



Caso clínico

Aloinjerto para la reconstrucción intercalar transepifisaria en el tratamiento del osteosarcoma del fémur distal. Presentación de caso con análisis de las circunstancias oncológicas y ortopédicas asociadas

Luis Jair Sánchez-Torres*

* Tumores Musculoesqueléticos. Médico adscrito al Servicio de Cirugía de Cadera y Pelvis. Unidad Médica de Alta Especialidad. Hospital de Traumatología y Ortopedia. Centro Médico Nacional del Noreste. Instituto Mexicano del Seguro Social. Monterrey, México.

RESUMEN

Antecedentes: Aunque la cirugía de salvamento de extremidades es una opción terapéutica universalmente aceptada, el tratamiento de sarcomas óseos en pacientes esqueléticamente inmaduros representa un reto por la afectación de hasta dos placas de crecimiento con los métodos de reconstrucción habituales. **Material y métodos:** Caso clínico de paciente diagnosticado con osteosarcoma tratado con resección amplia intercalar transepifisaria y reconstrucción con aloinjerto. Se evaluó la integración radiológica mediante la escala aceptada por la *International Society of Limb Salvage* y la función por medio de los criterios adoptados por la *Musculoskeletal Tumor Society*. Se analizaron además las circunstancias ortopédicas y oncológicas del caso. **Resultados:** Paciente masculino de 11 años de edad con diagnóstico de osteosarcoma del fémur distal. Es tratado con quimioterapia neoadyuvante, cirugía de salvamento de extremidad con aloinjerto y quimioterapia adyuvante. Aloinjerto integrado completamente a los 12 meses del procedimiento quirúrgico. Resultado funcional satisfactorio. **Discusión:** Los tratamientos habituales de salvamento en niños y adolescentes pueden ocasionar discrepancia de extremidades a consecuencia de la afección de las placas de crecimiento. Mediante el uso de aloinjertos intercalares transepifisarios es posible evitar o reducir esta alteración. **Conclusiones:** Existe suficiente evidencia de que en casos bien seleccionados, las resecciones intercalares transepifisarias con aloinjertos constituyen una excelente opción terapéutica para pacientes esqueléticamente inmaduros portadores de sarcomas óseos.

ABSTRACT

Background: While limb-salvage surgery is an option universally accepted, the treatment of bone sarcomas in skeletally immature patients is a challenge for the condition of damage of up to 2 growth plates by the usual methods of reconstruction. **Material and methods:** A case of a patient diagnosed with osteosarcoma and treated with wide resection and reconstruction with allograft. Radiological integration was evaluated through the scale accepted by the *International Society of Limb Salvage*, and function by means of the criteria adopted by the *Musculoskeletal Tumor Society*. Orthopaedic and oncological circumstances are further analyzed. **Results:** 11 years old male patient with osteosarcoma treated with neoadjuvant chemotherapy, limb salvage surgery with allograft and adjuvant chemotherapy. Allograft fully integrated at 12 months after surgery. Satisfactory functional outcome. **Discussion:** The usual treatments of limb salvage in children and adolescents can produce limb discrepancy as a result of damage to the growth plates. Using intercalary allografts with epiphyseal preservation, it is possible to avoid this condition. **Conclusions:** There is sufficient evidence that in well – selected cases, transepiphyseal resections with intercalary allografts, are an excellent treatment option for skeletally immature patients with bone sarcomas.

Palabras clave: Osteosarcoma, aloinjerto, cirugía de salvamento.

Key words: Osteosarcoma, allografts, limb-salvage surgery.

ANTECEDENTES

Hace aproximadamente cuatro décadas el tratamiento quirúrgico para el osteosarcoma y el resto de las neoplasias malignas del esqueleto era la amputación o desarticulación de la extremidad afectada. El surgimiento del uso de la quimioterapia preoperatoria en pacientes diagnosticados con osteosarcoma dio la pauta para llevar a cabo resecciones bajo los estrictos criterios oncológicos puntualizados por Enneking et al.¹⁻⁴ conservando así las extremidades afectadas. Estos eventos marcaron el inicio de la era de la preservación de extremidades y con ello el perfeccionamiento de las técnicas quirúrgicas de resección y la búsqueda de diferentes modalidades para la sustitución y reconstrucción de los grandes segmentos óseos resecados. Entre las opciones de reconstrucción actuales contamos con las artroplastias no convencionales o tumorales, los transportes óseos, los autoinjertos, los aloinjertos y las aloprótesis. Otra opción de tratamiento la constituye la plastia rotacional, la cual pese a que se diseñó especialmente para pacientes en crecimiento y activos, se usa cada vez menos debido a las implicaciones psicológicas y cosméticas que representa. Cada una de las opciones mencionadas posee ventajas y desventajas para el paciente, así como diferentes dificultades para la adquisición e implantación del método reconstructivo elegido. Actualmente entre 80 y 90% de los pacientes con tumores óseos malignos pueden tratarse con cirugía de salvamento de las extremidades (*limb-salvage surgery*).⁵

La preservación de extremidades en pacientes esqueléticamente inmaduros portadores de neoplasias malignas, especialmente osteosarcoma, representa un reto particularmente grande pues 75% de estas lesiones se presentan cerca de las placas de crecimiento óseo. La pérdida de dos de estos centros de crecimiento, como sucede con las popularizadas reconstrucciones protésicas alrededor de la rodilla (artroplastias no convencionales), ocasiona el desarrollo progresivo de una discrepancia de extremidades que será mayor cuanto más joven sea el paciente a tratar. Con relación a lo anterior y considerando los pacientes en crecimiento se han diseñado prótesis expandibles; no obstante, los resultados de su uso no han sido del todo aceptados desde diferentes perspectivas, además de que su disponibilidad no es universal;afortunadamente se continúa trabajando e innovando al respecto esperando cada vez mejores resultados.

Entre las alternativas no protésicas o biológicas para lograr el mínimo efecto posible en el potencial de

crecimiento de la extremidad afectada se cuenta con la distracción fisaria previa a la resección tumoral descrita por Cañadell en 1994⁶ y Betz en 2012⁷ y la resección transepifisaria con reconstrucción intercalar promovida por el equipo del Hospital Italiano de Buenos Aires a partir de 2004.⁸⁻¹⁰ En ese lapso otros autores como San Julian et al. (1999)¹¹ han hecho lo propio en el mismo intento de ampliar las posibilidades de salvamento de extremidades sin influir de manera negativa en las posibilidades de recurrencia local y disminuyendo la consecuente discrepancia progresiva de las extremidades. A esta situación debemos agregar que se trata de pacientes activos y con expectativas de vida crecientes, lo que a su vez demanda procedimientos durables. Por las circunstancias aquí expuestas, la cirugía de salvamento de extremidades está relativamente contraindicada en pacientes menores de ocho años de edad.¹²

Las primeras publicaciones que reportaron el empleo de aloinjertos óseos corresponden a McEwen (1881),¹³ Calvo R (2011),¹⁴ Borjian A (2006),¹⁵ Lexer (1908¹⁶ y 1925¹⁷) y Muscolo (1992),¹⁸ desde entonces la ortopedia en general y posteriormente la ortopedia oncológica han encontrado en el trasplante óseo una alternativa adecuada para solucionar los problemas que representan los defectos ocasionados por las resecciones tumorales del esqueleto, aparte de otras circunstancias no neoplásicas. Los aloinjertos que actualmente se emplean en cirugía de tumores óseos son los no estructurales para lesiones catalogadas en general como pseudoneoplásicas y benignas activas, o estructurales cuando se precisa de resecciones segmentarias por patología benigna agresiva o francamente maligna. Dentro de los aloinjertos estructurales se cuenta con los osteoarticulares y los intercalares, mientras que a la combinación de aloinjerto y prótesis se le conoce como aloprótesis o simplemente compuestos aloinjerto-prótesis. La introducción de aloinjertos intercalares para la reconstrucción de grandes defectos segmentarios ha sido una importante innovación en el campo quirúrgico que permite una reconstrucción adecuada mientras que mantiene el stock o reserva ósea del huésped,⁵ se logra asimismo preservar la articulación adyacente con la reconstrucción de las estructuras ligamentosas y tendinosas afectadas, además de que únicamente se daña, cuando así se requiere, una placa fisaria (o de crecimiento) en pacientes jóvenes y esqueléticamente inmaduros.¹⁹

Los objetivos del presente trabajo son presentar de forma clara, concisa e ilustrativa las ventajas que representa el trasplante óseo intercalar en el trata-

miento quirúrgico de los tumores óseos malignos del esqueleto de la población pediátrica y adolescente (en crecimiento). Se evidenciarán además las ventajas y desventajas de otras formas que existen para reconstruir el esqueleto inmaduro después de realizar una resección amplia, haciendo énfasis en la región de la rodilla, es decir en el fémur distal y la tibia proximal, sitios predilectos para la localización de ciertas neoplasias óseas primarias, tal es el caso del osteosarcoma.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se describe caso clínico de paciente con diagnóstico de osteosarcoma y un potencial de crecimiento esquelético vigente. El platillo fisario adyacente al tumor no se encuentra afectado, razón por la que se toma como primera opción de tratamiento la resección intercalar transepifisaria. Una vez descrito el caso clínico se iniciará el análisis, así como el de cada una de las opciones de tratamiento reconstructivo que se requieren posterior a una resección amplia o bien a una inclusión epifisaria, al igual que el del resto de los pacientes con diagnóstico similar con afección alrededor de la rodilla y esqueléticamente inmaduros.

La valoración de la integración radiológica del aloinjerto se hará con base en los criterios aceptados por la ISOLS (*International Society of Limb Salvage*):^{20,21}

- Excelente: línea de unión no visible.
- Buena: unión de más de 75% con dicha línea aún visible.
- Aceptable: unión entre un 25 y 75%.
- Pobre: sin evidencia de callo o unión menor a 25%.

La evaluación funcional se hizo con base en los criterios establecidos por Enneking en 1987,²² revisados por Enneking et al. en 1993²³ y más tarde adoptados por la *Musculoskeletal Tumor Society* (MSTS) y en cuyos parámetros se consideran dolor, restricción en actividades (limitación funcional), uso de algún dispositivo de soporte, habilidad para caminar, forma de caminar y aceptación emocional. Cada variable es calificada en una escala de 0 a 5 puntos, siendo 30 la puntuación máxima posible.

CASO CLÍNICO

Paciente masculino de 11 años de edad el cual acudió a consulta por dolor y aumento de volumen a nivel del muslo distal izquierdo, refiriendo antecedente traumático en dicha zona seis meses antes. El médico familiar

solicitó radiografías convencionales encontrando una lesión mixta con franco predominio osteoblástico y reacción perióstica en capas de cebolla en la cortical anterior e interrumpida en la posterior del fémur distal a nivel metadiafisario. El paciente fue referido a Servicio de Oncología Pediátrica de la Unidad Médica de Alta Especialidad-Hospital de Especialidades No. 25 donde previo protocolo complementario de diagnóstico (radiografías convencionales, tomografía computarizada de la zona afectada y de tórax, gammagrafía ósea, resonancia magnética y cuantificación de fosfatasa alcalina y deshidrogenasa láctica como marcadores tumorales séricos) se le realizó biopsia con aguja gruesa. El diagnóstico histopatológico fue osteosarcoma, razón por la que se inició quimioterapia neoadyuvante. Finalizado el tercer ciclo el paciente fue referido a la Unidad Médica de Alta Especialidad-Hospital de Traumatología y Ortopedia No. 21 para considerar la posibilidad de aplicar un procedimiento de salvamento de la extremidad (*Figura 1*). Después de cinco ciclos de quimioterapia se solicitó nueva resonancia magnética en la que pudo revalorarse la relación de la neo-



Figura 1. Proyección anteroposterior de radiografía convencional del muslo izquierdo en la que se observa osteosarcoma del fémur distal ya sometido a quimioterapia neoadyuvante.

plasia con la placa de crecimiento, observando una distancia de 3 centímetros como margen de seguridad en relación con la línea epifisaria del fémur distal, eligiendo entonces como mejor opción de tratamiento la resección amplia intercalar transepifisaria. Fue posible conseguir un aloinjerto congelado femoral *cuasi* total con dimensiones aproximadas a las del paciente (*Figura 2*). Se realizó el procedimiento proyectado a las tres semanas de finalizado el quinto y último ciclo de quimioterapia neoadyuvante. La resección amplia fue ejecutada bajo criterios estrictamente oncológicos, incluyendo en la pieza quirúrgica la cicatriz de biopsia previa, un margen amplio diafisario proximal y un corte transepifisario dirigido por fluoroscopia (*Figura 3*). Se recortó el aloinjerto de acuerdo con las dimensiones requeridas siendo fijado con doble placa lateral y una placa anterior (*Figura 4*). Se envió la pieza quirúrgica a anatomía patológica para su estudio. La evolución postoperatoria fue satisfactoria y, al no presentar complicaciones, se reinició quimioterapia a las 4 semanas del evento quirúrgico. El reporte histopatológico confirmó osteosarcoma resecado *ad integrum* (bordes quirúrgicos de resección limpios) y una respuesta a la quimioterapia neoadyuvante de menos de 90% de

necrosis tumoral. El apoyo parcial fue posible al cuarto mes postoperatorio y el apoyo completo al sexto. El paciente finalizó esquemas de quimioterapia proyectada y al cumplir 12 meses del procedimiento quirúrgico ya se observaba consolidación completa del aloinjerto tanto proximal como distalmente (considerada según los criterios de la ISOLS como excelente en ambos casos), siendo capaz de deambular sin asistencia externa, así como de subir y bajar escaleras sin apoyo (*Figura 5*). La flexión de la rodilla quedó limitada a 50 grados. A los 30 meses del procedimiento, mediante una integración radiológica completa y un resultado



Figura 2. Aloinjerto congelado *cuasi* total de fémur izquierdo previo a su corte para posterior fijación.



Figura 3. Fotografía de la pieza quirúrgica haciendo hincapié en la línea distal de resección a través de la placa epifisaria del fémur distal.

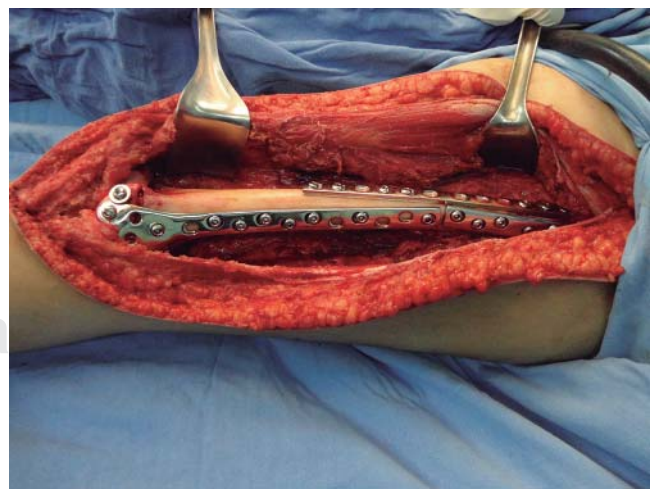


Figura 4. Fotografía transoperatoria una vez finalizada la fijación del aloinjerto.

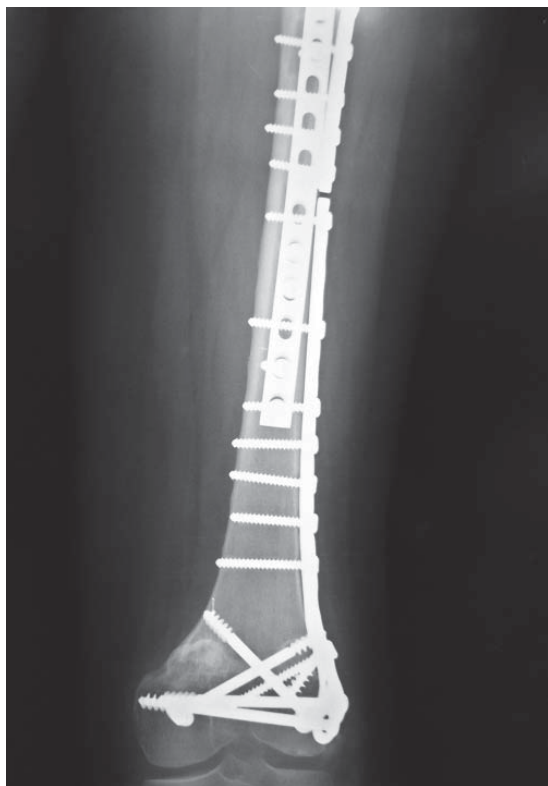


Figura 5. Radiografía convencional de control a los 12 meses del procedimiento quirúrgico en la que se puede constatar la osteointegración completa del aloinjerto.

funcional 26/30 según la escala de la MSTTS, se diagnosticaron metástasis pulmonares que no respondieron a tratamiento, provocando el deceso del paciente cinco meses después y a 35 meses de la cirugía de salvamento de la extremidad.

DISCUSIÓN

Los avances en diagnóstico temprano y auxiliares así como el refinamiento de las técnicas quirúrgicas han permitido que muchos de los sarcomas localizados en las regiones metafisarias sean tratados con procedimientos de salvamento de la extremidad mediante resecciones amplias con preservación epifisaria.

Al ser la población pediátrica y adolescente la más afectada por el osteosarcoma, el reto de preservar las extremidades dañadas es aún mayor; el fémur distal es el sitio más frecuentemente afectado, seguido de la tibia proximal y en tercer término el húmero también proximal.²⁴⁻²⁷ Los métodos tradicionales de reconstrucción protésica a nivel de la rodilla implican el sacrificio

de dos placas de crecimiento, lamentablemente las más activas. Una de ellas es la afectada directa o indirectamente por la neoplasia, la otra es la que debe sacrificarse como parte de la reconstrucción protésica al otro lado de la articulación afectada. Sacrificar dos placas de crecimiento cuando se habla de población esqueléticamente inmadura, implica una discrepancia de extremidades que será mayor cuantas más placas de crecimiento resulten afectadas y cuanto menor sea el paciente. Entre las complicaciones propias de las reconstrucciones protésicas, independientemente del grado de madurez esquelética del paciente, se cuenta el aflojamiento aséptico, las infecciones, la falla mecánica y las fracturas tanto del implante en sí como periprotésicas.²⁸ Pensando específicamente en la población en crecimiento se han diseñado sistemas protésicos expansibles cuya finalidad es disminuir o eliminar la discrepancia de longitud generada en las extremidades de los pacientes al resultar dañados los centros fisarios o placas de crecimiento óseo durante la resección y reconstrucción. A este respecto Hwang et al. (2012),²⁹ en uno de los más recientes estudios y con los sistemas más actuales y no invasivos de elongación protésica, continúan reportando una alta incidencia de complicaciones en especial infecciones en 8% de los casos, señalando además el alto costo del tratamiento debido al implante y las elongaciones secundarias del mismo. Por otro lado las reconstrucciones biológicas o no protésicas tienen la facultad de permitir disminuir el número de platillos de crecimiento sacrificados; no obstante, éstas tienen también sus circunstancias desfavorables. En lo referente a los transportes óseos u osteogénesis por distracción, deberá considerarse que el paciente tendrá que permanecer con fijadores externos por periodos muy prolongados y que la resultante será la pérdida de la flexoextensión de la rodilla mediante una artrodesis. Este método no es recomendable para defectos mayores de 15 centímetros,³⁰ lo que por lo general no sucede en resecciones secundarias a osteosarcomas. Otra opción biológica la representan los autoinjertos vascularizados de peroné, en ellos hay que tener en mente la posible morbilidad generada en el sitio donador, una técnica quirúrgica más demandante (se requiere un microcirujano), un tiempo quirúrgico más prolongado, la necesidad de esperar a que se observe consolidación y probablemente hipertrofia peronea previo a permitir el apoyo de dicha extremidad y para concluir, una alta tasa de complicaciones entre las que destacan la no unión y la fractura del autoinjerto.²⁸

Además de la ventaja ya mencionada con el empleo de aloinjertos para reconstruir defectos segmentarios

(menor daño a placas de crecimiento), estamos obligados a reconocer las complicaciones y situaciones adversas que éstos suelen presentar. A lo largo del desarrollo de esta modalidad reconstructiva autores como Cara et al. (1994)³¹ han reconocido el retraso en consolidación o no consolidación como el principal problema encontrado, además consideran que las altas tasas de infección reportadas en la bibliografía médica pueden estar relacionadas con tiempos quirúrgicos prolongados, pérdida sanguínea transquirúrgica, daño a tejidos blandos y quimioterapia o radioterapia adyuvantes. A este respecto Borjian et al. (2006)¹⁵ consideran que al ser los aloinjertos un material extraño para el huésped, no viable y en general de grandes dimensiones, la infección es una probabilidad tangible en la que las terapias adyuvantes también desempeñen un papel de primer orden. Igualmente reportan una incidencia de infección de 6%, mientras que la de fractura del aloinjerto es de 20%. Otros autores como Bullens et al. (2009)³² señalan incidencias de 16% en infecciones y de 13% en fracturas, así como una sobrevida del aloinjerto de cinco años en 80.8%. Las complicaciones inherentes a los medios de fijación y consolidación o pseudoartrosis son asimismo referidas en las diferentes series. Mankin et al. (2005)³³ mencionan que algunos investigadores han señalado porcentajes exitosos en el empleo de aloinjertos de únicamente 65-75% de los casos, mientras que la incidencia de infecciones primarias reportada por este autor y su equipo ha sido únicamente de 7.9%. Brigman et al. (2004)¹⁹ aluden que al rotar o colocar colgajos musculares libres se disminuye la incidencia de complicaciones relacionadas con procesos infecciosos en las reconstrucciones con aloinjertos, lo que adicionalmente también es válido en reconstrucciones protésicas.

Al analizar las complicaciones se ha observado que la mayoría ocurren durante el primer año y luego decrecen; las complicaciones tardías se producen entre el segundo y tercer año y están en relación con el deterioro del injerto. Luego del tercer año del trasplante suele establecerse un equilibrio con el receptor.³⁴

Si se habla de márgenes quirúrgicos estrechos a nivel distal, gracias a auxiliares de diagnóstico como la resonancia magnética, es posible establecer de forma más precisa los límites de la lesión y con ello obtener la negatividad requerida de márgenes.

Si se toma en cuenta que es frecuente encontrar ciertas limitaciones funcionales con el empleo de aloinjertos, cuando se presente alguna complicación inherente al material trasplantado o cuando finalice el periodo de crecimiento del paciente, podría ser factible

llevarlo a una artroplastia no convencional y solucionar el problema de la limitación funcional; sin embargo, esta situación suele pasar a un segundo plano. Suponiendo que una situación así lo requiera, se dispondría de una mayor reserva ósea.

En relación con el caso expuesto, la corta sobrevida del paciente no nos permitió evaluar el comportamiento biológico y estructural del aloinjerto en un plazo mayor. Consideramos que siempre y cuando se lleve adecuadamente y se haga énfasis en lograr bordes de resección limpios, esta opción de reconstrucción es aconsejable en pacientes esqueléticamente inmaduros, la cual además permite futuros procedimientos de revisión en caso de que así llegara a requerirse.

Un factor muy importante a tomar en cuenta es la procuración del tejido óseo para trasplante y la disposición del mismo con fines quirúrgicos. En nuestro país, y seguramente al igual que en muchos otros en vías de desarrollo, la cultura de la donación de órganos y tejidos es incipiente, por lo que se dificulta contar con la cantidad y calidad de aloinjertos para uso más frecuente. La accesibilidad a un banco de huesos y tejidos, así como a un aloinjerto específico en ocasiones tiene un papel crucial y consecuentemente puede suceder que la opción reconstructiva realizada no siempre es la mejor para ese paciente en particular.

CONCLUSIONES

Los aloinjertos óseos intercalares son una alternativa de primer orden en la reconstrucción de las grandes pérdidas óseas generadas durante la resección de tumores óseos malignos en pacientes esqueléticamente inmaduros. Esta alternativa de tratamiento reduce sustancialmente la potencial discrepancia de extremidades que otras formas de reconstrucción generan, además de que mantiene la movilidad y una adecuada reserva ósea en el receptor, misma que podría aprovecharse en caso de que en etapas posteriores de la vida llegara a requerirse una cirugía de revisión o un reemplazo articular protésico. Los principios oncológicos que dictan una resección amplia para neoplasias malignas de alto grado deben prevalecer sobre los objetivos ortopédicos de preservación de la extremidad y consecuentemente de la función.

REFERENCIAS

1. Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. A system for the surgical staging of musculoskeletal sarcoma. Clin Orthop Relat Res. 1980; 153: 106-120.

2. Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. Current concepts review. The surgical staging of musculoskeletal sarcoma. *J Bone Joint Surg Am.* 1980; 62-4 (6): 1027-1030.
3. Wolf RE, Enneking WF. The staging and surgery of musculoskeletal neoplasms. *Orthop Clin North Am.* 1996; 27 (3): 473-481.
4. Enneking WF. Staging of musculoskeletal neoplasms. *Skeletal Radiol.* 1985; 13: 183-194.
5. Fuchs B, Ossendorf C, Leerapun T, Sim FH. Intercalary segmental reconstruction after bone tumor resection. *Eur J Surg Oncol.* 2008; 34: 1271-1276.
6. Cañadell J, Forriol F, Cara JA. Removal of metaphyseal bone tumors with preservation of the epiphysis. Physeal distraction before excision. *J Bone Joint Surg Br.* 1994; 76: 127-132.
7. Betz M, Dumont CE, Fuchs B, Exner GU. Physeal distraction for joint preservation in malignant metaphyseal bone tumors in children. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470: 1749-1754.
8. Muscolo DL, Ayerza MA, Aponte-Tinao LA et al. Partial epiphyseal preservation and intercalary allograft reconstruction in high-grade metaphyseal osteosarcoma of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2004; 86: 2686-2693.
9. Muscolo DL, Ayerza MA, Aponte-Tinao LA et al. Intercalary femur and tibia segmental allografts provide an acceptable alternative in reconstructing tumor resections. *Clin Orthop Relat Res.* 2004; 426: 97-102.
10. Muscolo DL, Ayerza MA, Aponte-Tinao LA. Transepiphyseal resection and intercalary reconstruction. In: Sim FH, Choong PFM, Weber KL. *Orthopaedic oncology and complex reconstruction. Master Techniques in Orthopaedic Surgery.* Wolters Kluwer-Lippincott Williams & Wilkins. 2011; 21: 233-238.
11. San-Julian M, Aquerreta JD, Benito A et al. Indications for epiphyseal preservation in metaphyseal malignant bone tumors of children: relationship between image methods and histological findings. *J Pediatr Orthop.* 1999; 19: 543-548.
12. Muscolo L, Ayerza MA, Aponte-Tinao L, Farfalli G. Allograft reconstruction after sarcoma resection in children younger than 10 years old. *Clin Orthop Relat Res.* 2008; 466: 1856-1862.
13. McEwen W. Observation concerning transplantation of bone. Illustrated by a case of inter-human osseous transplantation, where by over two-thirds of the shaft of the humerus was restored. *Proc Roy Soc London.* 1881; 32: 232-247.
14. Calvo R, Figueroa D, Díaz-Ledezma C, Vaisman A, Figueroa F. Aloinjertos óseos y la función del banco de huesos. *Rev Med Chile.* 2011; 139: 660-666.
15. Borjian A, Nazem K, Yassine H. Complications of massive allograft reconstruction for bone tumor. *J Res Med Sci.* 2006; 11 (4): 240-247.
16. Lexer E. Die verwendung der freien knochenplastik nebst versuchen uber gelenkversteifung und gelenktransplantation. *Arch Klin Chir.* 1908; 86: 939-954.
17. Lexer E. Joint transplantations and arthroplasty. *Surg Gynec Obst.* 1925; 40: 782-809.
18. Muscolo DL, Petracchi LJ, Ayerza MA, Calabrese ME. Massive femoral allografts followed for 22 to 36 years. *J Bone Joint Surg Br.* 1992; 74-B (6): 887-892.
19. Brigman BE, Hornicek FJ, Gebhardt MC, Mankin HJ. Allografts about the knee in young patients with high-grade osteosarcoma. *Clin Orthop Relat Res.* 2004; 421: 232-239.
20. San Julián AM, Moreno SJL, Forriol CF, Cañadel CJ. Integración biológica y radiológica de los aloinjertos óseos masivos. *Rev Ortop Traumatol.* 2000; 44: 477-483.
21. Vicario EC. Los aloinjertos óseos en cirugía ortopédica y traumatología (II). *Patología del Aparato Locomotor.* 2004; 2 (4): 263-287.
22. Enneking WF. Modification of the system for functional evaluation in the surgical management of musculoskeletal tumors. In: Enneking WF, ed. *Limb salvage in musculoskeletal oncology.* New York: Churchill Livingstone, 1987: pp. 626-639.
23. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, Malawer M, Pritchard DJ. A system for the evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res.* 1993; 286: 241-246.
24. Sánchez-Torres LJ, Santos-Hernández M. Osteosarcoma. *Rev Mex Ortop Ped.* 2011; 13 (1): 10-19.
25. Geller DS, Gorlick R. Osteosarcoma: a review of diagnosis, management, and treatment strategies. *Clin Adv Hematol Oncol.* 2010; 8 (10): 705-718.
26. Majó J, Cubedo R, Pardo N. Tratamiento del osteosarcoma. Revisión. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2010; 54 (5): 329-336.
27. Muscolo L, Farfalli GL, Aponte-Tinao L, Ayerza MA. Actualización en osteosarcoma. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2009; 74 (1): 85-101.
28. Aponte-Tinao L, Farfalli GL, Ritacco LE, Ayerza MA, Muscolo L. Intercalary femur allografts are an acceptable alternative after tumor resection. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470: 728-734.
29. Hwang N, Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM, Abudu A, Jeys LM. Early results of a non-invasive expandable prosthesis for limb-salvage surgery in children with bone tumours. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94-B (2): 265-269.
30. Tsuchiya H, Tomita K, Minematsu K, Mori Y, Asada N, Kitano S. Limb salvage using distraction osteogenesis : a classification of the technique. *J Bone Joint Surg Br.* 1997; 79: 403-411.
31. Cara JA, Laclériga A, Cañadell J. Intercalary bone allografts 23 tumor cases followed for 3 years. *Acta Orthop Scand.* 1994; 65 (1): 42-46.
32. Bullens PHJ, Minderhoud NM, De Waal Malefijt MC, Veth RPH, Buma P, Schreuder HWB. Survival of massive allografts in segmental oncological bone defect reconstructions. *Int Orthop (SI-COT).* 2009; 33: 757-760.
33. Mankin HJ, Hornicek FJ, Raskin KA. Infection in massive allografts. *Clin Orthop Relat Res.* 2005; 432: 210-216.
34. Velán O, Aponte-Tinao LA, Muscolo L, Ayerza MA. Transplantes de fémur distal. Planeamiento preoperatorio por tomografía computada. *Rev Arg Radiol.* 2004; 68: 245-250.

Correspondencia:

Dr. Luis Jair Sánchez Torres

Centro Oncológico y de Especialidades Médicas del Hospital Santa Cecilia.

Isaac Garza esquina con Hermenegildo Galeana, Centro, 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Tel. (81) 81 25 56 10, ext. 308.

E-mail: dolorarticular@gmail.com