

원위 요골 악성 종양의 광범위 절제술 후 혈행성 유리 비골 두 이식을 이용한 수근관절 재건술

가톨릭의과대학 정형외과학교실

송석환 · 이윤민

— Abstract —

Reconstruction of Wrist Joint Using Vascularized Free Fibular Head Graft After the Wide Tumor Excision of Distal Radius

Seok-Whan Song, M.D., DMSc, Yoon-Min Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, The Catholic University of Korea

Vascularized free fibula head transfer is an established method for reconstruction of long bone defects of the upper limb involving the distal radius or the proximal humerus. For the wrist following tumor resection, in cases of resection of the radial articular surface, three reconstructive options are possible: 1. fibular head transfer to replace the radial joint surface, 2. fixation of the fibula to the scaphoid and lunate, 3. complete wrist fusion. The decision on the type of the operation depends on the amount of the resection and the remained normal anatomical structures, and also the necessity of function of the wrist in the future. The authors believe that the vascularized free fibula head graft is a safe and reliable method for reconstructing the upper limb, especially for patients with a defect of the distal radius, and report the operative methods, donor vascular consideration, complications, and functional result after this operation.

Key Words: Distal radius malignancy, Vascularized fibular head graft, Wrist reconstruction

서 론

혈행성 유리 비골 이식술은 대퇴골두 무혈성 괴사를 비롯한 신체 각 부위의 무혈성 괴사를 치료하기 위하여, 또한 종양이나 장관골 골수염에 대한 광범위 절제 후 재건술 등, 다양한 부위에 사용되고 있다¹⁻⁴. 그러나 관절면을 포함한 원위 요골의 광범위 절제 후 비골 두의 독특한 모

양과 관절면을 이용하여 수근관절을 재건하는 술기는 해부학과 미세수술을 접목하는 미세수술외과의 혁신적인 치료 방법이다^{5,6}.

수근관절을 재건하기 위하여 비골 두를 사용하는 경우는 단순한 원위 요골의 치환, 요수근 관절(radiocarpal joint)의 유합을 동반한 술기, 혹은 요수근 관절 및 중수근 관절의 유합을 동반한 전 수근관절 유합술(total wrist

※통신저자: 송 석 환

서울시 영등포구 여의도동 62번지

가톨릭의대 여의도성모병원 정형외과

Tel: 02-3779-1192, Fax: 02-783-0252, E-mail: sw.song@catholic.ac.kr

fusion)로 세분하여 실시할 수 있다⁷. 이는 원위 요골의 원발 병소를 얼마나 절제하고 남아 있는 재건에 사용될 수 있는 정상적인 구조 상태에 따라 결정되며, 또한 재건된 수근관절을 가지고 환자가 평생 어느 작업, 중노동 혹은 가벼운 작업 등, 에 종사할 것 인지도 관여한다.

저자들은 원위 요골을 광범위하게 침범한 악성 종양에 대하여 요골의 관절면을 포함한 광범위 절제 후 혈행성 유리 비골 두 이식으로 치료하였으며, 이에 대한 적응증과 술기, 합병증 등에 대하여 논의하고자 한다.

증례 및 수술 방법

49세 여자가 우측 수근관절부의 통증을 주소로 내원하였다. 진찰 소견상 원위 요골 부위의 종창 및 압통이 있었으며, 수근 관절 운동 제한이 있었고, 단순 방사선 사진상 원위 요골 골간단 부위에 골피질 파괴를 동반한 약 2×4 cm 크기의 골 용해 소견이 확인되었다(Fig. 1). 관절면을 침범하지는 않았으며, 골 파괴의 속도가 빠른 줄이 먹은(moth-eaten) 소견을 보여 악성 종양의 추정

아래 MRI 및 혈관 조영술을 하였다. MRI 사진 소견상 약 3×4.5 cm 정도의 팽창하는 연부 조직을 가진 골 파괴를 동반한 종양이 확인되었으며(Fig. 2), 혈관 조영술 사진상 종양 부위의 혈관이 증가되어 있고, 동-정맥 문합이 있었으며, 종양 부위에 조영제가 오래도록 남아있는 종양 염색(tumor staining)이 있었다(Fig. 3). 흉부 CT 검사 및 전신 핵의학 골주사 검사 상 전이의 소견은 발견되지 않아 Enneking stage IIB로 판단하고 조직 검사를 실시하였다. 조직 검사 결과 악성 섬유성 조직구종(Malignant Fibrous Histiocytoma, MFH)으로 확인되었으며, 약 4개월 간의 신보조 화학요법(neoadjuvant chemotherapy) 후에 추시 MRI 및 혈관 조영술로 종양의 크기가 줄어들고 경계가 명확해져 화학요법이 효과가 있었다는 것을 확인하고 원발 종양을 절제하고 생 비골 두 이식술을 실시하였다.

이전의 조직 검사 절개 부위를 절제하도록 포함하여 피부 절개를 하였으며, 종양의 발병 위치 상 충분한 변연 절제 혹은 최소한의 광범위 절제가 되도록 종양을 절제하였다(Fig. 4). 요골은 종양의 근위 경계에서 약 2 cm



Fig. 1. Right wrist plain radiograms show about 2×4 cm osteolytic lesion on the voloulnar side of distal radius. It already destroyed the wide margin of radial cortical bone.



Fig. 2. MRI examination further detailed the extent of the osteolytic lesion, as 3×4.5 cm soft tissue mass, involving the most portion of the distal radius metaphysis. There is a danger of impending fracture.



Fig. 3. Conventional brachial angiogram showed the most typical findings of malignant tumors, such as early arteriovenous shunt, tortuous course, and late tumor staining.



Fig. 4. Soft tissue mass was almost excised, including the skin and soft tissue of previous biopsy tract, peritumoral normal tissue cuff, radiocarpal capsule and ligament, and also distal radioulnar joint capsule and ligaments.

정도 근위부인, 요골 관절면에서 약 8.5 cm 되는 부위에서 절단하였으며, 해부학적 취약함(anatomical snuff box)에 지나가는 요골 동맥에서 요골과 수근골에 공급하는 분지를 절단하였고, 요수근 인대는 수근골에 부착되어 있는 부위에서 약 2 mm 정도만 남기고 대부분 요골에 부착하여 절단하였다. 수근관절의 전방 및 후방으로 지나가는 근-건은 잘 박리하여 한편으로 정리하였다(Fig. 5). 근위 비골을 채취하기 위하여 좌측 대퇴부에 지혈대를 올리고 하퇴부 외측에 긴 절개를 하여 외측 도달법으로 근

위 비골 두를 포함한 약 20 cm 정도의 비골을 채취하였다. 비골동맥을 포함한 비골을 둘러싼 근육을 약 1 cm 정도 두께로 포함하여 박리하였으며, 비골 두에 부착되어 있는 좌측 슬관절의 외측 측부인대는 비골 두 부착부에서



Fig. 5. Distal radius, about 8.5 cm from the radial articular surface, was excised, remaining the safe margin of tumor.

짧게 절단하여 근위 경골 외측부에 staple로 고정하였다. 비골 두에 부착하는 대퇴 이두근건은 비골 두에 약 1 cm 정도 부착하여 절단하였으며, 추후 수근관절에 봉합하도록 준비하였다(Fig. 6).

떼어낸 비골 혈관이 부착된 근위 비골을 전완부로 이전

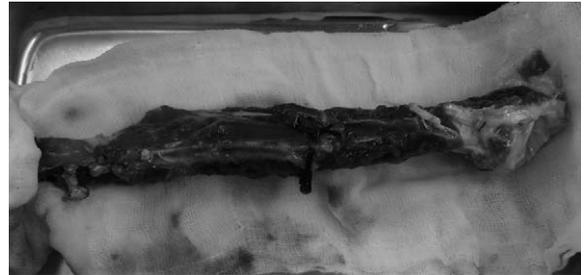


Fig. 6. Prepared vascularized free fibula graft. The donor vessels were peroneal vessels, and small cuff of muscles surrounding fibula was attached for the confirmation of the circulation of grafted fibula.

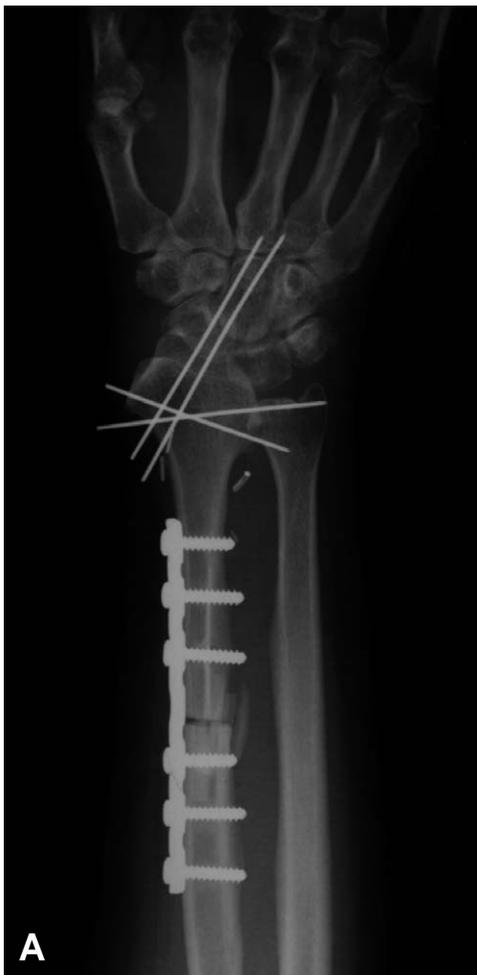


Fig. 7. The shaft of grafted fibula was fixed to the distal end of remaining radius with plate and screws, and the fibula head was fixed to carpal bones and distal ulna with multiple K-wires.



Fig. 8. Eight years after the fibular graft operation. Suspicious fibulocarpal arthritis is noted, but without subjective symptoms so far. Bone union is complete, and clinically, range of motion was acceptable.

하여 비골 두를 수근관절의 주상골과 월상골에 맞추어 적당한 길이를 측정하고 약 9 cm의 비골 두를 포함한 비골을 잘라내어 원위 요척관절을 고정하는 방법으로 수근관절과 함께 K-강선을 이용하여 고정하였으며, 근위 비골단과 원위 요골단은 금속판-금속나사로 내고정하였다(Fig. 7). 수근관절부에 남아 있는 인대 및 관절낭은 이전된 비골 두의 슬관절 외측 측부인대 및 근위 경-비골관절낭에 봉합하여 수근관절의 안정성을 확립하였다. 비골동맥은 요골동맥과, 비골정맥은 표재성 정맥과 단단(end-to-end) 문합하여 이전된 비골에 혈행이 재개됨을 확인한 후 수술부위를 봉합하였다. 이후 성공적인 화학요법과 골 유합으로 수술 후 약 8년이 지난 현재 우측 수근관절의 운동 범위는 굴곡 20도, 신전 30도, 요측굴 10도, 척측굴 20도, 회내전 40도, 회외전 60도로 비교적 양호한 상태를 보였다(Fig. 8).

고 찰

혈행성 유리 비골 이식은 장관골의 긴 골 결손을 치료하

기 위하여 가장 추천되는 수술법 중 하나이다. 특히 혈행성 유리 비골 두의 이식은 상지의 골 결손을 치료하기 위하여 선호되는데, 이중 원위 요골의 관절면을 포함한 광범위한 결손 시에 수근관절의 기능을 어느 정도 유지하기 위한 방법으로 가장 추천되는 방법이다⁷⁻¹¹. 이 수술은 1979년 Pho 교수가 발표한 이래 많이 사용되고 있는데⁹, 비골 두 관절면의 모양이 원위 요골과 유사하기 때문에 완벽하지는 않으나 요-수근관절을 어느 정도 자연스럽게 재건할 수 있다. 혈행성 유리 비골 두 이식술은 풍부한 혈액 공급으로 감염을 줄여주고 또한 골 유합을 원활하게 하며, 비골 두에 부착되어 있는 대퇴 이두근건을 사용하여 관절을 안정되게 고정할 수 있다⁸. 또한 원위 요골을 침범한 원발 병소의 범위와 절제 후 재건하여야 할 부위로 보아, 요-수근관절을 만들어 줄 것 인지^{5,6}, 요수근 관절은 유합하면서 중수근 관절을 이용하도록 할 것인지^{12,13}, 아니면 수근관절을 전체 유합할 것인지^{2,4} 결정할 수 있다.

원위 요골 원발 병소의 절제에 대하여는 본 논문의 목적에 부합하지 않으므로 일반적인 골 종양치료 원칙에 준하여 원위 요골을 변연부 혹은 가능한 한 범위내의 광범

위 절제하는 것으로 마무리한다.

비골 두 혈관의 해부학적인 변이도 보고되어, Restrepo 등¹⁴은 근위 비골 두에 공급되는 혈관이 항상 외측 하 슬 동맥(lateral inferior genicular artery)과 전방 경골 동맥(anterior tibial artery)에서 유래한다고 하였으나, Ono 등¹⁵은 비골 경부에서 두 개의 다른 혈관 구조를 발견하였으며, 10~12 cm 이상의 결손에는 비골 혈관을 이용하나 그보다 작은 결손에는 전방 회전 경골 동맥(anterior recurrent tibial artery)을 이용할 수 있다고 하였다. 또한 Muramatsu 등⁷은 그들의 증례에서 비골 동맥이 비골 두를 충분히 혈류 공급을 하는 경우 장기 추시에서도 비골 두-수근관절의 퇴행성 변화를 관찰하지 않았기 때문에 비골 동맥이 비골 두의 성장판이 닫힌 후에도 골수내 영양 혈관(intramedullary nutrient vessels)을 통하여 비골 두에 충분한 혈류 공급이 이루어 진다고 추측하였으며, Pho⁵는 두 명의 환자에서 비골 동맥을 이용하여 성공적인 수술을 보고한 바 있다. Innocenti 등¹⁶은 회귀 골단 분지(recurrent epiphyseal branch)가 전 경골 동맥의 시작점부터 약 2 cm 정도에서 분지하며, 원위 2/3의 비골은 주로 비골 혈관에 의하여 혈류 공급을 받는다고 하였다(Fig. 9). 따라서, 짧은 혈행성 비골 두 이식술에는 전 경골 혈관을 혈관경으로 이용하고, 긴 혈행성 비골 두 이식술에는 비골 혈관을 혈관경으로 이용하는 것이 권장된다⁸. Onoda 등⁸은 8 명의 환자 중 3명에서는 비골 혈관을, 4명에서는 전 경골

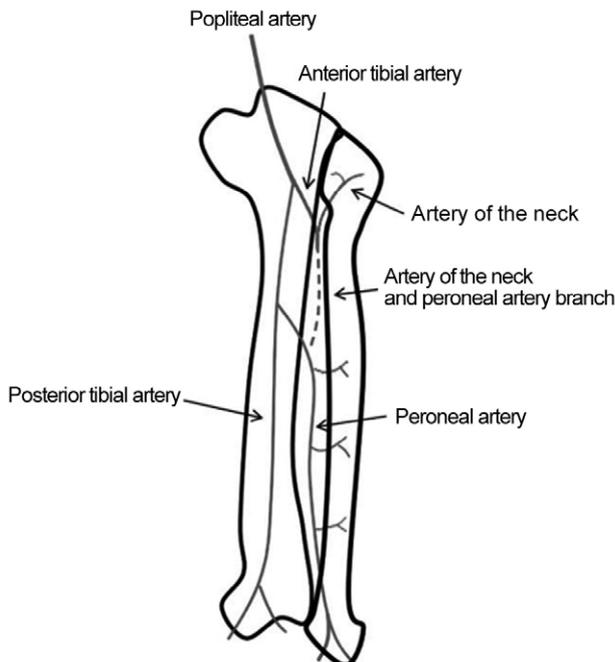


Fig. 9. Vascular anatomy of the fibula head.^{8,16}

혈관을, 그리고 1명에서는 외측 하 슬 혈관을 사용하였다고 하여, 다양한 경우를 예상하고 준비하는 것이 성공적인 수술에 필요하다고 하겠다(Fig. 10).

원위 요골을 치환하는 비골 두 이식술은 난이도가 높은 술식으로 비교적 높은 합병증이 보고되고 있다. Usui 등¹⁷은 6예의 환자 중 3예에서 비골 두의 허탈 혹은 붕괴로 인하여 추후 수근관절의 유합술을 실시하였으며, 2예에서는 전완부 회전 운동 범위를 증가하기 위하여 절골술이 요구되었다고 보고하였다. 이러한 합병증을 방지하기 위하여 부분적인 수근관절의 유합을 추천하기도 하는데^{13,15,18}, 이식한 비골-주상골-월상골 유합술과 전 수근관절의 유합술이다. 또한 공여부의 합병증도 예상할 수 있는데, 일과성으로 진행되는 비골신경 마비 증상이 있을 수 있으며⁸, 일시적인 슬관절 동통 및 운동통이 있고, 외측 측부인대의 근위 경골 외측부 고정이 불완전 할 경우 슬관절 불안정성이 예상되기는 하나 대부분 일상 생활에 큰 불편이 없는 것으로 보인다.

고식적인 비혈행성 비골 두를 이식하는 방법과 같이 비골 두를 주상골-월상골과 유합하여 비교적 만족할 만한 수근관절부의 관절운동 범위를 보고하고 있으며, 수술 후 굴곡-신전 운동 범위가 각각 60도와 55도로 보고하였다¹³. Minami 등¹⁸도 또한 굴곡과 신전이 60도와 80도로 보고하여 만족스러운 운동 범위를 보고하였으며, 관절성형술과 관절유합술의 임상적인 결과와 유사한 결과를 얻을 수 있었다고 보고하였다. 이 비골 두-주상골-월상골 유합술시 가장 어려운 문제가 이들의 내고정인데, 관절의 접촉면적이 작기 때문이다⁷. 이중의 소형 금속판을 사용하기도 하고 2.0 mm T-금속판을 사용하기도 하며¹³, 저자들의 경우 K-강선을 이용하기도 한다.

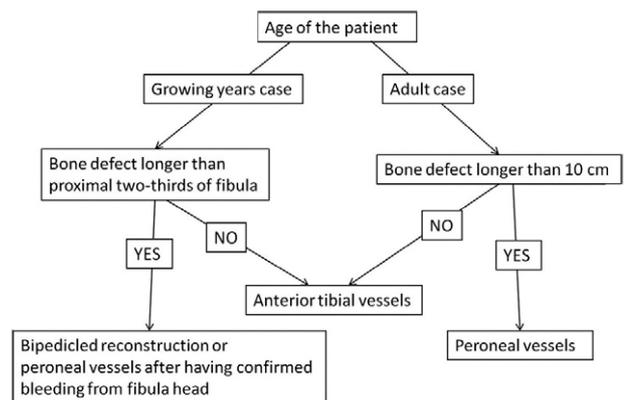


Fig. 10. Algorithm for selecting vascular pedicles of the fibula head graft.⁸

결 론

혈행성 유리 비골 두 이식술은 숙련된 정형외과 혹은 성형외과 의사에게도 결코 쉽지 않은, 후유증의 발생 가능성이 많은 수술이다. 대부분 악성 종양인 경우가 많은 수여부의 병변을 완전하게 절제하는 것이 중요하며, 재건에 필요한 비골 두를 포함한 비골 길이와 사용할 혈관을 선택하고, 수술 전-후의 항암 요법 등 전신적인 치료에 또한 관심을 가져야 한다. 비록 이 수술로 수근관절의 기능을 어느 정도 보존할 수 있으나 보다 많은 기능의 회복을 위하여는 수술적 치료 이외에도 재활 물리 치료 등 환자의 적극적인 참여가 요한다는 것을 주지시켜야 한다.

이상의 어느 수술 방법이라도 비골 두의 허탈이나 골절, 추후 비골-수근관절의 관절염이 예상되기 때문에, 수근관절의 재건술은 주로 가벼운 일상 생활을 하기 위한 수술로, 젊고 비교적 활발한 활동을 하는 환자에서는 비골-주상골-월상골 유합술이, 그리고 종양의 절제 시 수근관을 보존할 수 없는 경우에는 전 수근관절의 유합술이 추천된다⁷.

REFERENCES

1. Van Demark RE Jr, Van Demark RE Sr: Nonvascularized fibular autograft to treat recurrent giant cell tumor of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 1988; 13: 671-5.
2. Vander Griend RA, Funderburk CH: The treatment of giant-cell tumors of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am.* 1993; 75: 899-908.
3. Windhager R, Millesi H, Kotz R. Resection-replantation for primary malignant tumours of the arm. An alternative to fore-quarter amputation. *J Bone Joint Surg Br.* 1995; 77: 176-84.
4. Ben Amor H, Zouari M, Karray S, Zehi K, Litaïem T, Douik M: Giant cell tumors of the distal end of the radius treated by resection- arthrodesis. *Acta Orthop Belg.* 1998; 64: 41-6.
5. Pho RW: Malignant giant-cell tumor of the distal end of the radius treated by a free vascularized fibular transplant. *J Bone Joint Surg Am.* 1981; 63: 877-84.
6. Ihara K, Doi K, Sakai K, Yamamoto M, Kanchiku T, Kawai S: Vascularized fibular graft after excision of giant cell tumor of the distal radius. A case report. *Clin Orthop.* 1999; 359: 189-96.
7. Muramatsu K, Ihara K, Azuma E, Orui R, Goto Y, Shigetomi M et al: Free vascularized fibula grafting for reconstruction of the wrist following wide tumor resection. *Microsurgery.* 2005; 25: 101-6.
8. Onoda S, Sakuraba M, Asano T, Miyamoto S, Beppu Y, Chuman H et al. Use of vascularized free fibular head grafts for upper limb oncologic reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2011; 127: 1244-53.
9. Pho RW: Free vascularised fibular transplant for replacement of the lower radius. *J Bone Joint Surg Br.* 1979; 61: 362-5.
10. Pho RW, Patterson MH, Kour AK, Kumar VP: Free vascularised epiphyseal transplantation in upper extremity reconstruction. *J Hand Surg Br.* 1988; 13: 440-7.
11. Weiland AJ, Daniel RK: Microvascular anastomoses for bone grafts in the treatment of massive defects in bone. *J Bone Joint Surg Am.* 1979; 61: 98-104.
12. Okada T, Tsukada S, Obara K, Yasuda Y, Kitayama Y: Free vascularized fibular graft for replacement of the radius after excision of giant cell tumor: Case report. *Microsurgery.* 1981;3:48-53.
13. Bickert B, Heitmann C, Germann G: Fibulo-scapho-lunate arthrodesis as a motion-preserving procedure after tumour resection of the distal radius. *J Hand Surg Br.* 2002; 27: 573-6.
14. Restrepo J, Katz D, Gilbert A: Arterial vascularization of the proximal epiphysis and the diaphysis of the fibula. *Int J Microsurg.* 1980; 2: 49-54.
15. Ono H, Yajima H, Mizumoto S, Miyauchi Y, Mii Y, Tamai S. Vascularized fibular graft for reconstruction of the wrist after excision of giant cell tumor. *Plast Reconstr Surg.* 1997; 99: 1086-93.
16. Innocenti M, Delcroix L, Manfrini M, Ceruso M, Capanna R: Vascularized proximal fibular epiphyseal transfer for distal radial reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87: 237-46.
17. Usui M, Murakami T, Naito T, Wada T, Takahashi T, Ishii S: Some problems in wrist reconstruction after tumor resection with vascularized fibular-head graft. *J Reconstr Microsurg.* 1996; 12: 81-8.
18. Minami A, Kato H, Iwasaki N: Vascularized fibular graft after excision of giant-cell tumor of the distal radius: wrist arthroplasty versus partial wrist arthrodesis. *Plast Reconstr Surg.* 2002; 110: 112-7.