

Colgajos óseos libres para reconstrucción de defectos óseos de la extremidad superior: serie de casos y revisión de la literatura

Free bone flaps for reconstruction of bone defects in the upper extremity: case series and literature review

JULIÁN SAIZ-GUZMÁN*, MD; MARÍA C. DIAZGRANADOS-GARCÍA**, MD; MARIO RICARDO-ALFARO***, MD

Palabras clave: colgajo libre, microcirugía, pseudoartrosis, extremidad superior.

Key words: free flap, microsurgery, pseudoarthrosis, upper extremity.

Resumen

La reconstrucción de defectos óseos en la extremidad superior es un desafío significativo en la cirugía ortopédica y reconstructiva debido a lesiones traumáticas, tumores óseos, infecciones y fallos en la unión ósea. Los colgajos libres óseos han demostrado ser una técnica eficaz para proporcionar soporte estructural, promover la osteogénesis y facilitar la integración vascular del injerto. Este estudio presenta una serie de casos y una revisión de la literatura sobre el uso de tres tipos de colgajos libres óseos vascularizados (peroné, cóndilo femoral medial y cresta ilíaca), en la reconstrucción de defectos óseos de la extremidad superior. Los resultados clínicos y funcionales obtenidos con estos colgajos se compararon con la evidencia existente en la literatura. Los hallazgos sugieren que estos colgajos son una opción robusta y efectiva, proporcionando buenos resultados en términos de consolidación y funcionalidad, aunque cada tipo de colgajo presenta características y posibles complicaciones específicas.

Abstract

The reconstruction of bone defects in the upper extremity presents a significant challenge in orthopedic and reconstructive surgery due to traumatic injuries, bone tumors, infections, and failed bone unions. Free vascularized bone flaps have emerged as an effective technique to provide structural support, promote osteogenesis, and facilitate graft vascular integration. This study presents a case series and literature review on the use of three types of free vascularized bone flaps (fibula, medial femoral condyle, and iliac crest) in the reconstruction of bone defects in the upper extremity. Clinical and functional outcomes obtained with these flaps were compared with existing literature evidence. The findings suggest that these flaps are a robust and effective option, providing good consolidation and functionality outcomes, although each flap type has specific characteristics and potential complications.

Introducción

La reconstrucción de defectos óseos en la extremidad superior representa un desafío significativo en la cirugía ortopédica y reconstructiva. Las lesiones traumáticas, tumores óseos, infecciones y fallos en la unión ósea pueden generar defectos críticos que requieren intervenciones complejas para restaurar la función y la estructura de la extremidad afectada¹. Entre las opciones terapéuticas disponibles, los colgajos libres óseos vascularizados han emergido como una técnica altamente efectiva debi-

do a su capacidad para proporcionar soporte estructural, promover la osteogénesis y facilitar la integración vascular del injerto^{2,3}.

Los colgajos óseos libres se obtienen mediante la transferencia microvascular de segmentos de hueso autólogo, acompañados de su irrigación sanguínea intrínseca⁴. Esta técnica no solo asegura la viabilidad del

* Especialista en Cirugía de Mano y Miembro Superior de la Universidad Javeriana de Bogotá. Ortovital IPS Centro de Ortopedia y Rehabilitación, Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Unidad de Mano y Miembro Superior, Barranquilla, Colombia. Médico Universidad Javeriana de Bogotá.

** Especialista en Gerencia en Salud. Universidad del Rosario de Bogotá. La Misericordia, Clínica Internacional, Departamento de Cirugía, Barranquilla, Colombia. Médico, Universidad Metropolitana de Barranquilla.

*** Médico, Fundación Universitaria Ciencias de la Salud de Bogotá..Ortovital IPS, Centro de Ortopedia y Rehabilitación, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Barranquilla, Colombia.

injerto en el sitio receptor, sino que también favorece una rápida integración y consolidación ósea⁵. Diversos tipos de colgajos óseos han sido utilizados en la reconstrucción de la extremidad superior, cada uno con características específicas que los hacen adecuados para distintos escenarios clínicos⁶. Se presenta una serie de casos y una revisión de la literatura sobre el uso de tres tipos de colgajos óseos libres en la reconstrucción de defectos óseos de la extremidad superior: el colgajo de peroné, cóndilo y cresta ilíaca⁷⁻⁹. Estos colgajos fueron seleccionados por su versatilidad y eficacia en la reparación de defectos óseos complejos.

El objetivo es analizar los resultados clínicos y funcionales obtenidos con el uso de estos colgajos, compararlos con la evidencia existente en la literatura y discutir las indicaciones, técnicas quirúrgicas y posibles complicaciones asociadas con cada tipo de colgajo¹⁰. Esta revisión y serie de casos pretende proporcionar una visión integral y actualizada sobre las mejores prácticas en la reconstrucción ósea de la extremidad superior, contribuyendo así a la mejora de los resultados quirúrgicos y la calidad de vida de los pacientes afectados¹¹.

Presentación de casos

Caso 1

Paciente masculino de 13 años con antecedentes de osteosíntesis en dos ocasiones debido a una fractura de la metáfisis distal del radio derecho, tratada mediante

reducción abierta y fijación interna con clavos de Kirschner. Posteriormente, presentó una falla en la consolidación (Figura 1A), defecto óseo (Figura 1B) y funcionalidad limitada (Tabla 1). Se realizó una cirugía utilizando la técnica de membrana inducida (técnica de Masquelet) en dos tiempos, descartando un proceso infeccioso y realizando corrección del defecto con injerto óseo autólogo de cresta ilíaca (Figura 1C). A los 11 meses de seguimiento, se observa ausencia de consolidación e hipotrofia del regenerado óseo, con persistencia de la no unión, y un defecto óseo de aproximadamente 4 cm. Las radiografías seriadas mostraron una fatiga progresiva del material de osteosíntesis, con doblamiento de la placa en el radio (Figura 1D). Debido a su cuadro clínico, se decide realizar una cirugía de colgajo libre de peroné para el manejo del defecto óseo tomado de la extremidad inferior contralateral (Figura 2). El paciente presenta consolidación del colgajo a las 16 semanas posoperatorias; continuó en seguimiento clínico y radiográfico a lo largo de un año, evidenciando evolución funcional satisfactoria, sin presentación de dolor del lugar donante y una adecuada consolidación del colgajo.

Caso 2

Paciente de 16 años quien presenta trauma en extensión de muñeca izquierda durante accidente deportivo. Cuatro meses después del accidente, consultó por persistencia del dolor y dificultades para realizar actividades con dicha extremidad. Se le realizó una radiografía



Figura 1. A. Clavos de kirschner fijando y alineando fractura de la metáfisis distal del radio derecho sin signos de consolidación. B. Ausencia de consolidación. C. Posoperatorio fase 2 de Masquelet relleno del defecto con injerto óseo autólogo de cresta ilíaca. D. Radiografía de seguimiento con ausencia de consolidación e hipotrofia del regenerado óseo. Fuente: Imágenes obtenidas durante la realización del estudio.

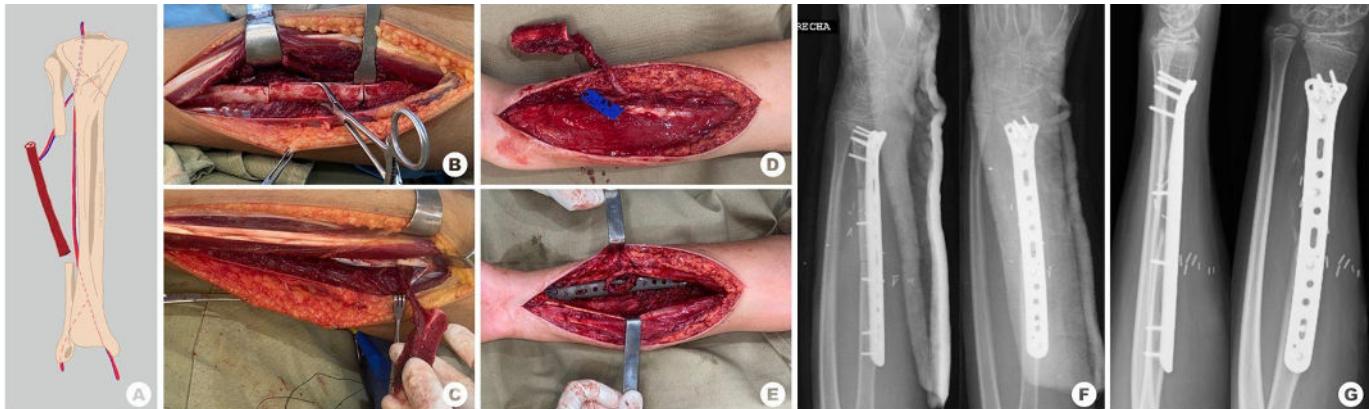


Figura 2. A. Representación esquemática de segmento de peroné unido a su pedículo vascular. B. Abordaje para colgajo libre de peroné vascularizado. C. Identificación de vasos peroneos y obtención del colgajo osteomuscular libre. D. Traslado del colgajo al antebrazo derecho para anastomosis microquirúrgica con vasos radiales y vena comitantes, verificando la adecuada perfusión y retorno venoso. E. Osteosíntesis de radio con placa de radio extralarga, fijando con un tornillo el segmento intercalar. F. Posoperatorio inmediato con relleno del defecto óseo con segmento intercalar libre de peroné. G. Seguimiento radiológico a las 16 semanas. Fuente: Imágenes obtenidas durante la realización del procedimiento.

de la muñeca, en la que se evidenció una fractura de la cintura del escafoideas izquierdo de diagnóstico tardío (Figura 3A).

Se le realizó una resonancia magnética de la muñeca izquierda, en la que se evidenció una deformidad en joroba y cambios sugestivos de necrosis avascular del polo proximal (Figura 3B), por lo que se decidió llevar a cirugía para la cura del foco de pseudoartrosis. Durante el procedimiento quirúrgico, se confirmó la necrosis avascular del polo proximal y se optó por realizar una cirugía de

revascularización ósea con colgajo libre del cóndilo femoral medial tomado de la extremidad inferior derecha (Figura 4A). El colgajo fue tomado del cuadrante dorsal distal del cóndilo femoral (Figura 4B, 4C). Utilizando microscopio quirúrgico, se realizó una anastomosis término-lateral a la arteria radial, evitando comprometer la circulación de la mano. La vena fue anastomosada término-terminal a una vena comitante de la arteria radial (Figura 4D). Por último, se fijó el colgajo óseo con un tornillo canulado sin cabeza en sentido retrógrado.



Figura 3. A. Radiografía de muñeca izquierda, tomada cuatro meses después del trauma con pseudoartrosis de escafoideas. B. Resonancia magnética de muñeca en la que se evidencia defecto de 4 milímetros y cambios sugestivos de necrosis avascular del polo proximal. Fuente: Imágenes obtenidas durante la realización del estudio.

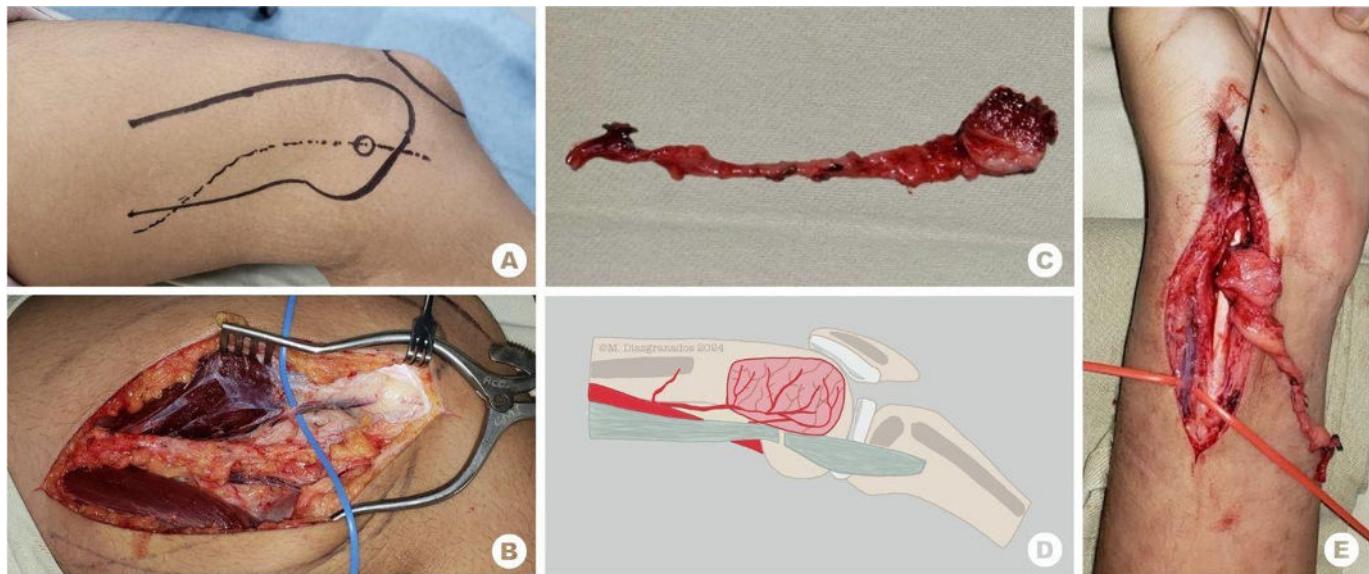


Figura 4. A. Diseño del colgajo cortico perióstico del cóndilo femoral medial. Con un círculo se ha marcado el área donante de hueso y con una línea punteada el pedículo vascular. B. Exposición de la región supracondilea del fémur. Un vessel loop azul separa la arteria genicular descendente. C. Colgajo cortico esponjoso unido al paquete vascular. D. Representación esquemática. E. Traslado del colgajo al antebrazo para anastomosis microquirúrgica con vasos radiales y venas comitantes. Fuente: Imágenes obtenidas durante la realización del procedimiento.

En el primer control posoperatorio, realizado dos semanas después de la cirugía, el paciente presentó una deformidad en flexión de la rodilla con limitación para la extensión, alcanzando los -30° , la cual cedió por completo con fisioterapia al cabo del segundo mes. Por medio de una tomografía computarizada (Figura 5), se evidenció la consolidación completa del colgajo a las 18 semanas posoperatorias. Clínicamente, el paciente presentó alivio completo del dolor, así como mejoras significativas en la fuerza y habilidad para realizar actividades con la muñeca izquierda.

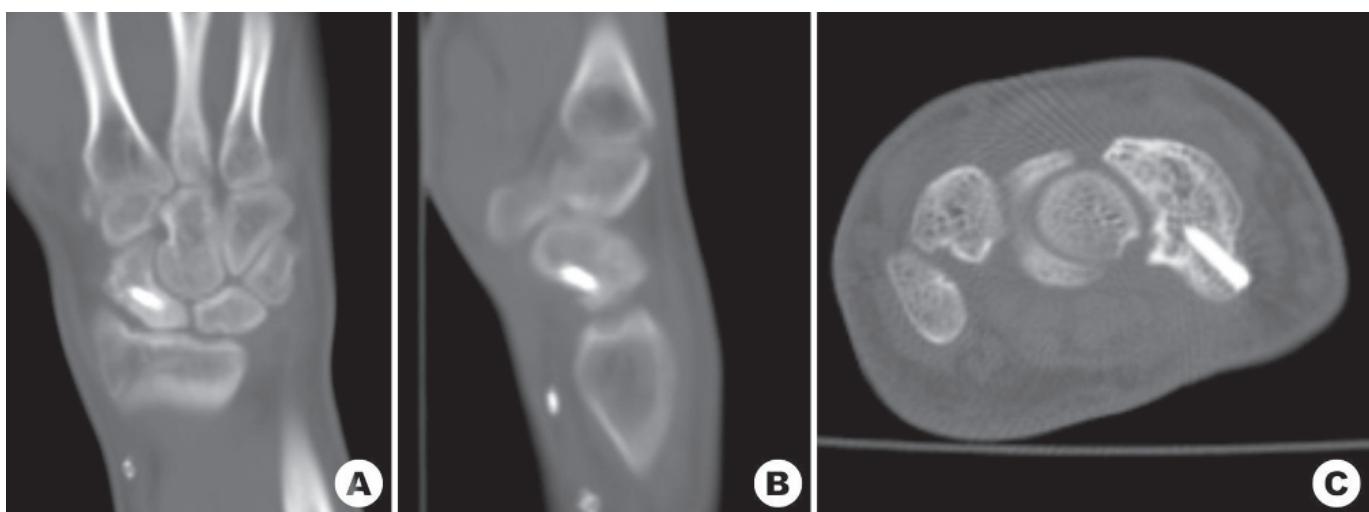


Figura 5. Tomografía computarizada de muñeca izquierda con fractura de escafoideas consolidada a las 16 semanas, fijada con tornillo sin cabeza en posición, sin signos de aflojamiento. A. Corte coronal. B. Corte sagital. C. Corte axial. Fuente: Imágenes obtenidas durante la realización del estudio.



Figura 6. A. Representación esquemática de colgajo de cresta ilíaca unida a paquete vascular de la circunfleja ilíaca profunda, rama de la arteria ilíaca externa. B. Colgajo libre de cresta ilíaca junto a su pedículo vascular preparado para anastomosis microquirúrgica en antebrazo junto con segmento de periostio. C. Radiografía anteroposterior y lateral de posoperatorio inmediato de osteosíntesis en radio con placa de radio extralarga, fijando con un tornillo el segmento intercalar de cresta ilíaca. Fuente: Imágenes obtenidas durante la realización del procedimiento.

Caso 3

Paciente masculino de 25 años con antecedente de trauma con objeto corto-contundente en el antebrazo derecho, asociado a lesión de tendones extensores y fractura abierta diafisaria de radio y cubito. Durante 8 años, requirió de múltiples cirugías reconstructivas para manejo de no unión del radio con injerto autólogo y heterólogo sin evidenciar signos de consolidación ósea. En la radiografía, se evidenció una pseudoartrosis atrófica de radio derecho con un defecto aparente de 5 centímetros, fijada con una placa de osteosíntesis. Se decide realizar cirugía de colgajo libre de cresta ilíaca para mejorar el aporte vascular de la zona receptora (Figura 6). El paciente presenta consolidación del colgajo a las 20 semanas posoperatorias.

Continuó en seguimiento clínico y radiográfico a lo largo de un año (Figura 7), evidenciando un claro alivio del dolor y mejoría de la funcionalidad de la extremidad afectada. Sin embargo, presenta dolor ocasional leve sobre el área donante en la cresta ilíaca, el cual cede con el uso de analgésicos convencionales.

Discusión

La reconstrucción de defectos óseos en la extremidad superior mediante colgajos libres de hueso es una técnica que ha ganado popularidad y aceptación en la última década debido a sus múltiples beneficios, que incluyen una mejor integración ósea, mayor estabilidad y un suministro sanguíneo robusto^[12]. En esta serie de casos, se evaluaron los resultados clínicos de tres colgajos específicos: peroné, cóndilo femoral y cresta ilíaca, en la



Figura 7. Seguimiento radiológico a un año en la que se evidencia colgajo integrado y consolidado en radio distal. Fuente: Imágenes obtenidas durante la realización del estudio.

reconstrucción de defectos óseos complejos en la extremidad superior (Tabla 1).

El uso de injertos óseos autólogos convencionales representa una estrategia ampliamente utilizada para el tratamiento de defectos óseos. Su fácil obtención, sus

Tabla 1. Resultados y seguimiento de los pacientes luego del procedimiento.

	Edad	Puntaje DASH prequirúrgico	Puntaje DASH 12 meses posquirúrgico	Dolor sitio donante	Tiempo de consolidación	EVA prequirúrgico	EVA posquirúrgico
PTE 1	13 años	61.7/100	1.7/100	0/10	16 semanas	09-oct	02-oct
PTE 2	16 años	66.7/100	10.8/100	0/10	18 semanas	07-oct	01-oct
PTE 3	25 años	90/100	30/100	02-oct	20 semanas	09-oct	02-oct

PTE. Paciente; DASH. Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand; EVA. Escala Visual Análoga del Dolor.

Fuente: Elaboración propia.

propiedades biológicas, su compatibilidad inmunológica y la ausencia de riesgo de transmisión de enfermedades, han contribuido a su aplicación extendida en la cirugía reconstructiva²⁰. Típicamente, se reservan para defectos menores a 5 centímetros, en áreas de rica vascularización y bajo riesgo de infección. Desde su introducción en la década de los 70, los colgajos óseos se han establecido como el estándar de oro para la reconstrucción de defectos que superan los 6 centímetros, con escasa vascularización, cuando los tratamientos convencionales no han sido eficaces, así como en casos de pseudoartrosis recalcitrante²¹. Debido a su aporte sanguíneo, los colgajos óseos representan una ventaja sobre los injertos autólogos no vascularizados, ya que preservan osteoblastos y osteoclastos viables, permitiendo una rápida incorporación y remodelación en el área receptora. Además, contribuyen inmunológicamente a reducir el riesgo de infección²².

El colgajo libre de peroné se ha documentado ampliamente en la literatura por su eficacia en la reconstrucción de defectos óseos largos. Este colgajo, proporciona un segmento óseo largo y bien vascularizado, lo que facilita la integración del injerto y la restauración de la función del miembro afectado. En nuestro primer caso, el paciente presentó una consolidación completa del colgajo a las 16 semanas posoperatorias y mostró una evolución funcional satisfactoria sin dolor en el lugar donante, lo cual es consistente con otros estudios^{3,13}. En una revisión sistemática realizada por Wang et al., se concluyó que el colgajo de peroné es particularmente útil para defectos óseos mayores de 6 centímetros, especialmente en áreas con abundantes cicatrices o con

defectos combinados de hueso y tejidos blandos, debido a su longitud, vasculatura y la posibilidad de obtener colgajos septo-cutáneos con isla de piel³. Numerosos estudios destacan el uso del colgajo de peroné como fuente de obtención de injertos para la extremidad superior, sobretodo para el antebrazo, ya que permite la obtención de hasta 30 centímetros de hueso firme y recto, con gran resistencia mecánica y un diámetro similar al radio y al cúbito. Su pedículo vascular predecible y la baja morbilidad en el sitio donante lo hacen un colgajo versátil para la reconstrucción ósea de la extremidad superior⁷.

El colgajo de cóndilo femoral medial, representa una buena alternativa para los defectos más pequeños y menos voluminosos¹⁶. Este colgajo ofrece la posibilidad de ajustar la forma y el tamaño dependiendo de las necesidades, lo que lo hace útil en el manejo de defectos intraarticulares, incluida la reconstrucción de los huesos del carpo^{12,16}. En el segundo caso, la elección del colgajo del cóndilo femoral medial permitió una revascularización eficaz del escafoides, lo que resultó en la consolidación completa del colgajo a las 18 semanas posoperatorias. Keller et al. evaluaron retrospectivamente un total de 38 casos de necrosis avascular del escafoides tratadas con colgajos libres de condilo femoral medial, donde el tiempo promedio hasta la unión fue de 16 semanas, con un rango entre 12 y 22 semanas¹⁹. Larson et al. destacaron la utilidad de este colgajo en el tratamiento de la necrosis avascular del escafoides, subrayando su rica vasculatura y la capacidad para promover la osteogénesis¹³. Una revisión sistemática y meta-análisis reciente de múltiples estudios,

que abarcaron un total de 582 colgajos de cóndilo femoral medial, mostró una tasa de consolidación superior al 95%, fallas en menos del 2% de los casos y una morbilidad en el sitio donante inferior al 4%¹⁴. Esto demuestra que es una cirugía altamente reproducible en centros especializados y eficaz en diferentes contextos clínicos, no solo en las fracturas del carpo. La baja tasa de complicaciones en el sitio donante constituye una de las mayores ventajas descritas en la utilización de colgajos de cóndilo femoral medial. No obstante, en nuestro caso, este fue el único paciente que presentó una limitación funcional que requirió su inclusión en un programa de rehabilitación con fisioterapia para mejorar la movilidad. Sin embargo, se logró una recuperación completa de la movilidad y una resolución plena del dolor a nivel de la rodilla al cabo del segundo mes. Esto coincide con los hallazgos de Guidi et al. quienes evaluaron la presencia de dolor en el sitio donante más allá de los 6 meses posoperatorios en 28 pacientes, sin encontrar ningún caso de dolor crónico en aquellos en quienes fue utilizado el colgajo de cóndilo femoral medial¹⁷. A pesar de la importancia clínica de entender las complicaciones del sitio donante en los diferentes tipos de colgajos óseos, la literatura existente que compara directamente estas complicaciones es escasa y a menudo presentan limitaciones metodológicas, como tamaños de muestra pequeños y estudios no aleatorizados. En la experiencia, el colgajo de cóndilo femoral medial constituye la elección en el tratamiento de la necrosis avascular con deformidad en joroba asociada, debido a que proporciona estabilidad estructural, hueso cortico-esponjoso bien vascularizado y afluencia de factores osteogénicos, osteoinductores y osteoconductores¹⁸.

En el tercer caso, el paciente presentó una fractura abierta del radio distal que a pesar de múltiples intentos de tratamiento, no mostró signos de consolidación. Las fracturas abiertas del radio distal son lesiones con un alto riesgo de complicaciones tanto a corto como largo plazo. Sumado a las infecciones, estas fracturas conllevan un riesgo significativo de no unión, una complicación que, aunque rara, es temida debido a que aumenta la complejidad y el tiempo de recuperación del paciente¹⁵. En estos casos, el colgajo de cresta iliaca se presenta como

una alternativa beneficiosa para la integración del injerto y la restauración de la estructura ósea. Proporciona hueso tanto cortical como esponjoso, con la ventaja de poder tallarse a medida para defectos óseos bi o tricorticales, especialmente en aquellos mayores a 6 centímetros²³. El hueso de la cresta iliaca presenta una mayor facilidad para ser moldeado y adaptado a la forma deseada en comparación con otros colgajos, lo cual es particularmente útil en la reconstrucción de áreas complejas, como el carpo. Además, ofrece una alternativa a pacientes que dependen de la función de la extremidad inferior para la realización de actividades de alta intensidad, como los atletas, y prefieren evitar la extracción de un colgajo de peroné.

Posterior a la cirugía, se evidenció la consolidación del colgajo a las 20 semanas, con una mejora importante en la funcionalidad de la extremidad afectada. Sin embargo, el paciente experimentó dolor leve en el área donante, el cual persistía un año después de la cirugía. Taylor et al. realizaron un seguimiento durante 40 años a un total de 348 colgajos óseos utilizados en el tratamiento de defectos en cabeza, torso y extremidades. El colgajo de cresta iliaca fue utilizado en 180 de los casos, logrando una tasa de éxito del 95%. La unión ósea se evidenció en un rango entre 8 a 10 semanas en dichos pacientes. Una de las desventajas del colgajo de cresta iliaca, fue la lesión del nervio cutáneo lateral, que resultó en anestesia o parestesias en el área donante, con una recuperación en un periodo de menos de 24 meses²⁴. Dado que nuestro paciente apenas tiene un año de seguimiento, es importante continuar con controles periódicos para evaluar la evolución del dolor en el sitio donante. A pesar de representar una buena alternativa en la reconstrucción de defectos óseos, gran parte de la literatura se centra en la cirugía de reconstrucción mandibular, siendo limitada la experiencia con su uso en la extremidad superior.

Conclusiones

Los colgajos libres óseos vascularizados son una opción robusta y efectiva para la reconstrucción de defectos óseos en la extremidad superior. Los colgajos de peroné, cóndilo femoral medial y cresta ilíaca han mostrado ser adecuados para diferentes tipos de defectos

óseos, proporcionando buenos resultados en términos de consolidación y funcionalidad. La selección del tipo de colgajo debe basarse en las características específicas del defecto óseo y las necesidades individuales de cada paciente. Futuros estudios deberían enfocarse en la optimización de las técnicas quirúrgicas y en la evaluación a largo plazo de la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes tratados con estas técnicas.

Conflictos de interés

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Ninguna declarada por los autores.

Agradecimientos

Ninguno declarado por los autores.

Referencias

1. Wong KC, Kumta SM. Use of vascularized fibular grafts in bone tumor reconstruction. *Surg Oncol Clin N Am.* 2019;28(1):129-145.
2. Hanasono MM, Matros E, Disa JJ. Important aspects of head and neck reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2014;134(6):968e-980e. DOI: 10.1097/PRS.0000000000000722.
3. Wang CY, Chen CH, Chen CH, Lin KC, Tarng YW, Hsieh TY. Outcomes of free vascularized fibular graft for reconstruction of traumatic long bone defect: a systematic review and meta-analysis. *Medicina (Kaunas).* 2020;56(11):608.
4. Berner A, Henkel J, Woodruff MA, Saifzadeh S, Kirby GT, Zaiss S, et al. Scaffold-cell bone engineering to treat large bone defects in a clinical setting: a review of large animal studies and clinical trials. *Biomaterials.* 2014;35:128-151. DOI: 10.1002/term.2104
5. Muramatsu K, Ihara K, Miyoshi T, Taguchi T. A modified classification method for lower limb injuries and clinical results with use of free vascularized fibula graft. *Microsurgery.* 2018;38(4):365-371.
6. Bonasia DE, Bertolo C, Rosso F, Cottino U, Rossi R. Use of the anterior condyle vascularized flap for reconstruction in osteomyelitis of the upper limb. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(5):665-669.
7. Taqi M, Llewellyn CM, Estefan M. Fibula Tissue Transfer. 2023 Jan 8. In: StatPearlsInternet. *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing;* 2024 Jan-. PMID: 33085430.
8. Coulet B, Peres O, Chammas M. Vascularized iliac crest bone graft in the treatment of scaphoid nonunion: a review of 22 cases. *J Wrist Surg.* 2019;8(1):19-25. DOI: 10.1055/s-0041-1733941.
9. Niimi Y, Iwata T, Matsui Y, Ono I, Matsushita K. Free vascularized fibular graft for the reconstruction of large bone defects. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019;139(4):555-564. DOI: 10.1007/s11999-009-1053-x.
10. Pederson WC, Person DW. Long bone reconstruction with vascularized bone grafts. *Orthop Clin North Am.* 2007;38(1):23-35. DOI: 10.1016/j.ocl.2006.10.006.
11. Hanasono MM, Matros E. Microsurgical techniques in orthoplastic reconstruction. *Clin Plast Surg.* 2020;47(1):123-133.
12. Buijs N, Opperman F, Winters HA. Vascularized bone flaps for trauma induced bone defects of the upper extremity in young adults: Presentation of two cases. *Orthoplastic Surgery.* 2022;7(1):31-34. DOI: 10.1016/j.orthop.2022.02.001.
13. Larson AN, Bishop AT, Shin AY. Free Medial Femoral Condyle Bone Grafting for Scaphoid Nonunions With Humpback Deformity and Proximal Pole Avascular Necrosis. *Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery.* 2007;11(4):246-258. DOI: 10.1097/bth.0b013e3180cab17c.
14. Scampa M, Mégevand V, Martineau J, Schaefer DJ, Kalbermatten DF, Oranges CM. Medial Femoral Condyle Free Flap: A Systematic Review and Proportional Meta-analysis of Applications and Surgical Outcomes. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2024 Apr 5;12(4):e5708. DOI: 10.1097/GOX.00000000000005708.
15. Saracco M, Merendi G, Rocchi L. Iliac bone graft for the treatment of bone loss and non-union of the distal radius. *Acta Biomed.* Jun 23, 2023;94(S2):e2023049. DOI: 10.23750/abm.v93iS4.12485.
16. Del Piñal F, García FJ, Delgado J, Sanmartín M, Regalado J, Cagigal L, González B. Colgajo microvascular corticoperióstico de cóndilo femoral para las pseudoartrosis diafisarias recalcitrantes de extremidad superior. *Rev Ortop Traumatol.* 2007;51:62-68.
17. Guidi M, Guzzini M, Civitenga C, Lanzetti RM, Kim BS, Besmens IS, Rieger M, Lucchina S, Calcagni M, Perugia D. Multifactorial Analysis of Treatment of Long-Bone Nonunion with Vascularized and Nonvascularized Bone Grafts. *J Hand Microsurg.* 2022; 15(2):106-115. DOI: 10.1055/s-0042-174878.
18. Kastenberger T, Kaiser P, Bode S, Horling L, Schmidle G, Arora R. Die Behandlung der avaskulären Kahnbeinpseudarthrose: gefäßgestielter Knochenspan vom Beckenkamm oder vom medialen Femurkondyl!Treatment of scaphoid non-union: vascularised iliac crest graft or medial femur condyle graft. *Handchir Mikrochir Plastchir.* 2020; 52(5):419-424. German. DOI: 10.1055/a-1258-5357.
19. Keller M, Kastenberger T, Anoar AF, Kaiser P, Schmidle G, Gabl M, Arora R. Clinical and radiological results of the vascularized medial femoral condyle graft for scaphoid non-union. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;140(6):835-842. DOI: 10.1007/s00402-020-03386-7.
20. Chappell AG, Ramsey MD, Dabestani PJ, Ko JH. Vascularized Bone Graft Reconstruction for Upper Extremity Defects: A Review. *Arch Plast Surg.* Feb 6 2023;50(1):82-95. DOI: 10.1055/s-0042-1758639.
21. Azi ML, Aprato A, Santi I, Kfuri M Jr, Masse A, Joeris A. Autologous bone graft in the treatment of post-traumatic bone defects: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* Nov 9 2016;17(1):465. DOI: 10.1186/s12891-016-1312-4.
22. Myeroff C, Archdeacon M. Autogenous bone graft: donor sites and techniques. *J Bone Joint Surg Am.* Dec 7 2011;93(23):2227-36. DOI: 10.2106/JBJS.J.01513.
23. Niu Y, Bai Y, Xu S, Wu D, Liu X, Wang P, Zhang C, Li M. Treatment of bone nonunion and bone defects associated with unsuccessful humeral condylar fracture repair with autogenous iliac bone reconstruction. *J Shoulder Elbow Surg.* Aug 2012;21(8):985-91. DOI: 10.1016/j.jse.2011.06.004.
24. Taylor GI, Corlett RJ, Ashton MW. The Evolution of Free Vascularized Bone Transfer: A 40-Year Experience. *Plast Reconstr Surg.* Apr 2016;137(4):1292-1305. DOI: 10.1097/PRS.0000000000002040.

Datos de contacto del autor

Maria Carolina Diazgranados García, MD
Correo electrónico: mariacarolinadg@hotmail.com