



# Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología

www.elsevier.es/rchot



## CASO CLÍNICO

# Reconstrucción en osteosarcoma humeral con peroné vascularizado y técnica modificada de tenosuspensión

José Humberto Rodríguez-Franco<sup>a,\*</sup>, Romeo Técuait-Gómez<sup>a</sup>,  
Rubén Alonso Amaya-Zepeda<sup>a</sup>, Guadalupe Minerva Rangel-Díaz<sup>b</sup> y Adriana Atencio-Chan<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento Clínico de Tumores Óseos, Hospital de Ortopedia Dr. Victorio de la Fuente Narváez IMSS, Ciudad de México, México

<sup>b</sup> Servicio de Patología, Hospital de Ortopedia Dr. Victorio de la Fuente Narváez IMSS, Ciudad de México, México

Recibido el 27 de febrero de 2016; aceptado el 8 de julio de 2016

Disponible en Internet el 19 de septiembre de 2016

### PALABRAS CLAVE

Osteosarcoma;  
Húmero proximal;  
Peroné vascularizado;  
Procedimiento de  
tenosuspensión

### Resumen

**Introducción:** El osteosarcoma es el tumor óseo maligno más común en la niñez y la adolescencia. Se desarrolla por orden de frecuencia en metáfisis distal de fémur, proximal de tibia y húmero proximal. La variedad de presentación de osteosarcoma telangectásico es rara, y afecta principalmente a niños y adolescentes.

Las opciones de tratamiento quirúrgico son cirugía de salvamento y radical. Actualmente la mayoría de los tumores óseos malignos de la cintura escapular pueden seguir la primera opción.

**Objetivo:** Presentar una técnica modificada de tenosuspensión para la reconstrucción de defectos humerales en el tratamiento quirúrgico del osteosarcoma de húmero.

**Reporte de caso:** Se presenta el caso de un varón de 16 años de edad con diagnóstico de osteosarcoma telangectásico de húmero tratado con cirugía de salvamento mediante técnica modificada de suspensión con peroné libre vascularizado para la reconstrucción del defecto humeral posterior a resección S345B según la Musculoskeletal Tumour Society (MSTS) y los resultados a 6 y 12 meses.

**Resultados:** A 6 meses del posquirúrgico existió consolidación del injerto sin complicaciones. A los 12 meses no se encontraron complicaciones. Los resultados funcionales fueron del 82 y 86% MSTS, respectivamente.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [betor\\_guezfranco@hotmail.com](mailto:betor_guezfranco@hotmail.com) (J.H. Rodríguez-Franco).

**Conclusiones:** La técnica modificada de suspensión de hombro utilizando peroné vascularizado y tendón del manguito rotador residual otorga resultados satisfactorios en el caso presentado, sin embargo, se requiere de mayor investigación para considerarla como modalidad de tratamiento generalizado en defectos humerales posterior a resección en bloque como tratamiento quirúrgico.

**Nivel de evidencia:** V.

© 2016 Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## KEYWORDS

Osteosarcoma;  
Humerus;  
Vascularised fibula;  
Sling procedure

## Reconstruction in humeral osteosarcoma with a vascularised fibula and a modified sling procedure

### Abstract

**Introduction:** Osteosarcoma is the most common malignant bone tumour in paediatric patients. The most frequent locations of osteosarcoma are the distal femur, the proximal tibia, and the proximal humerus. Telangiectatic osteosarcoma is rare, most commonly affecting children and adolescents.

Surgical treatment options include limb sparing procedures and amputation, with most shoulder tumours currently being able to be treated without amputation.

**Objective:** To present a modified sling procedure to reconstruct humeral defects after bone resections in humeral osteosarcoma.

**Case report:** A 16 year-old male patient with telangiectatic osteosarcoma of the proximal humerus was treated with limb sparing surgery. A modified sling procedure was performed using a vascularised fibular graft to reconstruct the humerus after in-block resection. Results at 6 and 12 months follow up are presented.

**Results:** Graft consolidation was observed at 6 months follow-up, and no complications were observed at 6 and 12 months follow-up. Functional results, according to the Musculoskeletal Tumour Society (MSTS), at 6 and 12 months were 82% and 86%, respectively.

**Conclusions:** This modified sling procedure using a vascularised fibular graft and rotator cuff tendon showed satisfactory results in this case. Future studies should further evaluate its role in treating humeral defects after in-block resection.

**Evidence level:** V.

© 2016 Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

El osteosarcoma presenta una incidencia de 3 casos por millón de habitantes en los Estados Unidos y afecta a 560 niños y adolescentes cada año. El osteosarcoma telangiectásico comprende menos del 4% de los casos<sup>1-3</sup>. En el Instituto Mexicano del Seguro Social, el osteosarcoma se encuentra en el quinto lugar de las neoplasias malignas sólidas en niños<sup>3</sup>, con un pico de incidencia en la segunda década de la vida<sup>1-3</sup>. En húmero, ocupa el tercer lugar de frecuencia de presentación con el 11,7% de los casos<sup>3</sup>.

La resección quirúrgica es la piedra angular del tratamiento del osteosarcoma; la cirugía radical y la de salvamento son las opciones terapéuticas primarias<sup>1,2</sup>. Entre el 80 y el 90% de los tumores óseos malignos de la cintura escapular pueden ser resecados con seguridad a través de algunos procedimientos de rescate<sup>4</sup>: el aspecto clave es la conservación de la función de la mano y del codo<sup>5-7</sup>.

Para la reconstrucción en húmero proximal, existen 2 grupos principales de procedimientos: artrodesis<sup>5,8-10</sup> y suspensión del hombro<sup>5</sup>.

Diferentes estudios han documentado que la utilización de injertos para el tratamiento de estas lesiones posterior a resección amplia presenta resultados adecuados<sup>5,6</sup>. El objetivo de este caso es presentar los resultados obtenidos después de la reconstrucción del defecto humeral por resección en bloque en el tratamiento quirúrgico del osteosarcoma, utilizando injerto de peroné autógeno vascularizado con una técnica modificada de tenosuspensión.

## Caso clínico

Se obtuvo el consentimiento informado del paciente y del tutor y no se cuentan datos que hagan posible la identificación del sujeto.

Paciente masculino de 16 años de edad con diagnóstico de osteosarcoma telangiectásico estadio Enneking IIB (figs. 1 y 2).

Inicio de padecimiento con dolor en hombro derecho relacionado con estrés; mejoría parcial con reposo y uso de antiinflamatorios no esteroides, de predominio nocturno. Fractura en diáfisis humeral en tejido previamente lesionado



**Figura 1** Radiografías simples.

Fuente: Archivo clínico.

al cargar 25 kg. Sigue tratamiento conservador con inmovilizador de hombro por 2 meses. Se realiza biopsia incisional con reporte de osteosarcoma telangettásico (fig. 3), y sigue quimioterapia neoadyuvante con adecuada respuesta.

Clínicamente, el miembro torácico derecho presenta calor local en región proximal del brazo, cicatriz por biopsia longitudinal en hombro de 7 cm, limitación en movimientos de flexión, rotación externa y abducción activa, sin compromiso neurovascular.

Exámenes de laboratorio sin alteraciones.

El tratamiento quirúrgico fue de resección marginal S345B de la Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) (resección de diáfisis, metáfisis proximal y cabeza humeral con resección parcial de mecanismo abductor) (fig. 4) y reconstrucción esquelética con peroné vascularizado con técnica de tenosuspensión y reconstrucción de partes blandas con colgajo muscular de deltoides.

### Técnica quirúrgica

Se posiciona al paciente en decúbito dorsal en silla de playa. El equipo de cirugía ortopédica realiza abordaje deltopectoral ampliado hasta tercio distal del brazo, se identifica la vena cefálica y refiere hacia lateral y se avanza en el plano entre el bíceps braquial y pectoral mayor en proximal y hacia distal a través del tabique medial del brazo. Se identifica

el nervio radial y se refiere a medial. A nivel de la cintura escapular se alcanza la cápsula de la articulación del hombro y se incide. Se luxa hacia anterior la cabeza humeral. Se realiza osteotomía transversa del húmero 18 cm distal al borde articular de la cabeza humeral con sierra oscilante, con preservación parcial del manguito rotador. El servicio de cirugía plástica y reconstructiva toma el injerto de peroné vascularizado con longitud de 20 cm y un pedículo de la arteria peronea bajo técnica estándar, evitando la toma de la cabeza a 5 cm distal, previa identificación del nervio ciático poplíteo externo. El equipo de cirujanos ortopédicos coloca el injerto de peroné endomedular en el húmero residual y se fija con mínima osteosíntesis: 2 tornillos de 4,5 mm en extremo superior de diáfisis humeral restante y ortogonales con técnica estándar; acto seguido se realiza suspensión del húmero reconstruido previa perforación del extremo proximal al injerto vascularizado de peroné con broca de 4,5 mm para la reinserción del manguito rotador residual. Se realiza capsuloplastia y finalmente el cirujano plástico y reconstructor realiza la anastomosis término-terminal del pedículo vascular del peroné a la arteria braquial por medio de microcirugía, además de rotar un colgajo del deltoides para asegurar la reconstrucción de las partes blandas, y se sutura por planos (figs. 5 y 6).

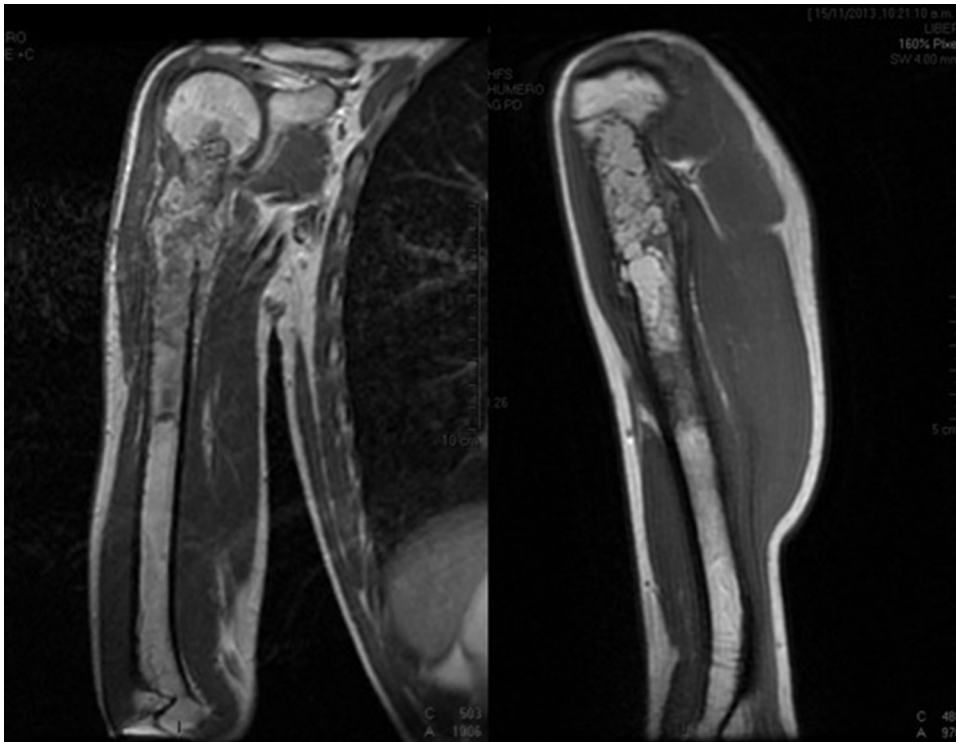
El estudio histopatológico muestra necrosis tumoral mayor a 95% (Huvos 1) con patrón telangettásico y afección multifocal de la cortical sin rotura. El 5% estaba constituido por áreas sólidas con células atípicas aisladas reactivas, cambios asociados a tratamiento quimioterápico. Márgenes y médula ósea libres de tumor.

Posteriormente al tratamiento quirúrgico siguió con quimioterapia adyuvante. A los 2 meses del posquirúrgico se observó consolidación radiográfica, sin evidencia de hipertrofia del injerto ni complicaciones en sitio donador y receptor a los 6 y 12 meses del posquirúrgico. Los resultados funcionales obtenidos de acuerdo con la clasificación de la MSTS de miembro superior<sup>11</sup> fueron 82 y 86%, respectivamente.

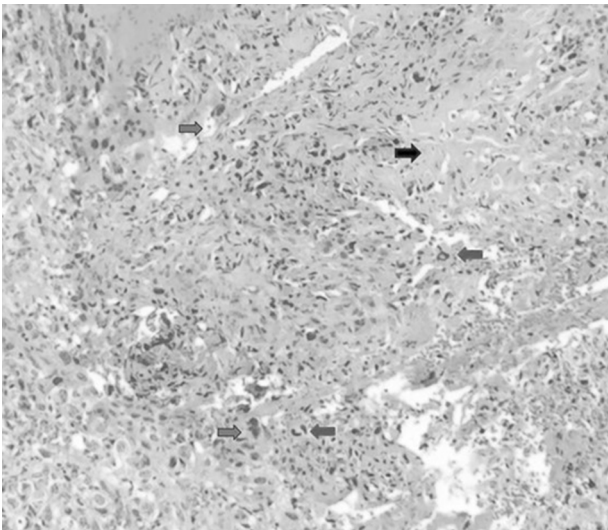
### Discusión

La cirugía de rescate con resección S345 (resección de diáfisis, metáfisis proximal y cabeza humeral) de acuerdo con el sistema de clasificación de la MSTS<sup>12</sup>, y la Malawer I (resección humeral proximal intraarticular)<sup>13</sup> A y B (sin y con resección parcial o total del mecanismo abductor, respectivamente) se encuentran indicadas cuando los tumores óseos de húmero proximal no invaden la articulación glenohumeral y el defecto residual puede ser reparado con injerto libre vascularizado de peroné y suspensión del hombro<sup>4</sup>. Tal como lo describen Wada et al.<sup>5</sup> y, de acuerdo con la evidencia disponible, el peroné vascularizado posee mejor incorporación y supervivencia celular ósea, lo que disminuye la tasa de complicaciones frente a los injertos no vascularizados y los aloinjertos<sup>7</sup>.

El aspecto clave en cirugía de salvamento posterior a la resección de tumores de húmero proximal es conservar la función de la mano y del codo, lo cual fue conseguido en nuestro paciente<sup>5-7</sup>. Sin embargo, ninguna de las técnicas actualmente disponibles compensa adecuadamente la pérdida funcional después de la resección. En la



**Figura 2** Resonancia magnética fase T1.  
Fuente: Archivo clínico.



**Figura 3** Corte histopatológico (hematoxilina-eosina 40×).  
Fuente: Archivo clínico.  
*Flechas negras:* producción de material osteoide. *Flechas grises sólidas:* células estromales malignas con pleomorfismo nuclear e hiper cromacia. *Flechas grises con borde negro:* mitosis atípicas.

reconstrucción presentada, intencionadamente se provoca un hombro suspendido<sup>5</sup>.

El defecto del húmero postresección del tumor así como las preferencias del equipo quirúrgico favorecieron la utilización de un injerto libre vascularizado de peroné<sup>14,15</sup>, el cual se fijó con 2 tornillos de 4,5mm, lo cual no ha sido

descrito previamente ya que las técnicas de fijación interna del injerto están contraindicadas por la desvascularización<sup>16</sup>.

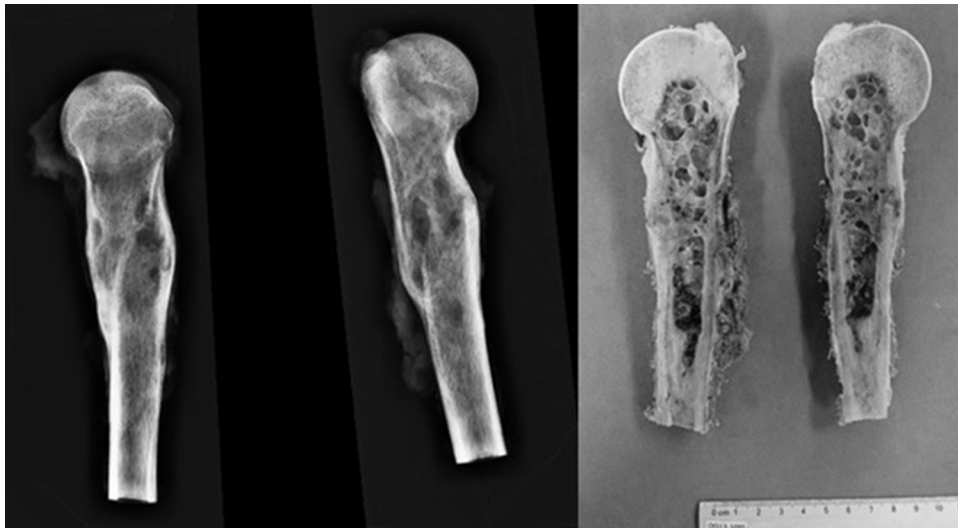
La consolidación ósea fue conseguida en 6 meses de acuerdo con lo reportado<sup>17</sup>.

Wada et al. describieron la utilización de injerto libre vascularizado de peroné como espaciador funcional, y un procedimiento de suspensión. Estos autores incluyen la cabeza del peroné en el injerto, consiguen la fijación con una placa de compresión dinámica, utilizan tendón del bíceps y palmar mayor y alambre de Kirschner para la suspensión en la porción restante de la escápula, y rotan un colgajo del dorsal ancho para conseguir una adecuada cobertura muscular. Nosotros hemos hecho modificaciones, puesto que creemos ocasionar menor daño neurológico sobre el nervio ciático poplíteo externo con la modificación de la toma del injerto; no utilizamos la placa de compresión dinámica para evitar la desvascularización; preferimos utilizar el manguito rotador residual para no ocasionar mayor detrimento de la función de la extremidad superior y no hemos necesitado utilizar alambre de Kirschner. Estos autores obtuvieron resultados funcionales del 79% en MST5 para miembro superior con esta técnica<sup>5</sup>, mientras que Masamichi et al. obtuvieron resultados del 80% en MST5<sup>16</sup>. Sin embargo, los márgenes quirúrgicos del mecanismo abductor influyen en el resultado funcional<sup>6</sup>.

El procedimiento de suspensión es técnicamente fácil y resulta innecesaria la inmovilización posquirúrgica, con bajas tasas de fractura<sup>5</sup>.

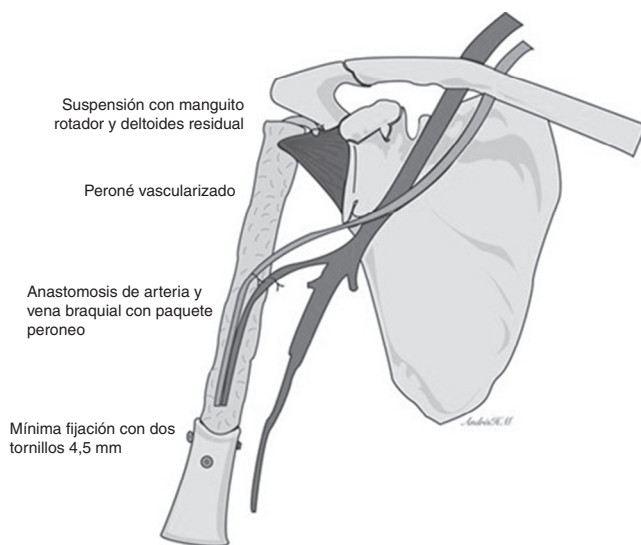
Con respecto a la consolidación con utilización de injerto vascularizado de peroné en húmero proximal, conseguimos





**Figura 4** Pieza quirúrgica.

Fuente: Archivo clínico.



**Figura 5** Esquematación de la técnica quirúrgica.

Fuente: Elaboración propia de Andrés Herrera Mandujano en colaboración.

datos radiológicos a los 2 meses de seguimiento e hipertrofia a los 6 meses de posquirúrgico. Hsu<sup>18</sup> y Minami<sup>19</sup> en 2 series separadas reportaron consolidación del 90%, mientras que Yajima<sup>20</sup> la reportó en un promedio de 4,4 meses. Ihara<sup>21</sup> describió defectos óseos promedio de 13 cm, con consolidación en 5,2 meses. Eward, después de la reconstrucción primaria, observó consolidación del 77% a los 6 meses<sup>22</sup>. Masamichi evaluó 3 tumores de húmero proximal con estadiificación Enneking IIB, utilizó además técnicas de suspensión y reportó consolidación en 3,4 meses, e hipertrofia leve del injerto<sup>16</sup>. Hriscu, posteriormente a la resección tipo S345B de MST, reportó longitud media del injerto de 22 cm sin



**Figura 6** Radiografías a 6 meses de seguimiento.

Fuente: Archivo clínico.

procedimientos de suspensión, con hipertrofia del injerto de 6 a 7 meses después de la cirugía en 3 casos<sup>23</sup>.

Las complicaciones del sitio receptor incluyen pseudoartrosis, consolidación viciosa, infección, fractura por fatiga, problemas de cicatrización de la herida, lesión nerviosa, síndrome compartimental, falla del injerto y disfunción de los tendones flexores y extensores. La incidencia de complicaciones va del 25 al 50%<sup>7,24</sup>. Tanaka<sup>25</sup>, Eward<sup>22</sup> y Kühner<sup>26</sup> han reportado contractura isquémica de Volkmann, reabsorción y fracturas del injerto, entre otras. Igualmente ha sido descrita la morbilidad en el sitio donador<sup>16</sup>.

Sin embargo, existen múltiples opciones de reconstrucción tales como: aloinjerto osteoarticular, peroné autógeno, transposición clavicular autógena (*clavícula pro húmero*), reimplantación ósea con tumores desvitalizados, reemplazo con prótesis tumorales, composites aloinjerto-prótesis, entre otros. Cada método tiene sus ventajas y desventajas, ya que no hay una estrategia reconstructiva óptima.

Getty et al.<sup>27</sup> reportaron que el puntaje funcional promedio en MSTS fue del 70% en 16 pacientes y concluyeron que, aunque el injerto osteoarticular fue una opción del húmero proximal, no fue rutinariamente utilizado este procedimiento a causa de la tasa de complicaciones extremadamente alta. Rödl et al.<sup>28</sup> reportaron entre 17 aloinjertos osteoarticulares, solo 7 con supervivencia de 5 años, y 4 no requirieron de cirugías adicionales. Por ello, creen que el uso de aloinjertos en el tratamiento de tumores malignos de alto grado debería ser considerado como una solución temporal. Kitawaga et al.<sup>29</sup> reportaron que, para artrodesis con aloinjerto, artroplastia protésica y clavícula pro húmero, tasas funcionales MSTS promedio de 83, 76 y 72%. Rödl et al.<sup>30</sup> reportaron resultados funcionales promedio del 79% MSTS para aloinjertos osteoarticulares, clavícula pro húmero y prótesis tumorales. Además el grupo de Rödl encontró que el reemplazo protésico del húmero proximal fue el procedimiento más seguro y la clavícula pro húmero requirió de más revisiones y fue una alternativa en situaciones especiales. Tsukushi et al.<sup>31</sup> encontraron una evaluación funcional MSTS promedio del 69% en 7 pacientes con reconstrucción a través de clavícula pro húmero y concluyeron que este procedimiento fue un método útil, especialmente en pacientes jóvenes y en pacientes con involucro de la extremidad no dominante. Krieg et al.<sup>32</sup> reportaron 31 pacientes, quienes fueron tratados con un injerto no vascularizado de peroné después de la resección de tumores musculoesqueléticos y concluyeron que este método fue más simple, menos costoso y con reconstrucción biológica con mejores resultados a largo plazo. Kassab et al.<sup>33</sup> reportaron que los puntajes promedio MSTS y las estrategias reconstructivas fueron respectivamente del 88% para prótesis reversas en 7 pacientes, del 76% para aloprótesis en 3, del 72,6% para prótesis masivas en 15, del 75% para artrodesis escapulo humeral en 3 y del 80% para clavo endomedular cementado en un paciente.

El grupo de Kassab atribuye que el resultado funcional después de resección y reconstrucción de húmero proximal depende del tipo de resección ósea, del estatus de sistema abductor y del método de reconstrucción y, así, propusieron un algoritmo de reconstrucción. En este grupo, las estrategias reconstructivas de húmero proximal después de la resección y sus puntajes funcionales MSTS fueron: clavo endomedular cementado en un caso (57%), prótesis proximal

humeral en 7 (promedio 70%), aloinjertos osteoarticulares en 3 (70, 73, 87%), desvitalización tumoral ósea y reimplante en 4 (promedio 84%), e injerto autógeno de peroné en 2 (83 y 80%). El puntaje funcional promedio fue del 78%.

Por tanto, a pesar del pequeño número de casos para diferentes opciones, existen muchas estrategias de reconstrucción para después de la resección de húmero proximal, y las extremidades rescatadas pueden recuperar la mayoría de sus funciones en el contexto de puntajes funcionales discrepantes, incluso si los componentes de reconstrucción funcionan solo como espaciadores.

El injerto utilizado posee ventajas frente a los no vascularizados y aloinjertos<sup>7</sup>, muchos tumores de la cintura escapular pueden ser tratados con varias técnicas de rescate, incluyendo el reemplazo protésico, el auto-aloinjerto osteoarticular, la desvitalización tumoral y el reimplante, que dependen en gran medida de la evaluación y planificación preoperatoria, de la extensión de la resección y de la preferencia del cirujano.

## Conclusiones

La técnica modificada de suspensión de hombro presentada utilizando peroné vascularizado y tendón del manguito rotador residual otorgó buenos resultados en este caso en particular. Sin embargo, se requiere de mayor investigación y de estudios prospectivos controlados para la validación de esta técnica posterior a la resección en bloque de húmero proximal en el salvamento de extremidad como tratamiento quirúrgico.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Financiación

En la elaboración del presente artículo, no se requirieron inversiones adicionales ni aportaciones económicas por terceros.

## Conflicto de intereses

El equipo de investigadores no presentó aportaciones por terceros ni patrocinios.

## Agradecimientos

A Andrés Herrera Mandujano por la elaboración de la esquemización de la técnica quirúrgica.

## Bibliografía

- Messerschmitt PJ, Garcia RM, Abdul-Karim FW, Greenfield EM, Getty PJ. Osteosarcoma. *JAAOS*. 2009;17:515–27.
- Longhi A, Errani C, De Paolis M, Mercuri M, Bacci G. Primary bone osteosarcoma in the pediatric age: State of the art. *Cancer Treat Rev*. 2006;32:423–36.
- GPC IMSS 197-13. Diagnóstico oportuno de osteosarcoma en niños y adolescentes en primer y segundo nivel de atención médica CENETEC. Ciudad de México: Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud; 2013.
- Yang Q, Li J, Yang Z, Li X, Li Z. Limb sparing surgery for bone tumours of the shoulder girdle: The oncological and functional results. *Int Orthop (SICOT)*. 2010;34:869–75.
- Wada T, Usui M, Isu K, Yamawakii S, Ishii S. Reconstruction and limb salvage after resection for malignant bone tumour of the proximal humerus. A sling procedure using a free vascularised fibular graft. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1999;81 (B):808–13.
- Wood MB. Free vascularized fibular grafting 25 year' experience: Tips, techniques and pearls. *Orthop Clin N Am*. 2007;38:1–12.
- Wodajo FM, Bickels J, Wittig J, Malawer M. Complex reconstruction in the management of extremity sarcomas. *Curr Opin Oncol*. 2003;15:304–12.
- Yang Q, Li J, Yang Z, Li X, Li Z. Limb sparing surgery for bone tumorurs of the shoulder girdle: The oncological and functional results. *Int Orthop (SICOT)*. 2010;34:869–75.
- Leit ME, Matthew MT. Principles of limb salvage surgery of the upper extremity. *Hand Clin*. 2004;20:167–79.
- Murray PM. Free vascularized bone transfer in limb salvage surgery of the upper extremity. *Hand Clin*. 2004;20:3–11.
- Wada T, Kawai A, Ihara K, Sasaki M, Sonoda T, Imaeda T, et al. Construct validity of the Enneking score for measuring function in patients with malignant or agresvve benign tumours of the upper limb. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2007;89-B:659–63.
- Enneking W, Dunham W, Gebhardt M, Malawer M, Prithard D. A system for the classification of skeletal resections. *Chir Organi Mov*. 1990;75:217–40.
- Malawer M, Wittig J. Overview of resections around the shoulder girdle: Anatomy, surgical considerations and classification en musculoskeletal cancer surgery treatment of sarcomas and allied diseases. Springer. 2001;17:9–20, 2.
- Cubedo J, Majó R, Pardo N. Tratamiento del osteosarcoma. *Revisión*. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2010;54:329–36.
- DiCaprio MR, Friedlander GE. Malignant bone tumors: Limb sparing versus amputation. *J Am Acad Orthop Surg*. 2003;11:25–37.
- Masamichi U, Seiichi I, Takafumi N, Takuro W, Shinya Y, Kazuo I. Limb-saving surgery in osteosarcoma by vascularized fibular graft. *J Orthop Sci*. 1996;1:4–10.
- Schuind F, Burny F, Lejeune J. Microsurgical free fibular bone transfer: A technique for reconstruction of large skeletal defects following resection of high-grade malignant tumors. *World J Surg*. 1988;12:310–7.
- Hsu RW, Wood MB, Sim FH, Chao EY. Free vascularised fibular grafting for reconstruction after tumour resection. *J Bone Joint Surg Br*. 1997;79:36–42.
- Minami A, Kutsumi K, Takeda N, Kaneda K. Vascularized fibular graft for bone reconstruction of the extremities after tumor resection in limb-saving procedures. *Microsurgery*. 1995;16:56–64.
- Yajima H, Tamai S, Ono H, Kizaki K, Yamauchi T. Free vascularized fibula grafts in surgery of the upper limb. *J Reconstr Microsurg*. 1999;15:515–21.
- Ihara K, Doi K, Yamamoto M, Kawai S. Free vascularized fibular grafts for large bone defects in the extremities after tumor excision. *J Reconstr Microsurg*. 1998;14:371–6.
- Eward WC, Kontogeorgakos V, Levin LS, Brigman BE. Free vascularized fibular graft reconstruction of large skeletal defects after tumor resection. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:590–8.
- Hriscu M, Mojallal A, Breton P, Bouletreau P, Carret JP. Limb salvage in proximal humerus malignant tumors: The place of free vascularized fibular graft. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2006;22:415–21.
- Nishida J, Shimamura T. Vascularized bone reconstructive approach after tumor resection. *Curr Orthop Pract*. 2011;22:309–14.
- Tanaka K, Maehara H, Kanaya F. Vascularized fibular graft for bone defects after wide resections of musculoskeletal tumors. *J Orthop Sci*. 2012;17:156–62.
- Kühner C, Simon R, Bernd L. Die vaskularisierte Fibulatanplantation in der orthopädischen Onkologie. Eigene Erfahrung und Literaturübersicht. *Orthopäde*. 2001;30:658–65.
- Getty PJ, Peabody TD. Complications and functional outcomes of reconstruction with an osteoarticular allograft after intra-articular resection of the proximal aspect of the humerus. *J Bone Jt Surg Am*. 1999;81:1138–46.
- Rödl RW, Ozaki T, Hoffmann C, Böttner F, Linder N, Winkelmann W. Osteoarticular allograft in surgery for high-grade malignant tumours of bone. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82:1006–10.
- Kitagawa Y, Thai DM, Choong PF. Reconstructions of the shoulder following tumour resection. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2007;15:201–6.
- Rödl RW, Gosheger G, Gerbert C, Linder N, Ozaki T, Winkelmann W. Reconstruction of the proximal humerus after wide resection of tumours. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84:1004–8.
- Tsukushi S, Nishida Y, Takahashi M, Ishiguro N. Clavícula pro humero reconstruction after wide resection of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;447:132–7.
- Krieg AH, Hefti F. Reconstruction with non-vascularised fibular grafts after resection of bone tumours. *J Bone Jt Surg Br*. 2007;89:215–21.
- Kassab M, Dumaine V, Babinet A, Ouaknine M, Tomeno B, Anract P. Twenty nine shoulder reconstructions after resection of the proximal humerus for neoplasm with mean 7-year follow-up. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2005;91:15–23.