

## Diagnosis and Treatment of Malignant Bone Tumors

## 악성 골종양의 수술적 절제술

정성택<sup>✉</sup> • 정영우

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

## Surgical Resection of Malignant Bone Tumors

Sung Taek Jung, M.D., Ph.D.<sup>✉</sup> and Young Woo Chung, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

Malignant bone tumors are less common than other tumors, and we often make a misdiagnosis. However, due to its severity and prognosis we should not pass over the malignant bone tumor, because it is one of the important diseases to diagnose. Specific techniques are available for the resection and reconstruction of malignant bone tumors from the body involving extremities. In particular, it is necessary to establish guidelines for elimination of tumor cells as much as possible and minimize the malfunction. Knowledge of the staging system and guide lines for resection margin is required for treatment of malignant bone tumors.

**Key words:** bone neoplasms, diagnostic errors, extremities

## 서론

악성 골종양의 치료 시 절제 연(surgical margin)의 중요성에 대한 인식은 1980년대 악성 골종양에 대한 항암요법이 도입되면서 시작되었다.<sup>1-3)</sup> 이전의 치료개념은 단순 절단술이 대부분이었으나 항암요법 발전으로 국소적인 종양뿐 아니라 전신적인 종양세포에 대한 효과적인 치료 결과가 보고되면서 골연부조직 악성 종양에서 항암요법 및 방사선 치료 술식 등을 포함한 포괄적인 치료 개념인 사지 구제술(limb salvage)은 일반적인 치료 개념이 되었다. 이러한 사지 구제술의 가장 중요한 목표는 국소 종양을 완전하게 절제 후 재발을 예방하는 것이다. 그러나 이러한 종양의 절제술 후 따르는 사지 기능의 저하는 필수적이다.<sup>4-6)</sup> 또한 조직학적으로 다양한 종양의 종류와 환자의 상태에 따른 요소 등은 치료 방법의 선택에서 쉽지 않은 문제이다.

따라서 골종양에서 국소적으로 종양 세포를 남기지 않고 기능

저하를 최소화하기 위한 종양 절제술 방법을 정기기 위해서는 각각의 종양에 따른 치료 방침에 대한 지침(guide line)이 필요하게 되었다.

종양 치료 지침인 병기 분류  
(Staging system)

현재까지 수술적 치료 방침을 결정하고 그 예후를 판정하기 위한 골연부조직 종양의 가장 대표적인 병기 분류(staging system)는 American Joint Committee on Cancer (AJCC)와 Enneking 분류법이다(Table 1-3).<sup>7,8)</sup> 이들은 공통적으로 종양을 저 등급(low grade)과 고 등급(high grade)으로 구분하였다(Table 4).<sup>9)</sup>

이 중 Enneking의 분류 방법은 AJCC 분류법에 비해 비교적 단순한 조직학적 분류와 구획(compartment)의 개념을 도입하여 수술적 처치 시 효과적인 절제 연을 제시하였다는 점에 있어서 종양 수술의 대표적인 치료 지침이 되었다.

Received October 19, 2015 Accepted November 14, 2015

<sup>✉</sup>Correspondence to: Sung Taek Jung, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonnam National University Hospital, 42  
Jebong-ro, Dong-gu, Gwangju 61469, Korea

TEL: +82-62-220-6336 FAX: +82-62-225-7794 E-mail: stjung@chonnam.ac.kr

## 종양의 절제연

### 1. Enneking의 절제연

Enneking은 종양을 중심으로 종양 반응지역(reactive zone)과 광

Table 1. Definition of TNM and Grade

Primary tumor (T)	
TX	Primary tumor cannot be assessed
T0	No evidence of primary tumor
T1	Tumor 8 cm or less in greatest dimension
T2	Tumor more than 8 cm in greatest dimension
T3	Discontinuous tumors in the primary bone site
Regional lymph nodes (N)	
NX*	Regional lymph nodes cannot be assessed
N0	No regional lymph node metastasis
N1	Regional lymph node metastasis
Distant metastasis (M)	
MX	Distant metastasis cannot be assessed
M0	No distant metastasis
M1	Distant metastasis
M1a	Lung
M1b	Other distant sites
Histologic grade (G)	
GX	Grade cannot be assessed
G1	Well differentiated - low grade
G2	Moderately differentiated - low grade
G3	Poorly differentiated - high grade
G4 <sup>†</sup>	Undifferentiated - high grade

Cited from Edge et al. (Springer-Verlag, 2009)<sup>7)</sup> with original copyright holder's permission. \*Because of the rarity of lymph node involvement in sarcomas, the designation NX may not be appropriate and could be considered N0 if no clinical involvement is evident. <sup>†</sup>Ewing's sarcoma is classified as G4.

Table 2. Staging Grouping of AJCC

Stage	Tumor (T)	Node (N)	Metastasis (M)	Grade (G)
Stage IA	T1	N0	M0	G1, 2 low grade
Stage IB	T2	N0	M0	G1, 2 low grade
Stage IIA	T1	N0	M0	G3, 4 high grade
Stage IIB	T2	N0	M0	G3, 4 high grade
Stage III	T3	N0	M0	G3, 4 high grade
Stage IVA	Any T	N0	M1a	Any G
Stage IVB	Any T	N1	Any M	Any G
	Any T	Any N	M1b	Any G

Cited from Edge et al. (Springer-Verlag, 2009)<sup>7)</sup> with original copyright holder's permission. AJCC, American Joint Committee on Cancer.

범위, 근치적 절제연의 개념을 제시하였다. 이를 근거로 수술적 절제연을 구분하여 네 가지로 분류하였다.<sup>8)</sup>

병소 내 절제연(intralesional margin)은 수술적 절제의 단면이 종양 내부에 있는 경우를 말한다. 이러한 경우 수술 방법을 종종 'debulking' 수술이라고 하는데, 이는 종양을 전체 절제하지 않고 일부를 남겨두기 때문이다. 주로 증상이 있는 양성 병변에서 시행하며 다른 수술 기법이 중요한 해부학적 구조물을 희생해야 하는 경우 시행하게 된다. 또한 종양의 전이가 있는 경우 고식적 방법으로도 쓰이고 있다. 근골격계 종양은 크기가 증가하면서 점차 주위 구조물들을 압박하게 되고 피막에 둘러싸인 형태로 관찰되는데 종양 주위를 둘러싼 이러한 구조물들이 종종 가성피막의 형태로 나타나게 된다.

병소 변연부 절제연(marginal margin)은 절제된 단면이 가성피막을 통과할 때 얻어진다. 이러한 절제연은 보통 양성 병변이나 저 등급의 전이 종양 소견에서 얻으며, 고도의 악성 종양에서는 가성 피막이 종양의 위성 병변 또는 미세 병변을 포함하는 경우가 많아 적당하지 않다. 변연부 절제술(marginal resection)을 하는 경우에도 미세 병변 및 종양 세포를 남겨두게 되므로 남은 종양 세포가 항암 치료나 방사선 치료에 효과가 없을 경우 재발할 수 있다는 단점이 있다. 국소 재발의 위험이 있음에도 불구하고 대체할 수 있는 수술이 광범위한 절제를 필요로 할 경우 병소 변연부 절제술을 더 선호하는 편이다. 술 전 방사선 치료나 선행 화학

Table 3. Musculoskeletal Tumor Society Staging System

Stage	Grade	Local extent	Metastasis
I-A	Low	Intracompartmental	None
I-B	Low	Extracompartmental	None
II-A	High	Intracompartmental	None
II-B	High	Extracompartmental	None
III	Any	Any	Present

Cited from the article of Enneking et al. (Clin Orthop Relat Res. 1980; 153:106-20)<sup>8)</sup> with original copyright holder's permission.

Table 4. Surgical Grading of Bone and Soft Tissue Sarcomas

Low-grade	High-grade
Bone tumors	Bone tumors
Parosteal osteosarcoma	Conventional osteosarcoma
Periosteal osteosarcoma	Ewing's sarcoma
Chordoma	Malignant fibrous histiocytoma
Conventional chondrosarcoma	Mesenchymal chondrosarcoma
Soft tissue tumors	Soft tissue tumors
Malignant fibrous histiocytoma (myxoid type)	Rhabdomyosarcoma
Liposarcomas (myxoid and well-differentiated type)	Extraskeletal Reing's sarcoma (including primitive neuroectodermal tumor)
Alveolar soft tissue sarcoma	Synovial sarcoma
Chordoid sarcoma	Epithelioid sarcoma
And others having tumor cells of slight atypia or pleomorphism	Angiosarcoma
	Malignant fibrous histiocytoma (excluding myoid type)
	Liposarcomas (excluding myxoid or well-differentiated type)

Cited from the article of Kawaguchi et al. (Clin Orthop Relat Res. 2004;419:165-72)<sup>9)</sup> with original copyright holder's permission.

Table 5. Musculoskeletal Oncologic Surgery from Enneking

Clinical data	Type of surgical margin			
	Intracapsular	Marginal	Wide	Radical
Plane of dissection	Within lesion	Within reactive zone, extracapsular	Beyond reactive zone; through normal tissue within compartment	Normal tissue, extracompartmental
Microscopic appearance	Tumor at margin	Reactive tissue within or without microsatellite tumors	Normal tissue with or without skip lesions	Normal tissue
Margin achieved by				
Limb-salvage	Intracapsular piecemeal excision	Marginal en bloc excision	Wide en bloc excision	Radical en bloc excision
Amputation	Intracapsular amputation	Marginal amputation	Wide through-bone amputation	Radical exarticulation

Cited from the article of Enneking (Instr Course Lect. 1988;37:3-10)<sup>10)</sup> with original copyright holder's permission.

요법의 향상이 선택적인 조건하에서 변연부 절제술이 절단술을 대체할 만한 방법으로 생각되고 있다.

광범위 절제연(wide margin)은 절제 단면이 정상조직일 경우를 말한다. 구체적인 범위가 명시되지 않더라도 전체 종양이 정상 조직으로 뒤덮여 있는 검체를 얻을 경우이다. 경계면의 두께 보다는 경계면의 질이 더 중요하다고 말할 수 있다. 예를 들어, 근막 절제연을 얻을 때 종양 전이 부분을 얻어내는 것이 비슷하거나 그보다 더 두꺼운 피하 조직을 얻는 것보다 좋으며 어떤 두께로 자르든 가성 피막을 절제연에서 관찰할 수 있다면 광범위보다는 변연부 절제술을 생각하여야 한다. 완전한 치료가 불가능할 수도 있으나 고도의 악성 종양의 치료에서는 광범위 절제술이 가장 좋은 방법이 될 수 있다.

근치적 절제연(radical margin)은 종양의 전절제술을 시행하였을 때 얻어지는 절제연을 말한다. 심부 연부조직 종양에서 전체 구획 및 관련된 근육을 전부 제거하는 것을 포함하며 골종양에서

는 전체 골 및 주위 근육을 전부 제거하는 것을 말한다. 고도의 악성 종양에서 근본적인 치료법으로 생각되어 왔으나 영상의학적 발전이 이루어지면서 광범위 절제연을 사용하더라도 동일한 결과를 얻어낼 수 있기 때문에 최근에는 잘 시행되지 않는 추세이다.

절단 수술을 시행할 경우 광범위 절제연을 이용하거나(대퇴골 원위부의 골육종에서 대퇴부 절제술), 근치적 절제연을 이용한다(대퇴부에서 고관절 이단술). 그러나 언제나 정형화되지는 않은 것이, 골반 내 거대 종양에서 일측성 골반제거술을 시행할 때 단지 변연부 절제연만을 필요로 할 수 있으며 병소 변연부 절단술(marginal amputation)로 표기될 수 있다. 드물게는 고식적 절제나 잘못된 절단 부위 절제를 시행하였을 경우 잔여 종양 조직을 크게 남길 수 있는데 이러한 경우에는 병소내 절단술(intralesional amputation)로 분류할 수 있다. 마찬가지로 골종양에서 근치적 절제술을 시행하는 경우는 매우 드물지만 골종양이나 연부조직 종양의 치료로 사지 보존 절제술을 시행할 경우 네 가지 유형 중 어

는 유형으로도 분류될 수 있다(Table 5, Fig. 1).<sup>10)</sup>

그러나 Enneking이 제시한 수술적 절제연을 실제 임상에서 적용하는 방법은 술자에 따라 어느 정도의 차이가 존재하였다. 이

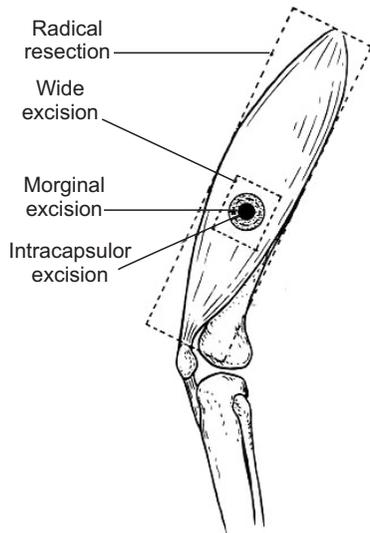


Figure 1. Surgical margin. Cited from the article of Enneking (Instr Course Lect. 1988;37:3-10)<sup>10)</sup> with original copyright holder's permission.

러한 차이를 유발하는 요소는 종양의 다양성, 위치, 술자 개인의 경험 등이었다. 특히 Enneking은 광범위(wide) 개념을 동일 구획(compartment)에서 정상 조직(healthy tissue)을 포함한 절제술이라 개념하고, 정상 조직의 구체적인 평가 방법에 대해서는 언급하지 않았다. 또한 반응 지역(reactive zone)에 대한 구체적인 개념과 해부학적 구조물에 대한 차이를 고려하지 않은 단순 절제술이라는 점에 있어서 문제가 야기되기도 하였다.

## 2. Kawaguchi 의 절제연

이에 Kawaguchi 등<sup>11)</sup>은 1981년부터 1989년까지 Bone and Soft

Table 6. Surgical Margins for Bone and Soft Tissue Sarcomas

Type	Plane of dissection
Intralesional	Curettage or debulking
Marginal	Pericapsular reactive zone
Wide A) Inadequate	Normal cuff of tissue 1 cm
B) Adequate	Normal cuff of tissue more than 1 to 4 cm
Curative	Normal cuff of tissue 5 cm or more

Cited from the article of Kawaguchi et al. (Clin Orthop Relat Res. 2004;419:165-72)<sup>9)</sup> with original copyright holder's permission.

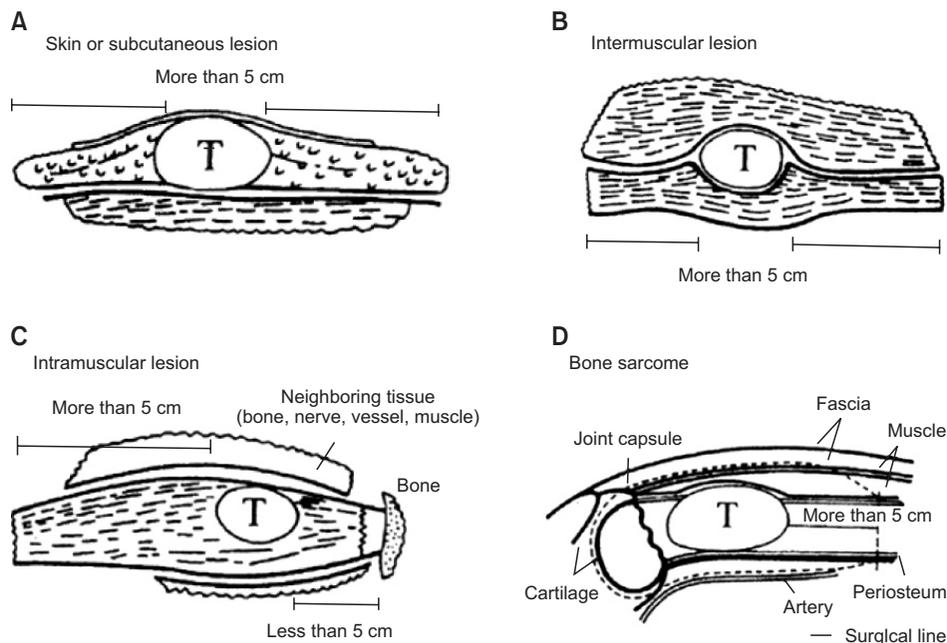


Figure 2. Surgical margin from Kawaguchi. The principle of curative wide resection is that, when a barrier exists, the tumor is removed outside the barrier. When a barrier is not present, the tumor is removed using as much margin as possible greater than 5 cm. (A) In case of a skin or subcutaneous lesion, the lesion is removed with a margin of 5 cm or more where the barrier does not exist and outside the barrier where it does exist. (B) If the lesion arises in an intermuscular area, the margin is more than 5 cm where there is no barrier. (C) In intramuscular lesions, the muscle surrounding the tumor is removed 5 cm from the reactive zone where a barrier does not exist, and the dissection and resection of the nearby tissues depends on the barrier rather than the true physical distance from the lesion. (D) In bone sarcoma, the tumor is removed 5 cm from the lesion if a barrier does not exist like the site of the nearby diaphysis of the bone but if a barrier exists the barriers are converted into equivalent distances and the tumor is removed accordingly. Cited from the article by Kawaguchi et al. (Clin Orthop Relat Res. 2004;419:165-72)<sup>9)</sup> with original copyright holder's permission.

Tissue Committee of the Japanese Orthopaedic Association을 중심으로 새로운 절제연의 개념을 도입하였다.

이들의 절제연 분류법은 종양의 반응(tumor reactive zone)으로부터 거리(distance)를 기준으로 하는 네 가지 절제연 개념을 도입하였다(Table 6). 근치적, 광범위, 병소내 경계의 개념을 도입하고, 근치적 절제연(curative margin)을 반응대(reactive zone)로부터 5 cm 이상의, 광범위 절제연(wide margin)은 1-4 cm, 변연부 절제연(marginal margin)은 반응대를 통과하는, 병소내 절제연(intralesional margin)은 종양 실질(tumor parenchyma)을 통과하는 절제연으로 규정하였다. 이 중 광범위 절제연을 다시 두 가지 군으로 세분화하여 적절한 절제연(adequate wide margin)은 2 cm 이상 거리로, 그리고 부적절한 절제연(inadequate wide margin)은 1 cm의 거리의 절제로 세분하였다(Fig. 2).

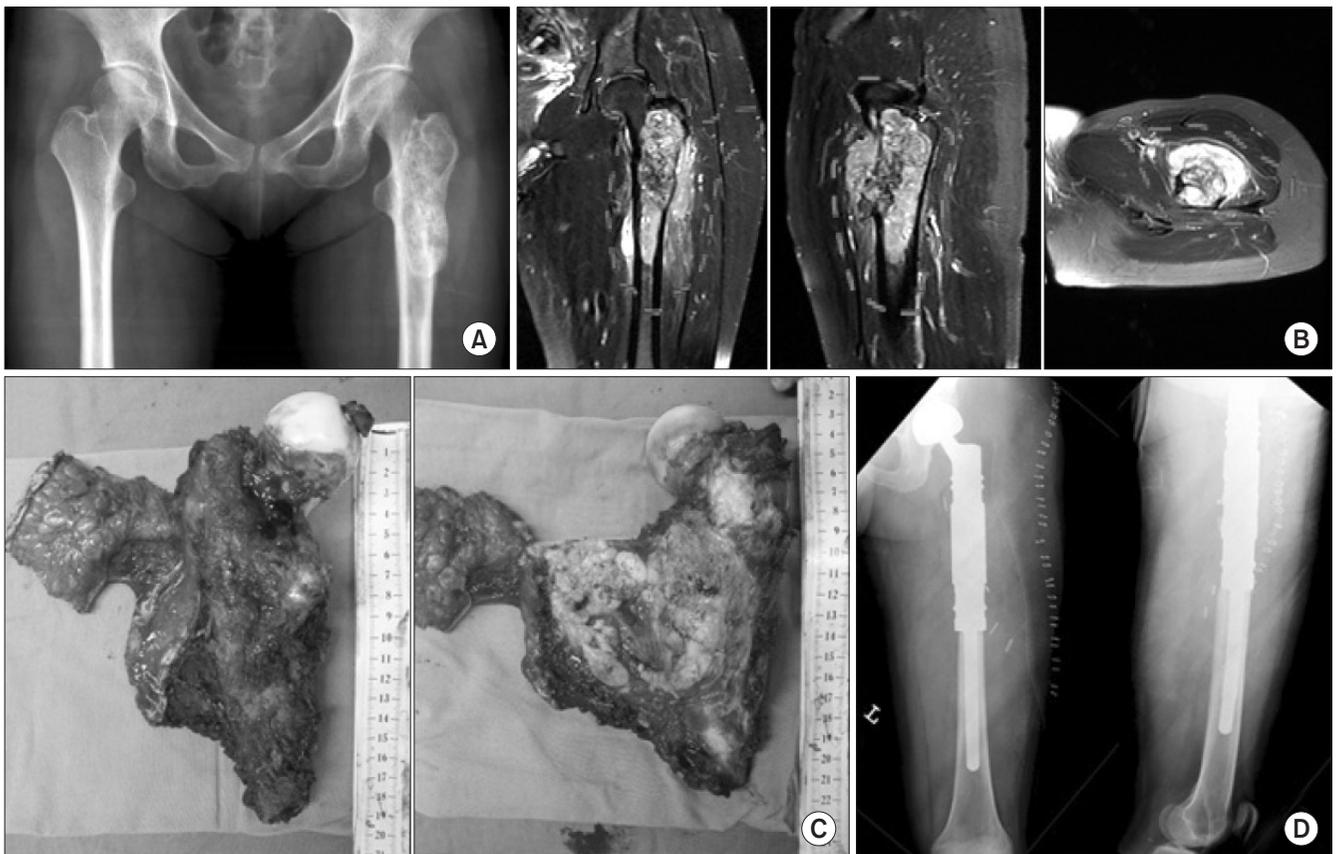
특히 Kawaguchi 등<sup>11)</sup>은 Enneking에 비해 구획의 개념 대신 종양의 반응대로부터 거리를 기준으로 한 개념을 도입하였다. 즉 5 cm 거리를 확보 시 근치적 절제연(curative margin)으로 간주하였다.

### 3. Kawaguchi의 반응대와 방어벽 개념(barrier concept)

Kawaguchi의 절제연이 Ennecking system과 차별화는 반응대와 방어벽에 대한 세분화된 개념이었다. 즉 실제 임상에서 반응지역(reactive zone)이라 함을 육안상으로는 종양 주위의 변색된 지역(discolored area), 조직학적으로는 출혈 조직(hemorrhage tissue), 반흔 조직(scar tissue), 탈신경 근육(degenerated muscle), 부종(edema)과 종양 피막(tumor capsule)으로 개념을 정리하였다.

또한 종양의 침입(invasion)을 차단할 수 있는 해부학적 구조물들로 근막(muscle fascia), 관절 낭(joint capsule), 건(tendon), 건막(tendon sheath), 신경외막(epineurium), 혈관막(vascular sheath), 연골(cartilage), 골막(peritoneum) 등을 방어벽으로 규정하고 이들의 수술시 중요성을 강조하였다.

이들 방어벽은 다시 그 물리적 특성을 고려하여 두꺼운 방어벽과 얇은 방어벽으로 구분하였다. 이 중 두꺼운 방어벽(thick barrier)은 물리적으로 강한 장경인대(iliotibial band), 전천골 근막(presacral fascia)과 관절 낭(joint capsule)과 영·유아 소년기의 골막(periosteum)이 해당하며, 얇은 방어벽(thin barrier)은 근막(muscle fascia)의 약한 구조 조직으로서 성인의 골막, 혈관막, 신경외막 등이 해당한다. 성장판(growth plate)은 환자의 성장 정도



**Figure 3.** Case 1. (A) A 27-year-old female who underwent planned excision. (A) Preoperative plain radiograph. (B) Coronal, sagittal, axial view of the magnetic resonance imaging taken before a planned surgical treatment. (C) Gross clinical photograph of the widely excised tumor. (D) Postoperative plain radiograph.

에 따라 역시 두 가지로 구분하여 영·유아 소년기 성장기의 성장판을 두꺼운 방어벽으로 규정하였다.

이러한 방어벽의 중요성은 어느 정도 종양의 침입에 대한 저항성을 보여 두꺼운 방어벽은 약 3 cm의 정상조직, 얇은 방어벽은 약 2 cm, 그리고 관절연골은 약 5 cm의 정상 조직과 같은 거리로 간주하였다. 이러한 Kawaguchi의 개념을 도입하여 실제 임상에서 수술적 절제 시 종양의 가장 바깥쪽 막(fascia)을 포함한 정상 조직을 절제 시 치유적 절제연(curative margin)으로 간주한다(Fig. 3).

그러나 종양 조직이 이러한 방어벽에 붙어서 유착이 발생한 채 그 형태만 유지된다면 원래 개념에서 1 cm의 거리 축소하여 두꺼운 방어벽은 2 cm, 얇은 방어벽은 1 cm의 정상 조직의 거리로 간주한다.

## 수술적 절제연의 계획

절제연의 계획은 수술 전 컴퓨터 단층촬영 등으로 종양의 크기, 석회화(calcification), 그리고 자기공명영상 등으로 크기, 낭성 변화(cystic degeneration), 괴사(necrosis) 등을 평가한다(Table 7).

## 조직 검사

토니켓을 사용하게 될 경우 토니켓을 부풀리기 전에 팔이나 다리를 높게 올려야 한다. 그러나 종양을 압박하게 되면서 종양 세포가 전신 순환을 통해 원격 전이되는 것을 방지하기 위해 압박하여 방혈하는 행위는 금기이다. 조직이 가능한 한 오염되지 않도록 주의하여야 하며 횡절개를 할 시에는 조직을 다루기가 매우 어렵고 검체에서 잘라내기가 거의 불가능하므로 피해야 한다. 심부 절개를 할 경우 근육간 단면을 포함하는 것보다는 한 가지 근육 구획을 통하여 하고, 대혈관 및 주요 신경들을 피해 절개하여야 한다. 골종양에서 연부조직으로 확장된 부분은 반드시 조직을 채취하여 조직 검사를 시행하여야 하는데, 이는 병변 부위 모

서리 부분이 가장 활동성이 높은 종양 조직을 포함하고 있어 진단에 도움이 되기 때문이다. 골조직에 구멍이 필요하다면 힘이란 곳으로 집중되는 것을 최소화하고 골절을 막기 위해 원형 또는 타원형 모양으로 만들어야 한다. 골절로 인해 사지 보존술을 못하게 될 수도 있으므로 주의해야 한다. 혈종이 생기지 않도록 metacrylate로 구멍을 막아야 하며 methacrylate를 많이 사용하게 되면 종양을 압박하여 골조직 내에서 이동할 수 있으므로 사용하는 양은 최소화해야 한다.

조심스럽게 병변 주위 가성 피막 바로 위에서 조직 검사를 시행한다. 수술 중에는 진단을 확실히 하기 위해 조직을 채취하여 동결 조직 검사를 실시하여야 한다. 토니켓을 사용할 경우, 혈종은 종양 세포로 오염될 수 있기 때문에 토니켓의 전원을 끄고 상처를 봉합하기 전에 꼼꼼하게 지혈하여야 한다. 배액관을 유치할 경우 절개연과 일치하게 배액관 배출구를 만들어 배액관도 종양 조직을 제거할 때 쉽게 제거될 수 있도록 하여야 한다. 상처는 가능한 단단하게 봉합해야 하며 봉합사 아래로 남는 부분이 없도록 해야 한다.

## 수술적 절제 방법

고등급의 근골격계 육종에 대한 안전한 절제연은 술 전 보조요법을 하지 않았거나 효과가 없었을 때는 3 cm 이상의 적절한 광범위 절제연을, 그리고 술전 화학요법이나 방사선 요법에 효과가 있을 경우는 2 cm 이상의 적절한 광범위 절제연을 얻으면 안전한 것으로 평가하였고, 저등급의 육종은 1 cm에서 2 cm 사이의 부적절한 광범위 절제연도 안전하다고 평가한다. 다섯 가지 수술 절제연의 평가 방법 중 종양의 모든 경계부가 치유 절제연을 확보 시 치유적 수술(curative procedure)이라 하고, 만일 절제된 경계의 일부에서라도 종양 세포가 조직학적으로 존재 시 이는 다른 부분에서 종양세포가 존재하지 않는다 해도 병소내 절제술이라 간주한다.

Table 7. Evaluation of the Response of the Tumor to Preoperative Chemotherapy or Radiotherapy or Both

Evaluation of the lesion	Computed radiography	Computed tomography	Magnetic resonance imaging	Digital subtraction angiography
MR	Marked decrease in size Marked sclerosis	Marked decrease in size Marked sclerosis	Marked decrease in size Marked cystic change and necrosis	Marked decrease in size Staining disappearance or markedly diminished
PR	Minimal decrease in size or no change in size with minimal sclerosis	Minimal decrease in size or no change in size with minimal sclerosis	Minimal decrease in size or no change in size with minimal cystic change and necrosis	Minimal decrease in size or no change in size with diminished staining
NC	No change in every finding	No change in every finding	No change in every finding	No change in every finding
PD	Increase in size regardless of sclerosis	Increase in size regardless of sclerosis	Increase in size regardless of cystic change and necrosis	Increase in size regardless of staining

Cited from the article of Kawaguchi et al. (Clin Orthop Relat Res. 2004;419:165-72)<sup>9)</sup> with original copyright holder's permission. MR, marked response; PR, partial response; NC, no change of local disease; PD, progressive local disease.

만일 수술시 일부 절제연에 대한 확신이 부족할 때는 동결 조직 검사(frozen section biopsy)를 시행하여 충분한 경계 부위를 확보하도록 하여야 한다. 이러한 경계는 단순히 종적으로뿐만 아니라 횡적으로도 확보되어야 한다. 고등급의 근골격계 종양에서는 3 cm 이상은 확보하여야 하며, 술전 항암 요법의 반응이 좋으면 최소 2 cm 광범위 절제술이 가능하다. 그러나 일부 광범위 병변이 존재하고 술 전 항암요법 등의 반응이 좋지 않으면, 수술은 부적절한 광범위 절제연(inadequate wide marginal margin limited site)에서 시행될 수도 있다. 특히 저등급 연골 육종(low grade chondrosarcoma), 방골성 골육종(parosteal osteosarcoma) 등은 골막, 혈관막, 근막 등이 존재 시 병소 변연부 절제술 또는 1 cm 광범위 절제술로 수술될 수 있다. 그러나 동일한 구획 내에서 방어벽이 없는 경우는 최소 3 cm 이상의 거리를 두고 수술이 진행되

어야 한다. 재발된 경우나 고등급(high grade)일 경우는 국소 윤곽(local cure)을 위해 치유적 절제술이 시행된다(Fig. 3, 4).

만약 술 전 처치가 없거나 효과가 없는 고등급 골육종은 3 cm 이상의 광범위 절제술이 필요하고, 술 전 양상(modality)이 효과적이면 2 cm 이상이 가능하다. 그러나 재발성 종양(recurrent tumor)은 치유적 절제술(curative margin)이 요구된다. 저등급 육종(low grade)은 적당한 광범위 절제술(adequate wide margin)이 필수적이지만 극히 일부 변연부 절제술(marginal procedure)이 시행될 수도 있다. 만약 부족한 경계부위(insufficient margin)의 존재 시 방사선 치료 등을 시행한다.

Kawaguchi 등<sup>9)</sup>은 이와 같은 기준으로 치료한 837명의 종양환자의 치료 결과를 보고하면서 local cure의 성공은 결국 surgical procedure의 mature와 감한 연관성이 있다고 보고하였다. 고등급 골

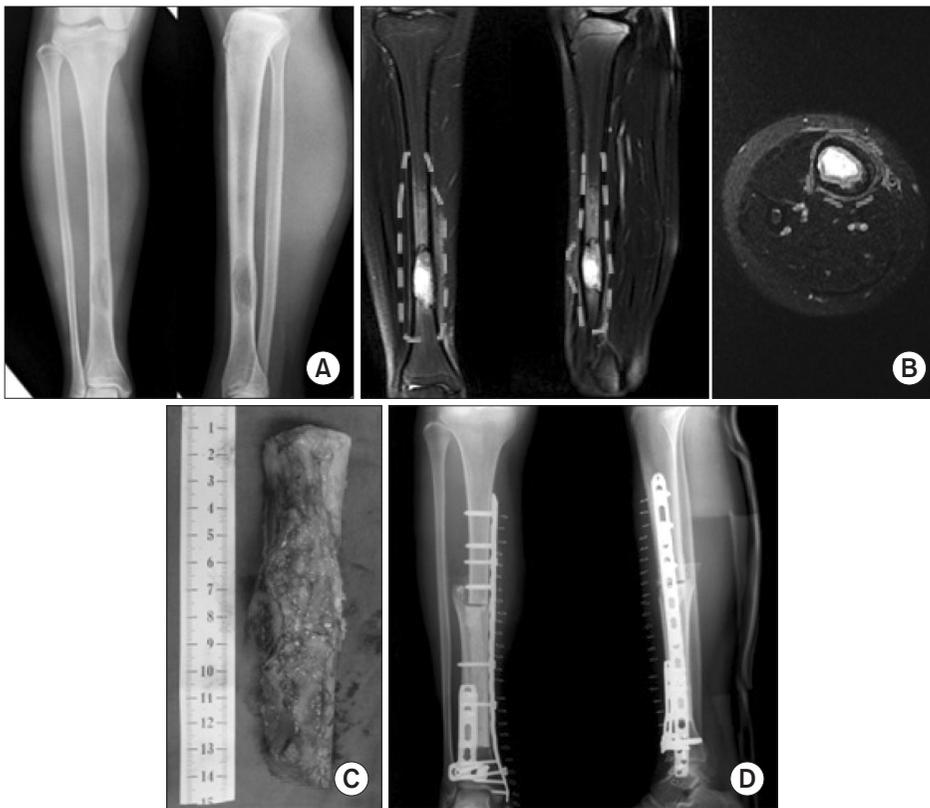


Figure 4. Case 2. A 15-year-old female who underwent planned excision. (A) Preoperative plain radiograph. (B) Coronal, sagittal, axial view of the magnetic resonance imaging taken before a planned surgical treatment. (C) Gross clinical photograph of the widely excised tumor. (D) Postoperative plain radiograph.

Table 8. Relationship between Local Curability and Surgical Procedures

Variable	High grade sarcoma (%)	Low grade sarcoma (%)	Recurrent case of high grade sarcoma (%)	Recurrent case of low grade sarcoma (%)
Curative margin	90	91	89	82
Adequate wide margin	89	97	67	68
Inadequate wide margin	82	76	0	0
Marginal margin	60	78	20	42
Intralesional margin	21	48	14	0

육종(high grade sarcoma)의 경우 치유적(curative) 또는 적절한 광범위 절제술(adequate wide procedure)로 약 90%의 치료 효과를 얻었으며, 변연부 절제술로는 60%, 병소내 절제술의 경우 약 21%의 치유 효과를 보였다. 저등급 골육종(low grade sarcoma)의 경우 역시 치유적 혹은 적절한 광범위 절제술로 90%이상의 치료 효과를 보인 반면 부적절한 변연부 절제술로서는 76%, 병소내 절제 시 48%의 치료 효과를 나타냈다. 특히 재발성 고등급 골육종의 경우 치유적 절제술 후 치료 효과가 89%인 반면 부적절한 광범위 절제술 및 변연부, 병소내 절제술의 치료 효과가 20% 미만을 보였으며, 저등급 골육종의 재발성인 경우 치유적 절제술 시 치료 효과가 82%인 반면 부적절한 광범위 절제술 시 0%의 치료 효과를 보였다(Table 8).

## 결론

악성 골연부조직 종양의 수술적 절제 목적은 국소적으로 종양 세포를 남기지 않고자 함이다. 또한 수술적 절제 후 발생하는 기능 손실을 최소화하는 노력이 동반되어야 한다. 이것을 실현하기 위해서는 종양의 조직학적 등급, 해부학적 위치, 환자의 연령, 그리고 수술자의 경험과 능력 등을 고려하여 절제연을 결정하는 것이 필수적이다.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

## REFERENCES

1. Link MP, Goorin AM, Miser AW, et al. The effect of adjuvant chemotherapy on relapse-free survival in patients with osteosarcoma of the extremity. *N Engl J Med*. 1986;314:1600-6.
2. Bernthal NM, Federman N, Eilber FR, et al. Long-term results (>25 years) of a randomized, prospective clinical trial

evaluating chemotherapy in patients with high-grade, operable osteosarcoma. *Cancer*. 2012;118:5888-93.

3. Collins M, Wilhelm M, Conyers R, et al. Benefits and adverse events in younger versus older patients receiving neoadjuvant chemotherapy for osteosarcoma: findings from a meta-analysis. *J Clin Oncol*. 2013;31:2303-12.
4. Aho AJ, Ekfors T, Dean PB, Aro HT, Ahonen A, Nikkanen V. Incorporation and clinical results of large allografts of the extremities and pelvis. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;307:200-13.
5. Camnasio F, Scotti C, Peretti GM, Fontana F, Frascini G. Prosthetic joint replacement for long bone metastases: analysis of 154 cases. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008;128:787-93.
6. Gosheger G, Gebert C, Ahrens H, Streitbuerger A, Winkelmann W, Harges J. Endoprosthetic reconstruction in 250 patients with sarcoma. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;450:164-71.
7. Edge S, Byrd DR, Compton CC, Fritz AG, Greene FL, Trotti A. *AJCC Cancer Staging Manual*. 7th ed. New York, NY: Springer-Verlag; 2009.
8. Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. A system for the surgical staging of musculoskeletal sarcoma. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;153:106-20.
9. Kawaguchi N, Ahmed AR, Matsumoto S, Manabe J, Matsushita Y. The concept of curative margin in surgery for bone and soft tissue sarcoma. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;419:165-72.
10. Enneking WF. A system of staging musculoskeletal neoplasms. *Instr Course Lect*. 1988;37:3-10.
11. Kawaguchi N, Amino K, Matsumoto S, et al. Limiting factors of limb salvage operation for musculoskeletal sarcoma. In: Yamamuro T, ed. *New developments for limb salvage in musculoskeletal tumors*. Kyocera Orthopaedic Symposium. Tokyo: Springer-Verlag; 1989. 137-41.

## 악성 골 종양의 진단 및 치료

## 악성 골종양의 수술적 절제술

정성택<sup>✉</sup> • 정영우

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

악성 골종양은 상대적으로 다른 종양들에 비해 빈도가 낮아 주변에서 흔히 관찰되지는 않지만 증증도 및 예후와 관련하여 간과되어서는 안될 중요 질환 중 하나이다. 여러 부위에서 악성 골종양을 절제할 특별한 방법들이 존재하며, 재건술 역시 다양하게 시행되고 있다. 특히 악성 골종양 절제술 및 재건술에서는 종양 세포를 최대한 남기지 않고, 기능 저하를 최소화하기 위해 특정 치료 방침에 대한 지침을 가지고 접근하는 것이 필요하다. 본 종설에서는 이에 따라 악성 골종양 절제술에 대한 지침을 정할 때 어떤 기준에 의해 분류하고, 각각의 경우에 어느 정도까지 절제술을 시행할지에 대해 알아보려고 하였다.

**색인단어:** 골 종양, 진단적 오차, 사지

접수일 2015년 10월 19일 게재확정일 2015년 11월 14일

<sup>✉</sup>책임저자 정성택

61469, 광주시 동구 제봉로 42, 전남대학교병원 정형외과

TEL 062-220-6336, FAX 062-225-7794, E-mail [stjung@chonnam.ac.kr](mailto:stjung@chonnam.ac.kr)