

Experiencia inicial en un Centro de Alta Complejidad con el injerto vascularizado de peroné en defectos óseos segmentarios del miembro superior

MARTÍN M. ESTEFAN, FERNANDO DIAZ DILERNIA, GERARDO L. GALLUCCI,
PABLO DE CARLI, JORGE G. BORETTO

*Sector de Cirugía de Mano y Miembro Superior, Instituto de Ortopedia y Traumatología "Dr. Prof. Carlos E. Ottolenghi",
Hospital Italiano de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires*

Recibido el 24-2-2016. Aceptado luego de la evaluación el 16-5-2017 • Dr. JORGE G. BORETTO • jorge.boretto@hospitalitaliano.org.ar

Introducción: Los defectos óseos >6 cm en los huesos largos plantean un problema difícil de solucionar en la reconstrucción del miembro superior. El peroné vascularizado se ha convertido en el principal método de reconstrucción por sus ventajas biológicas. El objetivo de este estudio fue evaluar la tasa y el tiempo de consolidación ósea, y las complicaciones asociadas en una serie continua de pacientes.

Materiales y Métodos: Se realizó una revisión durante un período de 5 años. Se incluyeron los pacientes que fueron tratados por defectos >6 cm en el miembro superior. Se analizaron variables preoperatorias, intraoperatorias y posoperatorias inmediatas y alejadas.

Resultados: Durante el período de evaluación, 6 pacientes (4 hombres/2 mujeres) cumplían con los criterios de inclusión. La edad promedio fue de 47 años. El tiempo transcurrido entre el trauma inicial y la cirugía reconstructiva varió de 2 a 21 años. El defecto óseo promedio fue de 10 cm. El tiempo de seguimiento promedio fue de 17 meses. Se logró la consolidación ósea en todos los casos, como promedio, en 16 semanas. Dos pacientes sufrieron complicaciones posoperatorias. Ninguno presentó complicaciones o secuelas funcionales en la zona dadora.

Conclusiones: El injerto óseo vascularizado de peroné es una opción válida para el tratamiento quirúrgico reconstructivo de defectos óseos segmentarios >6 cm en el miembro superior, con una tasa alta de consolidación, aun en casos con múltiples cirugías previas o con una lesión de larga evolución. Los detalles técnicos previenen las complicaciones en la zona dadora.

Palabras clave: Peroné vascularizado; defecto óseo; cirugía reconstructiva.

Nivel de Evidencia: IV

EARLY EXPERIENCE IN A HIGH COMPLEXITY HOSPITAL WITH THE VASCULARIZED FIBULAR GRAFT IN SEGMENTAL BONE DEFECTS OF THE UPPER LIMB

ABSTRACT

Introduction: Reconstruction of bone defects >6 cm in the upper limb poses a problem. The vascularized fibular graft has become the most popularized method to treat these bone defects, because of their biological advantages. The aim of this study was to evaluate the rate of bone union, time to accomplish this union and complications associated with this technique in a continuous series of patients.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

Methods: A review was performed during a period of five years. All patients who were treated for defects >6 cm on upper limbs were included. Preoperative, intraoperative, and immediate and long-term postoperative variables were analyzed.

Results: During the assessment period, 6 patients (4 males/2 females) met the inclusion criteria. The average age was 47 years. Time between the initial trauma and reconstructive surgery ranged from 2 to 21 years. The average bone defect was 10 cm. The average follow-up was 17 months. Bone healing was achieved in all cases at a mean of 16 weeks. Two patients had postoperative complications. None of the patients had complications or functional sequelae in the donor site.

Conclusions: The vascularized fibular graft is a valid option in reconstructive surgery of segmental bone defects >6 cm in the upper limb. It achieves a high consolidation rate, even in cases with multiple previous surgeries or a long-standing lesion. The technical details prevent complications in the donor site.

Key words: Fibular graft; bone defect; reconstructive surgery.

Level of Evidence: IV

Introducción

Los defectos óseos >6 cm en los huesos largos, secundarios a traumatismo, infecciones o resecciones tumorales, plantean un problema difícil de solucionar en la reconstrucción del miembro superior, especialmente cuando se asocian con la pérdida de cobertura de partes blandas. Las alternativas para reconstruir dichos defectos son limitadas, entre las opciones se pueden mencionar el injerto óseo alogénico,¹ el injerto vascularizado de peroné²⁻⁵ y la técnica de la membrana inducida.⁶

El injerto óseo vascularizado de peroné se ha convertido en el principal método terapéutico por sus ventajas biológicas, entre las que se destacan su anatomía y su vascularización constante, lo que permite una técnica quirúrgica reproducible.³

Originalmente desarrollado como injerto óseo por Taylor y cols.² en 1975, fue luego modificado con la adición de un colgajo fasciocutáneo, en 1983, por Chen y Yan.⁷ Beppu y cols.⁸ reportaron que los vasos cutáneos más constantes se encuentran en los dos tercios distales de la pierna, por lo que se prefiere esta región para diseñar el colgajo fasciocutáneo. La inclusión de este colgajo fasciocutáneo aporta ventajas técnicas.^{9,10} En primer lugar, permite dar cobertura cutánea en caso de déficit y, en segundo lugar, cumple la función de un monitor cutáneo, proporcionando información inmediata y continua para supervisar el flujo sanguíneo del colgajo y del injerto óseo.¹¹

El objetivo de este estudio fue evaluar la tasa y el tiempo de consolidación, así como las complicaciones asociadas, en una serie continua de pacientes con defectos óseos >6 cm en el miembro superior.

Materiales y Métodos

Se llevó a cabo una revisión de la historia clínica electrónica para identificar a todos los pacientes que fueron sometidos a una reconstrucción con injerto óseo vascularizado de peroné entre 2011 y 2016.

Se incluyó a todos los pacientes que fueron tratados por defectos >6 cm en el miembro superior y se excluyeron

aquellos con reconstrucción en el miembro inferior, los casos de terapia coadyuvante (radioterapia) para el tratamiento de enfermedad oncológica y pacientes en quienes se utilizó como técnica asociada para aumentar la estabilidad en artrodesis de hombro.

Las variables analizadas fueron:

Preoperatorias: la causa del defecto óseo, las comorbilidades y el número de cirugías previas.

Intraoperatorias y posoperatorias inmediatas: el tiempo quirúrgico, los equipos quirúrgicos, el tipo de sutura, el hilo utilizado, los vasos receptores, las transfusiones sanguíneas y el tiempo de internación.

Posoperatorias alejadas: el tiempo desde la cirugía hasta la consolidación ósea, las complicaciones asociadas al procedimiento y a la zona dadora. Se midió la movilidad posoperatoria con goniómetro. En los pacientes con reconstrucción del húmero, se midió la movilidad del hombro y del codo. En quienes se reconstruyó el antebrazo, se midió la movilidad del codo, el antebrazo y la muñeca.

Técnica quirúrgica

En un primer tiempo, se prepara el lecho receptor del injerto óseo vascularizado y se identifican y reparan los vasos receptores. A continuación, se pasa al tiempo quirúrgico en el miembro inferior. Sobre la cara lateral de la pierna se marca el relieve subcutáneo del peroné incluyendo tanto el maléolo lateral a distal como la cabeza del peroné a proximal. Desde el extremo distal del maléolo externo, se miden 6 cm a proximal como límite inferior para la toma del injerto óseo y, desde el extremo proximal de la cabeza del peroné, se miden a distal 6 cm como límite proximal (Figura 1). Estos reparos evitan la inestabilidad tanto de la articulación del tobillo como de la rodilla y es imprescindible su control para evitar complicaciones de la zona dadora. En el borde posterior del peroné, se identifican las arterias cutáneas mediante ecodoppler y se diseña un colgajo fasciocutáneo según necesidad (Figura 2). Se realiza un abordaje lateral de pierna, según la técnica descrita por Gilbert.¹² Se identifican los músculos peroneos y las arterias cutáneas para el colgajo fasciocutáneo en el septo intermuscular entre los músculos peroneos y el sóleo (Figura 3). Se realiza la disección y desinserción de los peroneos hacia anterior. Se secciona el tabique

Figura 1. Diseño del peroné con el marcado de los límites de seguridad distal y proximal.

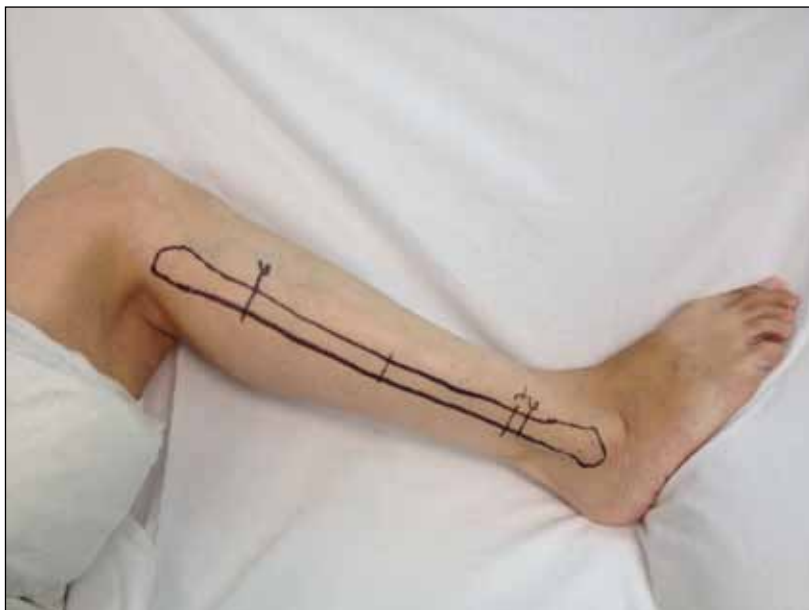


Figura 2. A. Mapeo de arterias cutáneas mediante ecógrafo Doppler de 8 mHz. B. Planificación preoperatoria con diseño del colgajo fasciocutáneo asociado.

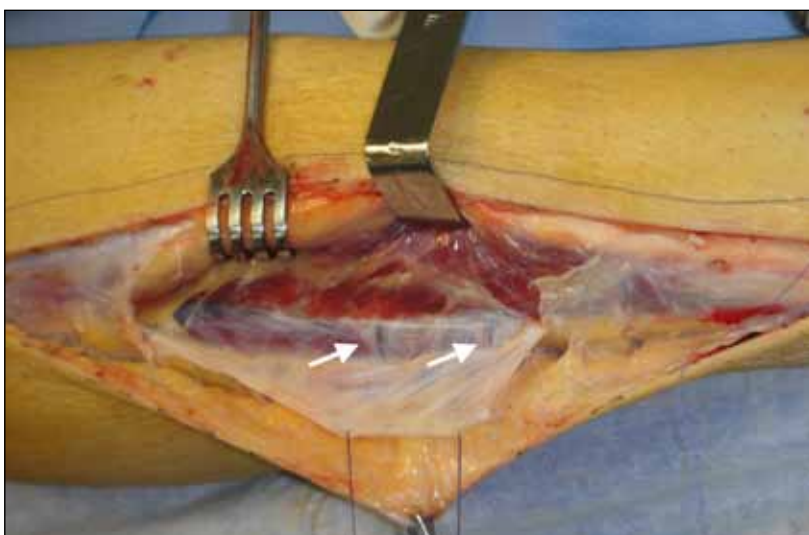


Figura 3. Identificación de dos arterias cutáneas (*flecha blanca*) en el septo intermuscular.

aponeurótico anteromedial para acceder al compartimento anteromedial. Allí se identifica y se repara el pedículo neurovascular tibial anterior para evitar su lesión (Figura 4). Se identifica la membrana interósea y se la secciona. Se disecciona el músculo flexor del hallux y se identifican, bajo magnificación, la arteria y la vena peroneas. Se efectúan osteotomías proximal y distal de peroné con sierra oscilante y se toma el injerto óseo según el defecto por reconstruir (Figura 5). Se realiza la disección de la arteria peronea hacia proximal, según la longitud necesaria de pedículo en la zona receptora. Finalmente, se secciona la

arteria peronea y las venas satélite, y se separa el injerto osteocutáneo de la pierna (Figura 6).

Nuevamente en el miembro superior, se coloca el peroné y se realiza la osteosíntesis de este con placa bloqueada, de preferencia, como placa puente. Luego se procede a la arteriorrafia y la venorrafia termino-terminal o término-lateral (según el caso) del paquete peroneo a los vasos receptores bajo visión por microscopio. Antes de liberar el manguito hemostático y luego de las suturas vasculares, se administran 70 UI/kg de heparina por vía endovenosa.

Figura 4. Identificación en el compartimento anteromedial de la pierna del pedículo neurovascular tibial anterior.

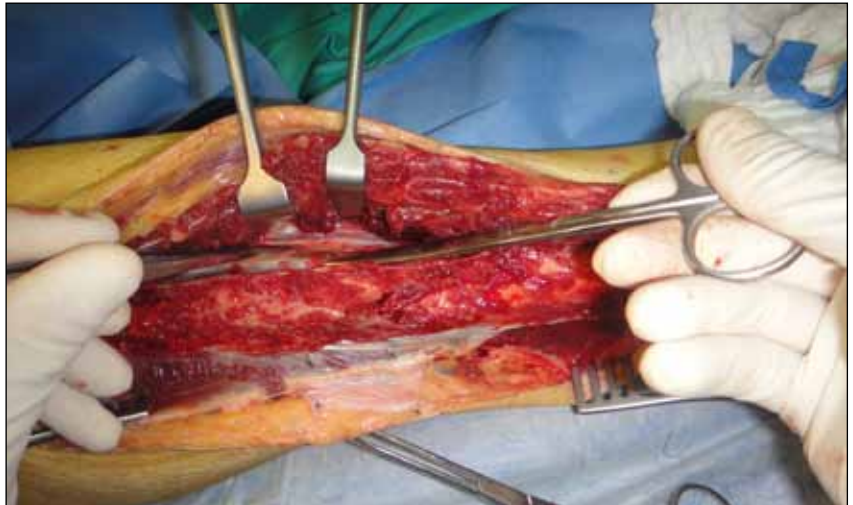


Figura 5. Osteotomías proximal y distal del peroné antes de la sección del pedículo vascular del injerto óseo.

Figura 6. Injerto óseo de peroné con colgajo fasciocutáneo.



Posoperatorio

Los pacientes pasan a una habitación común, de preferencia individual, para el manejo de la temperatura de la habitación. La perfusión del injerto se controla mediante ecodoppler en la paleta cutánea o, en caso de ser solo injerto óseo, se realiza un centellograma de triple fase dentro de los primeros cinco días posoperatorios.

Desde el primer día posterior a la cirugía, se indica profilaxis antitrombótica con heparina de bajo peso molecular (enoxaparina subcutánea) en dosis profiláctica y ácido acetilsalicílico 100 mg/día. La heparina se continúa por tres semanas y el ácido acetilsalicílico, por seis semanas.

Se realizan controles diarios de laboratorio con el objetivo de mantener un hematocrito por encima del 30%. Si los valores son inferiores a este parámetro, se indican transfusiones.

Resultados

Durante el período evaluado, 17 pacientes fueron sometidos a cirugías reconstructivas con injerto óseo de peroné. De estos, se incluyeron seis pacientes (4 hombres y 2 mujeres) que cumplían con los criterios de inclusión (Figura 7).

La edad promedio era de 47 años (rango de 16 a 66). En promedio, los pacientes tenían tres cirugías previas (rango de 1 a 4), ya sea para la estabilización inicial del trauma, el tratamiento de una infección asociada o la resección oncológica del segmento comprometido. El tiempo promedio transcurrido entre el trauma inicial y la cirugía reconstructiva fue de siete años (rango de 1 a 21). Las causas del defecto óseo fueron: secuela postraumática (pseudoartrosis) (5 pacientes) y enfermedad oncológica en un paciente con diagnóstico de tumor de células gigantes. Los segmentos óseos involucrados fueron el húmero (3 casos), el radio (1 caso), el cúbito (1 caso), y el radio y el cúbito (1 caso). El defecto óseo promedio fue de 10 cm (rango de 6 a 15) (Tabla 1).

Tabla 1. Datos demográficos

Caso	Sexo	Edad (años)	Lado dominante	Lado lesionado	Tabaquismo	Antecedentes	Hueso	Comorbilidades y lesiones asociadas	Defecto óseo (cm)	Número de cirugías previas	Tiempo desde el trauma/ primera cirugía hasta la reconstrucción (años)	Infección previa
1	M	50	Derecho	Izquierdo	No	Politrauma. Fractura de húmero	Húmero	Fractura de Monteggia homolateral Depresión	15	3	2	Sí
2	F	63	Derecho	Derecho	No	Politrauma. Pseudoartrosis de cúbito	Cúbito	Parálisis C5-T1 contralateral Luxación crónica de la cúpula radial homolateral	13,5	3	21	Sí
3	M	16	Derecho	Derecho	No	Fractura de antebrazo. Pseudoartrosis de radio derecho	Radio	-	6	1	4	No
4	M	51	Derecho	Izquierdo	Sí	Politrauma. Pseudoartrosis de húmero izquierdo	Húmero	Fractura de olécranon contralateral. Traumatismo craneoencefálico	11	2	11	Sí
5	M	37	Derecho	Derecho	No	TCG de cúbito	Radio y cúbito	-	9	4	3	No
6	F	66	Derecho	Izquierdo	No	Fractura cerrada de húmero	Húmero	Parkinson	6	4	1	Sí

M = masculino, F = femenino, TCG = tumor de células gigantes.

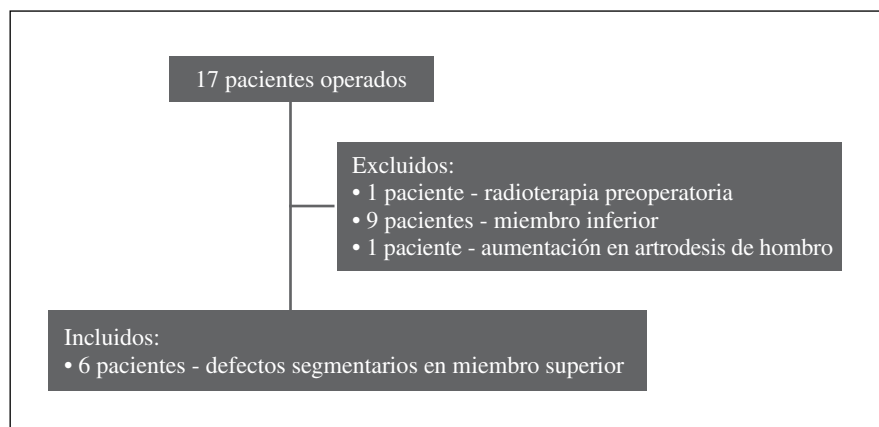


Figura 7. Diagrama de flujo de los pacientes operados en el período 2011-2016 con injerto óseo vascularizado de peroné.

En la Tabla 2, se detallan el tipo de sutura utilizada, los puntos realizados y los vasos receptores. En cinco casos, se efectuó un colgajo fasciocutáneo y, en un caso, no.

Los pacientes permanecieron internados, en promedio, nueve días (rango de 4 a 17). Cinco fueron transfundidos. Como promedio, se realizaron 14 transfusiones (rango de 1 a 5), ocho fueron intraquirúrgicas y el resto se administró en el posoperatorio inmediato (Tabla 3).

En todos los casos, se utilizaron placas bloqueadas como método de fijación del injerto (5 casos placas puente) (Tabla 3). El tiempo de seguimiento promedio fue de 17 meses (rango de 5 a 40). Se logró la consoli-

dación ósea en todos los pacientes, confirmada por radiografía. El promedio de tiempo desde la cirugía hasta la consolidación ósea fue de 16.8 semanas (rango de 8 a 22). La movilidad posoperatoria se detalla en la Tabla 4 (Figuras 8-12).

Dos pacientes tuvieron complicaciones posoperatorias. Uno sufrió una exposición del material de osteosíntesis en el codo, por lo que requirió un colgajo de músculo supinador largo. Otro evolucionó con aflojamiento del material de osteosíntesis a los dos meses de la cirugía, que requirió revisión (Figura 13). Ninguno de los pacientes presentó complicaciones o secuelas funcionales en la zona dadora (Tabla 3).

Tabla 2. Vasos receptores y sutura microquirúrgica

Caso	Hueso	Hilo	Tipo de sutura	Arteria receptora	Anastomosis arterial	Vena receptora	Anastomosis venosa
1	Húmero	Nailon 10-0	Puntos separados	Arteria braquial profunda	Término-terminal	Vena humeral	Término-lateral
2	Cúbito	Nailon 9-0	Puntos continuos	Arteria cubital	Término-lateral	Vena superficial de antebrazo Vena satélite de arteria cubital	Término-terminal
3	Radio	Nailon 9-0	Puntos separados	Arteria radial	Término-lateral	Vena superficial de antebrazo	Término-terminal
4	Húmero	Nailon 9-0	Puntos separados	Arteria humeral	Término-lateral	Vena humeral	Término-lateral
5	Cúbito	Nailon 10-0	Puntos continuos	Arteria cubital	Término-lateral	Vena satélite de arteria cubital	Término-terminal
6	Húmero	Nailon 9-0	Puntos separados	Arteria braquial	Término-lateral	Vena satélite de arteria braquial	Término-terminal

Tabla 3. Resultados

Paciente	Duración de la cirugía (min)	Equipos quirúrgicos	Transfusiones	Tiempo de internación (días)	Consolidación ósea	Tiempo hasta la consolidación (semanas)	Osteosíntesis	Colgajo cutáneo	Seguimiento (meses)	Complicaciones
1	435	2	2 UGR 2 UP	9	Sí	16	Placa puente bloqueada (LCP 4,5 mm)	Sí	5	No
2	420	1	3 UGR	17	Sí	18	Placa puente bloqueada (LCP 3,5 mm)	Sí	14	Exposición de osteosíntesis a nivel proximal. Requirió colgajo de supinador largo
3	450	2	1 UGR	7	Sí	8	Placa puente bloqueada (LCP 3,5 mm)	No	18	No
4	414	2	-	4	Sí	17	Placa puente bloqueada (LCP 4,5 mm) moldeada a proximal como clavo-placa	Sí	40	No
5	375	1	1 UGR	5	Sí	20	Placas bloqueada a proximal de 3,5 mm y 2 placas de 2,4 mm a distal	Sí	16.4	Aflojamiento de osteosíntesis proximal. Cirugía de revisión de osteosíntesis
6	390	2	5 UGR	13	Sí	22	Doble placa anatómica de húmero distal con configuración paralela	Sí	8	No

UGR = unidad de glóbulos rojos, UP = unidad de plasma, LCP = *locking compression plate*.

Tabla 4. Movilidad posoperatoria

Paciente	Hombro		Codo		Antebrazo		Muñeca	
	Flexión	Abducción	Flexión	Extensión	Pronación	Supinación	Flexión	Extensión
1	170	120	120	40	-	-	-	-
2	-	-	146	16	20	60	60	70
3	-	-	150	0	50	76	70	70
4	60	68	120	8	-	-	-	-
5	-	-	145	0	0	0	0	0
6	130	90	125	45	-	-	-	-

Todos las medidas se expresan en grados.

Figura 8. Radiografías comparativas con el lado sano de un paciente con pseudoartrosis diafisaria de radio. Se observa acortamiento de radio con incongruencia radiocubital inferior.



Figura 9. Radiografías posoperatorias de la reconstrucción de un defecto segmentario de radio con injerto de peroné vascularizado. Nótese que la restitución de la longitud radial no fue completa.

Figura 10. A los tres meses de la operación, se realizó cirugía para la estabilidad radiocubital distal mediante acortamiento de cúbito y reconstrucción de los ligamentos radiocubitales mediante la técnica de Adams (Adams BD, Berger RA. *J Hand Surg Am* 2002;27:243-251).

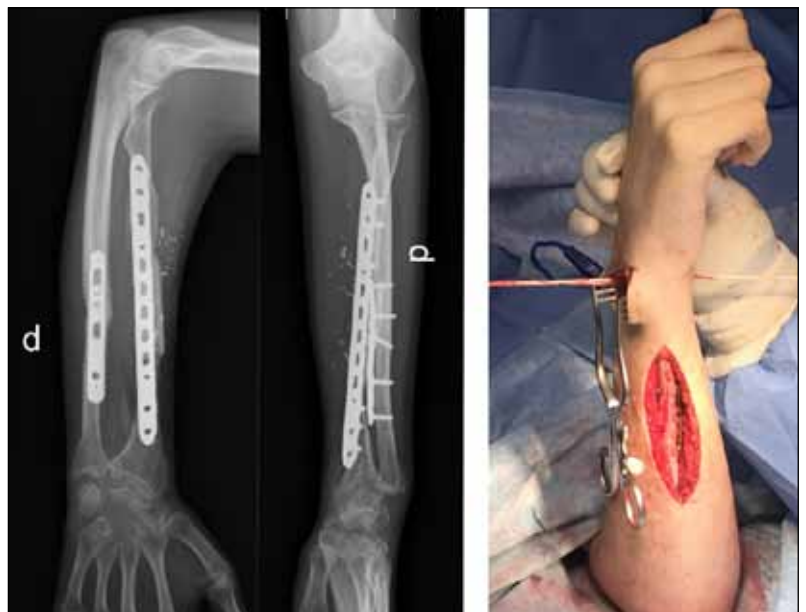


Figura 11. Radiografías donde se observan la consolidación y la alineación del antebrazo.

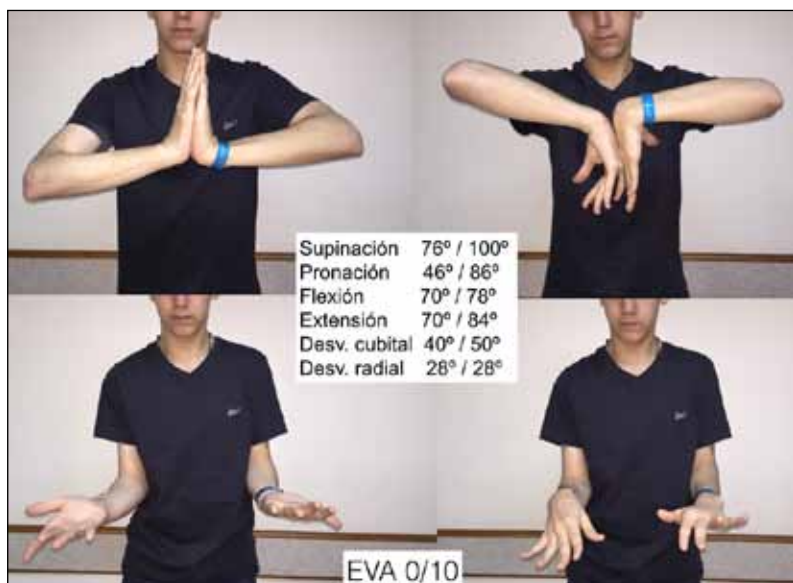
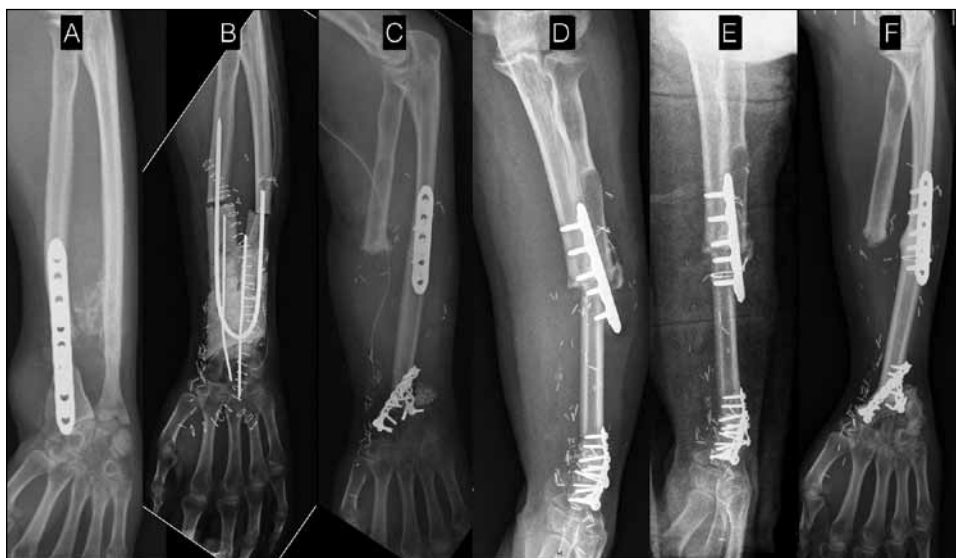


Figura 12. Resultado final a los 18 meses de la cirugía.

Figura 13. Radiografías que muestran la evolución del paciente con tumor de células gigantes de radio distal. **A.** Segunda recidiva del tumor de células gigantes que involucra el trasplante no solo de radio, sino también de cúbito distal. **B.** Resección oncológica amplia y colocación de espaciador de cemento. **C.** Reconstrucción con peroné vascularizado a los 17 meses de la resección amplia. **D.** Falla de la osteosíntesis a los dos meses de la cirugía. **E.** Revisión de la osteosíntesis. **F.** Consolidación final a los 16 meses de la intervención.



Discusión

En las extremidades, los defectos óseos extensos han sido y siguen siendo un desafío para el cirujano. Los injertos óseos vascularizados se han utilizado como tratamiento para la reconstrucción de defectos secundarios a trauma, exéresis de tumores, pseudoartrosis congénitas, osteomielitis o necrosis ósea.

El peroné es una de las opciones más utilizadas para la reconstrucción en el miembro superior y el éxito se debe a sus características, como su vascularización y su estructura triangular que resiste el estrés angular y rotacional, además su similitud de tamaño con el cúbito y el radio, mientras que, en el húmero, se adapta a la anatomía del canal endomedular en su tercio proximal y distal. Con respecto a la zona dadora, se han reportado bajas tasas de complicaciones.^{9,13} Una de las principales complicaciones en la zona dadora se relaciona con el dolor y la inestabilidad en el tobillo, en los pacientes adultos, ya que, en los niños, se agrega el riesgo de una deformidad en valgo.^{14,15} La mayoría de los autores acepta dejar un remanente de 4 cm de peroné distal; no obstante, nosotros optamos por 6 cm como límite inferior para disminuir el riesgo de complicaciones en la articulación del tobillo.

Reconstruir defectos óseos con injertos no vascularizados implica la migración de las células desde un área con buena perfusión de la zona receptora hasta un injerto óseo con matriz casi acelular. Esto se relaciona con el hecho de que los osteoblastos no son capaces de sobrevivir en un entorno biológico con baja tensión de oxígeno.¹⁶⁻¹⁸ Enneking y cols.⁴ comunicaron resultados pobres a la hora de utilizar injertos óseos avasculares en defectos grandes (>7 cm). Por lo tanto, el uso de injertos avasculares no solo requiere tiempo, sino que también lleva consigo un alto riesgo de complicaciones, como atrofia ósea, fractura del trasplante y retraso de la consolidación.^{16,17} Además, su uso está contraindicado cuando hay evidencia de infección recurrente.^{13,19}

La técnica de la membrana inducida (técnica de Masquelet)⁶ es un método de reconstrucción de defectos óseos que requiere dos etapas quirúrgicas, la primera de ellas consiste en el desbridamiento radical y la colocación de un espaciador de cemento de polimetilmetacrilato, el cual crea una membrana a su alrededor, que luego de seis a ocho semanas, se retira para rellenar la cavidad con hueso molido autólogo de cresta ilíaca o intramedular de huesos largos (fémur). Sin embargo, esta técnica requiere de dos tiempos operatorios como mínimo y la consolidación puede llevar hasta un año.²⁰

El tutor externo con la técnica de Ilizarov y distracción osteogénica con transferencia ósea es muy utilizado en los miembros inferiores y se ha empleado en los miembros superiores para tratar deformidades congénitas y casos postraumáticos especiales de pérdida de stock de radio o

cúbito. En estas circunstancias, el defecto no puede exceder los 3 cm en promedio; además, el tutor debe llevarse aproximadamente 4 meses para lograr un alargamiento de 4 cm. El radio y el cúbito tienen baja capacidad de producir callostasis y, tras una inmovilización por largo tiempo, la pronosupinación es limitada.^{5,21}

Desde que Taylor y cols.² reportaron el uso del injerto de peroné vascularizado, esta ha sido la opción principal para la reconstrucción de defectos óseos >6 cm, y la descripción del colgajo fasciocutáneo expandió la aplicación del injerto de peroné cuando el defecto óseo se asocia a defecto de cobertura. La asociación del colgajo fasciocutáneo permite monitorizar la vitalidad del injerto óseo de forma continua e inmediata; por lo tanto, hace posible detectar complicaciones a nivel vascular, de manera temprana.¹¹

El injerto óseo vascularizado conserva sus características bio-estructurales, lo que supone la capacidad de aumentar su resistencia a través de la hipertrofia y de un remodelado temprano.²² El injerto óseo de peroné vascularizado se ha asociado a buenos resultados a la hora de reconstrucciones de antebrazo. Sin embargo, es importante destacar que, a diferencia del brazo donde existe un solo hueso, la reconstrucción del antebrazo requiere no solo la reconstrucción de la longitud y la alineación del hueso afectado, sino también la restitución de la congruencia y la estabilidad de las articulaciones radiocubitales distal y proximal.

Si bien la técnica de salvataje de antebrazo de un solo hueso permite tratar defectos óseos, esta no está exenta de complicaciones frecuentes y resultados funcionales pobres.²³ El autor principal y cirujano de esta serie (JGB) indica la técnica de antebrazo de un solo hueso en casos de imposibilidad de reconstrucción de la pronosupinación o en casos seleccionados, como el paciente con el tumor de antebrazo de nuestra serie, donde el defecto óseo afecte los dos huesos del antebrazo.

Sin embargo, en defectos de húmero, se ha asociado a tasas más altas de complicaciones con el uso del injerto óseo de peroné.^{9,24} En su serie de reconstrucciones de húmero, Hollenbeck y cols.³ comunicaron un índice de fractura del injerto del 20% dentro del primer año, relacionado con el estrés fisiológico normal. de Boer y cols.²² reportaron un índice de fractura posoperatoria del 33% (14 de 42), mientras que Gebert y cols. informaron un 24% de fracturas del injerto (4 húmeros y 1 radio).²⁵ En nuestra serie, no hubo fracturas secundarias durante el posoperatorio. Inferimos que la ausencia de esta complicación se debió al tipo de osteosíntesis utilizada. El empleo de placa y tornillos brinda una fijación rígida del injerto, pero puede inhibir la hipertrofia, por lo que preferimos la fijación con placa puente que, a pesar de ser una fijación más elástica, contribuye al remodelado y, por lo tanto, previene las fracturas por estrés.²⁶

Conclusiones

El injerto óseo vascularizado de peroné es una opción válida para el tratamiento quirúrgico reconstructivo de defectos óseos segmentarios >6 cm en el miembro superior. Se logra una alta tasa de consolidación, aun en casos con

múltiples cirugías previas o con larga evolución desde la lesión inicial. Se requiere de una planificación prequirúrgica detallada, principalmente cuando es necesario un colgajo fasciocutáneo asociado. Cuidar los detalles técnicos evita principalmente las complicaciones en la zona dadora.

Bibliografía

1. Scaglietti O, Stringa G, Mizzau M. Bone grafting in nonunion of the forearm. *Clin Orthop Relat Res* 1965;43:65-76.
2. Taylor GI, Miller GD, Ham FJ. The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. *Plast Reconstr Surg* 1975;55(5):533-544.
3. Hollenbeck ST, Komatsu I, Woo S, Schoeman M, Yang J, Erdmann D, et al. The current role of the vascularized-fibular osteocutaneous graft in the treatment of segmental defects of the upper extremity. *Microsurgery* 2011;31(3):183-189.
4. Enneking WF, Eady JL, Burchardt H. Autogenous cortical bone grafts in the reconstruction of segmental skeletal defects. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62(7):1039-1058.
5. Villa A, Paley D, Catagni MA, Bell D, Cattaneo R. Lengthening of the forearm by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat Res* 1990;(250):125-137.
6. Masquelet AC, Begue T. The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects. *Orthop Clin North Am* 2010;41(1):27-37.
7. Chen ZW, Yan W. The study and clinical application of the osteocutaneous flap of fibula. *Microsurgery* 1983;4(1):11-16.
8. Beppu M, Hanel DP, Johnston GH, Carmo JM, Tsai TM. The osteocutaneous fibula flap: an anatomic study. *J Reconstr Microsurg* 1992;8(3):215-223.
9. Heitmann C, Erdmann D, Levin LS. Treatment of segmental defects of the humerus with an osteoseptocutaneous fibular transplant. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84(12):2216-2223.
10. Wood MB. Upper extremity reconstruction by vascularized bone transfers: results and complications. *J Hand Surg Am* 1987;12(3):422-427.
11. Guo QF, Xu ZH, Wen SF, Liu QH, Liu SH, Wang JW, et al. Value of a skin island flap as a postoperative predictor of vascularized fibula graft viability in extensive diaphyseal bone defect reconstruction. *Orthop Traumatol Surg Res* 2012;98(5):576-582.
12. Gilbert A. Free vascularized bone grafts. *Int Surg* 1981;66(1):27-31.
13. Jupiter JB, Gerhard HJ, Guerrero J, Nunley JA, Levin LS. Treatment of segmental defects of the radius with use of the vascularized osteoseptocutaneous fibular autogenous graft. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79(4):542-550.
14. Vail TP, Urbaniak JR. Donor-site morbidity with use of vascularized autogenous fibular grafts. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78(2):204-211.
15. Gaskill TR, Urbaniak JR, Aldridge JM, 3rd. Free vascularized fibular transfer for femoral head osteonecrosis: donor and graft site morbidity. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91(8):1861-1867.
16. Soucacos PN, Dailiana Z, Beris AE, Johnson EO. Vascularised bone grafts for the management of non-union. *Injury* 2006;37 (Suppl 1):S41-S50.
17. Soucacos PN, Johnson EO, Babis G. An update on recent advances in bone regeneration. *Injury* 2008;39(Suppl 2):S1-S4.
18. Soucacos PN, Korompilias AV, Vekris MD, Zoubos A, Beris AE. The free vascularized fibular graft for bridging large skeletal defects of the upper extremity. *Microsurgery* 2011;31(3):190-197.
19. Mattar Junior J, Azze RJ, Ferreira MC, Starck R, Canedo AC. Vascularized fibular graft for management of severe osteomyelitis of the upper extremity. *Microsurgery* 1994;15(1):22-27.
20. Micev AJ, Kalainov DM, Soneru AP. Masquelet technique for treatment of segmental bone loss in the upper extremity. *J Hand Surg Am* 2015;40(3):593-598.
21. Emara KM. Ilizarov technique in management of nonunited fracture of both bones of the forearm. *J Orthop Traumatol* 2002;3(3):177-180.
22. de Boer HH, Wood MB. Bone changes in the vascularised fibular graft. *J Bone Joint Surg Br* 1989;71(3):374-378.
23. Jacoby SM, Bachoura A, Diprinzio EV, Culp RW, Osterman AL. Complications following one-bone forearm surgery for posttraumatic forearm and distal radioulnar joint instability. *J Hand Surg Am* 2013;38(5):976-982 e1.

24. del Pinal F, Innocenti M. Evolving concepts in the management of the bone gap in the upper limb. Long and small defects. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007;60(7):776-792.
25. Gebert C, Hillmann A, Schwappach A, Hoffmann C, Harges J, Kleinheinz J, et al. Free vascularized fibular grafting for reconstruction after tumor resection in the upper extremity. *J Surg Oncol* 2006;94(2):114-127.
26. Noaman H. Management of upper limb bone defects using free vascularized osteoseptocutaneous fibular bone graft. *Ann Plast Surg* 2013;71(5):503-509.