

ORIGINAL

Condrosarcoma de húmero proximal. Resultados clínicos y oncológicos a largo plazo



J.I. Albergo*, G.L. Farfalli Luis, M.A. Ayerza, D.L. Muscolo y L.A. Aponte-Tinao

Servicio de Ortopedia y Traumatología – Sector de Ortopedia Oncológica y trasplantes óseos, Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Recibido el 5 de agosto de 2017; aceptado el 7 de enero de 2019

Disponible en Internet el 23 de marzo de 2019

PALABRAS CLAVE

Condrosarcoma;
Húmero proximal;
Cirugía de
salvamento de la
extremidad;
Raspado

Resumen

Introducción: El húmero proximal es una localización frecuente de los sarcomas óseos y el condrosarcoma representa el 15%. Existen pocos trabajos sobre este grupo seleccionado de tumores. El objetivo del estudio fue analizar a un grupo de pacientes con condrosarcoma del húmero proximal tratados con cirugía y evaluar los resultados quirúrgicos y oncológicos a largo plazo.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda retrospectiva y se incluyeron en el estudio todos los pacientes con condrosarcoma de húmero proximal tratados quirúrgicamente en una única institución. Se analizaron la supervivencia global y la tasa de recurrencia local. Las complicaciones postoperatorias fueron registradas y los fracasos de la cirugía de conservación de miembros se clasificaron de acuerdo a la clasificación de Henderson.

Resultados: Treinta y siete pacientes fueron incluidos en el estudio. La mediana de edad fue de 46 años (DE: 15,6; rango: 17-24), 24 (65%) eran mujeres y la media de seguimiento fue de 8,5 años (DE: 6,4; rango: 2-26). Diez y ocho fueron clasificados como grado 1 (49%), 15 como grado 2 (40%), 2 como grado 3 (5%) y 2 condrosarcomas desdiferenciados (5%). La supervivencia global a 10 años fue del 94,5% y la supervivencia libre de eventos a 10 años del 84,5%. Cinco pacientes desarrollaron recurrencias locales (13%) y ninguno de ellos fue grado 1. Las tasas de fracaso en la reconstrucción fue del 27% a los 5 años y del 34% a los 10 años. No se registraron complicaciones ni recurrencia local en los pacientes tratados con raspado.

Conclusión: El condrosarcoma de húmero proximal presenta altas tasas de supervivencia. El raspado y relleno con injerto óseo es un procedimiento seguro, con bajo riesgo de complicaciones y recurrencia local para los condrosarcomas de grado 1 y debe ser la primera indicación para el húmero proximal. La reconstrucción del húmero proximal después de una resección en bloque tiene una tasa de fracaso del 27% a 5 años y del 34% a 10 años.

© 2019 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: Jose.albergo@hiba.org.ar (J.I. Albergo).

KEYWORDS

Chondrosarcoma;
Proximal humerus;
Limb salvage surgery;
Curettage

Proximal humerus chondrosarcoma. Long-term clinical and oncological outcomes**Abstract**

Introduction: The proximal humerus is a common site for primary bone sarcomas, of which chondrosarcoma represents 15%. There are few reports about this select group of tumours. We set out to analyse a group of patients with proximal humerus chondrosarcoma treated with surgery and to assess their long term surgical and oncological outcomes.

Material and methods: A retrospective review was performed and all patients with a proximal humerus chondrosarcoma treated with surgery were included in the study. Overall survival and local recurrence rates were analyzed. Post-operative complications were recorded and limb salvage surgery failures classified according to the Henderson classification.

Results: 37 patients were included in the study. The median age was 46 years (SD: 15.6, range: 17-24), 24 (65%) were female and the mean follow-up was 8.5 years (SD: 6.4, range: 2 -26). Eighteen patients were classified as grade 1 (49%), 15 as grade 2 (40%), 2 as grade 3 (5%) and 2 dedifferentiated chondrosarcomas (5%). The 10-year overall survival was 94.5% and the 10-year event-free survival was 84.5%. Five patients developed local recurrences (13%) and none of them was grade 1. The reconstruction failure rate was 27% at 5 years and 34% at 10 years. There were no complications or local recurrence in patients treated with curettage.

Conclusion: Proximal humerus chondrosarcoma presented high survival rates. Curettage and bone grafting is a safe procedure, with low risk of complications and local recurrence for grade 1 chondrosarcomas and should be the first indication for the proximal humerus. Reconstruction of the proximal humerus after a wide resection has a 5-year failure rate of 27% and 10-year failure rate of 34%.

© 2019 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El condrosarcoma es el segundo sarcoma óseo primario más frecuente y afecta principalmente la pelvis y la metáfisis de los huesos largos^{1,2}. Los condrosarcomas son tumores resistentes a la quimioterapia y la radioterapia, por lo que el tratamiento se basa en la cirugía^{3,4}. El grado histológico y el sitio anatómico han sido descritos como factores pronósticos importantes en relación con la supervivencia global y recurrencia local⁵. Los condrosarcomas de bajo grado histológico (grado 1) se caracterizan por agresividad local y rara vez presentan diseminación sistémica, por lo que se han reportado altas tasas de supervivencia para este grupo particular^{6,7}. Por otro lado, los condrosarcomas de alto grado, dediferenciados o aquellos localizados en el esqueleto axial (pelvis/columna vertebral) presentan peor pronóstico⁸. Aunque el húmero proximal es una localización frecuente de los sarcomas óseos primarios, particularmente el condrosarcoma representa menos del 15% y existen pocos trabajos sobre este grupo seleccionado de tumores⁹. El objetivo del estudio fue analizar a un grupo de pacientes con condrosarcoma del húmero proximal tratados con cirugía y evaluar los resultados quirúrgicos y oncológicos en términos de: índice de fracasos de la cirugía, complicaciones postoperatorias, la supervivencia global y la tasa de recurrencia local.

Material y métodos

Se realizó una revisión retrospectiva a partir de nuestra base de datos oncológica y se analizaron todos los pacientes con

diagnóstico de condrosarcoma del húmero proximal tratados entre el 1 de enero de 1990 y el 31 de diciembre de 2013 (periodo de estudio de 23 años). Incluimos para el análisis solo a pacientes con un mínimo de 24 meses de seguimiento y tratados con cirugía. Después de la aprobación del comité de investigación de nuestra institución, obtuvimos de los datos clínicos del hospital las características demográficas de los pacientes incluyendo edad, sexo, grado histológico del tumor, tipo de cirugía y reconstrucción. Para la clasificación histológica se utilizaron los criterios de la Organización Mundial de la Salud en los que los condrosarcomas de grado 1 se definen como neoplasmas moderadamente celulares con núcleos hiper cromáticos, esferoidales y de tamaño uniforme; grado 2 son más celulares y contienen un mayor grado de atipia nuclear, hiper cromasia y tamaño nuclear; grado 3 las lesiones son más celulares y pleomórficas que el grado 2, con mitosis fácilmente detectadas^{10,11}. El condrosarcoma dediferenciado se define por la presencia de un tumor bifásico compuesto por un condrosarcoma convencional y un sarcoma de alto grado, no cartilaginoso¹¹. Cabe destacar que la última clasificación ha incluido cambios con respecto a los condrosarcomas de bajo grado, los cuales han pasado a ser clasificados como «encondromas atípicos»¹¹.

En aquellos casos en los que el espécimen histológico mostró un grado mixto, el grado más alto fue tomado como la clasificación final. Para los condrosarcomas de grado 1, el diagnóstico siempre fue apoyado por los hallazgos clínicos y radiológicos discutidos en reuniones multidisciplinarias. Todas las lesiones clasificadas como encondromas típicos, fueron excluidas del análisis^{12,13}.

El tratamiento quirúrgico incluyó: el raspado y relleno con injerto óseo fragmentado de banco o la resección en bloque reconstruidos con prótesis modulares, injertos estructurales o combinación de ambos. Todos los condrosarcomas de grado intermedio y alto fueron tratados con resecciones oncológicas en bloque. Para los condrosarcomas de bajo grado, se indicó raspado o resección en bloque a través de un consenso de un comité multidisciplinario compuesto por patólogos, radiólogos y cirujanos ortopédicos. Se utilizaron diferentes técnicas de reconstrucción, incluyendo homoinjerto osteoarticular, reemplazo endoprotésico, sistema compuesto por prótesis-injerto, u homoinjerto intercalar. En las 3 primeras técnicas mencionadas, la resección incluyó la cabeza humeral. En contraposición, la reconstrucción con un trasplante intercalar, demandó que se conserve la epífisis proximal del húmero y por ende la articulación húmero-glenoidea. Las complicaciones mayores postoperatorias fueron registradas y los fracasos de la cirugía de salvamento de extremidad clasificados de acuerdo con la clasificación de Henderson¹⁴. La clasificación de Henderson define 5 grupos: los tipos 1-2-3 clasificados como fracasos mecánicos y los tipos 4-5 como fracasos no mecánicos. Tipo 1: fracaso de los tejidos blandos (1A: fallo de la función/1B: falla de la cobertura). Tipo 2: aflojamiento aséptico para endoprótesis (2A: precoz < 2 años después de la implantación/2B: tardío > 2 años después de la implantación) o no unión injerto-huésped para homoinjerto (2A: hipertrófica/2B: atrófica). Tipo 3: fallo estructural (3A: implante o fijación/3B: hueso o injerto). Tipo 4: infección (4A: precoz < 2 años para endoprótesis o < 6 meses para homoinjertos/4B: tardía > 2 años para endoprótesis o > 6 meses para homoinjertos). Tipo 5: progresión tumoral (5A: tejido blando/5B: hueso)¹⁴.

Se analizó la supervivencia libre de enfermedad y global de la serie completa de acuerdo con el método de Kaplan-Meier. La supervivencia se definió como el intervalo de tiempo desde la fecha del diagnóstico hasta la fecha de la muerte o hasta la fecha del último seguimiento. Se analizó la tasa de fracaso de las reconstrucciones. La significación estadística se estableció en $p \leq 0,05$.

Resultados

Pacientes y características del tumor

Treinta y siete pacientes fueron incluidos en el estudio. La mediana de edad fue de 46 años (DE: 15,6; rango: 17-74), 24 (65%) eran mujeres y la media de seguimiento fue de 8,5 años (DE: 6,4; rango: 2-26). Diez y ocho pacientes fueron clasificados de grado bajo (grado 1, 49%), 15 pacientes de grado intermedio (grado 2, 40%), 2 de grado alto (grado 3, 5%) y 2 de condrosarcomas desdiferenciados (5%).

Resultados clínicos

Todos los pacientes fueron tratados quirúrgicamente y ninguno de ellos recibió tratamiento adyuvante. Treinta y cinco pacientes se sometieron a cirugía de salvamento de la extremidad con reconstrucción posterior y 2 pacientes fueron tratados con una desarticulación del hombro como

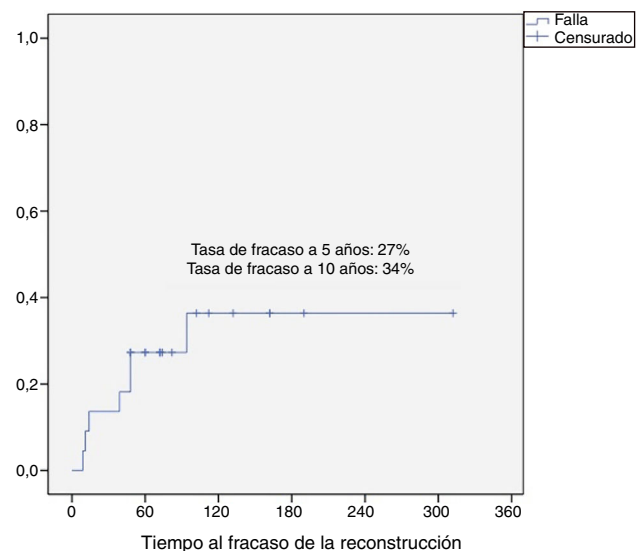


Figura 1 Tasa de fracaso de la reconstrucción posterior a resecciones en bloque en cirugías de salvamento de la extremidad.

consecuencia de la afectación del paquete neurovascular por el tumor primario.

En el grupo de pacientes tratados con cirugía de salvamento de la extremidad, 13 pacientes con diagnóstico de condrosarcoma de grado 1 fueron tratados con raspado e injerto óseo de banco para reconstruir el defecto óseo. En 22 pacientes (5 grado 1; 15 grado 2; uno grado 3; y uno desdiferenciados) se realizó una resección en bloque con márgenes libres y los pacientes fueron reconstruidos con diferentes métodos: sistema compuesto prótesis-injerto (n: 11), homoinjerto osteoarticular (n: 5), homoinjerto intercalar (n: 4) y reemplazo endoprotésico del húmero proximal (n: 2). Los márgenes en los 25 pacientes se clasificaron como libres de enfermedad.

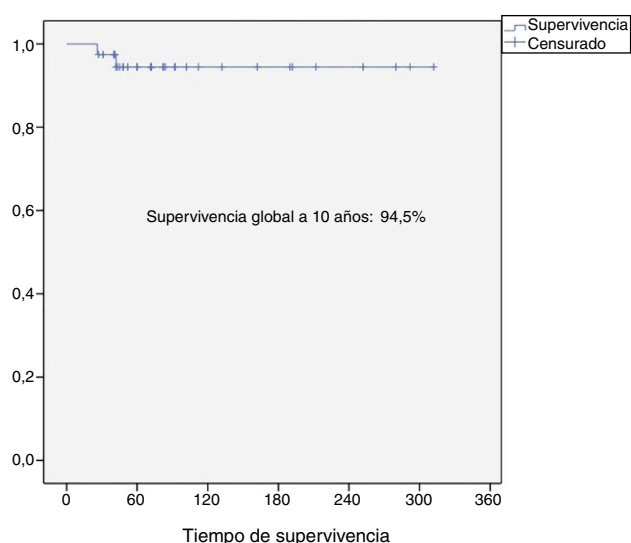
No se observaron complicaciones postoperatorias en el grupo tratado con raspado. Hubo 6 complicaciones no oncológicas que requirieron una nueva intervención quirúrgica, todas en el grupo tratado con resección en bloque. Las complicaciones fueron: 2 no uniones, una reabsorción del homoinjerto, una fractura/colapso osteoarticular, un aflojamiento aséptico de un sistema compuesto y una luxación proximal de prótesis protésica del húmero. Para los casos de reabsorción masiva y aflojamiento aséptico se realizó una cirugía de revisión a endoprótesis proximal del húmero. Los 2 casos de no unión fueron tratados con injerto óseo autólogo de cresta iliaca y ambos pacientes lograron consolidación completa a las 12 semanas. El paciente con fractura/colapso osteoarticular se convirtió a un sistema compuesto prótesis-injerto, manteniendo parte del trasplante original. Para la subluxación protésica, se realizó reducción abierta y estabilización con malla de prolene.

La tasa de fracaso de la reconstrucción fue del 27% a los 5 años y del 34% a los 10 años (fig. 1). De acuerdo con la clasificación de Henderson, los fracasos de las reconstrucciones con endoprótesis fueron: Henderson tipo 1A (fracaso de tejidos blandos). Los fracasos de la reconstrucción para homoinjertos fueron clasificados como Henderson tipo 2B (no unión) en 2 casos, Henderson tipo 3B (fallo estructural)

Tabla 1 Descripción de las causas de fracaso de la reconstrucción según tipo de reconstrucción

Tipo de reconstrucción	Causa de fracaso	Tiempo a fracaso	Clasificación de Henderson	Tratamiento del fracaso de reconstrucción
REP Húmero proximal	Luxación protésica	60 meses	1A	Reducción abierta y reconstrucción con malla
Homoinjerto intercalar	No unión	9 meses	2B	Colocación injerto óseo autólogo
Homoinjerto intercalar	No unión	11 meses	2B	Colocación injerto óseo autólogo
Homoinjerto osteoarticular	Fractura	98 meses	3B	Revisión a REP húmero proximal
Sistema compuesto prótesis-injerto	Aflojamiento aséptico	48 meses	2B	Revisión a REP húmero proximal
Sistema compuesto prótesis-injerto	Reabsorción del injerto	68 meses	3B	Revisión a REP húmero proximal

REP: reemplazo endoprotésico.

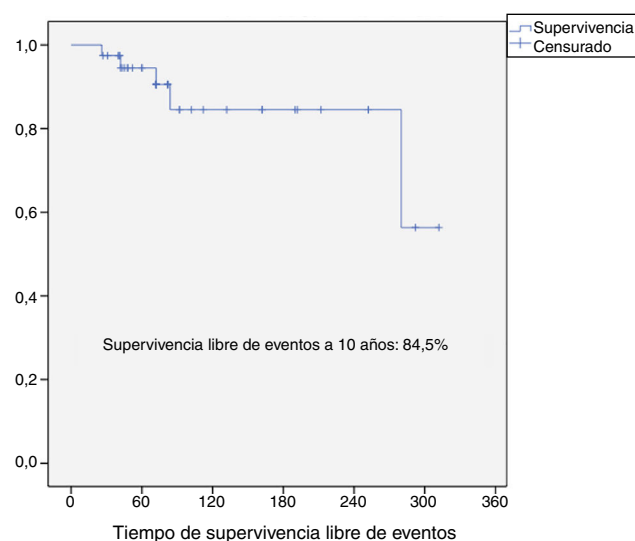
**Figura 2** Gráfico de Kaplan-Meier para la supervivencia global de la serie.

en un caso y 3 pacientes presentaron Henderson tipo 5 fracaso (recidiva local). Dos pacientes reconstruidos con un sistema compuesto prótesis-injerto tuvieron 2 fracasos: un aflojamiento aséptico (Henderson 2B) y una reabsorción del homoinjerto (Henderson tipo 3B) (tabla 1).

Resultados oncológicos

La supervivencia global de la serie a 10 años para toda la serie fue del 94,5% (IC 95%: 86-100) y la supervivencia libre de enfermedad a 10 años fue del 84,5% (IC 95%: 77-99) (figs. 2 y 3). Todos los pacientes con condrosarcoma del húmero proximal de bajo, intermedio o alto grado estaban vivos en el último seguimiento. Sin embargo, los 2 pacientes con condrosarcoma desdiferenciado fallecieron a los 26 y 42 meses del diagnóstico producto de metástasis pulmonares.

Ninguno de los pacientes con diagnóstico de condrosarcoma del húmero proximal incluidos en el estudio presentó

**Figura 3** Gráfico de Kaplan-Meier que evidencia la supervivencia libre de eventos de la serie.

metástasis en el diagnóstico y solo 3 de ellos desarrollaron metástasis pulmonar durante el seguimiento. Los pacientes con metástasis pulmonar recibieron tratamiento quimioterápico con el esquema adriamicina + ifosfamidina.

La probabilidad de desarrollar metástasis para el condrosarcoma proximal del húmero grado 1 y grado 2 fue del 0% (0/33), del 50% para el grado 3 (1/2) y del 100% (2/2) para los pacientes con condrosarcoma desdiferenciado.

Cinco pacientes (13%) desarrollaron recidiva local (2 de 15 grado 2, uno de 2 grado 3 y 2 de 2 desdiferenciados) a un tiempo promedio de 39 meses (rango, 6-94). Ninguno de los pacientes con condrosarcoma de grado 1, independientemente de que fueran tratados con raspado o resección en bloque, presentaron una recurrencia local al momento del último control. Todos los pacientes con recurrencia local fueron tratados quirúrgicamente con una nueva cirugía oncológica, con el fin de lograr una resección completa con márgenes libres. En 4/5 pacientes, el procedimiento de rescate de la extremidad fue posible mientras que un paciente necesitó una desarticulación de la extremidad superior

debido al compromiso vascular y extensión del tumor. No se utilizó quimioterapia o radioterapia para el tratamiento de recurrencia en esta serie. El diagnóstico histológico de recurrencia local mostró que un paciente presentó un grado más alto en comparación con el diagnóstico original (grado 3A desdiferenciado).

Discusión

El húmero proximal es un lugar común para el desarrollo de sarcomas y el 15% corresponden a condrosarcomas⁹. El hecho de que la quimioterapia o la radioterapia hayan mostrado poco éxito en el manejo de este tipo de tumor hace que la resección quirúrgica sea el tratamiento de elección^{15,16}. Presentamos un grupo de 37 pacientes con diagnóstico histológico de condrosarcoma localizado en el húmero proximal y tratados quirúrgicamente, y analizamos sus resultados clínicos y oncológicos.

La desarticulación escapulohumeral ha sido el tratamiento de elección para este grupo de pacientes durante varias décadas^{3,4}. Sin embargo, el desarrollo de nuevas técnicas quirúrgicas y la introducción de nuevos métodos de diagnóstico permiten hoy realizar cirugías de salvamento de la extremidad en la mayoría de los pacientes, como se evidencia en esta serie (35 de 37 pacientes)⁵. La desarticulación escapulohumeral estaría indicada en la actualidad únicamente en los casos en los que el paquete vascular axilar o el plexo braquial se encuentren comprometidos. La indicación para realizar una resección intralesional (raspado) o una resección oncológica en bloque depende no solo del grado histológico del tumor, sino también de las condiciones imagenológicas tales como festoneado cortical, tamaño tumoral, invasión de los tejidos blandos, o extensión articular, así como de la característica clínica de presencia de dolor¹⁷⁻¹⁹. Donati et al. han reportado en su serie de 31 pacientes que los criterios de agresividad más importante para los condrosarcomas grado 1 fueron la erosión cortical y la deformidad ósea²⁰.

La tasa de supervivencia global en nuestra serie fue del 94,5% a 10 años, similar a otras publicaciones. Sabemos que el condrosarcoma del húmero proximal presenta mejores resultados oncológicos en comparación con otros huesos largos⁹. Mourikis et al., en su serie de 31 pacientes con condrosarcoma del húmero proximal, informaron una tasa de supervivencia del 96% y acordaron que el condrosarcoma del húmero proximal parece ser menos agresivo y maligno que los condrosarcomas en otros sitios (pelvis, columna vertebral y huesos de otras extremidades)⁹.

El grado histológico y la ubicación se han descrito como factores pronósticos importantes para el condrosarcoma¹⁷⁻²³. Los condrosarcomas de alto grado y los condrosarcomas desdiferenciados tienen un pronóstico pobre con tasas de supervivencia más bajas. Los principales factores pronósticos negativos para la supervivencia global que se han reportado son el grado tumoral y ubicación axial/pelvis²¹.

Nuestra tasa de fracasos de reconstrucción en cirugías de salvamento de la extremidad, después de resecciones en bloque, fue del 27% a los 5 años y del 34% a los 10 años. La reconstrucción del húmero proximal luego de la resección de un tumor agresivo ha sido tema de

debate. Se han descrito diferentes técnicas, incluyendo reconstrucciones biológicas (peroné vascularizado, peroné libre y homoinjertos osteoarticular), reemplazo endoprotésico o la combinación de ambas^{9,24-27}. El escaso número de estudios y el bajo número de pacientes incluidos en todos ellos hacen difícil establecer una conclusión en términos de resultados. Cabe destacar que no fue posible de realizar en nuestra serie un análisis detallado del tipo de reconstrucción con relación a la tasa de falla por el bajo número y esto representa una limitación del estudio.

El raspado intralesional fue considerado como una opción solo para pacientes con condrosarcoma grado 1. En nuestra serie, las resecciones intralesionales para condrosarcoma de bajo grado ha demostrado ser un procedimiento seguro para los huesos largos, con bajo riesgo de recurrencia sin importar las diferentes terapias adyuvantes que se han utilizado (fenol, cemento, criocirugía)^{22,23,28-30}. Sin embargo, 5 pacientes con condrosarcoma de bajo grado fueron tratados con resección en bloque, previa discusión en ateneo multidisciplinario debido a los hallazgos radiológicos sospechosos de posible mayor agresividad (tamaño > 5 cm, festoneado cortical, edema en la resonancia magnética o hipercaptación en la gammagrafía ósea)²⁰. Por otro lado, todos sabemos que los márgenes libres después de una resección oncológica minimizan el desarrollo de recurrencia local³⁻⁵. Si bien se lograron márgenes libres de tumor en los 25 pacientes tratados con resecciones en bloque, 5 de ellos desarrollaron una recurrencia local. Ninguno de los pacientes con condrosarcoma de grado 1 del húmero proximal presentó recidiva local o metástasis a distancia. De acuerdo con nuestros hallazgos, la recurrencia y la enfermedad a distancia parecen estar significativamente relacionadas con el grado histológico en los condrosarcomas del húmero proximal. Las resecciones oncológicas en bloque o resecciones radicales son cirugías complejas, que demandan resecciones musculares extensa, un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias y peores resultados funcionales, por lo que deben ser cuidadosamente indicados en pacientes con condrosarcomas de bajo grado en el húmero proximal, de acuerdo con la baja tasa de recurrencia y probabilidad de metástasis que estos tumores presentan²¹⁻³⁰. Cabe destacar que la posibilidad de tener diferentes diagnósticos entre la biopsia y los resultados histológicos posterior a la resección final reportado previamente hace aun más complicado el manejo de este grupo de lesiones^{12,13}.

Reconocemos las limitaciones de nuestro estudio por ser un diseño retrospectivo e incluir pacientes tratados con diferentes técnicas reconstructivas durante un largo periodo de tiempo (23 años). Sin embargo, los resultados oncológicos y quirúrgicos del condrosarcoma de húmero proximal han sido poco reportados en la literatura.

Conclusión

El condrosarcoma del húmero proximal presenta altas tasas de supervivencia (supervivencia global de la serie a 10 años: 94,5%) y mejor pronóstico oncológico en comparación con los condrosarcomas localizados en otros huesos largos. El tratamiento de indicación siempre es quirúrgico ya que son resistentes a la quimioterapia y radioterapia. Para los condrosarcomas grado 1, el raspado y relleno con injerto óseo

de banco es un procedimiento seguro, con bajo riesgo de complicaciones y recurrencia local, y debe ser la primera indicación para este grupo de tumores. La reconstrucción del húmero proximal después de una resección en bloque de un condrosarcoma tiene una tasa de fracaso del 27% a 5 años y del 34% a 10 años.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos no tener conflicto de intereses con respecto a este trabajo.

Bibliografía

- Dahlin D. Bone tumors: general aspects and data on 6221 cases. Springfield (IL): Charles C. Thomas; 1978.
- Björnsson J, McLeod RA, Unni KK, Ilstrup DM, Pritchard DJ. Primary chondrosarcoma of long bones and limb girdles. *Cancer*. 1998;83:2105–19.
- Eriksson A, Schiller A, Mankin HJ. The management of chondrosarcoma of bone. *Clin Orthop Rel Res*. 1980;153:44–66.
- Gitelis S, Bertoni F, Picci P, Campanacci M. Chondrosarcoma of bone: The experience at the Istituto Ortopedico Rizzoli. *J Bone J Surg Am*. 1981;63:1248–57.
- Fiorenza E, Abudu A, Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM, Ayoub K, et al. Risk factors for survival and local control in chondrosarcoma of bone. *J Bone J Surg Br*. 2002;84:93–9.
- Mankin HJ. Editorial: Chondrosarcoma of digits: are they really malignant? *Cancer*. 1999;86:1635–7.
- Bovée JV, van der Heul RO, Taminiau AH, Hogendoorn PC. Chondrosarcoma of the phalanx: A locally aggressive lesion with minimal metastatic potential: A report of 35 cases and a review of the literature. *Cancer*. 1999;86:1724–32.
- Pring ME, Weber KL, Unni KK, Sim FH. Chondrosarcoma of the pelvis. A review of sixty-four cases. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83-A:1630–42.
- Mourikis A, Mankin HJ, Horneck FJ, Raskin KA. Treatment of proximal humeral chondrosarcoma with resection and allograft. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007;16:519–24.
- Bertoni F, Bacchini P, Hogendoorn PCW. Chondrosarcoma. En: Fletcher CDM, Unni KK, Mertens F, editores. *World Health Organization Classification of Tumours. Pathology and genetics of tumours of soft tissue and bone*. Lyon, France: IARC Press; 2002. p. 247–51.
- Jo VY, Doyle LA. Refinements in sarcoma classification in the current 2013 World Health Organization classification of tumours of soft tissue and bone. *Surg Oncol Clin N Am*. 2016;25:621–4.
- Douis H, Singh L, Saifuddin A. MRI differentiation of low-grade from high-grade appendicular chondrosarcoma. *Eur Radiol*. 2014;24:232–40.
- Ferrer-Santacreu EM, Ortiz-Cruz EJ, Gonzalez-Lopez JM, Perez Fernandez E. Enchondroma versus low-grade chondrosarcoma in appendicular skeleton: Clinical and radiological criteria. *J Oncol*. 2012;2012:437958.
- Henderson ER, O'Connor MI, Ruggieri P, Windhager R, Funovics PT, Gibbons CL, et al. Classification of failure of limb salvage after reconstructive surgery for bone tumours: A modified system Including biological and expandable reconstructions. *Bone Joint J*. 2014;96-B:1436–40.
- Italiano A, Mir O, Cioffi A, Palmerini E, Piperno-Neumann S, Perrin C, et al. Advanced chondrosarcomas: Role of chemotherapy and survival. *Ann Oncol*. 2013;24:2916–22.
- Moussavi-Harami F, Mollano A, Martin JA, Ayoub A, Domann FE, Gitelis S, et al. Intrinsic radiation resistance in human chondrosarcoma cells. *Biochem Biophys Res Commun*. 2006;346:379–85.
- Bindiganavile S, Han I, Yun JY, Kim HS. Long-term outcome of chondrosarcoma: A single institutional experience. *Cancer Res Treat*. 2015;47:897–903.
- Leerapun T, Hugate RR, Inwards CY, Scully SP, Sim FH. Surgical management of conventional grade I chondrosarcoma of long bones. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;463:166–72.
- Lee FY, Mankin HJ, Fondren G, Gebhardt MC, Springfield DS, Rosenberg AE, et al. Chondrosarcoma of bone: An assesment of outcome. *J Bone J Surg Am*. 1999;81:326–38.
- Donati D, Colangeli S, Colangeli M, si Bella C, Bertoni F. Surgical treatment of grade I central chondrosarcoma. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:581–9.
- Nota SP, Braun Y, Schwab JH, van Dijk CN, Bramer JA. The Identification of Prognostic Factors and Survival Statistics of Conventional Central Chondrosarcoma. *Sarcoma*. 2015;2015:623746.
- Chen X, Yu LJ, Peng HM, Jiang C, Ye CH, Zhu SB, et al. Is intralesional resection suitable for central grade 1 chondrosarcoma: A systematic review and updated meta-analysis. *Eur J Surg Oncol*. 2017;43:1718–26.
- Souna BS, Belot N, Duval H, Langlais F, Thomazeau H. No recurrences in selected patients after curettage with cryotherapy for grade I chondrosarcomas. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:1956–62.
- Wang B, Wu Q, Liu J, Yang S, Shao Z. Endoprosthetic reconstruction of the proximal humerus after tumour resection with polypropylene mesh. *Int Orthop*. 1995;39:501–6.
- Abdeen A, Healey JH. Allograft-prosthesis composite reconstruction of the proximal part of the humerus: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92 Suppl 1 Pt 2:188–96, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.J.00167>
- 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 Joint Surg Am*. 1999;81:1138–46.
- Kumar D, Grimer RJ, Abudu A, Carter SR, Tillman RM. Endoprosthetic replacement of the proximal humerus. Long term results. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85:717–22.
- Verdegaal SH1, Brouwers HF, van Zwet EW, Hogendoorn PC, Taminiau AH. Low-grade chondrosarcoma of long bones treated with intralesional curettage followed by application of phenol, ethanol, and bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94:1201–7.
- Hanna SA, Whittingham-Jones P, Sewell MD, Pollock RC, Skinner JA, Saifuddin A, et al. Outcome of intralesional curettage for low-grade chondrosarcoma of long bones. *Eur J Surg Oncol*. 2009;35:1343–7.
- Van der Geest IC, de Valk MH, de Rooy JW, Pruszczynski M, Veth RP, Schreuder HW. Oncological and functional results of cryosurgical therapy of enchondromas and chondrosarcomas grade 1. *J Surg Oncol*. 2008;98:421–6.