasta su desembocadura en la vena poplítea. Con este procedimiento, resulta posible conseguir longitudes de vena de hasta 50 cm para la creación de un asa vascular, como describen Vlastou et al. en su serie de pacientes(134). Otro aspecto positivo de la vena safena menor es la escasa variación de calibre que presenta a lo largo de su trayecto (en torno al 7,87% en nuestra serie, desde el punto inmediatamente posterior al maleolo lateral a su punto de entrada subfascial). En cambio, las venas safena magna y cefálica muestran variaciones de calibre mayores a lo largo de su recorrido (60,35% y 39,38%, respectivamente).

La vena cefálica también representa una alternativa como injerto venoso. Su utilización en procedimientos de revascularización de extremidades y cirugía reconstructiva han sido descritas en la bibliografía(135). La transposición de la vena cefálica es una opción común para la reconstrucción de cabeza y cuello y de la pared torácica, porque proporciona una buena longitud de injerto disponible, y la vena se suele encontrar fuera de zonas irradiadas en casos de reconstrucción oncológica tras recidiva(136). También ha sido empleada como vaso de drenaje adicional y/o como opción de rescate en colgajos libres utilizados para reconstrucción mamaria(137).

La vena cefálica presenta como ventajas anatómicas una pared más fina con respecto a las otras opciones (lo que resulta favorable para la permeabilidad de la microanastomosis)(91), así como una buena longitud de trayecto suprafascial (de $46 \pm 4,5$ cm en nuestro estudio). Sin embargo, es infrecuentemente seleccionada como primera opción, dada la potencial secuela

estética y/o funcional en el miembro superior, derivada de su obtención. También es destacable como desventaja la gran variación media de calibre existente desde el antebrazo distal hasta el tercio medio del brazo (39,38% en nuestra muestra).

Limitaciones del estudio

Como limitaciones del presente estudio, son destacables las siguientes:

- Imposibilidad para el análisis estratificado de resultados según sexo y edad. El tamaño muestral del estudio no permite el análisis de los resultados en función de edad y sexo de forma fiable. Para ello se precisaría de una muestra ostensiblemente mayor.

- Cambios degenerativos post-mortem. La degeneración de estructuras anatómicas inherente al proceso de descomposición cadavérica puede afectar en grado variable a la extrapolación de los resultados in vivo, al igual que ocurre con cualquier estudio anatómico de estas características. No obstante, para minimizar esta limitación, se recurrió únicamente a especímenes en fresco (sin procesamiento con formol, látex ni conservación tras congelación).

Futura línea de investigación

Los resultados del presente trabajo plantean la necesidad de realizar un estudio comparativo in vivo, en el que se analicen de forma directa los resultados clínicos tras la utilización de cada una de las venas superficiales como injerto vascular, centrándose en la tasa de éxito en la reconstrucción, así como en la posible aparición de complicaciones en las zonas donante y receptora.

Conclusiones

10. CONCLUSIONES

La longitud in situ de las venas safena magna y cefálica puede ser estimada fácilmente mediante mediciones topográficas basadas en referencias anatómicas.

Al margen de la variabilidad habitual en las venas tributarias y las ramificaciones de las mismas, existe una relativa constancia anatómica en el trayecto de las venas superficiales de las extremidades, siendo infrecuentes las variantes que dificultan su utilización como injerto vascular.

La vena safena magna puede ser considerada de primera elección como vena donante para injerto cuando se precisa una gran longitud. Sin embargo, presenta una mayor discrepancia de calibre y grosor de pared con respecto a las venas safena menor y cefálica para los pedículos arteriales de los colgajos estudiados.

La vena marginal medial presenta una menor discrepancia de calibre y grosor, comparada con el resto de segmentos de la vena safena magna, para todos los colgajos estudiados.

La vena safena menor presenta unas características anatómicas favorables para su empleo como asa vascular en reconstrucciones de miembros inferiores, o como injerto de interposición cuando se requieren longitudes de injerto más limitadas.

La vena cefálica presenta una adecuada concordancia de calibre y grosor con los pedículos arteriales de los colgajos estudiados, además de una amplia longitud de trayecto suprafascial para su utilización como injerto de interposición, transposición venosa o asa vascular.

Bibliografía

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Vedder NB. Problem analysis in reconstructive surgery: Reconstructive ladders, elevators, and surgical judgment. En: Wei FC, Mardini S, editores. Flaps and Reconstructive Surgery. 2ª ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. 1-5.
2. Mazzola RF, Marcus S. History of total nasal reconstruction with particular emphasis on the folded forehead flap technique. *Plast Reconstr Surg*. 1983 Sep;72(3):408-14.
3. Wood-Smith D. History of plastic and reconstructive surgery. *J Dermatol Surg*. 1975 Mar;1(1):45-6.
4. Cannon B. The flowering of plastic surgery. *JAMA* 1990;263(6):862-4.
5. Bakamjian VY. Total reconstruction of pharynx with medially based deltopectoral skin flap. *N Y State J Med* 1968;68(21):2771-8.
6. McGregor JC, McLean NR. Reconstruction of a large nasal defect using a bilobed forehead flap. *Ann Plast Surg* 1982;9(5):419-24.
7. Gropper PT, Kester DA, McGraw RW. Introduction to microsurgery. *Clin Obstet Gynecol*. 1980 Dec;23(4):1145-50.
8. Dohlman GF. Carl Olof Nylén and the birth of the otomicroscope and microsurgery. *Arch Otolaryngol*. 1969 Dec;90(6):813-7.
9. Masuhara K, Tamai S, Fukunishi H, Obama K, Komatsu S. Experience with reanastomosis of the amputated thumb. *Seikei Geka* 1967;18(4):403-4.

10. McLean DH, Buncke HJ Jr. Autotransplant of omentum to a large scalp defect, with microsurgical revascularization. *Plast Reconstr Surg* 1972;49(3):268–74.
11. Taylor GI, Watson N. One-stage repair of compound leg defects with free, revascularized flaps of groin skin and iliac bone. *Plast Reconstr Surg* 1978;61(4):494–506.
12. Mathes SJ, Nahai F. Clinical applications for muscle and musculocutaneous flaps. St Louis: Mosby; 1982. p. xvi, 733pp.
13. Gottlieb LJ, Krieger LM. From the reconstructive ladder to the reconstructive elevator. *Plast Reconstr Surg*. 1994 Jun;93(7):1503-4.
14. Koshima I, Soeda S. Inferior epigastric artery skin flaps without rectus abdominis muscle. *Br J Plast Surg* 1989;42:645–8.
15. Mathes SJ, Nahai F. Flap selection: analysis of features, modifications, and applications. En: *Reconstructive surgery: principles, anatomy, and technique*. New York: Churchill Livingstone; 1997. p. 37–160.
16. Cormack GC, Lamberty BG. A classification of fascio-cutaneous flaps according to their patterns of vascularisation. *Br J Plast Surg* 1984;37:80–7.
17. Nakajima H, Fujino T, Adachi SA. New concept of vascular supply to the skin and classification of skin flaps according to their vascularization. *Ann Plast Surg* 1986;16:1–19.
18. Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg* 1987;40:113–41.
19. Taylor GI. The “Gent” consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions. *Plast Reconstr Surg* 2003;112:1384–7.

20. Hallock GG, Ahmadzadeh R, Morris SF. Classification of flaps. En: Wei FC, Mardini S, editores. *Flaps and Reconstructive Surgery*. 2ª ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. e1-e10.
21. Mathes SJ, Nahai F. Classification of the vascular anatomy of muscles: experimental and clinical correlation. *Plast Reconstr Surg*. 1981;67:177-87.
22. Taylor GI, Gianoutsos MP, Morris SF. The neurovascular territories of the skin and muscles: anatomic study and clinical implications. *Plast Reconstr Surg* 1994;94:1-36.
23. Serafin D. *Atlas of microsurgical composite tissue transplantation*. Philadelphia: WB Saunders; 1996. p. 513-691.
24. Song YG, Chen GZ, Song YL. The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery. *Br J Plast Surg*. 1984;37:149-159.
25. Kuo YR, Seng-Feng J, Kuo FM, Liu YT, Lai PW. Versatility of the free anterolateral thigh flap for reconstruction of soft-tissue defects: review of 140 cases. *Ann Plast Surg*. 2002 Feb;48(2):161-6.
26. Mardini S, Chim H, Wei FC. Anterolateral and anteromedial thigh flaps. En: Wei FC, Mardini S, editores. *Flaps and Reconstructive Surgery*. 2ª ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. 700-716.
27. Posch NA, Mureau MA, Flood SJ, Hofer SO. The combined free partial vastus lateralis with anterolateral thigh perforator flap reconstruction of extensive composite defects. *Br J Plast Surg*. 2005 Dec;58(8):1095-103.
28. Samra F, Bibbo C, Levin LS, Kovach SJ. A Practical Guide to the Use of the Anterolateral Thigh Flap. *JBSJ Essent Surg Tech*. 2017 Jul 26;7(3):e22.
29. Alexander L, Fahrenkopf MP. Free Tissue Transfer Of The Lateral Thigh And Anterolateral Thigh. 2021 Sep 13. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.

30. Bianchi B, Ferri A, Ferrari S, Copelli C, Boni P, Ferri T, et al. The free anterolateral thigh musculocutaneous flap for head and neck reconstruction: one surgeon's experience in 92 cases. *Microsurgery*. 2012 Feb;32(2):87-95.
31. Selber JC, Xue A, Liu J, Hanasono MM, Skoracki RJ, Chang EI, et al. Pharyngoesophageal reconstruction outcomes following 349 cases. *J Reconstr Microsurg*. 2014 Nov;30(9):641-54.
32. Brown E, Suh HP, Han HH, Pak CJ, Hong JP. Best New Flaps and Tips for Success in Microsurgery. *Plast Reconstr Surg*. 2020 Dec;146(6):796e-807e.
33. Ao M, Nagase Y, Mae O, Namba Y. Reconstruction of posttraumatic defects of the foot by flow-through anterolateral or anteromedial thigh flaps with preservation of posterior tibial vessels. *Ann Plast Surg*. 1997 Jun;38(6):598-603.
34. Aggarwal A, Singh H, Mahendru S, Brajesh V, Singh S, Krishnan S, et al. A case series of flow-through free anterolateral thigh flap to augment the vascularity of ischaemic limbs with soft tissue defect. *Indian J Plast Surg*. 2016 Jan-Apr;49(1):35-41.
35. Wang HT, Fletcher JW, Erdmann D, Levin LS. Use of the anterolateral thigh free flap for upper-extremity reconstruction. *J Hand Surg Am*. 2005 Jul;30(4):859-64.
36. Madsen CB, Sørensen JA. Versatility of the pedicled anterolateral thigh flap for surgical reconstruction, a case series. *JPRAS Open*. 2020 Sep;25:52-61.
37. Kimata Y, Uchiyama K, Sekido M, Sakuraba M, Iida H, Nakatsuka T, et al. Anterolateral thigh flap for abdominal wall reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 1999 Apr;103(4):1191-7.

38. Tsai FC, Yang JY, Mardini S, Chuang SS, Wei FC. Free split-cutaneous perforator flaps procured using a three-dimensional harvest technique for the reconstruction of postburn contracture defects. *Plast Reconstr Surg*. 2004 Jan;113(1):185-93; discussion 194-5.
39. Kaplan JL, Allen RJ, Guerra A, Sullivan SK. Anterolateral thigh flap for breast reconstruction: review of the literature and case reports. *J Reconstr Microsurg*. 2003 Feb;19(2):63-8.
40. Perrault D, Kin C, Wan DC, Kirilcuk N, Shelton A, Momeni A. Pelvic/Perineal Reconstruction: Time to Consider the Anterolateral Thigh Flap as a First-line Option? *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2020 Apr;8(4):e2733.
41. Felici N, Felici A. A new phalloplasty technique: the free anterolateral thigh flap phalloplasty. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2006;59(2):153-7.
42. Yang GF, Chen PJ, Gao YZ, Liu XY, Li J, Jiang SX, et al. Forearm free skin flap transplantation: a report of 56 cases. 1981. *Br J Plast Surg*. 1997 Apr;50(3):162-5.
43. Calhoun KH. Radial forearm free flap for head and neck reconstruction. *Facial Plast Surg*. 1996 Jan;12(1):29-33.
44. Taghinia AH, Upton J. Radial forearm flap. En: Wei FC, Mardini S, editores. *Flaps and Reconstructive Surgery*. 2ª ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. 525-539.
45. Kiehn M, Brooks D, Lee C, Kind G, Buntic R, Buncke G. Patency of radial arteries reconstructed after radial forearm flap harvest. *J Reconstr Microsurg*. 2007 Aug;23(6):347-9.
46. Rengifo D, Lian TT. Radial Forearm Tissue Transfer. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
47. Ruengsakulrach P, Brooks M, Hare DL, Gordon I, Buxton BF. Preoperative assessment of hand circulation by means of Doppler ultrasonography and

- the modified Allen test. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001 Mar;121(3):526-31.
48. Bardsley AF, Soutar DS, Elliot D, Batchelor AG. Reducing morbidity in the radial forearm flap donor site. *Plast Reconstr Surg.* 1990 Aug;86(2):287-92; discussion 293-4.
49. Taylor GI, Miller GD, Ham FJ. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. *Plast Reconstr Surg.* 1975 May;55(5):533-44.
50. Gilbert A. Free vascularized bone grafts. *Int Surg.* 1981 Jan-Mar;66(1):27-31.
51. Chuang DC, Chen HC, Wei FC, Noordhoff MS. Compound functioning free muscle flap transplantation (lateral half of soleus, fibula, and skin flap). *Plast Reconstr Surg.* 1992 Feb;89(2):335-9.
52. Bumbasirevic M, Stevanovic M, Bumbasirevic V, Lesic A, Atkinson HD. Free vascularised fibular grafts in orthopaedics. *Int Orthop.* 2014 Jun;38(6):1277-82.
53. Hidalgo DA. Fibula free flap mandibular reconstruction. *Clin Plast Surg.* 1994 Jan;21(1):25-35.
54. Taqi M, Raju S. Fibula Free Flaps. En: *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.*
55. Beris AE, Lykissas MG, Korompilias AV, Vekris MD, Mitsionis GI, Malizos KN, et al. Vascularized fibula transfer for lower limb reconstruction. *Microsurgery.* 2011 Mar;31(3):205-11.
56. Golas AR, Levine JP, Ream J, Rodriguez ED. Aberrant Lower Extremity Arterial Anatomy in Microvascular Free Fibula Flap Candidates: Management Algorithm and Case Presentations. *J Craniofac Surg.* 2016 Nov;27(8):2134-2137.

57. Salgado CJ, Chim H, Moran SL, Wei FC, Mardini S. Fibula flap. En: Wei FC, Mardini S, editores. *Flaps and Reconstructive Surgery*. 2ª ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. 596-612.
58. Koor CC, Jayakumar R, George V, Padmanabhan V, Guild A, Viswanath S. Vascularized fibular graft in infected tibial bone loss. *Indian J Orthop*. 2011 Jul;45(4):330-5.
59. Iamaguchi RB, Fucs PM, da Costa AC, Chakkour I. Vascularised fibular graft for the treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia: long-term complications in the donor leg. *Int Orthop*. 2011 Jul;35(7):1065-70.
60. Dinh P, Hutchinson BK, Zalavras C, Stevanovic MV. Reconstruction of osteomyelitis defects. *Semin Plast Surg*. 2009 May;23(2):108-18.
61. Pellini R, Mercante G, Spriano G. Step-by-step mandibular reconstruction with free fibula flap modelling. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2012 Dec;32(6):405-9.
62. Rose PS, Shin AY, Bishop AT, Moran SL, Sim FH. Vascularized free fibula transfer for oncologic reconstruction of the humerus. *Clin Orthop Relat Res*. 2005 Sep;438:80-4.
63. Tansini I. Sopra il mio nuovo processo di amputazione della mammella. *Gazz Med Ital* 1906.
64. Germann G, Reichenberger M. Latissimus dorsi flap. En: Wei FC, Mardini S, editores. *Flaps and Reconstructive Surgery*. 2ª ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. 446-463.
65. Ackland DC, Pak P, Richardson M, Pandy MG. Moment arms of the muscles crossing the anatomical shoulder. *J Anat*. 2008 Oct;213(4):383-90.
66. Jenó SH, Varacallo M. Anatomy, Back, Latissimus Dorsi. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.

67. Heitmann C, Pelzer M, Kuentscher M, et al. The extended latissimus dorsi flap – revisited. *Plast Reconstr Surg* 2003;111:1697–701.
68. Lee KT, Mun GH. A systematic review of functional donor-site morbidity after latissimus dorsi muscle transfer. *Plast Reconstr Surg*. 2014 Aug;134(2):303-314.
69. Langdell HC, Shammass RL, Atia A, Chang EI, Matros E, Phillips BT. Vein Grafts in Free Flap Reconstruction: Review of Indications and Institutional Pearls. *Plast Reconstr Surg*. 2022 Mar 1;149(3):742-749.
70. Evans GR, Luethke RW. A latissimus/scapula combined myo-osseous free flap based on the subscapular artery used for elbow reconstruction. *Ann Plast Surg*. 1993 Feb;30(2):175-9.
71. Schmidt DR, Robson MC. One-stage composite reconstruction using the latissimus myoosteocutaneous free flap. *Am J Surg*. 1982 Oct;144(4):470-2.
72. Vincent A, Hohman MH. Latissimus Dorsi Myocutaneous Flap. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
73. Braza ME, Fahrenkopf MP. Split-Thickness Skin Grafts. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
74. Koshima I, Soeda S. Inferior epigastric artery skin flaps without rectus abdominis muscle. *Br J Plast Surg* 1989;42(6):645–8.
75. Allen RJ, Treece P. Deep inferior epigastric perforator flap for breast reconstruction. *Ann Plast Surg* 1994;32(1):32–8.
76. Blondeel PN, Sgarzani R, Morrison CM. Deep inferior epigastric artery perforator flap. En: Blondeel PN, Morris SF, Hallock GG, et al., editors. *Perforator flaps: anatomy, technique and clinical applications*. 2nd ed. St Louis, MO: Quality Medical Publishing; 2013. p. 499–526.

77. Grotting JC. The free abdominoplasty flap for immediate breast reconstruction. *Ann Plast Surg* 1991;27(4):351-4.
78. Gagnon AR, Blondeel PN. Deep and superficial inferior epigastric artery perforator flaps. En: Wei FC, Mardini S, editores. *Flaps and Reconstructive Surgery*. 2ª ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. 668-686.
79. Kikuchi N, Murakami G, Kashiwa H, Homma K, Sato TJ, Ogino T. Morphometrical study of the arterial perforators of the deep inferior epigastric perforator flap. *Surg Radiol Anat*. 2001;23(6):375-81.
80. Taylor GI, Daniel RK. The anatomy of several free flap donor sites. *Plast Reconstr Surg* 1975;56:243-53.
81. Reardon CM, O'Ceallaigh S, O'Sullivan ST. An anatomical study of the superficial inferior epigastric vessels in humans. *Br J Plast Surg*. 2004 Sep;57(6):515-9.
82. Egeberg A, Rasmussen MK, Sørensen JA. Comparing the donor-site morbidity using DIEP, SIEA or MS-TRAM flaps for breast reconstructive surgery: a meta-analysis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2012 Nov;65(11):1474-80.
83. Schoeller T, Huemer GM, Otto-Schoeller A, Wechselberger G. Correction of contour deformities of the hip region with a pedicled DIEP flap. *Plast Reconstr Surg*. 2007 Jan;119(1):212-215.
84. Cheng A, Saint-Cyr M. Use of a pre-expanded "propeller" deep inferior epigastric perforator (DIEP) flap for a large abdominal wall defect. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2013 Jun;66(6):851-4.
85. Ferron G, Gangloff D, Querleu D, Frigenza M, Torrent JJ, Picaud L, et al. Vaginal reconstruction with pedicled vertical deep inferior epigastric perforator flap (diep) after pelvic exenteration. A consecutive case series. *Gynecol Oncol*. 2015 Sep;138(3):603-8.

86. Ben Aziz M, Rose J. Breast Reconstruction Perforator Flaps. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
87. Mayo-Yáñez M, Rodríguez-Pérez E, Chiesa-Estomba CM, Calvo-Henríquez C, Rodríguez-Lorenzo A. Deep inferior epigastric artery perforator free flap in head and neck reconstruction: A systematic review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021 Apr;74(4):718-729.
88. Wells JH, Edgerton MT. Correction of severe hemifacial atrophy with a free dermis-flat from the lower abdomen. *Plast Reconstr Surg* 1977;59:223-230.
89. Parra M, Reyes E, Rangel-Flores JM. DIEP flap as a first option for breast reconstruction in Mexican patients with previous abdominal scars. *Cir Cir*. 2019;87(1):53-58.
90. Alamoudi U, Ghanem T. Solution to vessels mismatch in microsurgery: Vertical arteriotomy technique. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2021 Oct 7;6(6):1321-1324.
91. Sabapathi SR. Vessels. En: Wei FC, Mardini S, editores. *Flaps and Reconstructive Surgery*. 2ª ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. 310-322.
92. Hallock GG. Liability of recipient vessels distal to the zone of injury when used for extremity free flaps. *J Reconstr Microsurg* 1996;12:89-92.
93. Kolker AR, Kasabian AK, Karp NS, et al. Fate of free flap microanastomosis distal to the zone of injury in lower extremity trauma. *Plast Reconstr Surg* 1997;99:1068-73.
94. Lin C, Mardini S, Lin Y, Yeh J, Wei F, Chen H. Sixty-five clinical cases of free tissue transfer using long arteriovenous fistulas or vein grafts. *J Trauma* 2004;56:1107-17.

95. Inbal A, Silva AK, Humphries LS, Teven CM, Gottlieb LJ. Bridging the Gap: A 20-Year Experience with Vein Grafts for Free Flap Reconstruction. The Odds for Success. *Plast Reconstr Surg*. 2018 Sep;142(3):786-794.
96. Shipkov H, Traikova N, Voinov P, Boucher F, Braye F, Mojallal A. Vascular loops in reconstructive microsurgery: A review of the literature. *Ann Chir Plast Esthet*. 2014 Feb;59(1):1-8.
97. Devansh S. Prefabricated recipient vascular pedicle for free-composite tissue transfer in the chronic stage of severe leg trauma. *Plast Reconstr Surg* 1995;96:392–9.
98. Henn D, Wähmann MST, Horsch M, et al. One-stage versus two-stage arteriovenous loop reconstructions: An experience on 103 cases from a single center. *Plast Reconstr Surg*. 2019;143:912–924.
99. Hanasono MM, Barnea Y, Skoracki RJ. Microvascular surgery in the previously operated and irradiated neck. *Microsurgery* 2009;29:1–7.
100. Quinodoz P, Lanfrey E, Grolleau JL, Chavoin JP, Costagliola M. "Saphenous vascular loop" technique in the treatment of lower limb defects. Report of five cases. *Ann Chir Plast Esthet* 1998;43:264–9.
101. Acland RD. Refinement in lower extremity free-flap surgery. *Clin Plast Surg* 1990;17:733–7.
102. Taub PJ, Chun JK, Zhang WX, Pham ND, Silver L, Weinberg H. Staging arteriovenous fistula loops for lengthening of free-flap pedicles. *J Reconstr Microsurg* 1999;15:123–5.
103. Topalan M. Lower extremity salvage with free tissue transfer by using an immediate arteriovenous loop in one stage. En: Schuind F, De Fontaine S, Van Geertruyden J, Soucacos PN, editors. *Advances in upper and lower extremity microvascular reconstructions*. London: World Scientific Pub Co Inc; 2002. p.118–24.

104. Giovanoli P, Meyer VE. Use of vein loops in reconstructive procedures. *Microsurgery* 1998;18:242–5.
105. Hahn HM, Lee DH, Lee IJ. Influence of time interval between endovascular intervention and free flap transfer on flap outcomes in critical limb-threatening ischemia: A retrospective analysis of 64 consecutive cases. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021 Jul;74(7):1544-1552.
106. Reichenberger MA, Harenberg PS, Pelzer M, Gazyakan E, Ryssel H, Germann G, et al. Arteriovenous loops in microsurgical free tissue transfer in reconstruction of central sternal defects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140:1283–7.
107. Shoja MM. Pelvic girdle, gluteal region and thigh. En: Standring S, editor. *Gray's Anatomy. The anatomical basis of clinical practice*. 41^a ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. 1370.
108. Spinner RJ, Howe BM. Leg. En: Standring S, editor. *Gray's Anatomy. The anatomical basis of clinical practice*. 41^a ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. 1399.
109. Hallock GG. The cephalic vein in microsurgery. *Microsurgery*. 1993;14(8):482-6.
110. Lambert SM. Shoulder girdle and arm. En: Standring S, editor. *Gray's Anatomy. The anatomical basis of clinical practice*. 41^a ed. Reino Unido: Elsevier; 2016. p. 830.
111. Stewart D, Liau J, Vasconez H. Flap pedicle vena comitant as a vein graft donor source. *Microsurgery*. 2009;29(2):115-8.
112. Lee ZH, Daar DA, Stranix JT, Anzai L, Thanik VD, Saadeh PB, et al. Risk factors for microvascular free flaps in pediatric lower extremity trauma. *Microsurgery*. 2020 Jan;40(1):44-50.

113. Lee ZH, Alfonso AR, Stranix JT, Anzai L, Daar DA, Ceradini DJ, et al. Vein Size Mismatch Increases Flap Failure in Lower Extremity Trauma Free Flap Reconstruction. *J Reconstr Microsurg.* 2019 Oct;35(8):587-593.
114. Sullivan SK, Dellacroce F, Allen R. Management of significant venous discrepancy with microvascular venous coupler. *J Reconstr Microsurg.* 2003 Aug;19(6):377-80.
115. Freedman AM, Meland NB. Arteriovenous shunts in free vascularized tissue transfer for extremity reconstruction. *Ann Plast Surg.* 1989;23:123-128.
116. Vlastou C, Earle AS, Jordan R. Vein grafts in reconstructive microsurgery of the lower extremity. *Microsurgery.* 1992;13:234-235.
117. Jones NF, Johnson JT, Shestak KC, Myers EN, Swartz WM. Microsurgical reconstruction of the head and neck: Interdisciplinary collaboration between head and neck surgeons and plastic surgeons in 305 cases. *Ann Plast Surg.* 1996;36:37-43.
118. Miller MJ, Schusterman MA, Reece GP, Kroll SS. Interposition vein grafting in head and neck reconstructive microsurgery. *J Reconstr Microsurg.* 1993;9:245-251; discussion 251-252.
119. 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.
120. Bayramiçli M, Tetik C, Sönmez A, Gürünlüoğlu R, Baltacı F. Reliability of primary vein grafts in lower extremity free tissue transfers. *Ann Plast Surg.* 2002;48:21-29.
121. Classen DA. The indications and reliability of vein graft use in free flap transfer. *Can J Plast Surg.* 2004;12:27-29.

122. Furr MC, Cannady S, Wax MK. Interposition vein grafts in microvascular head and neck reconstruction. *Laryngoscope*. 2011;121:707–711.
123. Nahabedian MY, Singh N, Deune EG, Silverman R, Tufaro AP. Recipient vessel analysis for microvascular reconstruction of the head and neck. *Ann Plast Surg*. 2004 Feb;52(2):148-55; discussion 156-7.
124. Di Taranto G, Chen SH, Elia R, Sitpahul N, Chan JCY, Losco L, et al. Outcomes following head neck free flap reconstruction requiring interposition vein graft or vascular bridge flap. *Head Neck*. 2019;41:2914–2920.
125. Rechnic M, Edelson R, Fosburg R. Single anastomosis femoral arteriovenous shunt as recipient vessels for free flap reconstruction of a massive lumbosacral wound. *Plast Reconstr Surg* 1997; 99:242–4.
126. Cho HE, Roh SG, Lee NH, Yang KM. Breakthrough Technique for Free Tissue Transfer of Poorly Vascularized Lower Extremity: Arteriovenous Loop Revisited. *Arch Plast Surg*. 2015 Sep;42(5):652-5.
127. Sørensen JL, Muchardt O, Reumert T. Temporary arteriovenous shunt prior to free flap transfer. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 1990;24(1):43-6.
128. Knackstedt R, Aliotta R, Gatherwright J, Djohan R, Gastman B, Schwarz G, et al. Single-stage versus two-stage arteriovenous loop microsurgical reconstruction: A meta-analysis of the literature. *Microsurgery*. 2018 Sep;38(6):706-717.
129. Dick F, Hristic A, Roost-Krähenbühl E, Aymard T, Weber A, Tevæarai HT, et al. Persistent sensitivity disorders at the radial artery and saphenous vein graft harvest sites: A neglected side effect of coronary artery bypass grafting procedures. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2011;40:221–226.

130. Hata M, Shiono M, Sezai A, Iida M, Saitoh A, Hattori T, et al. Comparative study of harvest-site complications following coronary artery bypass grafting between the radial artery and the saphenous vein in identical patients. *Surg Today*. 2005;35:711–713.
131. Garland R, Frizelle FA, Dobbs BR, Singh H. A retrospective audit of long-term lower limb complications following leg vein harvesting for coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2003;23:950–955.
132. Brandt CP, Greene GC, Maggart ML, Hall WC, Harville LE, Pollard TR, et al. Endoscopic vein harvest of the lesser saphenous vein in the supine position: a unique approach to an old problem. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2013 Jan;16(1):1-4.
133. Albäck A, Saarinen E, Venermo M. Vein harvesting and techniques for infrainguinal bypass. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2016 Apr;57(2):292-301.
134. Vlastou C, Earle AS. Short saphenous vein grafts as an aid to microsurgical reconstruction of the lower extremity. *J Reconstr Microsurg*. 1988 Jan;4(2):145-54.
135. Hallock GG: Venous outflow simplified by the cephalic vein loop. *Ann Plast Surg* 21:427-429, 1988.
136. Chan D, Rabbani CC, Inman JC, Ducic Y. Cephalic vein transposition in the vessel-depleted neck. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2016;155:367–368.
137. Barnett GR, Carlisle IR, Gianoutsos MP. The cephalic vein: an aid in free TRAM flap breast reconstruction. Report of 12 cases. *Plast Reconstr Surg*. 1996 Jan;97(1):71-6; discussion 77-8.

Anexo 1

ANEXO 1



THIONE, ALESSANDRO
CIRUGIA PLASTICA Y QUEMADOS

VALVERDE NAVARRO, ALFONSO

Valencia, 25 de noviembre de 2021.

Asunto: Autorización Inicio de estudio.

Adjunto le remito copia de los Informes Científico y Ético de Investigación, en el que se acuerda informar **favorablemente** sobre el Proyecto de Tesis titulado “*Estudio de las características anatómicas de las venas superficiales de las extremidades para su utilización como injertos de interposición y asas vasculares en colgajos libres.*”, por usted presentado.

A la vista de los dictámenes emitidos, dicho Proyecto, puede iniciarse y llevarse a cabo.

Atentamente,

MAXIMO
|VENTO|
TORRES

Firmado
digitalmente por
MAXIMO|VENTO|
TORRES
Fecha: 2021.12.02
15:18:39 +01'00'

Dr. Máximo Vento Torres
Director Científico

IIS La Fe | Avenida Fernando Abril Martorell, nº 106, Torre A, 7ª. 46026 Valencia
Tel.: (+34) 96 124 66 01 | Fax. (+34) 96 124 66 20 | info@iislafe.es | www.iislafe.es

Valencia a 25 de noviembre de 2021

El **Dr. Máximo Vento Torres**, Presidente de la Comisión de Investigación del Instituto de Investigación Sanitaria La Fe,

INFORMA:

Que el Proyecto de Tesis titulado: *“Estudio de las características anatómicas de las venas superficiales de las extremidades para su utilización como injertos de interposición y asas vasculares en colgajos libres.”* que presenta el/la Dr./Dra. THIONE, ALESSANDRO del Servicio/Unidad/Grupo de Investigación de CIRUGIA PLASTICA Y QUEMADOS, del IIS La Fe / Hospital U. i P. La Fe, el director de la Tesis el Dr. VALVERDE NAVARRO, ALFONSO y el DOCTORANDO SÁNCHEZ GARCÍA, ALBERTO, contiene elementos objetivos suficientes en cuanto a la Hipótesis, Planteamientos y Plan de Trabajo que, a juicio de esta Comisión, permiten pronunciarse positivamente en cuanto a su viabilidad y aceptación para su realización.

MAXIMO|
VENTO|
TORRES

Firmado
digitalmente por
MAXIMO|VENTO|
TORRES
Fecha: 2021.12.02
15:17:06 +01'00'

Máximo Vento Torres
Presidente de la Comisión de Investigación

DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS

MARÍA TORDERA BAVIERA, titular de la Secretaría Técnica del Comité de Ética de la Investigación con medicamentos del **CEIM - HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE,**

CERTIFICA

Que este Comité ha evaluado en su sesión de fecha 17/11/2021, el Proyecto de Tesis:

Título: **“Estudio de las características anatómicas de las venas superficiales de las extremidades para su utilización como injertos de interposición y asas vasculares en colgajos libres.”**

Nº de registro: **2021-758-1**

Documento	Versión - Fecha
Protocolo - TESIS	26 de septiembre de 2021

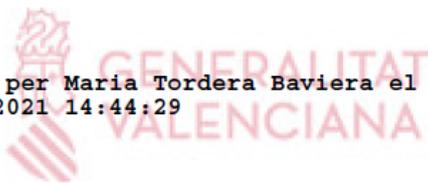
Que dicho proyecto se ajusta a las normativas éticas sobre investigación biomédica con sujetos humanos y es viable en cuanto al planteamiento científico, objetivos, material y métodos, etc, descritos en la solicitud, así como la Hoja de Información al Paciente y el Consentimiento Informado.

En consecuencia, este Comité acuerda emitir **INFORME FAVORABLE** de dicho Proyecto de Tesis que será realizado en el HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE, siendo el director de la Tesis el Dr. ALFONSO VALVERDE NAVARRO, el Tutor del Hospital el **Dr. ALESSANDRO THIONE**, del servicio de **CIRUGÍA PLÁSTICA Y QUEMADOS**, y el DOCTORANDO **D. ALBERTO SÁNCHEZ GARCÍA**.

Que el CEIM - HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE, tanto en su composición como en sus procedimientos, cumple con las normas de BPC (CPMP/ICH/135/95) y con la legislación vigente que regula su funcionamiento, y que la composición del CEIM - HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE es la indicada en el anexo I, teniendo en cuenta que, en el caso de que algún miembro participe en el estudio o declare algún conflicto de interés, no habrá participado en la evaluación ni en el dictamen de la solicitud de autorización del estudio clínico.

Lo que firmo en Valencia, a 17/11/2021

Firmat per Maria Tordera Baviera el
18/11/2021 14:44:29



Fdo.: MARÍA TORDERA BAVIERA
Secretario/a Técnica del Comité de Ética de la Investigación con medicamentos

ANEXO I COMPOSICIÓN CEIm

Presidente:

ADELA CAÑETE NIETO - Facultativo Especialista en Pediatría. Jefe Sección de Unidad de Hematología y Oncología Pediátrica

Vicepresidente:

OSCAR DÍAZ CAMBRONERO - Facultativo especialista en Anestesiología y Reanimación. Jefe Sección Anestesiología y Reanimación

Secretario:

MARÍA TORDERA BAVIERA - Farmacéutica Especialista en Farmacia Hospitalaria. Farmacéutica adjunta del Servicio de Farmacia

Vocales:

MARÍA VICTORIA PARICIO GÓMEZ - Diplomada Enfermería. Supervisora del Servicio de Hematología y Trasplante de Progenitores Hemáticos

JAVIER LLUNA GONZÁLEZ - Facultativo Especialista en Cirugía Pediátrica. Médico adjunto del Servicio de Cirugía Pediátrica

PAULA RAMÍREZ GALLEYMORE - Facultativo Especialista en Medicina Intensiva. Médico adjunto del Servicio de Medicina Intensiva

JOSÉ MARÍA CANELLES GAMIR - Farmacéutico de Atención Primaria del Departamento de Salud Valencia La Fe

SERAFÍN RODRÍGUEZ CAPELLÁN - Licenciado en Derecho. Técnico de Función Administrativa adscrito a la Dirección de Investigación

VICENTE INGLADA ALCAIDE - Miembro Lego, representante de los intereses de los pacientes

MIGUEL ÁNGEL CANO TORRES - Licenciado en Derecho. Técnico de Función Administrativa adscrito a la Dirección de Investigación

LUIS VICENTE MARTÍNEZ DOLZ - Facultativo Especialista en Cardiología. Jefe de Servicio de Cardiología

BONAVENTURA CASANOVA ESTRUCH - Facultativo Especialista en Neurología. Médico adjunto del Servicio de Neurología

SARA BRUGGER FRIGOLS - Facultativo Especialista en Radiodiagnóstico. Médico adjunto del Área de Imagen Médica

M^a ISABEL IZQUIERDO MACIÁN - Facultativo Especialista en Pediatría (Neonatología). Jefa de Servicio de Neonatología

MATTEO FRASSON - Facultativo Especialista en Cirugía. Médico adjunto del Servicio de Cirugía General y Digestiva

JOSÉ VICENTE SOLANAS PRATS - Facultativo Especialista en Medicina de Familia y Comunitaria. Médico del Centro de Salud Trinitat

ANTONIO ORDUÑA GALÁN - Ing. de aplicaciones y sistemas. Responsable Área de Seguridad y Calidad de Sistemas de Información

ANA PEIRÓ PEIRÓ - Fac. especialista en Farmacología Clínica. Médica Adjunta del Servicio Farmacología Clínica. DSA-HG.



Alfonso A. Valverde Navarro, Director del Departamento de Anatomía y Embriología Humana de la Universitat de València

DECLARA que todas las piezas anatómicas utilizadas por ALBERTO SÁNCHEZ GARCÍA para el desarrollo de su Tesis Doctoral titulada 'ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LAS VENAS SUPERFICIALES DE LAS EXTREMIDADES PARA SU UTILIZACIÓN COMO INJERTOS DE INTERPOSICIÓN Y ASAS VASCULARES EN COLGAJOS LIBRES' proceden de cadáveres de donantes del *Programa Propio de Donación de Cuerpos para su Uso en Docencia e Investigación* de la Universitat de Valencia.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos firmo la presente declaración en Valencia a 5 de mayo de 2022.