

骨肉腫切除後の再建術

整形外科 佐藤 世羅、青木 康彰、三好 祐史、大西 厚範
村田 洋一、池上 大督、松岡 孝志、阪上 彰彦
田中 正道

Key words : 骨肉腫、再建術、処理骨移植

要旨

骨肉腫は骨原発性悪性腫瘍の中では最も頻度が高く、腫瘍細胞が骨（類骨）を形成することが特徴である。かつては手術療法として切断術が主に行われていたが、化学療法と手術を組み合わせた集学的治療の導入により、今日では患肢温存が主流となっている。現在の手術療法では、腫瘍広範切除により生じた骨欠損に対して、人工関節や血管柄付き自家骨移植、自家処理骨移植などで再建を行う。それぞれの再建術の適応に関しては、年齢、腫瘍のサイズ・部位などを考慮して決定する。当院で行っている再建術は人工関節や凍結・熱処理骨移植、自家骨移植であり、自験例を交えながら骨肉腫切除後の再建に関して報告する。

はじめに

骨肉腫とは最も代表的な悪性骨腫瘍であり、腫瘍細胞が骨（類骨）を形成することが特徴である。発生部位は問わず、骨外性骨肉腫も存在する。発生頻度は10万人あたり1～2人と言われており、国内では年間100～200人程度の新規患者が発生している。10歳代（約60%）の膝関節周辺に多く認められ（約75%）、疼痛・腫脹を訴えて受診するケースが多い。

かつては予後の悪い腫瘍の一つであり、5年生存率は15～20%程度であった。しかし現在は各種画像診断の発達、外科的手術手技の発達、術前・術後化学療法の進歩により¹⁾、5年生存率は70%以上にまで向上している²⁾。外科的治

療としては、以前は切断・離断術が一般的であったが、現在ではほとんどの症例において患肢温存が可能である。

今回は骨肉腫の外科的治療に要点を絞り、実際の症例を交えながら報告する。

腫瘍切除

一般的に、骨肉腫の切除法においては腫瘍広範切除を行う。骨肉腫は放射線療法に比較的抵抗性が高いため、原発腫瘍およびスキップ病変を十分な切除縁で完全切除することは、極めて重要な予後因子となる。腫瘍の周辺には腫瘍反応層と呼ばれる部分が広がっており、出血・浮腫・瘢痕・骨膜反応などを意味する。この反応層の外側5cm以内で切除を行うことを腫瘍広範切除と呼び、腫瘍を周囲の健全組織で包んだ状態で一塊にして除去することが重要である。悪性骨腫瘍の手術において、2cm以上の広範切除縁で腫瘍の切除が行われた場合の再発率は、治癒的切除（腫瘍反応層からの距離が5cm以上）の場合とほぼ同等であることが報告されている³⁾。治癒的切除と比較すると、広範切除では正常組織の欠損も少なく、比較的良好な患肢機能が維持できるため、広範切除術が広く受け入れられている。また、腫瘍切除に関するその他の予後因子では、整形外科腫瘍の経験を要する施設で生検と切除の両方を受けた方が予後良好との報告もある⁴⁾。

再建法

骨を含めて腫瘍広範切除を行うと、切除した部分の骨の再建が必要となる。切除した骨の再

建法には種々あるが、主には、1) 人工関節
2) 骨延長 3) 処理骨 4) 自家骨 5)
同種骨 を用いて再建する方法がある(表1)。
患者の多くが成長期の小児であり、腫瘍が膝関節
周囲に頻発することより、術後の脚長差をい
かに補正するかが一つの命題である。

当院では人工関節置換術、凍結・熱処理骨移
植、自家骨移植を行っている。

表1 再建法の種類

方法	内容	
人工骨	人工関節置換術	
生物学的 再建術	骨延長	欠損部に新たに骨を伸張
	処理骨	液体窒素で凍結
		放射線照射
		熱処理 (パスツール法)
	移植骨	自家骨 (患者自身の他部位の骨を使用)
同種骨 (他人の同部位の骨を使用)		

1) 人工関節置換術

人工関節置換術とは、切除した部分の骨を人工
関節で置換する方法である。小児では成長によ
って生じる術後の脚長差を補正するため、術
後に伸張可能である腫瘍用人工関節を使用す
ることが多い。この種の人工関節は、関節側面
にステム伸張用のネジが備えられており、術後
数年経過しても低侵襲で人工関節を延長する
ことができる。一般的に、人工関節延長は、一
度の手術で1~2cmの延長を行う。

人工関節置換術は比較的手術手技が簡便な
ために一般的な再建法であり、関節を温存でき
ない場合に広く用いられる。骨欠損が大きい
場合でも対応でき、早期の荷重が可能である
が、骨延長の限界や耐久性、感染の問題があ
る。腫瘍用人工膝関節置換術を行った症例に
おいて、耐用生存率は5年で70%、10年
で50%程度と報告されている⁵⁾。

2) 骨延長

自身の骨を切断し、創外固定器などで断端
同士を離断した状態で固定を行い、その欠損
部に新たに骨を伸ばして補填する方法である。
腫瘍切除後に、残存した骨を別の部位で切
断して、1日に1mmずつ断端の距離を伸ば
して骨を延長していく。後に述べる処理骨
移植後の脚延長の際などにも使用される方
法である。長期の荷重制限の問題や、術後
化学療法が必要上、骨癒合遅延あるいは感
染症の合併という問題がある。

3) 処理骨移植

自家処理骨移植とは、罹患骨を処理して腫
瘍細胞を死滅させた後に、体内に戻して再
建する方法である。処理方法としては液体窒
素による凍結処理、パスツール法による加
温処理、放射線処理などがある。それぞれ
にメリットが少し異なるが、いずれの処理
方法でも処理骨自体からの腫瘍再発の危
険性は低いと報告されている⁶⁾。幼児
などで適切な人工関節のサイズがない場
合や、今後の大幅な骨成長が予測される
場合に適応される。骨癒合すれば再置換
の必要はなく、関節機能も温存されるが、
術後は長期の荷重制限が必要となる。

4) 自家骨移植

血管柄付き自家骨移植では、移植骨の血
行を保ったままの状態に移植する方法であ
る。上肢の再建に多く用いられ、血行が
温存されるために確実な生着が期待でき
る。自家骨は感染に強く、また、生着後
は移植骨自体の成長も期待できる。骨の
みではなく、血管・神経・筋肉・腱など
の複合組織移植を行うことにより同時に
再建可能であるという利点も有する。し
かし骨量や形状に限界があり、長期の荷
重制限も必要となる。また、腓骨採取
後の長母指屈筋の拘縮など採骨部の
トラブルも問題となる。

5) 同種骨移植

冷凍保存した同種骨(他人の骨)を使用する

再建法である。本邦では骨バンクのシステムが整っていないために困難である。

症例提示

症例 1. 10歳男性

右大腿骨遠位部骨肉腫に対して、腫瘍広範切除と人工関節置換術を施行した（図1～3）。術後は成長に伴い脚長差が生じたため、成長が止まるまで4回の手術で計7cmの人工関節延長を行った。術後17年時点で独歩スムーズであり、局所再発は認めていない。



図1 10歳男性 右大腿骨遠位部に骨肉腫を認める（症例1）

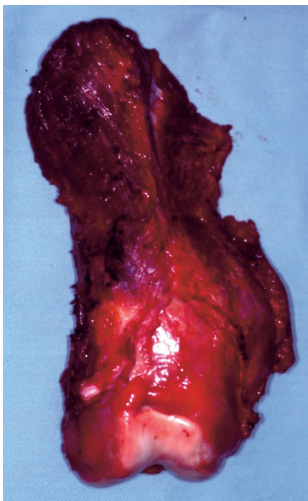


図2 右大腿骨遠位部の腫瘍広範切除を施行（症例1）

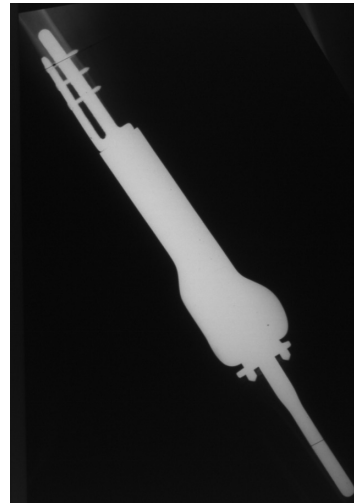


図3 腫瘍用人工関節置換術後のX線写真（症例1）

症例 2. 8歳女性

右大腿骨遠位部骨肉腫に対して、腫瘍広範切除と凍結処理骨移植を施行した（図4～9）。切除骨から軟部組織をすべて除去し、液体窒素で処理した。処理骨を切除部分に整復してPlateで固定して再建した。術後2ヶ月は免荷とし、その後は徐々に荷重量を増やした。松葉杖歩行が可能となっていたが、術後1年で肺転移を認め、化学療法を施行した。



図4 右大腿骨遠位部に骨肉腫を認める（症例2）



図5 右大腿骨遠位部の腫瘍広範切除を施行
(症例2)



図8 処理骨を切除した部分に戻して、Plate固定
(症例2)



図6 切除した腫瘍を液体窒素で凍結処理
(症例2)

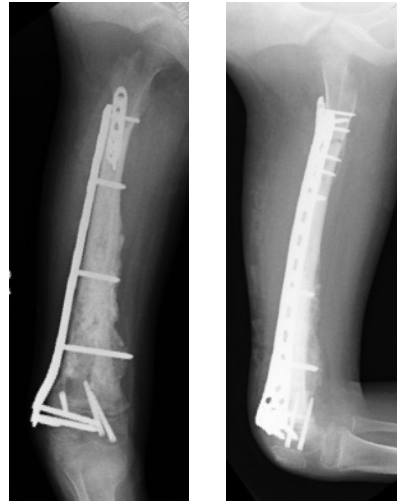


図9 処理骨移植後のX線写真
(症例2)



図7 筋肉・軟部組織を除去
(症例2)

症例3. 15歳男性

左上腕骨近位部骨肉腫に対して、腫瘍広範切除と血管柄付き腓骨移植を施行した(図10~13)。切除した腓骨を上腕骨に移植して、僧帽筋の移行を行った。肩関節屈曲は40度程度可能であり、術後8年の時点で局所再発は認めていない。



図10 左上腕骨近位部に骨肉腫を認める
(症例3)

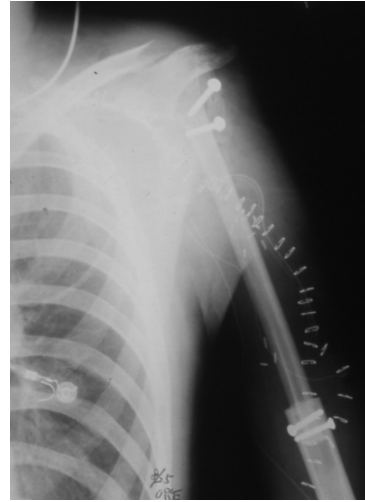


図13 自家骨移植後のX線写真
(症例3)

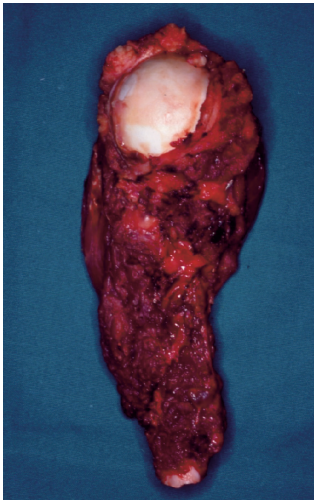


図11 腫瘍広範切除を施行
(症例3)

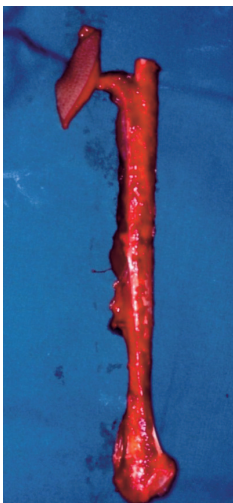


図12 血管柄付き腓骨を採取
(症例3)

おわりに

骨肉腫の外科的治療の基本は腫瘍広範切除であり、その際に欠損する骨・関節部分の再建には様々な方法がある。一般的には人工関節置換術が用いられることが多いが、耐久性や延長の限界などの問題点がある。そのため、幼児の症例などで関節温存が期待できる症例では、処理骨移植が選択されることがある。また、腫瘍径・位置によっては自家骨移植や骨延長も選択肢に上ってくる。それぞれの再建術の適応は、年齢・腫瘍径・部位を考慮して決定すべきである。

骨肉腫は小児の膝関節周囲に多く発生するため、術後の成長に伴う脚長差の問題が生じやすい。いずれの再建法においても、術後に人工関節の延長や再置換、骨延長が必要となる症例もあるため、長期的なケアが必要とされる疾患である。

参考文献

- 1) 小倉浩一ほか：骨腫瘍の外科治療. 日本小児血液・がん学会雑誌49:347-353, 2012
- 2) Iwamoto Y et al : Multiinstitutional phase II study of neoadjuvant chemotherapy for osteosarcoma (NECO study) in Japan: NECO-93J and NECO-95J. J Orthop Sci, 14 : 397-404, 2009

- 3) Kawaguchi N et al : The concept of curative margin in surgery for bone and soft tissue sarcoma. Clin Orthop Relat Res419 : 165-172, 2004.
- 4) Andreou D et al : The influence of tumor- and treatment-related factors on the development of local recurrence in osteosarcoma after adequate surgery. An analysis of 1355 patients treated on neoadjuvant Cooperative Osteosarcoma Study Group protocols. Ann Oncol 22 : 1228-35, 2011.
- 5) Kawai A et al : Prosthetic knee replacement after resection of a malignant tumor of the distal part of the femur. J Bone and Joint Surg80-A: 636-647, 1998.
- 6) 三輪真嗣ほか：若年者における肉腫切除後の液体窒素処理自家骨を用いた再建術の検討．日本小児整形外科学会雑誌 22 : 6-10, 2013