Original / Estudio anatomo-quirúrgico

RECONSTRUCTIVA

Bases anatómicas y quirúrgicas del colgajo de perforante axilar

Anatomic and surgical basis of the axillary perforator flap

Scarpinelli L.B.

Liliana B. SCARPINELLI*, Santiago GOÑI**

Resumen

Abstract

Introducción y objetivo. Las cicatrices y bridas postquemadura provocan tracción del tejido sano y alteran la anatomía vascular normal. En casos severos, la localización exacta del pedículo vascular optimiza el uso de los tejidos sanos circundantes sin aumentar la morbilidad. El colgajo perforante romboidal de axila (CPA) es muy útil en reconstrucción de contracturas cicatriciales de tórax y miembro superior en quemados, especialmente en niños.

El presente trabajo estudia la anatomía vascular axilar (AVA) para determinar la localización y procedencia de la irrigación de la pastilla de piel correspondiente al colgajo romboidal de axila.

Material y método. Estudiamos la AVA mediante 4 pilares: 1) revisión bibliográfica; 2) disección anatómica en cadáver; 3) localización vascular de perforantes mediante flujometría doppler en axilas de voluntarios sanos; y 4) disección de colgajos en pacientes intervenidos por cicatrices retráctiles.

Resultados. La búsqueda bibliográfica analiza técnicas de reconstrucción de zonas funcionales por colgajos de vecindad con diferentes diseños, pero no encontramos detalle de la descripción del pedículo. El colgajo se presenta de irrigación tipo random (al azar).

En la disección en 6 axilas de 3 cadáveres humanos formolizados hallamos en promedio 3 perforantes por axila (1-2 mm de diámetro), de predominio en cuadrantes súpero e infero-externos; de ellas 12 nacían de la arteria axilar como ramas directas; 6 de arterias colaterales: torácica lateral (n=4) y toracodorsal (n=2).

En la investigación doppler en 30 axilas sanas, hallamos mayor número de arteriolas en los cuadrantes infero-interno y súpero-interno.

En 7 pacientes intervenidos, las disecciones de los vasos fueron de 3-4 cm de longitud y en profundidad hasta plano aponeurótico, lo que no permitió evaluar la procedencia del vaso perforante.

Conclusiones. El CPA es muy útil en secuelas cicatriciales graves por quemaduras en tórax y miembro superior. La anatomía axilar en cúpula lo respeta en gran proporción en estos pacientes, funcionando como sitio dador presente en el 90% de los casos como ventaja frente a otros colgajos. Si bien no es necesario disecar hasta el origen de la perforante, conocer su procedencia otorga mayor seguridad ya que el tejido quemado no respeta la anatomía normal.

Nuestro estudio aporta mayor precisión en el marcaje y hallazgo de perforantes, para acelerar su disección, obtener un pedículo más largo para alcanzar zonas distantes y reemplazar mayor superficie de tejido.

Background and objective. Postburn axillary contractures affect non burnt neighbor tissues, producing vascular distortion. When functional zones are burnt, the best reconstructive option is needed to optimize healthy skin in order to decrease morbidity. The axillary rhomboid propeller flap provides significant advantages on the treatment of large contractable scars of chest and upper limb in burnt patients, especially in children.

This paper is based on the vascular anatomical study of axillary tissues. The aim is to localize the origin of small perforator vessels to increase good and safe results.

Methods. This study identifies the anatomical knowledge of axillar irrigation on four steps: 1) bibliographic revision; 2) human cadavers dissection; 3) vascular perforators localization in not burnt patients using doppler flowmetry; and 4) flaps dissection in burnt patients with retractile scars.

Results. Bibliographic revision identified several methods and local flaps for reconstruction of upper limb, using the perforator flaps. Axillar flap is mentioned as random type.

Cadavers dissections of 6 axillas showed on average 3 perforators by side, (diameters of 1-2 mm), placed in superior and inferior external quadrants; 12 of them, rise from axillar artery as direct branches; 6 of them, rise from collateral arteries: 4 from lateral thoracic artery, and 2 from thoracodorsal artery.

Using doppler flowmetry in 30 axillas from volunteer people, we found more arteries at internal-inferior and external-superior localizations.

Finally, in 7 cases operated on with reconstructive surgery, the dissections reached 3-4 cm length; as a result, we could not observe the origin of the vessels.

Conclusions. The CPA is very useful in severe scar sequels due to burns in the chest and upper limb. The dome axillary anatomy respects it to a great extent in these patients, functioning as a donor site present in 90% of cases as an advantage over other flaps. Although it is not necessary to dissect to the origin of the perforator, knowing its origin provides greater security since the burned tissue does not respect normal anatomy. Our study provides greater precision in the marking and finding of perforators to accelerate their dissection, obtain a longer pedicle to reach distant areas and replace a larger tissue surface.

Palabras clave Cicatriz axilar, Colgajo en hélice, Colgajo perforante, Irrigación axila.

Nivel de evidencia científica 4c Terapéutico

Aceptado 10 agosto / 2021

Key words Axillary scar contracture, Propeller flap, Perforator flap, Axillar irrigation.

Level of evidence 4c Therapeutic

Accepted August 10 / 2021

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún interés financiero relacionado con el contenido de este artículo.

Financiación: No hubo fuentes externas de financiación para este trabajo.

* Cirujano Plástico, Jefe de trabajos prácticos, Cátedra A de Anatomía humana, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

** Cirujano Plástico, Jefe del Servicio de Cirugía Plástica, Hospital Español de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Trabajo galardonado con el Premio Categoría Junior en el 48º Congreso Argentino de Cirugía Plástica, Estética y Reparadora organizado por la Sociedad Argentina de Cirugía Plástica, Estética y Reparadora (SACPER), Buenos Aires, 17-20 de Abril de 2018.

Introducción

El colgajo de perforante axilar (CPA), descrito por Hyakusoku y col., es de gran utilidad en la mayoría de las contracturas cicatriciales de tórax y miembro superior que se producen en pacientes quemados, ya sean adultos o niños.⁽¹⁾

Haciendo una reseña de la irrigación del tegumento axilar, sabemos que se basa principalmente en su arteria homónima. Si consideramos la realización de colgajos, vemos que las regiones anterior y lateral del hombro son las más útiles, no así la región posterior que se utiliza menos por presentar vasos poco accesibles. Las ramas más comunes en la elevación y realización de colgajos locales en esta zona incluyen las arterias: toracoacromial, torácica lateral y toracodorsal. A nivel posterior predomina la arteria circunfleja escapular. La arteria toracodorsal es la más versátil en lo que respecta al grupo; descrita por numerosos autores, entre ellos Angrigiani, Heitmann y col. describen 64 perforantes musculocutáneos de más de 0.5 mm. La arteria torácica lateral es la más anterior y yace en la superficie del serrato anterior, en el borde lateral de la fosa axilar, dando colaterales de menor calibre a la piel de dicha región.⁽²⁾ La arteria toracoacromial está disponible para defectos más anteriores y laterales. Su calibre es generalmente similar a las anteriores y se acompaña de sus venas concomitantes; se accede a ella fácilmente al separar y rebatir el pectoral mayor. La longitud del pedículo y la posibilidad de reorientarlo son los aspectos más limitados debido a su recorrido cercano a la clavícula y su curso entre ambos pectorales, lo que la hacen moderadamente útil.

El presente trabajo se basa en el estudio de la anatomía vascular axilar (AVA) a fin de determinar la procedencia de la irrigación de la pastilla de piel correspondiente al colgajo de axila. El objetivo es demostrar el origen preciso de los vasos perforantes axilares para facilitar la disección y elevación del CPA, que utiliza la piel del hueco axilar en cirugía reparadora en pacientes con secuelas graves en tórax y miembro superior.

Material y metodo

Estudio transversal descriptivo que abarca el estudio anatómico de los vasos perforantes que nutren el tegumento axilar en base a 4 puntos fundamentales: 1) revisión bibliográfica de la técnica quirúrgica; 2) disección en cadáver; 3) mapeo de perforantes con sistema doppler en pacientes vivos no intervenidos; y 4) disección de colgajos en pacientes intervenidos por cicatrices retráctiles.

1.- Revisión bibliográfica.

Realizamos búsqueda científica en *PubMed* basada en los términos: cicatriz de tórax, quemadura de tórax, colgajo perforante, irrigación de axila, colgajo en hélice, localizando aproximadamente 1.500 artículos relacionados con la terminología de los que seleccionamos aquellos que consideraban únicamente abordajes quirúrgicos y técnicas reparadoras mediante colgajos de perforantes de axila. Centramos nuestra atención en los artículos de los autores mencionados anteriormente, quienes detallan la técnica del colgajo de perforante axilar, así como el consenso de Tokyo de 2011. La bibliografía anatómica consultada se dirigió a los autores clásicos: Testut, Rouviere, Netter, entre otros, todos con sus descripciones arteriales anatómicas típicas de origen y ramas colaterales. Fu Chan Wei, Taylor, Koshima y Angrigiani, entre otros, describen la anatomía del árbol arterial en detalle con aplicación quirúrgica y numerosas aplicaciones de colgajos locorregionales, como el colgajo de perforante toracodorsal (TDap) en cirugía reparadora.^(4,5) Además nos basamos en los principios descritos por Saint Cyr y su concepto de angiosoma-perforasoma (Fig. 1-3).

2. Disección en cadáver.

Realizamos 6 disecciones axilares en 3 cadáveres humanos formolizados al 40% pertenecientes a la Cátedra A de Anatomía de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de La Plata (Buenos Aires, Argentina). Los especímenes fueron 2 masculinos y 1 femenino, a los cuales se les realizó inyección previa de látex por vía arterial para la correcta identificación del árbol arterial.

Los criterios de exclusión abarcaron preparados cadavéricos de menos de 10 años de edad, cadáveres con deterioro del miembro superior y cicatrices en dicha región. Los criterios de inclusión abarcaron: preparados adultos con axila indemne, independientemente de su sexo, y contemplamos las colaterales arteriales y venosas de 1-1.5 mm de diámetro.

Para la inyección empleamos catéter rígido calibre 14G por vía arterial radial, con látex teñido color rojo. Realizamos la disección axilar bajo campo de aumento 2.5 X con lupas tipo Galileanas, de manera topográfica, identificando vasos perforantes (Fig. 4).

Basamos los límites a considerar en la disección en reparos musculares regionales evaluando la axila en decúbito dorsal y miembro superior elevado a un lado de la cabeza, en abducción y con el codo flexionado. Fueron súpero-interno: músculo deltoides hacia proximal y músculo bíceps (porción larga) hacia distal; súpero-externo: músculo tríceps (porción vasto interno); ínfero-externo: músculo dorsal ancho; e ínfero-interno: músculo pecto-

Figuras 1-3. Descripciones clásicas de la anatomía. Árbol arterial en detalle con aplicación quirúrgica, numerosas opciones de colgajos locorreionales como el colgajo perforante toracodorsal (TDap) en cirugía reparadora, y concepto de angiosoma-perforasoma.

Figura 4. Preparación de los especímenes anatómicos para disección en cadáver. Inyección con catéter rígido calibre 14G por vía arterial radial con látex teñido color rojo.

Figura 5. Límites para la disección axilar. Súpero-interno: músculo deltoide hacia proximal y músculo bíceps (porción larga) hacia distal. Súpero-externo: músculo tríceps (porción vasto interno). Ínfero-externo: músculo dorsal ancho. Ínfero-interno: músculo pectoral mayor.

ral mayor (Fig. 5). Posteriormente utilizamos dichos en la identificación vascular en pacientes sanos y también en la realización de los colgajos de los pacientes intervenidos quirúrgicamente (Fig. 6 A y B).

Finalmente, identificamos los vasos perforantes teñidos con látex rojo ubicados en dichos cuadrantes de las 6 axilas (3 derechas y 3 izquierdas), favoreciendo así la

visualización de las arteriolas de menor calibre (de hasta 1 mm) (Fig.7-9).

3. Mapeo doppler en pacientes vivos voluntarios no intervenidos.

Hicimos la demarcación de los límites de igual forma en pacientes vivos: 15 pacientes de forma bilateral (30 axilas), respetando las referencias anatómicas. Los criterios de inclusión abarcaron: rango de edad de 20 a 70 años, axilas sanas sin intervenciones quirúrgicas previas. Los criterios de exclusión fueron: cirugías previas regionales, pacientes diabéticos e índice de masa corporal superior a 28.

Empleamos doppler sonoro de 8 mgHz, marca *Sono-trax®*, el mismo utilizado para la marcación prequirúrgica.

4. Pacientes intervenidos.

Entre febrero de 2015 y febrero de 2018, intervenimos quirúrgicamente a 7 pacientes: con secuelas graves de quemaduras por diferentes causas: 5 masculinos y 2 femeninos, con una edad promedio de 46 años. Los criterios de inclusión abarcaron: pacientes en un rango de edad de entre 13 y 80 años, secuelas de quemaduras con compromiso del tipo IIa y b, IIIa y IV. Excluimos: pacientes con secuelas tipo I a los cuales se les realizó injerto de piel simple o tratamiento kinésico local y corticoterapia, y los tipo V en los que hubo que realizar colgajos microquirúrgicos libres (Fig. 10 y 11).

Fig. A

Fig. B

Figuras 6 A y B. Marcación de los mismos límites de disección axilar en pacientes sanos y en espécimen para disección en cadáver.

Figuras 7-9. Identificación de vasos perforantes teñidos con látex rojo en los cuadrantes axilares en la disección en cadáver, favoreciendo la visualización de arteriolas de menor calibre (hasta 1 mm).

Figura 10. Zonas funcionales afectadas por retracciones cicatriciales.

Figura 11. Clasificación de contracturas cicatriciales.

Tipo I Área pequeña

Tipo II Contractura lineal
a.b

Tipo III Doble contractura
a. Anterior y Posterior con tejido sano interpuesto
b. Anterior y Posterior con contractura entre ellos

Tipo IV Banda ancha de contractura sobre la superficie axilar
a. extendida al pecho
b. extendida al dorso
c. extendida al mb. sup.

Tipo V Bandas de contractura circulares con cicatrices asociadas

Figura 12. Caso 1. Paciente de 13 años de edad, secuela de quemadura tipo IV, preoperatorio. (Cortesía Hosp. de niños)

Figura 13. Secuencia de tratamiento (de superior a inferior): colgajo de perforante axilar (CPA), primero axila derecha y en un segundo tiempo axila izquierda.

Figura 14. Postoperatorio a los 6 meses.

Figura 15. Caso 2. Paciente de 24 años de edad, tratamiento en agudo de quemadura del 30% tipo B para evitar secuela IIb. Preoperatorio: marcate de colgajo y perforantes.

Figura 16. Identificación de pedículo y rotación del colgajo.

Figura 17. Postoperatorio a los 15 días de evolución.

Figura 18. Caso 3. Paciente de 80 años de edad con secuela de quemadura del 18% B, Ila de la clasificación, con hueco axilar respetado.

Figura 19. Secuela.

Figura 20. Postoperatorio a los 12 meses de colgajo de axila.

Figuras 21 y 22. Rotación a 90° intraoperatoria de los colgajos romboidales utilizados y como el eje mayor queda perpendicular a la brida.

sitar rotar el colgajo 180°. Los pacientes permanecieron internados 2 a 4 días con reposo de la extremidad, movilización precoz y evitando la compresión del área. En todos colocamos drenaje laminar durante 48 horas (Fig. 12-22).

En todos los casos empleamos dispositivo doppler sonoro portátil de 8 mHz, identificamos el pedículo del colgajo pre e intraoperatoriamente, llevamos a cabo disección completa del mismo y lo esqueletizamos en caso de nece-

Resultados

1.- Revisión bibliográfica.

El alma del presente trabajo se basó en la publicación del año 1991 de Hyakusoku y col., quienes proponen el uso del CPA utilizando la piel sana del hueco axilar y diseñando el colgajo en el centro de la fosa. Describen el colgajo sin hacer referencia exacta de su vascularización: suponen que los vasos perforantes del centro de la axila son constantes y plantean la resolución de bridas que imposibilitan la movilidad del miembro superior, ya sea en la axila o en la fosa cubital. Se deja de esta forma de lado el concepto de pedículo randomizado (aleatorio) y se introduce la noción de la vascularización mediante vasos perforantes^(6,7) (Fig. 3).

2.- Disección en cadáver.

De las 6 axilas disecadas, hallamos en total 18 arteriolas perforantes de 1-3 mm: 12 de ellas se originan en la arteria axilar como ramas directas, 4 se originan en las arterias colaterales: torácica lateral (n=2) y toracodorsal

(n=2). Por lo tanto, el 66.66% de las perforantes de los cuadrantes súpero e ínfero-externo y el centro de la axila provienen de la arteria axilar como ramas directas. Los cuadrantes internos comparten su origen en la arteria toracodorsal (ínfero-externo) y torácica lateral (ínfero-interno) y emergen en el borde externo del músculo dorsal ancho y pectoral mayor respectivamente (Fig. 23 A-C) (Tabla I) (Gráfico1).

3. Mapeo doppler en pacientes vivos voluntarios no intervenidos.

La medición y hallazgo con doppler fue de una prevalencia similar en los 4 cuadrantes, con una leve orientación a cuadrantes superiores. En pacientes de corta edad (menores de 15 años), encontramos menor número de perforantes. La media fue de 1 vaso, en varones ascendió a 3 y en mujeres encontramos 1 a 2 vasos. En estas últimas prevalecieron en la región interna, cerca del borde externo del pectoral mayor, probablemente por la mayor vascularización del tejido mamario, y los pacientes masculinos presentaron perforantes de mayor calibre debido a la masa muscular.

Figura 23. A. Porcentaje hallado en disecciones de vasos de origen de arterias perforantes. B. Rama directa de la arteria axilar. C. Rama de la torácica lateral.

Tabla I. Resultados de la disección vascular en cadáveres

	SEXO	AXILA	ARTERIA PERFORANTE CANTIDAD Y CUADRANTE	INYECCION POR VIA	ORIGEN DE LA ARTERIA PERFORANTE
1	MASCULINO 60 años	Derecha	1: Sup-Int 2: Inf-Int	Radial	2: Axilar 1: Toracica lateral
		Izquierda	1: Sup-Ext 1: Inf-Ext		1: Axilar 1: Tóraco-dorsal
2	MASCULINO 70 años	Izquierda	2: Sup-Ext 1: Inf-Ext	Humeral	2: Axilar 1: Tóraco-dorsal
		Derecha	1: Inf -Ext 2: Sup-Ext		2: Axilar
3	MASCULINO 50 años	Derecha	2: Sup-Int 1: Sup-Ext 1: Inf-Int	Humeral	3: Axilar
		Izquierda	2: Sup-Ext 1: Inf-Ext	Radial	2: Axilar 1: Torácica lateral

Gráfico 1. Distribución de perforantes por cuadrantes en cadáveres

Gráfico 2. Distribución de perforantes por cuadrantes en pacientes vivos

Tabla II. Localización vascular con doppler por cuadrantes en voluntarios vivos

CUADRANTE LOCALIZACION	AXILA DERECHA Perforantes halladas	AXILA IZQUIERDA Perforantes halladas	TOTAL PERFORANTES
SÚPERO-EXTERNO	7	9	16
SÚPERO-INTERNO	6	7	13
ÍNFERO-EXTERNO	9	3	12
ÍNFERO-INTERNO	7	8	15

En la mayoría de los pacientes identificamos con facilidad el curso de las arterias y venas axilar y braquial, siendo la humeral la que arroja una rama perforante en el punto más apical del rombo trazado en el 90% de los pacientes (Fig. 24 y 25). En pacientes con índice de masa corporal de 26 a 28, hallamos los vasos con mayor dificultad, pero llegamos a un adecuado resultado (Tabla II) (Gráfico 2).

4. Pacientes intervenidos.

Los clasificamos según la tabla de retracciones (Fig.26). De los 7 pacientes intervenidos, las 2 mujeres presentaron quemaduras tipo IIa, y los 5 varones de tipo IIb (n=2), IIa (n=1), tipo IIIa (n=1) y tipo IV (n=1). En todos realizamos un CPA.

Identificamos las perforantes con sistema doppler de 8 mHz, evidenciando gran tracción del tegumento por

Figuras 24 y 25. Posición de marcación.

Figura 26. Retracciones que pueden tratarse con el colgajo de perforante axilar (CPA).

la brida cicatricial en aquellos con secuelas tipo IIb y IIIa y b. Seleccionamos la arteria perforante de mayor calibre (por sonoridad y medición con doppler color) y cercanía a la brida. Una vez liberada la brida retráctil, evaluamos la nueva posición del vaso perforante. Esta última consideración debe tenerse en cuenta a la hora de

Figura 27. Comparación de técnicas: Z-plastia frente a colgajo romboidal.

disecar el vaso pivotante, ya que al liberar el tejido, este se moviliza involuntariamente. Avanzamos y disecamos el vaso hasta una profundidad de 3 cm, lo que permite al colgajo un mayor alcance y desplazamiento en distancia frente a lo que aportaría una técnica convencional como la Z-plastia (Fig. 27). Esqueletizamos el pedículo

Gráfico 3. Comparación entre cadáveres y pacientes vivos de vasos de origen de arterias perforantes

solo en aquellos casos en los que la superficie cutánea sana debía alcanzar mayor longitud para poder interponerse en la brida. Su diseño cuadrilobulado permitió el cierre directo de las zonas dadoras de todos los casos tratados. Medimos las longitudes iniciales y finales de las bridas y logramos tras la cirugía un alargamiento de la cicatriz de 6 +/- 1 cm respecto a la inicial.

En total realizamos 7 colgajos cuadrilobulados perforantes restaurando unidades funcionales. Recogimos 2 complicaciones menores: 1 paciente presentó dehiscencia menor de 2 cm² y 1 sufrió epidermolisis menor de 1cm² (Gráfico 3).

Evaluamos mediante kinesiólogía la movilidad de la región axilar (flexo-extensión) con escalas rúbricas al inicio, a los 6 meses de postoperatorio y al año, siendo deficiente (0-20%), regular (21-30%), buena (31-60%) y excelente (61-100%). En los resultados de los 7 pacientes la movilidad axilar fue etiquetada como excelente en 5 pacientes y buena en 2.

Discusión

La angiología humana ha sido muy evaluada por diferentes anatomistas y cirujanos reconstructivos a lo largo de los años, llegando a describir sus recorridos y relaciones con gran precisión. Hoy en día, la técnica quirúrgica se sustenta cada vez más en la anatomía. Su utilidad, estudio y modernas aplicaciones cobran relevancia a la luz de los avances científicos dotando a la Cirugía Reparadora de mayor precisión y sofisticación, por lo cual es imprescindible el conocimiento básico desde sus orígenes hasta sus más intrigantes variantes.

El crecimiento de los tejidos circundantes a la axila que sufren quemaduras y secuelas graves fue durante décadas motivo de interés para muchos autores. Es de gran importancia aportar conocimientos en el devenir de técnicas quirúrgicas que tratan esta zona anatómica y que favorezcan la elasticidad y pliability cutánea sin alterar la movilidad de los miembros superiores ni el desarrollo de la glándula mamaria en las niñas, aportando piel similar a la original para respetar el concepto de "igual con igual" (*like with like*). Nos centramos así en el estudio de la piel de la axila, su irrigación y sus posibles usos, para intentar que, con nuestro aporte, sea posible mejorar la disección, ahorrar tiempo intraoperatorio y permitir resultados estables en el tiempo en un tejido que se halla en continua adaptación como lo es una zona funcional como la axila, con la importancia que todo ello reviste.

Según los grandes anatomistas, Testut, Netter, entre otros clásicos, la axila se nutre por ramas de la arteria homónima, la cual comienza en el punto medio de la clavícula como continuación de la arteria subclavia, desciende luego por el hueco axilar y termina en el borde inferior del músculo pectoral mayor, dando origen a la arteria braquial. Presenta en su recorrido 3 porciones: la primera, cubierta por la aponeurosis clavipectoral y el músculo pectoral menor, descansa sobre el serrato mayor, se relaciona hacia anterior con la vena homónima y hacia posterior con el plexo braquial. Su segunda porción se halla detrás del músculo pectoral menor cubierta por el pectoral mayor, entre las 2 raíces del nervio mediano. En su tercera porción descansa sobre los tendones de los músculos dorsal ancho y redondo mayor y tiene íntima relación con las ramas del plexo braquial.

Sus ramas colaterales comprenden la arteria toracocromial, la torácica inferior, la lateral o mamaria externa, la subescapular (de la que se origina la rama toracodorsal) y las circunflejas anterior y posterior. De todas ellas, la mayoría destinadas a la irrigación de los músculos del hombro, cobra relevancia la mamaria externa dando ramas superficiales a los ganglios linfáticos axilares, a la piel de la fosa axilar así como a la glándula mamaria. La arteria axilar, termina con la braquial, quien la continúa para irrigar al miembro superior.⁽⁸⁾

Las descripciones anatómicas tradicionales no hacen hincapié precisamente en las perforantes cutáneas, ramas más superficiales o las que denominamos colaterales de menor calibre, refiriéndonos a vasos de 1 a 2 mm de diámetro. Sin embargo, sí se describen en la literatura quirúrgica asociadas a otros colgajos, por ejemplo en lo que respecta al colgajo miocutáneo de dorsal ancho. La arteria subescapular emite 2 ramas: la circunfleja escapular y la toracodorsal. Esta última emite ramas que irrigan al serrato anterior y al dorsal ancho y luego de irrigar a am-

bos, da numerosas y pequeñas perforantes en casi toda su extensión, lo que determina que sea posible utilizar islas cutáneas bien perfundidas dándole al colgajo una versatilidad óptima.⁽⁸⁾ De acuerdo con dicha descripción, hemos hallado en nuestro estudio de disección cadavérica con inyección previa del árbol arterial numerosas perforantes que arriban al sector más superficial del tegumento axilar, teniendo como origen 3 vasos principales: la arteria axilar, la toracodorsal y la torácica lateral.

En el estudio de Taylor y col. de 1990, se utilizó un transductor doppler de 8 Mhz para identificar en pacientes las perforantes cutáneas dominantes de 1 mm, alcanzando una penetración de 2 a 3 cm. Los resultados fueron comparados con sus estudios previos en cadáveres humanos, hallando similares conclusiones. La publicación del año 1987 describe 276 perforantes cutáneas de 0.5 mm o mayores provenientes de vasos dominantes enteramente subcutáneas, las cuales se comunican en diferentes direcciones formando una red continua vascular. En muchos casos las uniones provenían de un sistema de arterias y arteriolas de choque de menor calibre.

Utilizando una figura del cuerpo humano de frente y perfil, se trazó un mapa localizando los vasos predominantes. En el esquema de perforantes se aprecian vasos cercanos a la fosa axilar, existiendo 1 predominante en el centro y a nivel del borde externo de los músculos pectoral mayor y bíceps. Coincidimos en nuestros 15 voluntarios (30 axilas) con el hallazgo de mayor número de arterias en dicha localización, con predominio en el sexo masculino por presencia de la masa muscular pectoral y en el femenino por el tejido glandular mamario. No hallamos en nuestras disecciones la perforante central de la fosa axilar mencionada por estos autores, ni tampoco en los pacientes intervenidos en los que evidenciamos que se sitúan hacia los cuadrantes internos.⁽⁹⁾

En lo que se refiere a la cirugía reparadora, el avance de la anatomía del árbol arterial fue variando a lo largo de las décadas. Los términos colgajo de perforante y colgajo en hélice fueron introducidos en 1991 por Teo y Hyakusoku para describir un colgajo cutáneo adiposo basado en un pedículo aleatorio (*random*) subcutáneo con una isla de piel de una longitud que superaba su anchura, consistente en 2 porciones, una a cada lado del pedículo. El colgajo rotaba 90° en el centro del pedículo, al igual que una hélice.⁽¹⁰⁾

Subsecuentemente, Hallock utilizó el término *propeller* (hélice) para definir un colgajo fasciocutáneo que elevó en la región posterior del muslo. El colgajo fue de diseño similar al descrito, pero se basó en la esqueletización del vaso perforante y la isla de piel rotó en 180°. Haciendo esto, parte del colgajo (la hoja larga) fue utilizada para cubrir el defecto y la otra parte del colgajo (la

hoja corta) se posicionó sobre la zona dadora facilitando el cierre directo de la misma.⁽¹¹⁾

Teo colaboró en la definición y aportó detalles de la técnica quirúrgica de los colgajos basados en perforantes. Gran número de autores reportaron la aplicación del concepto de los colgajos de perforantes en la reconstrucción de tejidos blandos en diferentes partes del cuerpo, sin embargo, no existía una clara definición en la literatura, lo que llevó a que se desarrollara en Tokio un consenso respecto a la misma. Como hemos mencionado anteriormente, se describe el CPA para reconstrucción de secuelas de quemaduras de tórax y miembros superiores. Se hace referencia a su uso en pacientes con grandes y extensas secuelas que, si bien son susceptibles de recibir tratamiento con injertos de piel, pueden también ser sometidos a este nuevo método compuesto por piel sana que rodea los sitios afectados.

Hyakusoku y col. presentaron un colgajo en hélice romboidal sin utilizar el componente muscular, basado en la indemnidad de la piel de la fosa axilar o en la cara anterior del codo. El colgajo se diseñó en el ecuador de dichas regiones y se elevó como colgajo en isla. Los autores afirman en este punto la presencia de vasos perforantes constantes. En este apartado se demuestran mejoras en la técnica reportadas como colgajos multilobulados o en rueda desplegada, con resección e interposición de bandas retráctiles secuelares, orientados en un pedículo subcutáneo que se sitúa en el centro de cada colgajo.

El original método de colgajo *propeller* (en hélice) fue publicado además en *Burns Journal* en el año 2006 ampliando la casuística a pacientes considerados grandes quemados que presentaban piel de fosas axilares y de codos respetada, debido a que dichas zonas son protegidas por la misma flexión durante la injuria. En estos pacientes se tallaron colgajos en isla desde las fosas intactas, con un pedículo subcutáneo central y sin identificar el eje vascular utilizando sistema doppler, y se reemplazó la contractura cicatricial con la rotación e interposición de los colgajos. Estos colgajos fueron fácilmente rotados e incluso se pudo reemplazar simultáneamente 2 bandas retráctiles. Sin embargo, cubrir la zona dadora resultó difícil en ocasiones, siendo necesario emplear injertos de piel.⁽¹²⁾

Años después, en 2011, el Comité Consultor del Primer Encuentro de Colgajos de Perforantes en Hélice (*propeller*) en Tokio, logrando una terminología consensuada respecto a los colgajos en hélice y planteando la siguiente definición: un colgajo de perforante puede definirse como un colgajo en isla cuya disección alcanza su vaso dador que se sitúa en un eje axial de rotación; cada colgajo en isla puede transformarse en un colgajo en hélice. Sin embargo, los colgajos en isla que solo avanzan

en su desplazamiento o son rotados pero en los que no se aísla completamente su pedículo, quedan excluidos de dicha definición.⁽¹³⁾

Hoy en día, es bien sabido que un colgajo es una parte de la piel y el tejido celular subcutáneo (tegumento) que se moviliza de un lugar a otro del organismo manteniendo su vascularización. El tegumento, como cualquier órgano del cuerpo humano, tiene una anatomía vascular intrínseca: se trata de una red vascular tridimensional, uniforme, elástica, con mayor densidad en la parte subdérmica y suprafascial. Esta red está irrigada por arterias cutáneas cuyo origen radica en troncos vasculares más profundos. En su trayecto, desde su origen hasta el tegumento, tienen relación con estructuras anatómicas tales como músculos, septos, fascias, tendones, etc. Este recorrido se denomina trayecto extrategumentario de las arterias cutáneas.

La comprobación de que los colgajos musculocutáneos tradicionales podían elevarse sin el músculo correspondiente, de que otros colgajos pueden movilizarse mejor disecando la arteria y vena que los nutren (colgajos en hélice), las enormes ventajas obtenidas en cuanto a la menor morbilidad de las zonas dadoras, y la mejor comprensión de las posibles áreas tegumentarias que pueden ser transferidas como colgajos, propiciaron que se aplicara el término perforante. En la actualidad se entiende por colgajo de perforante no sólo a aquel irrigado por una arteria cutánea que atraviesa un músculo, sino también a una forma de elevar colgajos mediante la localización y disección de la arteria cutánea que lo nutre. Es así que cualquier colgajo, sea irrigado o no por una arteria cutánea que perfora un músculo, por el solo hecho de conocer y ubicar la arteria al elevarlo, se denomina perforante.^(14,15)

Debido a esta nueva definición, se evidencia la importancia de nombrar y definir a un colgajo de perforante por su irrigación y el conocimiento preciso de su vaso nutricio. Por esta razón, creemos conveniente y de gran relevancia conocer de manera exacta de dónde proviene el pedículo, cuál es su origen preciso o de dónde se origina la mayoría de las veces. Esta razón le daría sustento anatómico a su marcación, considerando que las grandes secuelas retráctiles modificarían por tracción la dirección y vitalidad del vaso perforante central, el cual puede no hallarse *in situ*, llevando a la incorrecta marcación preoperatoria así como al mal posicionamiento del colgajo. Resulta entonces fundamental el uso del método doppler e incluso el advenimiento de los métodos de imagen cada vez más precisos para su correcta detección, pre e intraoperatoria.

En la evolución tecnológica, los métodos de imagen fueron adquiriendo importancia y protagonismo. Se rea-

lizó en Tokio el siguiente estudio para la correcta detección preoperatoria de los vasos que irrigan los colgajos de perforantes. Analizaron de forma retrospectiva todos los casos entre abril de 2007 y abril de 2010 en la Escuela de Medicina Nippon (Tokio, Japón) empleando angiotomografía computarizada con multidetector en la planificación de los colgajos de perforantes para cirugías reconstructivas. Los parámetros examinados incluían: sexo y edad del paciente, causa y área del defecto a reconstruir, perforante utilizada, tipo de pedículo utilizado (si era perforante completa: el exceso de grasa alrededor del pedículo debía ser eliminado para rotar el colgajo 180°, o pedículo subcutáneo: sin disección completa), tamaño y forma del colgajo, tratamiento de la zona dadora, supervivencia del colgajo, y por último, tiempo de duración de la cirugía en relación al tiempo estimado.⁽¹⁶⁾ En base a los resultados obtenidos, los autores creen que con la tomografía computarizada con multidetector es realmente útil en la planificación de múltiples colgajos en diferentes áreas del cuerpo, incluso en aquellos donde los diámetros de las perforantes son menores que en el colgajo de perforante de arteria epigástrica inferior. Específicamente, su hipótesis se basa en que el hallazgo de la perforante por imágenes previo al procedimiento aumenta la efectividad y localización exacta del vaso, lo cual es realmente útil en la planificación de los colgajos en hélice ya que permite una mejor resolución con cortes de menor intervalo y visualización tridimensional de los vasos de menor calibre con menor tiempo de ejecución.⁽¹⁷⁻¹⁹⁾ Coincidimos con los autores en los resultados obtenidos utilizando esta técnica de imágenes y la hemos aplicado en 2 de nuestros pacientes intervenidos, corroborando la detección pre e intraoperatoria del pedículo del colgajo. Como conclusión final y de resumen en relación a lo planteado, observamos que el CPA ha sido aplicado según reparos regionales anatómicos y los límites exactos que propusimos, hemos ampliado sus indicaciones a pacientes pediátricos, aplicamos los conceptos desarrollados por autores de gran prestigio y experiencia, los cuales fueron sumamente útiles en nuestra curva de aprendizaje y nos permitieron arribar a nuevas conclusiones. Observamos que un estudio exhaustivo preoperatorio (doppler y angiotomografía) e intraoperatorio (doppler) permite disminuir sesgos en la elevación del tegumento afectado ante secuelas que distorsionan gravemente la anatomía normal. Sabemos ahora que conociendo la anatomía arterial regional con mayor precisión, determinando que las ramas superficiales provienen de 3 arterias regionales: axilar, torácica lateral y toracodorsal, podemos extender la disección, rotar los colgajos a 180°, diseñarlos a demanda partiendo de zonas irregulares, y lograr más alcance al mejorar la disección del pedículo.

Además, pudimos solucionar el tratamiento de la zona dadora mediante el cierre por primera intención, y tratar pacientes en agudo evitando infecciones, disminuyendo la aparición de bridas, restando morbilidad al paciente que requirió menos días de hospitalización, así como el desarrollo de secuelas funcionales. Nos proporcionó resultados seguros, adecuados y estables en el tratamiento de secuelas graves de quemaduras en tórax y miembro superior. También nos aportó superficies de tejido más amplias y de mayor alcance que una Z-plastia convencional ya que otorga entre 60-75% de tejido nuevo, dando durabilidad y acompañando el crecimiento de la zona funcional con menor comorbilidad que otros colgajos, puesto que al identificar el vaso perforante no es necesario incluir músculo en la disección.

Conclusiones

Según el cuadrante axilar en el cual asienta el vaso perforante su identificación previa permite mejor aprovechamiento de la piel conservada, realizando diseños versátiles a demanda e incluso con redundancia del tegumento, lo que da estabilidad en el tiempo y ante el crecimiento y expansión de los tejidos en el caso de pacientes infantiles.

En secuelas de quemaduras graves en tórax y axila, en la mayoría de los tipos de retracción (IIa y IIb, IIIa IVa, IVb y IVc) se propone el uso del colgajo de perforante axilar ya que según su demostrado patrón vascular constante en la arteria axilar (66.66%) y realizando una correcta marcación se logra una gran seguridad en su ejecución. Requiere disección completa del pedículo con esqueletización de al menos 3 cm (incluso llegar hasta el origen en la arteria axilar) en casos donde se necesite rotación de 180°, siendo seguro rotarlo hasta 90° sin disección completa vascular.

El colgajo de perforante axilar presenta una curva de aprendizaje más rápida que un colgajo libre, acorta el tiempo intraoperatorio y la morbilidad de la zona dadora, es estable en el tiempo y factible de ser utilizado en el 90% de las secuelas de quemaduras de miembro superior y tórax.

Agradecimientos

A la Cátedra A de Anatomía Humana de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de La Plata y al Servicio de Cirugía plástica y quemados del Hospital de Niños Sor María Ludovica de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Dirección del autor

Dra. Liliana B. Scarpinelli
Hospital Español de La Plata
Calle 9 número 175
CP: 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina
Correo electrónico: lilianascarpin@hotmail.com

Bibliografía

1. **Hyakusoku H., Murakami M. et al.** Color Atlas of burn reconstructive surgery, En: Propeller flap and central axis flap methods: Springer Heidelberg Dordrecht London, 2010; 34. Pp.198-200.
2. **Angrigiani, C.** Colgajo perforante tóracodorsal. *Cir. plást. ibero-latinoam.* 2006; 34: 281-286.
3. **Wei F.C., Mardini S.** Flaps and reconstructive surgery. Elsevier. China 2009. En: Primera sección: Capítulo 5. Pp.31-49.
4. **Testut L., Latarjet A.** Compendio de anatomía descriptiva, Salvat Editores S.A. Buenos Aires, Barcelona, 1947. En: Segunda sección, Angiología, Pp.304-310.
5. **Netter F.H.** Atlas of Human Anatomy. Summit, NJ: Ciba-Geigy; 1989. En: Upper limb 399-403 [Google Scholar]
6. **Hyakusoku H., Murakami M. et al.** Color Atlas of burn reconstructive surgery, En: Propeller flap and central axis flap methods: Springer Heidelberg Dordrecht London, 2010; 34. Pp. 200-207.
7. **Wei F.C., Mardini S.** Flaps and reconstructive surgery. Elsevier. China 2009. En: Primera sección: Capítulo 5. Pp. 50-55.
8. **Wei F.C., Mardini S.** Flaps and reconstructive surgery. Elsevier. China 2009. En: Segunda sección: Capítulo 23. Pp. 287-292.
9. **Taylor G.I.** The angiosomes of the body and their supply to perforator flaps. *Clin Plast Surg* 2003;30:331-342.
10. **Teo T.C.** Perforator local flaps in lower limb reconstruction. *Cir plást ibero-latinoam.* 2006;32:15-16.
11. **Hallock G.G.** The propeller flap version of the adductor muscle perforator flap for coverage of ischial or trochanteric pressure sores. *Ann Plast Surg.* 2006;56:540-542.
12. **Hyakusoku H., Yamamoto T., Fumiri M.** The propeller flap method. *Br J Plast Surg.* 1991;44:53-54.
13. **The Tokyo Consensus on propeller flaps.** *Last. Reconstr Surg* 2011; 127 (2): 716-722.
14. **Gonzalez E., Rancati A.** Cirugía oncológica de mama: cómo, cuándo, por qué. En: Reconstrucción mamaria con colgajo de perforante toracodorsal. Edit. Journal. Ciudad autónoma de Buenos Aires: 2013. Pp. 289-290.
15. **Saint-Cyr M., Wong C., Schaverien M., Mojallal A., Rohrich RJ.** The perforasome theory: Vascular anatomy and clinical implications. *Plast Reconstr Surg.* 2009;124:1529-1544.
16. **Shimpei O., Ozawa R., Hyakusoku H.** Application of multi-detector row Computed Tomography in propeller flap planning. *Plast. Reconstr. Surg* 127:2 703-711.
17. **Ono S., Chung K., Hayashi H. et al.** Application of Multidetector-Row Computed Tomography in Propeller Flap Planning. *Plast. Rec. Surg.* 2011;127(2): 703-711.
18. **Taylor G.I., Doyle M., McCarten G.** The Doppler probe for planning flaps: Anatomical study and clinical applications. *Br J Plast Surg.* 1990;43:1-16.
19. **Palmer J.H., Taylor G.I.** The vascular territories (angiosomes) of the body: Experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg.* 1987;40:113-141.