

미세 수술을 이용한 광범위한 요골 원위 골단부 거대세포종의 재건술

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

권부경 · 정덕환 · 한정수 · 이재훈

— Abstract —

Microsurgical Reconstruction of Giant Cell Tumor of Distal Epiphysis of Radius

**Boo Kyung Kwon, M.D., Duke Whan Chung, M.D.,
Chung Soo Han, M.D., Jae Hoon Lee, M.D.**

Department of Orthopedic Surgery, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Treatment of giant cell tumor of distal radius can be treated in several ways according to the aggressiveness of the tumor. But the management of giant cell tumor involving juxta-articular portion has always been a difficult problem. In some giant cell tumors with bony destruction, a wide segmental resection may be needed for preventing to recur. But a main problem is preserving of bony continuity in bony defect as well as preservation of joint function. We have attempted to overcome these problems by using a microvascular technique to transfer the fibula with peroneal vascular pedicle or anterior tibial vessel as living bone graft. From April 1984 to July 2005, we performed the reconstruction of wide bone defect after segmental resection of giant cell tumor in 14 cases, using Vascularized Fibular Graft, which occur at the distal radius. VFG with peroneal vascular pedicle was in 8 cases and anterior tibial vessel was 6 cases. Recipient artery was radial artery in all cases. Method of connection was end to end anastomosis in 11 cases, and end to side in 3 cases. An average follow-up was 6 years 6 months, average bone defect after wide segmental resection of lesion was 6.8 cm. All cases revealed good bony union in average 6.5 months, and we got the wide range of motion of wrist joint without recurrence and serious complications. Grafted bone was all alive. In functional analysis, there was good in 7 cases, fair in 4 cases and bad in 1 case. Pain was decreased in all cases but there was nearly normal joint in only 4 cases. Vascularized fibular graft around wrist joint provided good functional restoration without local recurrence.

Key Words: Giant cell tumor, Distal radius, Vascularized fibular graft, Microsurgery

※통신저자: 정 덕 환

서울특별시 동대문구 회기동 1번지, 130-702

경희의료원 정형외과학교실

Tel: 82-2-958-8368, Fax: 82-2-964-3865, E-mail: dukech@khmc.or.kr

I. 서 론

양성 골 종양의 수술적 치료에 있어서 대부분이 종양 조직을 소파하거나 절제한 후에 해면골 이식술이나 피질골과 해면골의 포함한 골 이식술로서 치료하는데 관절면에 인접하여 발생한 골단부의 골 종양에 대하여는 관절면의 보존이 잘 안되는 경우가 많다. 이와 같이 골단부에 발생하는 대표적인 종양인 거대세포종은 관절과 인접된 부위의 파괴를 동반하여 관절의 기능을 위협하는 경우가 많다. 특히 요골의 원위 골단부에 광범위하게 이환되어서 완관절을 파괴하여서 완관절의 기능을 소실하게 하는 경우가 있다. 거대 세포종의 수술적 치료로는 병소의 완전 제거 및 골 이식술을 이용하여 골의 연속성을 부여하기 위하여 적극적으로 종양 조직을 소파하거나 국소를 절제하여야 하는데, 이로 인하여 발생된 골 결손부를 치환하기 위하여 여러가지 방법이 소개되고 있으나 요골 원위부의 관절 연골하조직(subchondral area)까지 침범한 경우에는 혈관 문합을 동반하는 미세수술 수기를 이용하는 생비골 이식술이 권장되고 있다. 특히 관절과 인접한 부위의 종양부위는 비골의 골간단부 및 골단부를 모두 포함한 조직으로 대체하여 비골의 골단부의 관절 연골부위가 근위 수근골과 직접 접촉할 수 있도록 하는 방법이 종양의 재발을 낮출 수 있는 것으로 보고되고 있다. 저자들은 1984년 4월부터 2005년 7월까지 요골 원위부에 발생한 광범위한 거대 세포종 환자 14례에 대하여 종양 조직을 완전하게 절제한 후에 발생된 골 결손 부위를 비골 근위부 골단과 관절 연골 부위를 포함하는 생비골 이식술로 치료하였고 이에 대한 결과를 보고하고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

저자들은 1984년 4월부터 2005년 7월까지 경희대학교 부속병원 정형외과에서 요골 원위부에 발생한 광범위한 거대 세포종 환자 14례에 대하여 종양 조직을 완전하게 절제한 후에 발생된 골 결손 부위를 비골 근위부 골단 및 관절 연골 부위를 포함하는 생비골 이식술로 치료하였다.

성별의 분포는 남자 5명, 여자 9명이었으며 평균 연령 36.6세로서 17세에서부터 62세까지의 연령 분

포를 보였다. 본 술식으로 수술 하기 전에 단순 골 소파술 및 해면골 이식술을 시행 받은 병력이 있는 경우가 4례에서 있었으며, 4례는 수술 시에 병적 골 절을 동반하고 있어서 동통을 호소하고 있었다. 수술 시에 절제한 골 종양 부위의 평균 결손 길이는 6.8 cm이었다. 12예 중 2례는 추시 중에 지속적인 추적이 불가능 하였고, 추시 가능한 12례에서 평균 6년5개월 추시 하였다. 미세 혈관 문합의 수술 술기에 따른 분류로는 공여 비골의 혈관을 비골 동맥을 사용한 경우가 8례, 전 경골 동맥을 이용한 경우가 6례였으며, 수여부의 혈관은 전례에서 수여부의 요골동맥을 이용하였고 11례에서는 단단문합(end to end anastomosis), 3례에서는 측단문합(end to side anastomosis)를 이용하였다.

수술 방법

저자들은 수술 전에 방사선 촬영과 골주사 및 전산화 단층촬영, 자기공명 영상 촬영 등을 이용하여 병소 절제 후 예상되는 골 결손 정도를 측정하였으며 수용부와 공여부에 혈관 조영술을 시행하여 혈관 상태와 분기점등의 위치를 파악하여 문합이 가능한 혈관을 결정하였다.

전경골동맥을 혈관경으로 비골을 채취할 경우에는 우선 환자를 양외위로 하고 대퇴부에 지혈대를 설치한 상태에서 슬관절의 전외측 방향에서 근위 경비관절을 중심으로 후외측에서 전내측으로 10~15 cm 정도의 사선형 피부 절개를 가하고 피부 및 피하 조직을 견인하면서 장경대와 대퇴 이두근의 비골 두 부착부위를 확인하고 두 구조물 사이로 깊이 도달하여 비골두에 부착하는 대퇴 이두근을 비골두를 둘러싼 연부 조직을 일부 포함하여 비골두에서 분리한다. 이때 비골단을 제거 후에 슬관절에 외측 불안정성이 발생할 가능성을 줄이기 위해 비골두에 부착되는 연부 조직과 슬관절 외측부 인대를 보존하여 후에 관절을 보강하는 사용토록 한다. 계속 비골두를 확인하면서 원위 방향으로 절개를 진행하여 전경골근의 근위 기시부와 장비골근 기시부 사이를 통과하여 이들을 양측으로 견인하면서 그 밑에 장지신근(extensor digitorum longus)을 확인하고 이를 통과하는 총비골 신경과 천부 비골 신경과 심부 비골 신경을 확인하여 잘 보호하면서 장 비골근과 장 지신근의 기시점을 비골두의 전면으로부터 분리하는

데 이 과정에서 비골의 골막이 거상되지 않도록 하며 비골두로 가는 미세 혈관들을 잘 확인하면서 분리한다. 내측의 전경골근은 기시부 부근을 내측으로 깊게 건인하면 수술시야 내에 경골과 비골 사이의 골간막과 이를 통과하는 전경골 동맥과 이의 동반 정맥 2개를 발견할 수 있으며 비골 경부 직하부에서 상행하는 전경골 회귀 동맥과 심부 비골 신경의 회귀분지를 볼 수 있는데 전경골 회귀 동맥은 직경이 상당히 가느므로 손상 받지 않도록 주의 하여야 하며 이 동맥이 근위 비골 영양 공급에 중요한 역할을 하는 혈관이다. 다시 후방으로 가서 비골두에 부착하는 넵치근의 일부를 비골로부터 분리하여야 하는데 이 과정에서 비골 경부를 후외측에서 전내측으로 감싸고 주행하는 총비골신경을 확인하여 손상 받지 않도록 주의를 요한다. 이상과 같이 비골 근위부가 충분히 노출된 후에는 근위 경비골간관절을 분리하여야 하는데 가급적이면 비골 근위부의 연골 손상을 줄이고 전 경골 회귀동맥을 잘 보호하여야 하며 근위부로 절개를 확장하여 전경골 동맥과 후경골 동맥의 분지 지점까지 확인한 후 비골의 간단부와 간부를 골막을 보존한 채로 박리하여 필요한 길이만큼 절골술을 시행한 후 전경골 동맥의 기시부, 즉 슬와 동맥에서 바로나와 후경골동맥과 분지되는 부위에서 전경골동맥을 결찰하고 비골두에 부착되어 있는 연부 조직과 전경골 회귀동맥의 혈관 개존을 확인하여 비골두를 둘러싸고 있는 연부조직에서 출혈이 되는 가 본 다음 전경골동맥의 원위부에서 근육으로 가는 작은 분지들을 결찰하고 필요한 길이만큼 원위부에서 동맥을 얻어서 혈관경을 채취한다. 이때 정맥은 역행성 혈액 순환으로 불충분한 것으로 생각되므로 가급적이면 근위부의 슬와동맥과 인접한 전경골 동맥의 동반 정맥 부위에서 얻음으로서 정맥순환이 역류되는 것을 피하는 것이 좋을 것이나 공여부 동맥 부위에서 같이 얻어도 정맥 순환이 가능하다는 하다. 채취된 비골 근위부와 혈관경을 조심스럽게 수술 시야로부터 분리하여 잘 보존한 다음 지혈대를 해방하여 충분히 지혈하고 남아있는 슬관절 외측 측부인대 및 대퇴 이두근의 비골두 부착부위와 장비골근, 족지 선전근의 기시부를 남겨 놓은 근위경비관절의 경골면의 연부조직이나 골막을 봉합하고 비골 신경들이 잘 보호되었는지 확인한 다음 주변의 연부 조직을 층층이 잘 봉합하고 슬관절의 외측 불안정성

이 있는가 확인하고 피하조직 및 피부를 잘 봉합한다.

비골 동맥을 혈관경으로 하는 경우에는 공여부에 대하여 우선 대퇴부 지혈대를 착용하고 슬와에서 시작하여 상내측에서 비골근위부 후면을 따라 후외측으로 이어지는 경사진 피부절개와 피하조직 박리를 통해 총비골신경을 확인하였다. 슬와부에서 관절낭 후면에 이르러 슬와신경 및 동, 정맥총을 찾아 동맥에서 전경골 동맥, 후경골 동맥 및 비골동맥의 분기점을 확인한 후, 비골동맥을 따라 추적 박리하면서 근육과 비골에서 나오는 병행정맥을 확보, 보존하였다. 비골후내측 박리시 근위부에 슬와근, 원위부에 비골근과 전경골근의 0.5~1 cm 두께의 근육층을 남겨두고 박리함으로써 비골동맥에서 분지되는 영양동맥과 근육 및 골막동맥을 보존하였다. 또 전외측부 박리시 전경골 동맥, 정맥 및 심부 비골신경을 안전하게 보존하기 위해서 비골 골두 및 경부 가까이에서는 이들 구조물이 골에 가깝게 근접하고 있어 골막에 연하여 박리하였고 원위부로 내려오면서 이들 구조물이 골에 떨어져 있어 쉽게 2~3 mm 두께의 근육층을 남기고 박리할 수 있었다. 요골 원위부에 발생한 거대세포종의 경우는 비골의 골두 및 경부까지 이식을 요하였으므로 경골 동, 정맥을 조심하여 분리, 보존하여야 하는데 이때 상부 경비골관절을 먼저 분리시킴으로써 박리가 더욱 용이하였다. 비골이 적당한 길이로 박리되면 비골 간부를 절단하고 골간막 역시 일부층을 남기고 절개 후 압박대를 풀어 이식비골에서의 출혈을 확인하고 비골동맥과 병행정맥을 슬와동맥, 정맥의 분기점에서 절개, 분리시킴으로서 혈관경을 부착한 적당길이의 이식골을 취하였다.

이식비골의 고정은 수용부에 따라 약간의 차이는 있었으나 주로 K-강선이나 역동가압 금속판(dynamic compression plate)을 이용하였고 비골 동맥을 혈관경으로 한 경우에는 비골 동맥과 영양동맥의 손상을 피하기 위해 혈관조영술이나 박리시 확인하여 영양공에서 멀리 떨어져 고정하였으며 수용부의 적절한 동, 정맥을 선택하여 수술현미경하에 문합을 시행하였다. 또, 문합 후 혈류공급의 이상유무는 이식비골과 인접한 피부층을 동시에 이식하여 이식피부의 혈류순환³⁶과 술 후 1주일에 골주사를 이용한 동위원소 검사³⁵로 확인하였다. 공여부는 술 후 3주간 장하지 부목으로 고정하였다.

Ⅲ. 결 과

종양 조직을 완전하게 절제한 후, 발생한 골 결손 부위를 비골 근위부 골단을 관절 연골 부위를 포함하는 생비골 이식술로 치료한 총 14례중 추시 가능한 12례를 평균 6년5개월 추시한 결과, 이식된 비골은 모두 생존한 것으로 판정 할 수 있었고 완관절의 기능은 양호하게 보존 할 수 있었다. 관절의 기능은 7례에서 양호, 4례에서 보통, 1례에서는 불량인 결과를 보였고 관절 주위의 통증은 전례에서 수술 전 보다는 감소 되었으나 완전한 관절의 기능을 유지하고 있는 경우는 4례에서만 관찰 할 수 있었다(Fig. 1, 2). 합병증은 1례에서 비골 절취 시에 비골 견인

에 의해 술 후 일시적이거나 마비 증상이 있었으나 자연 회복 하였고 1례에서는 수용부의 정중 신경마비가 발생하여 신경 박리술을 시행하여 증상이 호전 되었다.

Ⅳ. 고 찰

거대 세포종은 주로 성장이 끝난 청장년의 장관골의 골단부에 잘 발생하는 양성 종양으로 재발율이 높고 악성 변화를 일으킬 가능성이 있는 종양이다. 1818년 Cooper가 최초로 문헌상 소개한 후에 1919년 BloodGood이 최초로 거대 세포종으로 명명하였으며 1940년 Jaffe 등에 의해 진단 기준이 확립되



Fig. 1. (A), (B) Simple radiograph and MRI show recurred giant cell tumor in right distal radius after curettage and bone graft in 26-years-old female. (C), (D) Peroneal artery based fibular graft after total excision was harvested. (E) (F) Radiograph showed degenerative change in radiocarpal joint at postoperative 1 year and 3 year.

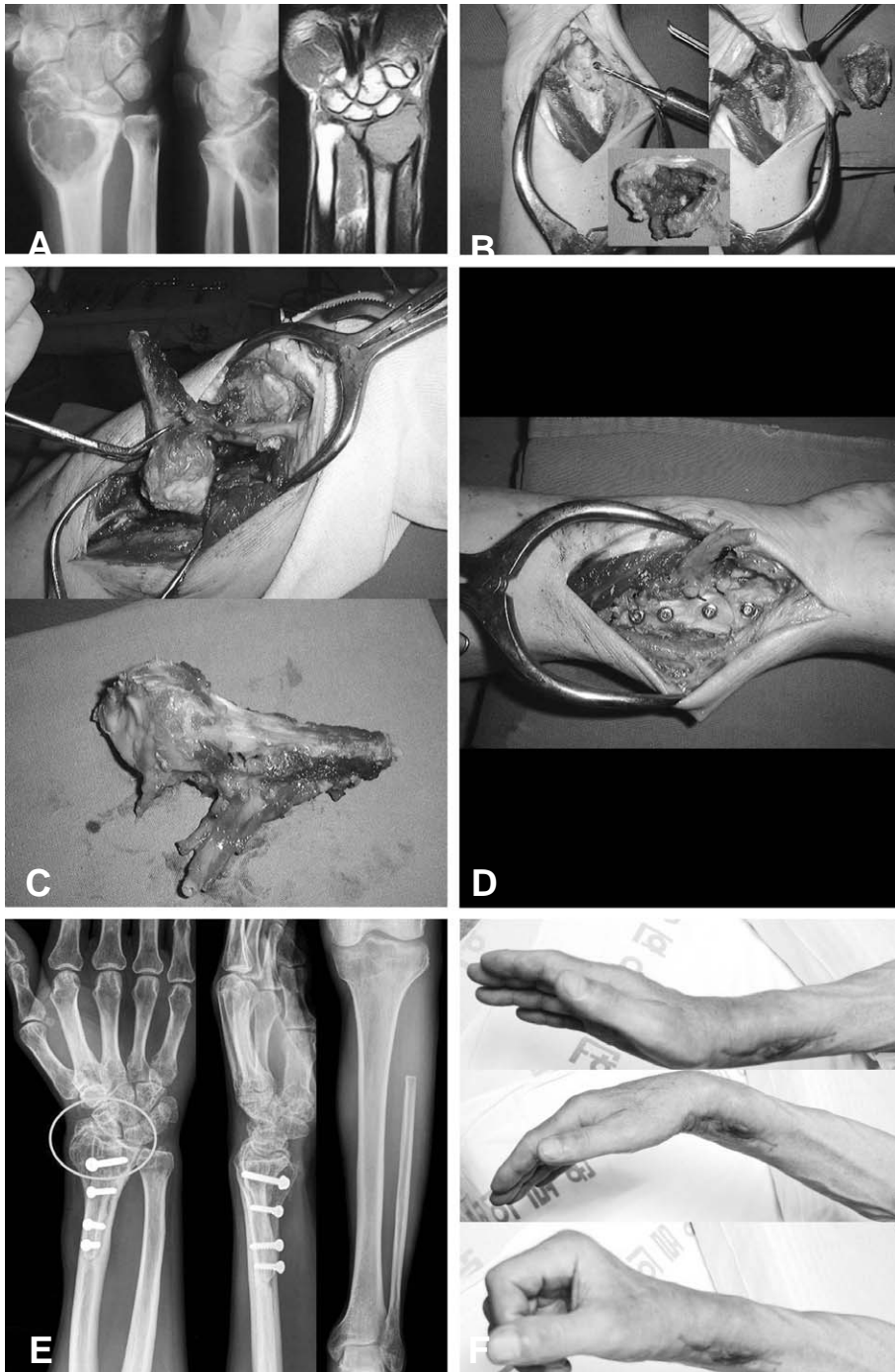


Fig. 2. (A) A 62-years-old male presented wrist pain & limited motion. X-ray and MRI showed giant cell tumor in distal radius. (B) Tumor was excised. (C) We harvest anterior tibial artery based proximal fibular with antero-lateral approach. (D) Grafted fibular was fixed to radius with screws and then anterior tibial artery was anastomosed to radial artery. (E) There was no evidence of tumor recurrence and no significant knee joint problems on radiograph at postoperative 3 years later. (F) He had full ROM of wrist with unlimited sports activity at postoperative 3years later

었다. 발생 부위에 있어서 요골 원위부는 전체 거대 세포종의 약 10%를 차지하며, 대퇴골 원위부, 경골 근위부 다음으로 3번째로 호발하는 부위이다.^{4,10,20)} 치료는 종양의 특성상 악성에 준해서 치료해야 한다는 견해가 많다. 치료의 목적은 병소의 완전 제거 및 골이식술을 이용한 골의 연속성을 부여함으로써 가장 이상적인 치료와 신체의 기능을 유지함에 있다. 발생 부위 및 침범 정도에 따라 소파술, 소파술 및 골이식술, 절제술 혹은 제거술, 절제술 및 골이식술, 절제술 후 관절 치환술, 절단술 등이 있으며 보조적인 치료로는 열 소파술, 시멘트 충전술, 전기적 혹은 화학적 소각술, 냉동 치료, 고속 절삭, 방사선 혹은 화학적 치료 요법 등의 방법이 있다. 종양이 진행되어 피질골이나 연부조직이 함께 침범된 경우에는 치료 후 재발율이 높아서 광범위한 근치수술이 요구되며, 종양의 진행과정이 예측하기 어려워 좋은 결과를 얻기가 쉽지 않다. Enneking은 단순 curettage만 할 경우 stage I의 경우 10%, stage II는 30%, stage III는 80%의 높은 재발율을 보여서 stage II나 III 혹은 소파술 후 재발한 경우는 광범위 절제를 권하고 있다.⁶ 즉 관절면과 골성 조직이 비교적 잘 유지되어 있는 경우에는 병소 내 소파술이 적응증이 되지만, 피질골의 파괴가 심하거나 잔여골의 양이 부족한 경우, 관절면을 침범한 경우에는 광범위한 변연 절제술이 필요하다. 광범위 변연 절제술 후 수부의 기능, 나이, 환자의 요구도에 따라 골결손에 대한 재건술을 시행할수 있으며 이의 재건 방법으로 절제 성형술, 종양 대치물, 관절 고정술, 척골 전위술, 생비골 이식술 등이 있다.^{3,5,12)} 광범위 절제술 후 발생하는 골 결손부 및 관절을 재건하기 위해 크게 3가지로 구분되는데 자가 해면골 이식, 동종골 이식, 인공관절이 있다. 이에 대해서 살펴보면 Wilson & Lance는 장골에서 채취한 골 이식으로 수근관절을 유합시켜 치료하였으며, Campbell & Akbarnia³는 경골에서 채취한 피질 망상골을 이식하여 치료하였고, Smith & Mankin²⁶은 요골 원위부의 동종 골이식으로 치료하였다. 그러나 Gold는 요골의 재발성 거대 세포종의 치료로 acryl prosthesis를 사용하였으나 술 후 2년에 실패하여 주관절하 절단술을 시행하였고, Campanicci 등도 금속성 기구를 사용하여 완관절 재건술을 시도하였으나 관절 강직과 함께 심한 동통

으로 인해 실패하였다². 인공 관절 치환술에 대해서는 엄밀한 적응증을 적용하는 것이 필요하였다. 일반적으로 수근관절을 침범한 경우에는 관절 유합술이 적응이 되고 수근관절을 침범하지 않은 요골 원위부의 거대세포종은 근위 비골을 이용하여 관절을 보존하는 치료를 할 수 있다. 골 이식부위로 쓰일 수 있는 비골은 길이가 길고 굵어져 있지 않으며 피질골이 많은 부분을 차지 해서 재건술에 많이 이용된다. 특히 근위 비골은 요골 원위부와의 해부학적 유사성으로 인해 원위 요골의 성형에 많이 사용되고 있다.^{1,2,13,15,16,17,19,25)} Lawson¹⁷, Nakata²¹, Mack¹⁹, Campanacci² 등도 자가 비골 이식술로 치료하여 좋은 결과를 보고하였다. Lackman 등¹⁶은 원위 요골 거대세포종 환자를 혈관 부착 없이 고식적 근위 비골 이식수술로 치료한 예들을 보고하면서 이식골의 골유합과 기능의 향상을 보고하고 있다. 그러나 잠행성 치환에 의해 혈관화가 일어나기 때문에 이로 인한 지연 유합 또는 불유합이나 피로 골절 등의 합병증과 재 혈관화가 적절치 못할 경우 방사선학적으로 관절면의 붕괴 등이 소견이 나타날 수 있다고 한다. 따라서 이러한 단점을 극복하고자 여러 저자들은 유리 혈관성 생비골 이식술을 시도하였다. 미세수술 기법이 발전함에 따라 혈관 문합을 이용한 생골 이식 수술이 1973년 McCulough and Fredrickson 등에 의해 처음 보고 되었고 그 후 1975년에 Taylor 등³²에 의해서 혈관 문합을 이용한 생비골 이식 수술이 소개되었다. 생골 이식으로 이식골과 수여부 사이에 잠행성 치환이 아니라, 단순 골절의 치유 기전으로 회복된다. 특히 Pho²⁴, Weiland 등²⁹은 요골 원위부의 거대세포종에 대하여 혈관 부착 비골 이식술로 치료를 한 결과를 보고 하여 비혈관 자가 비골 이식술에 비해 우수한 결과를 보여줬다. Ihara 등¹³도 혈관부착 근위 비골을 이용하여 치료한 결과를 보고하였다. Ono 등²²은 Enneking stage에 따라서 II인 경우 생비골 이식 수술을 이용한 수근관절 성형술을 가장 좋은 재건 방법으로 보고 하였고 stage III인 경우는 생비골 이식 수술을 이용한 수근관절 고정술을 시행하는 것이 좋다고 발표하였다.

생 비골 이식술 시 어떤 혈관을 harvest 할 것인지에 대해서는 의견이 분분 하다. Ihara 등¹³은 비골 동맥은 비골 두를 포함하여 충분한 혈류 공급

을 할 수 있다고 하였고 반드시 전경골 혈관을 채취할 필요는 없다고 보고하였다. Gilbert와 Razaboni 등⁹은 비골 근위부는 비골 동맥과 전 경골 동맥이 둘 다 혈류 공급을 담당하고 있고 이 사이에는 광범위한 혈관 문합이 있어서 이 둘 중에 어느 하나라도 채취하여 사용할 수 있다고 보고 하였다. Ono 등은 cadaver를 이용한 해부학적 연구에서 비골두의 혈행 공급으로 하외측 슬동맥(lateral inferior genicular artery)과 전경골 회귀 동맥(anterior recurrent tibial artery)가 중요하고 비골 동맥은 비골 간부의 주요 혈행 공급을 담당한다고 주장하여 10 cm 이상 비골을 채취할 경우 하외측 슬동맥과 비골동맥을 같이 채취하였고 그 보다 짧은 경우에는 하외측 슬동맥과 전경골 동맥을 같이 채취하였다고 한다.²² 또한 Ferracini 등⁸은 비골 동맥만 채취하여 시행한 생비골 이식부에서 비골 근위부의 혈액순환이 충분히 이루지지 않는다고 보고하였다. 저자의 경우는 비골 동맥을 채취한 경우, 수근 관절의 퇴행성 변화가 조기에 시작되는 경향이 있었던 반면, 전경골 동맥을 채취한 경우, 관절면의 어느정도 보존되는 양상을 추시 상 나타내었다. 이는 좀더 지속적인 추시 관찰이 필요할 것으로 판단된다. 공여부는 어느 쪽을 하든 별 차이가 없다고 하나, 가능한 한 관절면의 접촉이 넓은 게 좋기 때문에 수술 전에 미리 templating 하는 것이 좋다. 또한 반대측 비골을 취하면 공여부와 이식부의 수술을 동시에 할 수 있는 이점이 있다.¹³ 공여 이식 골의 길이는 영양동맥을 포함하려면 15 cm 정도가 되어야 한다고 했다.^{22,23} 혈관뿐 만 아니라 연부조직의 재건도 매우 중요한데 이는 관절의 불안정성이 있을 경우 전방 탈구 및 퇴행성 변화로 장기 추시 결과가 좋지 않기 때문이다. 관절막이나 요측부인대 또는 건을 이용한 재건을 실시하여도 수근골의 아탈구나 척골 전위등이 발생할수 있기 때문에 적어도 요측부 인대의 재건은 안정성을 얻기 위한 반드시 필요하고 하였다.^{16, 19, 21-23, 25, 28)} 또한 부가적으로 건 전이술을 같이 실시하여 관절 사이에 더 많은 안정성을 줄 수 있다¹³.

V. 결 론

요골 원위 골단을 침범한 거대세포종에 대하여 비골 근위 골단을 포함하는 생비골 이식술로서 치료하

여 종양의 재발을 방지할 수 있었으며 단순한 골 소파 후에 해면골 이식술 등의 고전적인 방법으로서는 빈번한 재발률과 관절 기능의 유지가 어려웠던 환자도 치유가 가능하였다. 생비골을 이용한 재건술은 골 길이의 유지와 관절면의 보존 가능성, 또한 생골 이식술이라는 장점으로서 조기의 골 유합이 가능한 여러가지 장점을 갖고 있는 방법으로서 종양 조직을 완전히 제거한 후에 적절한 생비골 이식술을 시행한다면 병소의 재발이 거의 없고 관절 기능을 최대한 보존할 수 있는 우수한 방법이라고 사료된다.

REFERENCES

- 1) Bajec J, Gang RK: *Bone reconstruction with a free vascularized graft after giant cell tumor resection. J Hand Surg, 18B: 565-567, 1993.*
- 2) Campanacci M, Laus M and Boriani S: *Resection of the distal end of the radius. Ital. J Orthop Traumatol, 5: 145, 1979.*
- 3) Campbell CJ and Akbarnia BA: *Giant cell tumor of radius treated by massive resection and tibial bone graft. J Bone and Joint Surg, 57A: 982-986, 1975.*
- 4) Dahlin DC: *Bone Tumors: General Aspects and Data on 6,221 Cases, ed. 3. Springfield, Charles C. Thomas, 1978.*
- 5) Depalma AF, Ahmad I, And Flannery G: *Treatment of Giant Cell Tumor in Bone, Clin. Orthop, 100: 233-237, 1974.*
- 6) Enneking, W.F: *A system of staging musculoskeletal neoplasm. Clin.Orthop. 204: 9, 1986.*
- 7) Eckardt JJ and Grogan TJ: *Giant cell tumor of bone Clin Orthop, 204: 45-58, 1986.*
- 8) Ferracini R, Gino G, Battiston B, Linari A, Franz R and Bertolo S: *Assessment of vascularized Fibular Graft one Year after Reconstruction of The wrist after Excision of a Giant-cell Tumor. J Hand Surgery, 24B: 4: 497-500, 1999.*
- 9) Gilbert AL, Razaboni RM: *Free vascularized bone transfer in children. In: Brunelli G (Ed.) Textbook of microsurgery, Rome, Masson, 1991: 361-367*
- 10) Goldenberg RR: *Giant Cell Tumor of Bone. An Analysis of 218 Cases. J Bone and Joint Surg, 52A: 619-664, 1970.*
- 11) Harris WR and Lehmann EC: *Recurrent giant cell tumor after en bloc excision of the distal radius and fibular autograft replacement. J Bone Joint Surg Br, 65(6): 618-620, 1983.*

- 12) Hilie TM: *A Massive Giant Cell Tumor of the Radius Involving the Carpus (The surgical option)*. *J Bone and Joint Surg*, 61B: 236, 1979.
- 13) 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*. *Clin Orthop*, 359: 189-196, 1999.
- 14) Itoh K, Minami A, Sakuma T, Furundate M: *The use of three phase bone scan imaging in vascularized fibular and iliac bone grafts*. *Clinical Nuclear Medicine*, 14; 494-500, 1989.
- 15) Kim JD, Youn SH, Son YC, Hong YG and Son JH: *Surgical treatment of Giant Tumor*. *J of Korean Orthop Assoc*, 29(3): 1059-1065, 1994.
- 16) Lackman RD, McDonald DJ, Beckenbaugh RD, et al: *Fibular reconstruction for giant cell tumor of the distal radius*. *Clin Orthop*, 218: 232-238, 1987.
- 17) Lawson TL: *Fibular transplant for osteoclastoma of the radius*. *J Bone Joint Surg*, 34B: 74, 1952.
- 18) Lee SW, Lee HY and Suh JC: *Treatment of Giant Cell Tumor in the Distal End of the Left Radius by the Total Excision and the Replacement with the Autogenous Fibular Graft*. *J of Korean Orthop Asso*, 3-1: 39-42, 1968.
- 19) Mack GR, Lichtman DM, MacDonald RI: *Fibular autografts for distal defects of the radius*. *J Hand Surg*, 4: 576-583, 1979.
- 20) McDonald DJ, Sim FH, McLeod RA, and Dahlin DC: *Giant cell tumor of bone*. *J Bone Joint Surg*, 68A: 235, 1986.
- 21) Nakata K and Terayama K: *Giant cell tumor of the distal end of the radius replaced by a free autogenous proximal fibular graft: Long follow-up of two cases*. *Arch Jpn Chir*, 54: 498-507, 1985.
- 22) Ono H, Yajima H, Mizumoto S, et al: *Vascularized fibular graft for reconstruction of the wrist after excision of giant cell tumor*. *Plast Reconstr Surg*, 99: 1086-1093, 1997.
- 23) Pho WH: *Free vascularized fibular transplant for replacement of the lower radius*. *J Bone Joint Surg*, 61B: 362-365, 1979.
- 24) Pho RWH: *Malignant giant-cell tumor of the distal end of the radius treated by a free vascularized Fibular transplant*. *J Bone Joint Surg*, 63A: 877, 1981.
- 25) Salenius P, Santavirta S, Kiviluoto O, et al: *Application of free autogenous fibular graft in the treatment of aggressive bone tumors of the distal end of the radius*. *Arch Orthop Trauma Surg*, 98: 285-287, 1981.
- 26) Smith RJ and Mankin HJ: *Allograft replacement of distal radius for giant cell tumor*. *J Hand Surg*, 2: 299, 1977.
- 27) Taylor GI, Miller GDH, Ham FJ: *The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques*. *Plast Reconstr Surg*, 1975; 55: 533-544
- 28) Usui M, Murakami T, Naito T, et al: *Some problems in wrist reconstruction after tumor resection with vascularized fibular-head graft*. *J Reconstr Microsurg*, 12: 81-88, 1997.
- 29) Weiland AJ, Kleinert HE, Kutz JE and Daniel RK: *Free vascularized bone grafts in surgery of the upper extremity*. *J Hand Surg*, 4: 129, 1979.
- 30) Yoshimura M, Shimamura K, Iwai Y, Yamauchi S, Ueno T: *Free vascularized fibular transplant. A new method for monitoring circulation of grafted fibula*. *JBJS*, 65A; 1295-1301, 1983.