

Tratamiento quirúrgico de los tumores óseos en pediatría

ANA LAMELAS, FRANCISCO LUCERO SAÁ, CAROLINA SUAREZ

A partir de los trabajos de Simon en 1988 y 1994, y la posterior experiencia de los principales centros en el tratamiento de patología tumoral, ha quedado claramente establecido que la implementación de cirugías de salvataje de miembros no incide negativamente en el pronóstico de vida de los pacientes con tumores óseos de las extremidades.^{1,2}

La esperanza de vida en estos pacientes se ha incrementado notablemente en los últimos decenios, gracias a la aplicación de poliquimioterapia. Mientras que la supervivencia en el sarcoma de Ewing, a los 5 años, era sólo del 16% en la era prequimioterapia, ha alcanzado un 54% en la actualidad, cuando el control local se obtiene mediante cirugía, con el agregado de radioterapia o sin él. La supervivencia en el osteosarcoma es aún más elevada y alcanza un 74% en las series de los mejores centros.^{3,4}

El advenimiento de sofisticadas técnicas de imágenes ha permitido aplicar en más pacientes procedimientos de salvataje de miembros con mayor seguridad.⁵ Hace dos décadas sólo se contaba con la imagen radiográfica a la hora de realizar una resección oncológica de un tumor óseo. Actualmente, se considera imposible la planificación de una cirugía de este tipo sin contar con las imágenes de una resonancia magnética de buena calidad. Este estudio permite evaluar la extensión tumoral hacia partes blandas, la invasión del canal medular y si hay compromiso del pedículo vasculonervioso.

Hoy en día, cerca del 90% de los casos son pasibles de ser resecados y reconstruidos mediante alguna de las técnicas disponibles, que pueden variar según cada caso en particular y las preferencias del equipo tratante.

A partir de las primeras décadas del siglo XX comenzaron a delinearse las premisas del salvataje de miembros. Phemister estableció que esta cirugía debía ser "oncológicamente justificada, ortopédicamente aceptada y diseñada para cada paciente en particular".

Desde entonces, y sin que estos principios perdieran vigencia, esta cirugía fue haciéndose cada vez más frecuente para el tratamiento de los tumores óseos de los miembros, dejando reservadas las cirugías mutilantes sólo para los casos especiales.

El salvataje de miembros se basa en una selección racional de los pacientes de acuerdo a las características clínicas, sitio de afectación, extensión local y sistémica.^{6,7}

Para la planificación quirúrgica es de fundamental importancia la estadificación preoperatoria de acuerdo a los estudios de extensión realizados al ingreso y preoperatorios, una vez cumplimentada la quimioterapia preoperatoria o neoadyuvancia.

Se aplica para esto la estadificación diseñada por Ennekin en 1986 que se basa en el grado histológico y la extensión de la lesión, de acuerdo a los estudios por imágenes. *Tabla 1.*^{8,9}

La cirugía de los tumores óseos consiste en la eliminación de la masa tumoral primaria con adecuado margen de seguridad. Es de vital importancia para el pronóstico de vida del paciente poder garantizar este margen, ya que la aparición de recidivas locales

Tabla 1

I A	Bajo grado intracompartimental
II A	Alto grado extracompartimental
I B	Alto grado intracompartimental
II B	Alto grado extracompartimental
III A	Presencia de metástasis intracompartimental
III B	Extracompartimental más metástasis

tiene una incidencia negativa sobre éste. Por lo tanto nunca debe supeditarse la resección al método reconstructivo, sino de manera inversa, la planificación de la reconstrucción deberá basarse en la primera. Es decir, una vez realizada la eliminación de la masa primaria con margen oncológico se considerará qué método reconstructivo aporta mayor funcionalidad y beneficios.

La resonancia nuclear magnética es fundamental en esta etapa del tratamiento puesto que aporta, cuando es de buena calidad, una completa información en imagen tridimensional de la situación local del hueso afectado. Los cortes coronales, axiales y sagitales permiten evaluar en forma completa hacia dónde crece el tumor, si compromete o no el pedículo vasculonervioso, la extensión del compromiso medular y la presencia de *skip* metástasis (metástasis saltatorias). Estas son localizaciones tumorales separadas de la masa principal que pueden presentarse dentro del mismo hueso, o aún saltando una articulación hacia el adyacente. Para evitar omitir su presencia el estudio debe mostrarnos el miembro en su totalidad.^{10,11}

En este punto también se hace evidente la importancia del trabajo multidisciplinario entre el cirujano y el especialista en diagnóstico por imágenes, para obtener el mayor provecho del método.

La planificación preoperatoria es un momento en que el cirujano oncológico pone en juego toda su experiencia y conocimientos, ya que al tener en cuenta la importancia de garantizar un adecuado margen, debe considerar todos los factores que se dan en forma única para ese paciente y su diagnóstico y aplicar el método que le proporcione mayor funcionalidad. Existen, de acuerdo a la descripción de Enneking en 1983, cuatro tipos de márgenes quirúrgicos:

a) Intralesional: cuando la escisión pasa a través de tejido tumoral, no garantizando de esta manera la completa remoción del tejido afectado (este margen es sólo aceptable en lesiones de características benignas).

b) Marginal: el tumor es removido por completo a lo largo de la cápsula o pseudo cápsula. De esta manera cualquier nódulo "satélite" de la periferia tumoral puede permanecer sin reseca dentro de compartimiento.

c) Amplio: la disección es intracompartimental pero el tumor es removido en bloque y la sección pasa por fuera de la zona reactiva. Un margen de tejidos blandos y óseos sanos es removido conjuntamente con la pieza. La mayor parte de las resecciones de tumores de los miembros son de este tipo.

d) Radical: se trata de una disección extracompartimental. Existen barreras naturales (articulaciones, fascias, periostio) entre el tumor reseca y los tejidos remanentes. Aunque habitualmente se consideran las amputaciones como procedimientos radicales, no siempre los son y esta clasificación de márgenes puede aplicarse tanto a las resecciones tumorales, como a las amputaciones y desarticulaciones. Una amputación que se realice a través de la zona reactiva será clasificada como "marginal". La mayor parte de las amputaciones son resecciones amplias ya que atraviesan la médula del hueso afectado.^{7,12}

Los márgenes de resección en el osteosarcoma deben ser amplios o radicales. El uso de quimioterapia neoadyuvante ha mejorado la reseabilidad de este tumor, determi-

Tabla 2. Procedimientos quirúrgicos en relación a los márgenes

Margen	Salvataje de miembros	Cirugía ablativa
Intralesional	Curetaje intracapsular	amputación a través del tejido tumoral
Marginal	Resección o escisión a través del tejido reactivo	Amputación a través del tejido reactivo
Amplio	Resección en bloque a través del tejido sano no del hueso afectado	Amputación a través del tejido óseo
Radical	Resección en bloque de todo el compartimiento	Desarticulación

nando con más claridad los límites tumorales y proporcionando mayor seguridad en la disección.

La definición de márgenes logrados debe ser realizada luego de la resección del tumor, por el cirujano y el patólogo especializado.

El cirujano debe estudiar tanto la pieza como el lecho quirúrgico y señalar cualquier zona dudosa con respecto los márgenes, tomando una muestra y señalando su procedencia cuidadosamente. Con posterioridad, mediante el estudio histológico de los márgenes se corroborará la impresión macroscópica.¹³

La pieza extraída también es estudiada por el anatomopatólogo para realizar el estudio del porcentaje de necrosis. Este es un dato pronóstico de fundamental importancia. Este estudio se realiza mediante un mapeo del espécimen y un conteo de las células tumorales viables por sectores. Se considera que el osteosarcoma presenta alrededor del 60% de necrosis de manera espontánea, y sólo valores de más del 95% de necrosis tumoral son de buen pronóstico. Por otra parte, este estudio es una prueba "in vivo" de la efectividad de la quimioterapia. Valores bajos de necrosis tumoral son indicativos de una mala repuesta y, por consiguiente, un pobre pronóstico y determinan generalmente cambios del protocolo quimioterápico que se aplicará en forma posoperatoria.^{14,15}

SALVATAJE DE MIEMBROS EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA

La difusión de estas técnicas que, con la posibilidad de conservar el miembro afectado por un tumor maligno no están exentas de complicaciones, necesariamente se ha extendido a la población pediátrica. Ante el promisorio avance de los injertos masivos, los materiales y diseños de nuevas prótesis, los cirujanos oncológicos afrontan el desafío de realizar reconstrucciones en niños cada vez más pequeños, cuando las condiciones locales lo permiten. La difusión de la información a través de medios de acceso masivo como Internet, también ha provocado una demanda específica de los padres de niños con tumores óseos, en el sentido de evitar cirugías mutilantes.

El paciente con esqueleto inmaduro agrega una particular dificultad al ya complejo problema de la reconstrucción posterior a la

resección de los tumores óseos malignos. La literatura describe un 24% de complicaciones de la cirugía de salvataje en general, porcentaje que se duplica cuando se trata de niños menores de 10 años. Las infecciones, pseudoartrosis, fracturas, aflojamientos se presentan con igual frecuencia que en el paciente adulto, pero la discrepancia progresiva por el necesario sacrificio de las fisis fértiles, es privativa del paciente pediátrico.^{16,17}

La rodilla es la localización preferencial para el osteosarcoma, el tumor óseo primario más frecuente en la segunda década, aunque con un número considerable de casos en niños entre 8 y 13 años, según nuestra serie. El sarcoma de Ewing, si bien afecta a niños de más corta edad, tiene con mayor frecuencia localizaciones más diafisarias que permiten resecciones intercalares respetando las fisis. El osteosarcoma compromete en más del 80% de los casos el cartílago de crecimiento.

La rodilla es a su vez la llave del crecimiento en largo del miembro inferior. Las fisis fértiles responsables del 70% del largo final se reparten entre el fémur distal y la tibia proximal, quedando apenas el 15% de aporte en la cadera y el restante 15% en el tobillo. Se considera que la rodilla aporta en promedio 2 cm de longitud al miembro por año de crecimiento, mientras el tobillo y la cadera aportan en conjunto el 1,4% en igual período.

Tradicionalmente se consideraba que el cartílago de crecimiento constituía una barrera para el avance del tumor. Sin embargo, ya en 1980, época en que la estadificación preoperatoria mediante RMN no era rutinaria, Simon publica un estudio sobre 26 pacientes con osteosarcoma¹⁸ en esqueleto inmaduro, en los cuales se estudiaron las piezas quirúrgicas con el objeto de evaluar cuan efectivo era el cartílago fisario para frenar la diseminación del osteosarcoma. Se concluyó que, en la mayoría de los casos, éste era traspasado por el tumor. Sobre los 26 casos, en 3 no se hallaba perforado, en 4 presentaba invasión microscópica y en 19 invasión macroscópica, con avance sobre el núcleo epifisario. La hipótesis clásica sostenía que la hialunoridasa presente en el cartílago fisario prevenía la diseminación de las células tumorales. Posteriormente se concluyó y se sostiene en la actualidad,¹⁸ que la angiogénesis propia del crecimiento tumoral genera vasos de neoformación que atraviesan el cartílago fisario, que naturalmente se halla permeable en el esqueleto inmaduro.

La RMN permite también detectar el compromiso epifisario en forma preoperatoria con gran exactitud.¹⁵ Es posible afirmar que si bien existe cierto freno dado por el cartílago de crecimiento entre la metáfisis y con la epífisis, este límite es violado por el tumor con mucha mayor frecuencia de lo que antes se creía.¹⁴

La necesidad de realizar la resección de la masa tumoral primaria con márgenes amplios por una parte, y la reconstrucción mediante prótesis que se fijan tanto en fémur como en tibia, hace necesario sacrificar el cartílago de crecimiento del hueso afectado y, al menos, pone en riesgo el hueso del adyacente.¹⁹

En el caso del sarcoma de Ewing la aplicación de tratamiento radiante aunque se realice tratando de restringir el campo y así evitar efectos secundarios periféricos, generalmente conlleva la pérdida de la fertilidad de los cartílagos más activos.¹⁷ Si bien en los últimos años la cirugía ha ganado terreno en el control local de este tumor, no son pocos los casos en que ante la sospecha de contaminación de los márgenes quirúrgicos (por otra parte siempre menos definidos que los del osteosarcoma), se indique radioterapia a dosis parcial o completa, lo cual necesariamente suma un efecto deletéreo sobre el cartílago de crecimiento.¹⁷

Si bien la incidencia del osteosarcoma se da en los pacientes adolescentes que se encuentran cercanos al fin de su desarrollo esquelético, un número considerable de casos afectan a pacientes menores de 11 años quienes tienen por delante el pico del crecimiento puberal. En ellos la complicación prin-

cipal a tener en cuenta es la discrepancia en la longitud final del miembro. Cuando ésta se presenta en el miembro superior es perfectamente tolerada, reviste en el miembro inferior una limitación no solo estética sino funcional, dando lugar al uso de suplementos que si exceden los 5 cm se hacen difíciles de manejar. Debido a esta situación las cirugías ablativas, ya sean amputaciones o desarticulaciones, han sido históricamente indicadas con más frecuencia en estos pacientes que en el grupo de la segunda década.

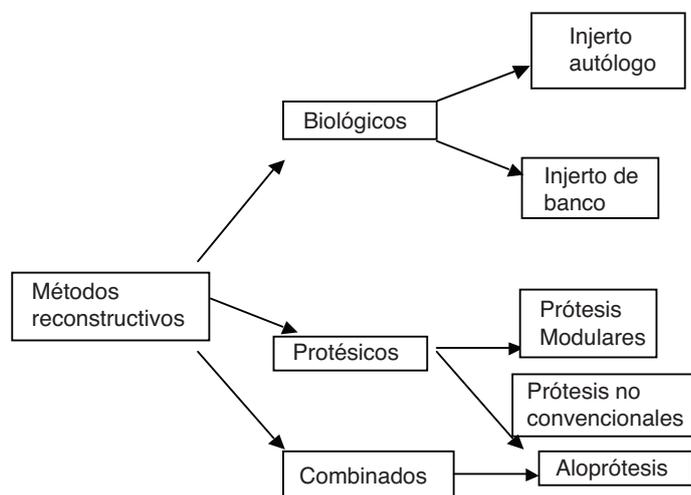
MÉTODOS RECONSTRUCTIVOS

Las cirugías mutilantes son hoy menos frecuentes. Algunas indicaciones tradicionales hoy han dejado de ser absolutas para transformarse en relativas. Sin embargo, esas técnicas guardan su lugar en el tratamiento de los tumores óseos y, en algunos casos, son la única forma de garantizar la eliminación de la masa primaria.

Está indicada la amputación o desarticulación en las siguientes circunstancias: compromiso de pedículos vasculonerviosos, imposibilidad de cobertura cutánea, recidiva local y progresión de enfermedad intraquimioterapia.²⁰

Con respecto a los métodos reconstructivos debe recordarse la premisa ya expresada, con respecto a no perder de vista el objetivo principal de la cirugía, que es garantizar márgenes macro y microscópicamente libres de células tumorales.

Figura 1. Las opciones reconstructivas



Una vez lograda la resección oncológica del tumor primario existen distintos métodos reconstructivos que se aplicarán en cada caso de acuerdo a las necesidades locales y funcionales. (Figura 1)

El uso de injertos óseos permite reconstrucciones biológicas más anatómicas, pero se requiere contar con un banco de huesos provisto de variedad de piezas. Permite gran versatilidad en las reconstrucciones y sacrifica menos los segmentos sanos. Implica un período prolongado de incapacidad para la marcha del paciente, hasta que se produzca la consolidación del injerto. Presenta un mayor índice de complicaciones en el seguimiento temprano (infecciones, aflojamiento aséptico de los materiales de osteosíntesis, fracturas o reabsorción del injerto). Una vez superados los primeros meses del seguimiento, el porcentaje de complicaciones disminuye lográndose muy buenos resultados a largo plazo.

Las reconstrucciones con injerto óseo pueden ser: artrodesis, osteoarticulares o intercalares, de acuerdo al segmento afectado por la resección tumoral. Las reconstrucciones intercalares reemplazan un segmento que no incluye superficies articulares, por lo que son las de mejor pronóstico y menos complicaciones. Las reconstrucciones osteoarticulares al reemplazar dichas superficies producen a la larga su desgaste y deformidad. Aunque por tratarse de superficies denervadas el paciente no suele tener dolor, en los últimos años se ha tendido al uso de prótesis de superficie en combinación con el injerto para lograr mayor duración y mejor función.

En los pacientes más pequeños se dan los mayores dilemas en cuanto al tratamiento local. Las reconstrucciones deben tener en cuenta el crecimiento remanente del miembro, que en algunos casos puede generar discrepancias de más de 15 cm al final del crecimiento, cuando se trata de pacientes menores de 10 años, al inicio de la enfermedad.

Si bien los niños por debajo de 5 años son afectados con muy poca frecuencia,¹⁶ es en estos casos cuando los problemas reconstructivos son más graves. En la serie del Saint Jude, publicada en 2006, se hace referencia a las características de este grupo etario, que clásicamente tiene un mal pronóstico. En los últimos años, gracias a la mejor dosificación de la quimioterapia por el advenimiento del metotrexato en altas dosis, han disminuido sus complicaciones. Sobre 470 pacientes sólo 8 fueron menores de 5 años y aunque los

síntomas de presentación fueron similares, la fractura patológica se observó con mayor frecuencia quizás debido a que la forma más osteolítica del osteosarcoma, el telangicatásico, también fue más frecuente que en el adulto (25% versus 11%).²¹ Del estudio de esta serie surge la tendencia a abandonar los métodos mutilantes a favor del salvataje de miembros. La edad ha dejado de ser una contraindicación, si bien su asociación con un mayor porcentaje de fractura patológica ha inclinado la balanza hacia las amputaciones.

OPCIONES TERAPÉUTICAS EN PACIENTES DE LA PRIMERA DÉCADA

Ya nos hemos referido a las amputaciones y desarticulaciones que no deben dejar de tenerse en cuenta como adecuado tratamiento primario o secundario,²⁰ en caso de mala evolución de un salvataje de miembros. Por otra parte, las localizaciones por debajo de rodilla tienen un funcionamiento excelente luego de una amputación y, por el contrario, un porcentaje altísimo de complicaciones cuanto más distales, cuando se realizan reconstrucciones ya sea con prótesis o hueso de banco.²²

Las indicaciones actuales de la amputación se dividen en absolutas y relativas; entre las primeras están la progresión de enfermedad intraquimioterapia, la fractura patológica con gran contaminación de partes blandas, el compromiso de pedículos vasculonerviosos o el compromiso cutáneo que impida la cobertura.

Los diseños protésicos han evolucionado en los últimos años lográndose prótesis más resistentes y livianas y con una mayor durabilidad. Las utilizadas tradicionalmente llamadas "custom made" o no convencionales, son diseñadas para cada paciente de acuerdo a la resección planeada. Requieren mayor tiempo para fabricarlas y es necesario un trabajo conjunto del área técnica y el cirujano para arribar a un resultado final satisfactorio. Se provee una única prótesis para cada cirugía y no está previsto modificar la resección por hallazgos intraoperatorios. Para resolver estos inconvenientes se diseñaron las llamadas prótesis modulares que permiten contar inmediatamente con el set completo en el quirófano. Por su característica modular pueden realizarse cambios en la magnitud de la resección decididos en el acto operatorio. Luego de definida la resección la prótesis se arma ensamblando componentes

de diferentes medidas para adaptarse a la resección realizada.

En los casos en que deban sacrificarse segmentos óseos que incluyan superficies articulares puede recurrirse a la combinación de prótesis e injerto óseo, llamadas aloprótesis, que intentan combinar las ventajas de ambos sistemas.¹⁷

En cualquier caso es importante tener presente que el método reconstructivo elegido debe ser diseñado para cada paciente en particular, teniendo en cuenta tanto las condiciones locales del tumor y del miembro a reconstruir, como las físicas y psicosociales del paciente.

Como se indicara precedentemente, la aplicación de los métodos reconstructivos en Pediatría requiere tener en cuenta como factor primordial el crecimiento remanente del miembro y la futura discrepancia de longitud que éste generará. De acuerdo a los cartílagos que deban sacrificarse en la resección sabremos, teniendo en cuenta los datos conocidos y la magnitud de la discrepancia a manejar en el futuro. (*Figura 2*)

Los tipos de resección son:

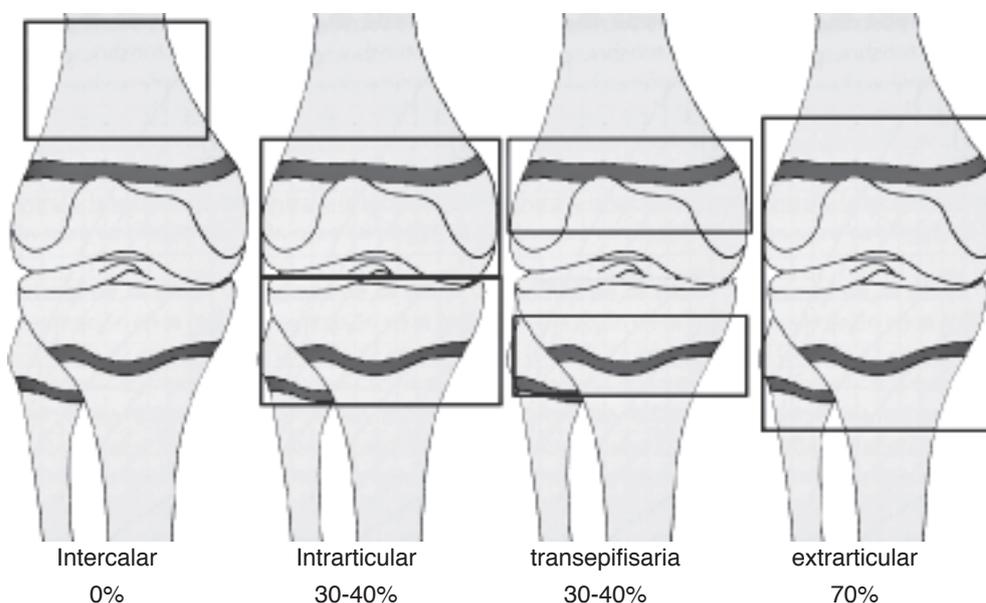
1) Intercalar: Se reseca un segmento óseo que no incluye ninguna articulación. Se aplica en tumores diafisarios, no sacrifica cartílagos por lo que no produce discrepancia.

2) Intrarticular: Son las resecciones más frecuentes. Se remueve todo el extremo distal del hueso pasando por la interlínea articular. Esto necesariamente incluye (en las localizaciones vecinas a la rodilla) el cartílago de crecimiento del fémur o de la tibia, con el consiguiente impacto en la longitud final del miembro.

Actualmente se ha extendido el uso de prótesis totales que al tomar el hueso opuesto como punto de fijación comprometen también su fisis. Dentro de este tipo de resecciones se encuentran las llamadas transepifisarias que están indicadas para aquellos casos en que la epífisis no se encuentra invadida, o lo está en un grado moderado. Si bien no modifica la pérdida de la placa de crecimiento, conserva todo el aparato ligamentario de la rodilla, lo cual aporta muy buena funcionalidad.

3) Extrarticular: Es la resección en bloque de toda la articulación sin abrirla. Se aplica en los raros casos en que ésta se encuentra invadida por el tumor. Es un método técnicamente demandante en general, que requiere reconstrucciones mediante artrodesis ya sea protésica o con injerto.

Figura 2.



Dentro de los métodos reconstructivos clásicamente descritos para niños se encuentra la cirugía de Van Nes o rotación plástica. Inicialmente fue descrita por Borggreve en 1930 para tratar las deficiencias focales del fémur proximal, una patología que genera en sus grados severos acortamientos imposibles de compensar o resolver quirúrgicamente. Esta cirugía fue difundida en la literatura inglesa por Van Nes en 1950, y quedó identificada con este nombre.^{23,24}

En 1970, Kotz adapta esta técnica a los principios de la cirugía tumoral para el tratamiento de los tumores de fémur distal.

Se trata en realidad de una amputación intercalar más que de un método de salvataje propiamente dicho. Transforma una amputación supracondílea o femoral alta en una por debajo de la rodilla, girando el tobillo 180° y usándolo como rodilla.

Es muy funcional con un bajo índice de complicaciones. Se trata de una reconstrucción biológica y por lo tanto definitiva y tolera sin desgaste la alta demanda mecánica presente en los niños e individuos jóvenes, una vez que han superado la enfermedad.

Sus indicaciones son los tumores de gran tamaño, la deficiencia de cobertura cutánea y también el fallo de otros métodos reconstructivos.

A pesar de todas estas ventajas no es una cirugía muy popular en nuestro medio, debido al aspecto extraño que presenta su resultado final. En los países anglosajones este tema es tenido en cuenta, pero se hace referencia a que los pacientes privilegian lo funcional sobre el mismo.

COMPLICACIONES

El salvataje de miembros es una cirugía muy compleja y demandante que presenta un alto índice de complicaciones ya sean estas intraoperatorias, como tempranas o alejadas.

En general, las prótesis aventajan a los injertos en la rápida rehabilitación y la reincorporación del paciente a sus actividades habituales.²⁴ Estos factores son tanto más importantes cuanto peor sea el pronóstico, ya que es criterio de aplicación que la sobrevida cuando se espera breve revista la menor incapacidad posible.

Sin embargo, la menor tasa de complicaciones tempranas y en el mediano plazo se ve acompañada por un creciente número de

aflojamientos, rupturas protésicas y fracturas periprotésicas a medida que la sobrevida se prolonga. Esto ensombrece el pronóstico a largo plazo.^{2,22} Es esperable la aparición de este tipo de complicaciones luego de los primeros 5 años de posoperatorio. Sin embargo, la duración de la reconstrucción está directamente relacionada con la magnitud y la rigidez de ésta. Cuando más del 60% de la longitud del hueso debe ser reemplazada, las complicaciones de este tipo son mucho más frecuentes.

El porcentaje de complicaciones de las cirugías de salvataje de miembros alcanza al 24% en general en la población adulta. Las complicaciones se distribuyen de acuerdo a los siguientes guarismos.

COMPLICACIONES DEL SALVATAJE

(24%)

- Aflojamientos asépticos..... 20%
- Infección 12%
- Fatiga material, fallo mecánico..... 21%
- Fracturas periprotésicas..... 10%
- Recidivas 5%

Este número de complicaciones se ve prácticamente duplicado cuando se estudia el grupo etario por debajo de los 11 años.^{16,19,21}

En 2008, Morgan y Cizik, de la Universidad de Washington²² publicaron un trabajo acerca de la sobrevida de las megaprótesis de rodilla comprando una serie de pacientes adultos jóvenes, con respecto a un grupo de niños. Los resultados mostraron un 24% de complicaciones en el primer grupo contra un 42% en el grupo pediátrico.

En el Hospital de Niños Ricardo Gutiérrez, hemos tratado desde 1995 una veintena de niños menores de 11 años al momento del diagnóstico. También hemos visto que la indicación de cirugías mutilantes fue disminuyendo, quedando sólo reservada para casos en que la baja edad se asociaba con algún otro factor determinante de mal pronóstico para el salvataje de miembros.²⁶

Con el objetivo de tratar de minimizar la disimetría de miembros, sobre todo en tumores vecinos a la rodilla hemos instrumentado una planificación para lo cual trabajamos en conjunto con el sector de discrepancia y de crecimiento y desarrollo. La finalidad es poder acompañar el crecimiento, evaluando en cada etapa las posibles intervenciones pa-

ra minimizar la discrepancia de longitud o, al menos, mantenerla dentro de márgenes que permitan suplementos compatibles con una marcha funcional.

Las prótesis o los injertos utilizados en pacientes con gran crecimiento remanente suelen dejarse 2 o 3 cm más largas que el miembro sano. Esta elongación extemporánea es perfectamente tolerada intraoperatoriamente y nos permite "ganar" valiosos centímetros que luego serán compensados por el crecimiento del miembro sano.

Por otra parte, cuando usamos prótesis constreñidas el tallo que se fija en el hueso sano, es diseñado con una superficie lisa para preservar la fisis que atraviesa. Los estudios ulteriores mediante centellografía muestran viabilidad de la fisis.

Si bien no siempre es adecuado actuar sobre un segmento sano, también es posible actuar sobre él frenando su crecimiento en largo, mediante epifisiodesis definitiva o transitoria buscando así una mayor simetría. Se debe tener en cuenta la talla final de paciente.

El uso de tutores externos para elongar el hueso sano del miembro afectado, ha sido descrito frecuentemente en la literatura. Puede aplicarse tanto al propio hueso, si conserva suficiente espacio para colocar el tutor, o actuar sobre el otro segmento. En este último caso la consecuencia será una diferencia de altura de las rodillas, pero esto no afecta la funcionalidad.

El desarrollo de las prótesis extensibles²⁶ intenta acompañar el crecimiento del miembro sano elongando paulatinamente el tallo me-

diante distintos mecanismos como el agregado de módulos, mecanismos de eje espiral, o la introducción de piezas en una ranura especialmente preparada.

Las primeras fueron descritas por Lewis en 1986,^{27,28} década de mayor expansión de las técnicas de salvataje de miembros. Grimmer y Kotz²⁹ desarrollaron sendos modelos que fueron aplicados en distintos países con buenos resultados, aunque con la desventaja de que eran necesarios procedimientos quirúrgicos para cada elongación.

En nuestro medio el Dr. Fabroni²⁶ desarrolló un modelo de prótesis elongable diseñada para ser elongada en forma externa mediante tracción en el eje. El mecanismo ideado es semejante a un cricket que va extendiendo la prótesis en "saltos" de 0,7 mm. Normalmente esta prótesis permitía una elongación de unos 6 cm como máximo, siendo posible en una etapa posterior el cambio del vástago para ganar más extensión. En nuestra experiencia las elongaciones también requirieron intervenciones, ya que la tracción en el eje era poco controlable.

Si bien se trata procedimientos sencillos, no carecen del riesgo de abordar repetidamente un territorio mal defendido de las infecciones como es el periprotésico.

Hay que tener en cuenta que la mayoría de los trabajos sobre prótesis extensibles proponen el cambio por una prótesis definitiva, una vez alcanzada la longitud final del miembro al término de la etapa de crecimiento.^{29,30}

Del estudio de esta serie de 19 pacientes con una edad promedio de 8,3 años surge

Cuadro 1. Serie 1995-2008

NOMBRE	SEX	E	DX	LOCALIZ	TTO	COMPLIC	TTO	DISCREP	TTO	24 MESES
Paciente 1	F	10	OS	FEMUR D	EXTENS	MTT				MUERTE
Paciente 2	M	10	OS	TIBIA P	MODULAR	SEPSIS		NO		MUERTE
Paciente 3	M	8	EW	TIBIA P	IRRAD	2 TUMOR	AMPUTAC			MUERTE
Paciente 4	F	5	OS	FEMUR D	INJERTO	SKIP	DESART	NO		VLE
Paciente 5	M	8	OS	FEMUR D	MODULAR	AFLOJAM	RECAMBIO	3CM	RECAM	VLE
Paciente 6	M	10	OS	FEMUR D	AMPUTAC	RECID MUÑ	DESART	NO		MUERTE
Paciente 7	M	5	OS	FEMUR D	AMPUT	AMPUT SC		NO		MUERTE
Paciente 8	F	10	OS	FEMUR D	EXTENS			4 CM	SUPLEM	VLE
Paciente 9	F	9	OS	TIBIA P	MODULAR			2 CM	SUPLEM	VLE
Paciente 10	F	11	OS	FEMUR D	EXTENS	COLAPSO	BLOQUEO	2 CM	SUPLEM	VLE
Paciente 11	F	11	OS	FEMUR D	FABRONI			5 CM	SUPLEM	VLE
Paciente 12	F	8	OS	FEMUR D	FABRONI	CLAUDIC	NO	4 CM	SUPLEM	VLE
Paciente 13	F	7	OS	FEMUR D	AMPUT			NO		VLE
Paciente 14	M	10	OS	TIBIA P	EXTENS	INFECCION	TOILLETE	3CM	ELONG BLOQ	VLE
Paciente 15	M	8	OS	FEMUR D	DESART.C					VLE
Paciente 16	M	9	OS	FEMUR D	MODULAR	INF SUP	TOILLETE			VLE
Paciente 17	M	10	OS	TIBIA P	P EXTEN	INFECCION	AMPUTAC			MUERTE
Paciente 18	M	10	OS	FEMUR D	MODULAR	INF SUP	TOILLETE			VLE
Paciente 19	M	9	OS	FEMUR D	EXTENS	FRAC PERIP	INJERTO	3 CM	INJER Y ELONG	VLE

que sólo en 3 casos se aplicó la amputación como tratamiento primario. En 4 casos se realizaron amputaciones o desarticulaciones como procedimientos de rescate ante complicaciones.

Los métodos reconstructivos empleados fueron en 7 casos prótesis extensibles, en 2 no convencionales y en 5 (los más recientes) prótesis modulares. Sólo en un caso se reconstruyó con injerto óseo.

La complicación más frecuente fue la infección, dato coincidente con las principales series, y la discrepancia final fue de 2,5 cm.

CONCLUSIONES

Se puede afirmar que en la actualidad la cirugía de salvataje de miembros es la primera indicación también en la población pediátrica. Si bien se presentan complicaciones en un alto porcentaje de casos, su aplicación se ha generalizado aun en pacientes muy pequeños.³¹

La discrepancia de longitud final entre el miembro operado y el sano es la complicación propia en esta población, por lo cual debe ser tenida en cuenta para evaluar la factibilidad de la conservación del miembro. Las amputaciones son realmente más frecuentes en pacientes pediátricos, pero no sólo como consecuencia de la baja edad de los pacientes, sino en presencia de varias indicaciones concurrentes.

El continuo desarrollo tecnológico de nuevos modelos protésicos, nuevos materiales, técnicas, mejores injertos y otras innovaciones, hacen que este apasionante campo siga en expansión en la actualidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Simon MA, Aschiliman MA, Thomas N, Mankin HJ. Limb salvage treatment versus amputation for osteosarcoma of the distal end of the femur. *JBJS* 1986;68:1331-1337.
- Simon MA. Limb salvage for osteosarcoma. *JBJS* 1988;70 (2):307-310.
- Dorfman HD, Czerniak B. General considerations. In: Dorfman HD, Czerniak B, editors. *Bone Tumors*. St Louis: CV Mosby; 1988:1-33.
- Davis, A. M., Bell, R. S., & Goodwin, P. J. (1994). Prognostic factors in osteosarcoma: A critical review. *Journal of Clinical Oncology*, 12, 423-431.
- Jaffe HL. Introduction: Problems of classification and diagnosis. In: Jaffe HL, editor. *Tumors and Tumorlike Conditions of the Bones and Joints*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1958:9-17.
- Enneking WF. General principles of musculoskeletal tumor surgery. In: Enneking WF, editor. *Musculoskeletal tumor surgery*, vol. 2. New York: Churchill-Livingstone;1983:3-27.
- Rougraff BT, Simon MA, Kneisl JS, Greenberg DB, Mankin HJ. Limb salvage compared with amputation for osteosarcoma of the distal end of the femur. A long term oncological, functional and quality of life study. *JBJS* 1994;76-A(5):649-656.
- Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. A system for the surgical staging of musculoskeletal sarcoma. *Clin Orthop* 1980;153:106-20.
- Enneking WF. Staging of musculoskeletal tumors. In: Enneking WF, editor. *Musculoskeletal Tumor Surgery*, vol. 1. New York: Churchill Livingstone; 1983:87-8.
- Bhargava R, Parham DM, Lasater OE, Chari RS, Chen G, Fletcher BD. MR imaging differentiation of benign and malignant peripheral nerve sheath tumors: use of the target sign. *Pediatr Radiol* 1997;27:124-129.
- Bloem JL, van der Woude HJ, Geirnaerd M, Hogendoorn PC, Taminiau AH, Hermans J. Does magnetic resonance imaging make a difference for patients with musculoskeletal sarcoma? *Br J Radiol* 1997;70:327-337.
- Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. Current concepts review: The surgical staging of musculoskeletal sarcomas. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:1027.
- Mankin HJ, Mankin CJ, Simon MA. The hazards of biopsy, revisited. *J Bone Joint Surg* 1996; 78A:656-63.
- Sundaram M, McLeod RA. MR imaging of tumor and tumor-like lesions of bone and soft tissue. *Am J Roentgenol* 1990;155:817-824.
- Eilber FC, Rosen G, Eckardt J, Forscher C, Nelson SD, Selch M, et al. Treatment-induced pathologic necrosis: A predictor of local recurrence and survival in patients receiving neoadjuvant therapy for high-grade extremity soft tissue sarcomas. *Journal of Clinical Oncology* 2001;19:3203-3209.
- Harford C, Wodowski K, Rao BN, et al. Osteosarcoma among children aged 5 years or younger. The St. Jude Research Hospital Experience. *J Pediatr Hematol Oncol* 2006;28(1).
- Alman J, De Bari A, Krabich I. Massive allograft in the treatment of osteosarcoma and Ewing sarcoma in children and adolescents. *JBJS* 1995;77A(1).
- Simon MA, Bos GD. Epiphyseal extension of metaphyseal osteosarcoma in skeletally individuals. *JBJS* 1980;62:195-204.
- Finn H, Simon M. Limb salvage surgery in the treatment of osteosarcoma in skeletally immature individuals. *Clin Orthop and Relat Resear* 1991:262.
- Tabone MD, Kalifa C, Rodary C et al. Osteosarcoma recurrences in pediatric patients previously treated with intensive chemotherapy. *J Clin Oncol* 1994;12:2614-2620

21. Cara J, Cañadell J. Limb salvage for malignant bone in young children. *J Pediatr Orthop* 1994;14:112-118.
22. Morgan H, Cizik A. Survival of tumor megaprosthesis replacements about the knee. *Clin Orthop and Relat Resear* 2008;450:39-45.
23. Van Nes CP. Rotation-plastia for congenital defects of the femur. Making use of the ankle of the shortened limb to control the knee joint of a prosthesis. *JBJS* 1950;32:12.
24. Kotz R, Schiller C, et al. Endoprosthesis in children: first results. En: *Limb salvage: Major reconstruction in oncologic and no tumoral conditions*. Berlin: Springer Verlag 1991:591-599.
25. Fabroni R, Massa J, Aguilera A, Lucero F. Isols Pediatric reconstruction with expandible custom made endoprosthesis. New York. 1997.
26. Scales JT, Sneath RS, Grimmer R. Design and clinical use of extending prostheses. En: Enneking WF. *Limb salvage in musculoskeletal oncology*. New York: Churchill Livingstone. 1987:52-61.
27. Kenan S, Bloom N, Lewis MM. Limb-sparing surgery in skeletally immature patients with osteosarcoma. The use of an expandible prosthesis. *Clin Orthop* 1991;270:223.
28. Lewis MM. The use of expandable and adjustable prostheses in the treatment of childhood malignant bone tumors of the extremities. *Cancer* 1986;57:499-502
29. Dellepine, Dellepine et al. Expanding prosthesis in conservative surgery for lower limb sarcoma. *Int Ortop* 1998;22-1:27-31.
30. Wilkins RM, Souberian A. The Phenix Expandable Prosthesis: Early American Experience. *Clin Orthop and Relat Resear* 2001;382:51-58.
31. Krajbich I. Modified Van Nes rotationplasty in the treatment of malignant neoplasm in the lower extremity of children. *Clin Orthop and Relat Resear* 1991;262.