

전완골 분절의 전위 이식술

경희대학교 의과대학 정형외과학교실, 포천중문의과대학교 분당차병원 정형외과*

정덕환 · 한수홍* · 이재훈 · 권부경

— Abstract —

Segmented Ulnar Transposition to Defect of Ipsilateral Radius in the Forearm

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

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea
Department of Orthopaedic Surgery, Bundang CHA Hospital, College of Medicine,
*Pochon CHA University, Seongnam, Korea **

Introduction: Ulna is nearly equal to radius in function and bony architecture and strength in forearm. But in lower extremity, fibula is 1/5 of tibia in anatomic and functional point so we can find fibula transposition is commonly used in defect of tibia. We cannot find other article about segmental forearm bone transposition in man. The purpose of this study was to report our clinical and functional result of undergoing segmented transposition of ipsilateral ulna with its own vascular supply in defect of radius in 6 cases.

Material and method: From June 1994 to October 2007, 7 segmented bone transpositional grafts in forearm were performed in Kyung Hee Medical Center. The distribution of age was from 20 years old to 73 years old. There was male in 6 cases and female in 1 case. The causes of operation were giant cell tumor in 1 case and traumatic origin in 6 cases; it was nonunion in 2 cases and fracture with severe comminution in 4 cases. Ipsilaterally segmented ulna keeping its own vascular supply was transported to defect of radius in severe traumatic patients and one patient whose tumor in radius had been excised. Transported ulna was fixed to proximal and distal radius remnants by plate and screw. In one case with giant cell tumor, transported ulna was connected to radius across wrist joint as wrist joint fusion. Joint preserving procedures were performed in 6 cases with crushing injury of radius.

Results: We could obtain solid bony union in all cases and good functional results. The disadvantage was relative shortening of forearm, but we could overcome this problem.

Conclusion: We think that ipsilateral segmented ulna transposition keeping its own vascular supply to radius can be performed with one of procedures in cases with wide defect in radius.

Key Words: Ipsilateral ulnar transposition, Radial defect

※통신저자: 정 덕 환
서울특별시 동대문구 회기동 1번지
경희의료원 정형외과학교실
Tel: 82-2-958-8368, Fax: 82-2-964-3865, E-mail: dukech@khmc.or.kr

I. 서 론

전완부를 구성하는 골 조직인 요골과 척골은 골의 구조 및 강도, 기능에서 차지하는 비중이 서로 대등한 편으로서 하퇴부를 구성하고 있는 경골 및 비골의 상대적인 비교와는 다르다. 하퇴부에서는 비골이 해부학 및 기능적으로 경골의 1/5를 차지하고 있으므로 경골의 분절의 결손 시, 비골의 분절을 전위하여 이식하는 비골 전위술이 유용하게 사용되고 있다.^{1-4,6,7-10)} 이에 비하여 전완부의 요골과 척골에 대하여는 분절을 전위하여 이식하는 방법은 거의 소개되고 있지 않고 있다. 이에 저자들은 요골의 부분 결손 시에 척골의 일부 분절(segment)을 골의 혈행을 유지시킨 상태로 결손부로 전위하여 이식하는 방법으로 전완부의 광범위한 골 결손을 재건할 수 있는 제한된 증례를 7례 경험하여 이를 보고하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1994년 6월부터 2007년 10월 까지 광범위한 요골 결손을 동반하는 7례의 환자에 대하여 동측 척골의 분절을 혈행을 유지한 상태로 요골 결손 부위로 전위(transposition)하여 재건하였다. 6명의 남자와 1명의 여자 환자에게 시행하였고 연령 분포는 20세에서부터 73세로 평균 45.2세였다. 요골의 광범위한 골 결손의 원인으로는 1례의 매우 진행된 요골 원위부의 거대 세포종 증례와 6례의 외상에 의한 요골 결손으로서 2례의 불유합과 4례의 심한 요골 원위부 분쇄 골절 환자이었다.

수술방법은 5례에서는 후방 도달법(dorsal approach)을 시행하였고 2례에서는 전방 도달법(volar approach)로 수술하였다. 요골-수근 관절을 보존할 수 있었던 6례에서는 불유합 또는 결손된 요골의 골간부(diaphysis)에 해당하는 부위에 존재하는 불필요한 섬유 조직 등의 연부 조직을 모두 제거하고 골 결손부위의 근위단과 원위단에서 골의 출혈이 확인될 수 있는 건강한 부위까지 노출 시키고 실제의 골 분절 이식이 필요한 길이를 측정한다. 골 이식술이 필요한 요골 부위와 동일한 위치의 척골 분절을 채취하기 위하여 동일한 피부 절개 하에서 내측으로 도달하여 척골의 골간부에 해당하는 부위에 도달하되 척골 분절의 혈행을 유지하기 위하여

척골을 돌려 싸고 있는 골막(periosteum)과 이에 부착된 근육층(muscle sleeve)를 잘 보존하여 척골의 분절을 필요한 만큼 절골하여 요골 결손부로 전위하였다. 공여된 척골 분절로 채워진 요골 결손부는 압박 금속판과 나사못을 이용하여 가급적 견고하게 고정을 실시하고 분절을 제공한 척골의 공여부에 발생한 골 결손에 대하여 서로 절골 부위가 접촉할 수 있도록 절골 단을 압박 견인하여 금속판과 나사못을 이용하여 고정하는 방법을 주로 사용하였다. 이와 같은 방법을 시행하는 과정에서 실제로 전위되는 척골의 분절은 이론적으로 요골 결손부 길이의 1/2 이면 골 결손을 충전시키고 부수적으로 요골과 척골의 골 길이 차이도 극복할 수 있는 방법으로 응용될 수 있기도 하였다. 다만 요골과 척골 모두가 골 결손 길이의 1/2에 해당하는 길이만큼 단축되었다. 전위되어 이식된 척골 분절을 감싸고 있는 연부 조직의 출혈을 확인하여 이식골이 생존하였음을 확인하고 요골과 척골의 길이, 요골-수근 관절의 관절 상태, 원위 요척골 관절이 동일 선상에 위치하고 있는 가를 방사선 검사를 통하여 확인하였다. 수근관절을 희생하고 수근관절 유합술을 시행할 수 밖에 없었던 원위 요골의 광범위한 거대세포종 증례에서는 이환된 요골 원위부와 수근을 모두 절제하고 이로 인하여 발생된 결손부위를 동측의 척골을 혈관 부착한 채로 원위부로 회전 이동하여 제3 중수골과 요골 사이에 회전 전위된 척골의 골간부(disphysis)를 삽입하여 긴 금속판과 나사못을 이용하여 고정하는 방법을 사용하였다. 수술 후에는 수술부위의 상처가 치유되기 전에는 석고 부목을 이용하여 보호하며 상처 치유를 도모하였고 상처 치유 후에는 장상지 석고 붕대 고정술을 시행하고 최소 6주, 최장 10주간 고정하였으며 고정 기간을 얼마나 할지 여부는 추시 기간 중에 촬영한 방사선 검사 소견을 토대로 결정하였다. 석고 붕대 고정 상태 중에는 수지의 기능 유지와 수지간 관절의 부분 강직을 예방하기 위하여 적극적인 수지 관절운동을 권장하였다.

결과 분석은 이식된 척골과 요골의 골 유합 여부, 골 유합에 소요되는 기간, 요골-수근 관절의 상태, 원위 요척골 관절의 상태 및 수부의 기능과 주관적 만족도에 대하여 측정하였으며 이와 같은 술식을 시행하는 과정에서 발생한 동반되는 문제점에 대하여 조사 분석하였다.

Ⅲ. 결 과

방사선 검사상 7례, 전례에서 전위, 이식된 요골과 견고한 골 유합을 이루었음을 확인 할 수 있었으며 골 유합이 이루어지는데 소요된 시간은 최단 7주 일에서 최장 22주일로서 평균 14.6주일이었다. 원위 요척골의 상태는 수근 관절 유합술을 시행한 1례와 초기 수상 당시 원위 요골 관절면의 결손이 동반되었던 1례를 제외한 5례에서 요골-수근관절이 잘 유지되고 있는 소견을 보였으며 최종 추시 시에 수근 관절의 운동 범위는 정상 측과 비교 시에 65%의 운동 범위를 보였으며 악력 검사는 일부 제한된 증례에서만 실시하였기 때문에 의미 있는 결과를 얻지 못하였다. 원위 요척골 관절의 상태는 측정 가능하였던 4례에서 평균 0.7 mm 관절 높이 차이가 방사선 검사에서 측정되었고 이학적 검사상 회전운동 범위는 건측의 60%로 감소되어있었다. 요골과 척골의 단축은 건측에 비하여 평균 1.2 cm 단축되어 있었다.

Ⅳ. 증례 보고

증례 1

48세 남자로 요골 및 척골 원위부에 심한 골 결손과 연부조직 손상을 동반한 골절로 내원하여 일차 수술적 치료로서 오염된 연부 조직과 감염원이 될 수 있을 것으로 생각되는 분쇄된 골편을 모두 제거하고 전완부의 길이를 유지하기 위하여 금속 외고정술을 이용한 골 고정과 연부 조직 피복을 위한 수술을 시행하였다. 감염의 치유와 피부가 피복된 후에 남아 있는 요골-수근관관 관절(radiocarpal joint)을 유지한 채로 전완부를 재건하기 위하여 이미 완전히 소실되어 있는 척골 원위부의 재건을 포기하기로 하고 척골의 원위 골간부(diaphysis)를 요골 원위 관절부 골간단부(metaphysis)와 원위 1/3의 골간부(diaphysis)사이에 존재하는 광범위한 골 결손부로 삽입하여 재건하기로 하고 전방 도달법(volar approach)를 통하여 요골 및 척골 결손부를 모두 노출 시키고 척골의 골간부를 골막과 근육 층, 전골간 동맥 등을 부착한 채로 요골로 전위 이식하는 방법을 시행하였다. 수술 후 12개월 추시 상 견고한 골 유합을 이루었음이 방사선 검사에서 확인되었고 4년 추시에서 완관절 신전 45도, 굴곡 40도,

내회전 30도, 외회전 30도의 양호한 관절 기능을 유지하고 있었고 환자의 만족도는 매우 만족이었다 (Fig. 1).

증례 2

73세의 여자 환자로서 매우 진행된 요골 원위부의 광범위한 거대 세포종으로 단순 방사선 검사 및 자기 공명 영상 검사상 종양이 요골 및 척골 원위부 뿐만 아니고 수근골에도 광범위하게 이환되어 있어서 주관절 하부 절단술(below elbow amputation)이 적용되었으나 수부의 기능을 구제하기 위하여 이환된 모든 골 조직과 연부 조직을 광범위하게 절제하고 발생하는 골 결손 부위를 척골의 간부를 혈관 부착한 상태로 골 결손 부위로 분절 이동하여 중수-요골간(radius-metacarpal) 관절 유합술을 시행하기로 계획하였다. 후방 도달법을 이용하여 종괴를 모두 제거한 후에 발생한 골 결손에 대하여 척골 원위 분절을 요골측으로 전위하여 금속판과 나사못을 이용하여 제3 중수골과 요골 원위부 사이를 유합하였다. 수술 후 6개월에 단순 방사선 검사상 골 유합 소견이 관찰되었고 수술 후 18개월에 내고정 금속물을 제거하였다. 수근관절의 기능은 없었으나 수부의 기능은 비교적 잘 유지되어 있어 절단으로부터 구제가 가능하였다(Fig. 2).

증례 3

59세의 남자 환자로서 요골 원위부에 심한 분쇄골절로 인하여 타 의료기관에서 치료도중, 약 4 cm의 요골 원위부 골 결손과 원위 요 척골관 관절의 높이가 2 cm의 차이가 있는 결손 불유합(defect nonunion) 상태에 대하여 골 대치 충전물을 삽입한 상태로 전원되어서 원위 요척골 간 관절(distal radioulnar joint)의 높이 차이(difference of level)와 요골의 4cm 결손을 동시에 극복하고 불유합을 치료하고자 전방 도달법을 통하여 요골 결손부에 도달하여, 결손된 길이의 1/2에 해당하는 길이인 2cm의 척골 간부를 혈행이 보존된 상태로 분절 전위 이식하고 척골에 발생한 2 cm 길이의 골 결손은 견인 압박하여 압박 금속판과 나사못을 이용하여 고정하여 원위 요 척골관 관절에서 요골과 척골의 길이가 동일하게 할 수 있는 효과를 얻을 수 있었다. 이로 인하여 전완부는 2 cm의 골 단축이 되는 효과

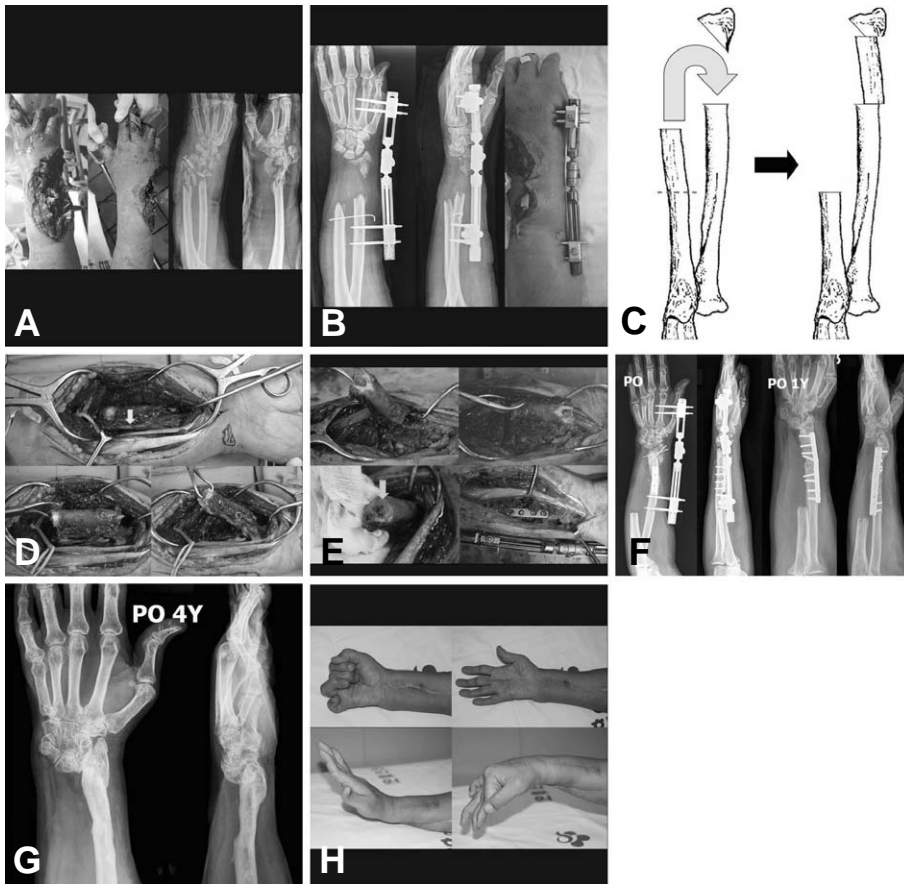


Fig. 1. (A) 48-years-old man visited our hospital due to severe comminuted open fracture of distal forearm both bones and defect of soft tissue by crushing injury. (B) Debridement and temporary external fixation was done for preventing infection and keeping length of forearm. (C) This picture showed that how segmented ulna bone would be transposed to radius for reconstruction of radial defect. (D, E) Anterior interosseous artery based vascularized segmental ulna bone was harvested and transposed into defect of radius, and then fixed by plate. (F) X-ray was checked postoperative and 1 year later. (G, H) These pictures showed complete bony union and satisfactory functional status 4 years later after operation.

가 있었으나 상지의 기능에 미치는 영향은 거의 없었다(Fig. 3).

V. 고 찰

장골에 발생하는 광범위한 골 결손의 치료로서는 단순 피질골 이식술, 해면골 이식술, 골 대체물 삽입술, 가골 신연술 등이 시행되고 있으나 골 결손의 길이가 매우 긴 경우에는 한계가 있어서 혈관 부착 골이식술이 추천되고 있다.^{3,8} 혈관 부착 골이식술의 공여부로는 비골, 늑골, 장골능, 견갑골 등⁸이 추천

되고 있으나 사지의 장골(long bone)의 재건에는 비골이 적합하다고 알려져 있으며 혈관부착 생비골 이식술(free vascularized fibular graft)이 대표적인 미세수술을 이용한 골 재건술의 방법으로 매우 유용하게 널리 사용되고 있는 술식이다.^{2,7,10} 이 방법의 변형 술식으로서 경골의 결손 시에 반대측의 비골을 혈관부착 유리골(free vascularized bone) 형태로 이식하지 않고 동측의 비골을 혈관을 부착한 채로 수확(harvest)하여서 혈행을 유지한 생골의 형태로 내측(medial)의 경골부로부터 이동하여 골 결손 부를 충전하여 골유합을 도모하여 경골의 결손성 불

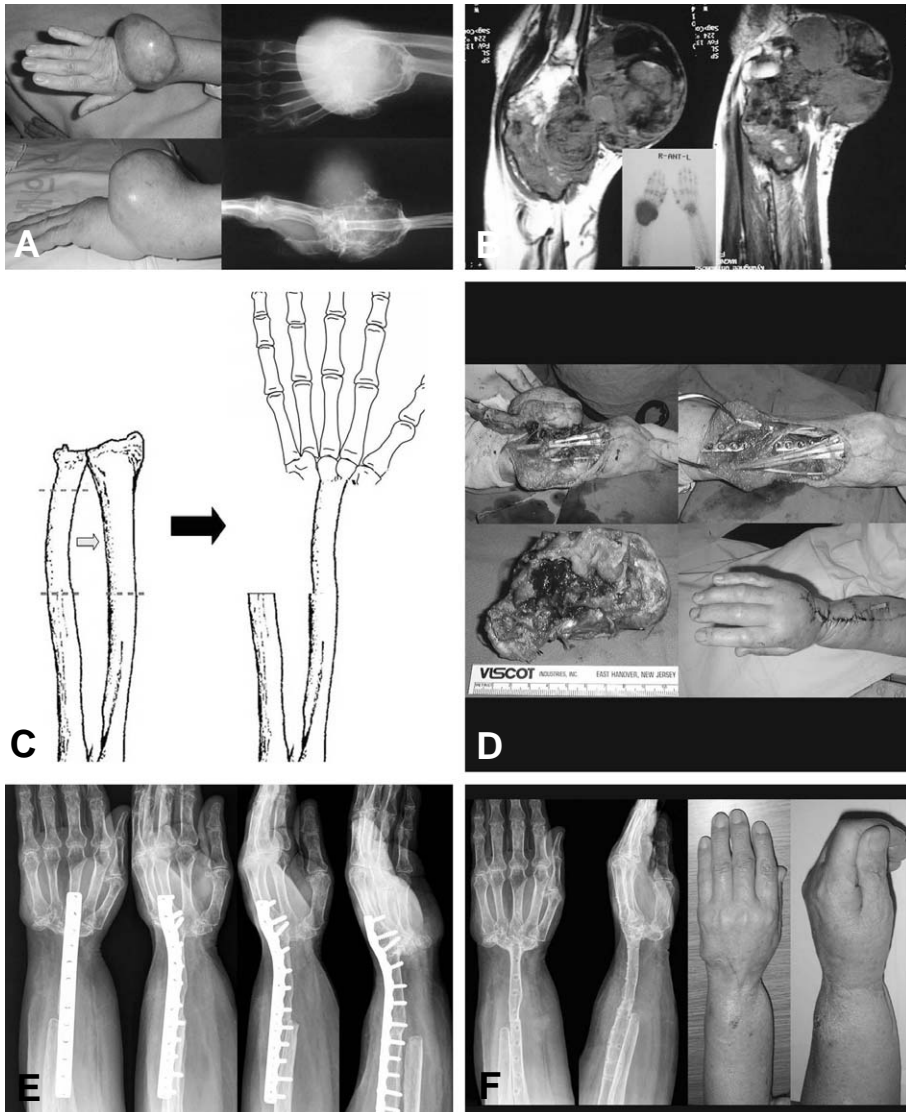


Fig. 2. (A) 73-years-old woman visited our clinic due to protruding huge mass on the dorsum of wrist. (B) MRI showed wide involvement of carpal bones, ulna and radius with giant cell tumor and bone scan showed hot uptake around the wrist. (C) This picture showed how segmental ulna bone would be transposed for wrist joint arthrodesis after tumor excision. (D) Segmental ulna was transported into defect of radius and carpal bone to connect and fusion for wrist joint after tumor was excised. (E) X-ray was checked 6 month later after operation. (F) This pictures showed satisfactory appearances and complete radiological union 1 year later after operation.

유합(defect of non-union)을 치료하는 방법이 소개되었고 이는 미세 혈관 문합술(microvascular anastomosis)을 하지 않아도 되기에 미세 혈관 문합술에 수반되는 기술적인 문제점과 혈관 문합 후에 발생할 수 있는 혈종, 혈관 수축 등에 의한 실패 등

에서 자유로울 수 있다는 점이 장점으로 부각되어 적용이 가능한 경우에는 매우 유용하게 사용되고 있다.^{1,4-6,9)} 그러나 비골과 경골은 그 굵기나 중요도가 약 1:5로서 공여부의 결손의 정도가 적다는 장점이 되면서 수혜부의 이식골이 약하여 체중부하가 제한

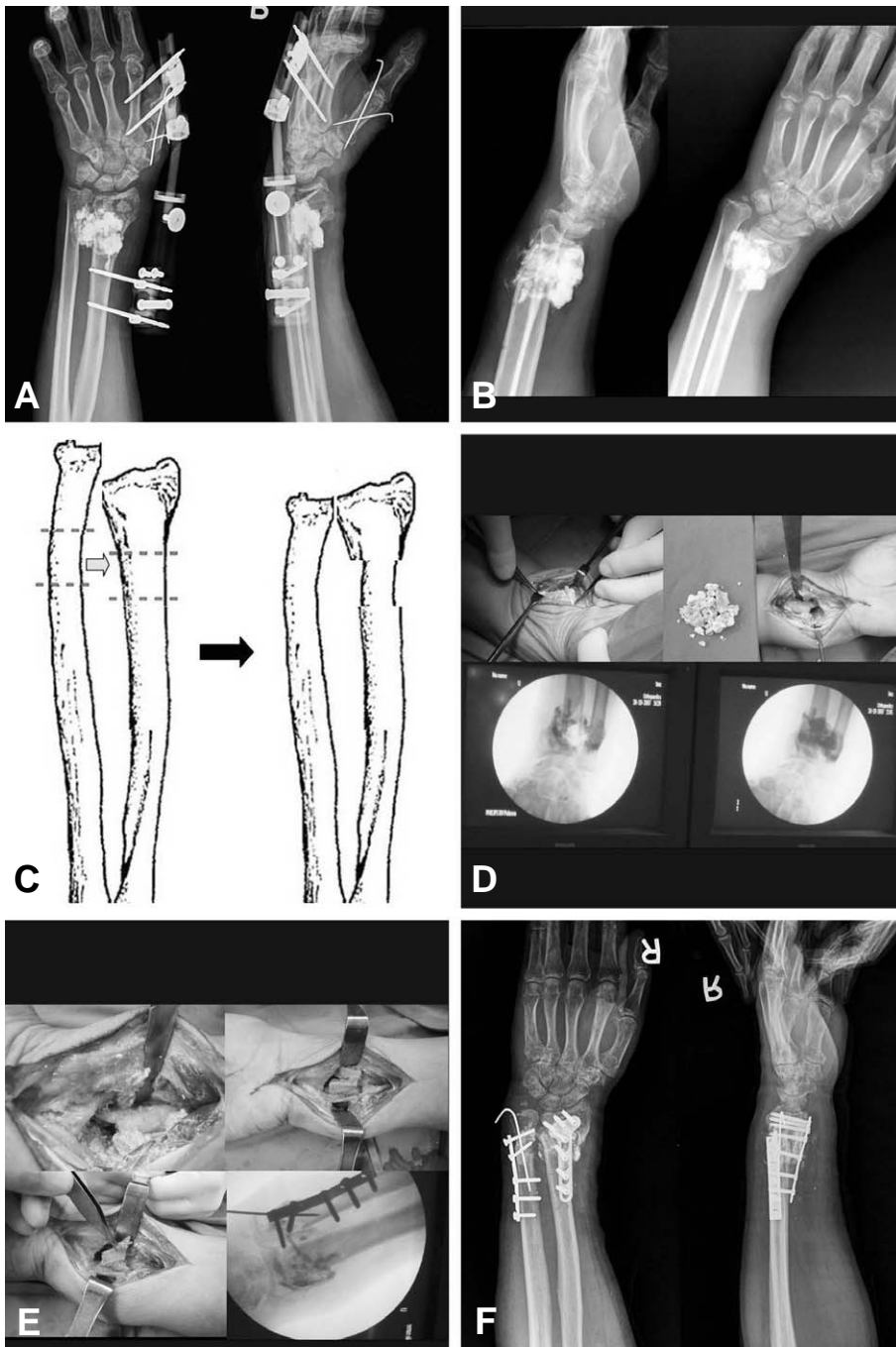


Fig. 3. (A) 59-years-old man visited our clinic due to pain of wrist after external fixation of wrist joint and calcium phosphate injection for comminuted distal radius fracture at other hospital. (B) This picture showed collapse of distal radius and protruding of cement mass after removal of external fixator 5 months later after initial operation. (C) This picture showed how segmental ulna bone would be transposed into the gap of radius after cement was removed. (D) All cement was removed. (E) Ipsilateral segmental ulna bone was transposed into gap of radius developed after removal of cement and then fixed by locking compression plate. (F) Postoperative X-ray showed that cement was free, and good alignment.

적이거나 이식 비골의 골절 등이 빈발한다는 단점으로 지적되고 있지만 추후 이식부가 비후되어 이식골의 양과 강도가 점증한다는 보고가 많으므로 매우 유용한 방법이다.^{5,6}

그러나 하퇴부에서 비골이 경골의 재건에 이용되는 경우에 비하여 요골이나 척골이 서로 인접골의 광범위한 결손의 재건에 이용될 수 있다는 보고는 거의 없는 실정이다. 해부학적이거나 역학적으로 전완부의 요골과 척골은 서로 대등한 비율로 상존하는 것으로 되어 있으나 완관절(wrist joint)를 구성함에 있어서는 요골 원위부가 척골 원위부 보다 높은 비중을 차지하고 있기 때문에 원위 요골-수근골 간관절을 재건하기 위하여 척골의 일부를 공여하여 완관절을 구제할 수 있다면 수부의 기능학적 측면에서 정당화 될 수 있을 것이며 상지는 하지와 같이 체중 부하를 하는 지체가 아니기에 좌우의 지체의 길이 차이에 의한 장애가 하체에 비하여 덜 심각한 것으로 알려져 있다. 그러므로 골 결손을 극복하고 불유합을 치료하기 위하여 허용한다면 인접골인 척골의 분절을 요골의 광범위한 골 결손부로 이동시켜서 골 결손부를 충전하는 재건법이 가능하다. 저자들은 제한적인 증례이지만 이를 응용하여 고무적인 결과를 얻을 수 있었고 특히 원위 요 척골 관절에서 요골과 척골의 길이 차이가 심하여 회전운동을 제한시키고 외형적인 변형을 동반하는 요골의 결손성 불유합의 경우에는 요골 결손의 치료와 원위 요 척골 간, 관절의 높이 교정(joint leveling)의 효과를 동시에 얻을 수 있다는 장점도 있다. 그러나 척골 분절을 혈관 부착 상태로 수확한다는 것은 기술적으로 어렵고 분절을 절제함으로 하여서 전완부의 골 단축으로 인한 수지 굴진, 신건 등의 장력이 저하되어 수부의 근력 약화가 초래 될 수도 있는 문제점과 수술 시에 전방 골간 신경의 손상 가능성 등도 지적할 수 있겠다. 저자들의 증례에서는 제한된 수와 제한된 원격 추시지만 전례에서 평균 14.2주에 골 유합을 얻었고 양호한 수부 기능과 골 단축으로 인한 전완의 길이 차이에 대한 문제점도 없었으며 환자의 만족도도 높았으며 특히 원위 요 척골간 관절의 높이 조절에도 응용될 수 있는 점 등을 인정한다면 기존에 널리 이용되고 있는 방법도 아니고 문헌상 보고된 바도 거의 없지만 적절한 증례를 선정하여 사용한다면 매우 유용한 방법이 될 수 있을 것으로 생각된다. 수술

방법에서의 주의점은 채취하고자 하는 척골 분절의 골막을 포함한 연부 조직이 골로부터 이탈되지 않도록 주의를 요하며 전방 골간 신경에 손상을 주지 않도록 주의 하여야 한다. 본 술식을 하퇴부의 비골 전위술과 비교하여 볼 때에 지체 부동(limb length discrepancy)가 거의 문제가 되지 않으며 요골과 척골의 굵기가 거의 대등하고 체중 부하를 하지 않기 때문에 이식골의 재골질의 염려가 전혀 없으므로 일단 골 유합이 이루어지고 재골절은 발생하지 않을 것이다.

VI. 결 론

요골의 광범위한 골 결손 시에 동측의 척골 간부의 분절을 혈관을 부착한 채로 전위 이식(transpositional graft)하는 방법은 전완부의 골 결손 치료에 유용한 방법의 하나로 제안될 수 있다.

REFERENCES

- 1) **Chacha PB, Ahmed M, Daruwalla JS:** *Vascular pedicle graft of the ipsilateral fibula for non-union of the tibia with a large defect. J Bone Joint Surg Br. 63-B:244-53, 1981.*
- 2) **Chew WY, Low CK, Tan SK:** *Long-term results of free vascularized fibular graft. A clinical and radiographic evaluation. Clin Orthop Relat Res, 311: 258-61, 1995.*
- 3) **Dawson WJ, Mead NC, Sweeney HJ, Schafer MF:** *Onlay fibular bone grafting in treatment of tibial fracture non-union. Clin Orthop, 130: 247-53, 1978.*
- 4) **Jeng SF, Kuo YR, Wei FC, Wang JW and Chen SH:** *Concomitant ipsilateral pedicled fibular transfer and free muscle flap for compound fibular defect reconstruction. Ann Plast Surg, 47: 47-52, 2001.*
- 5) **Kassab M, Samaha C, Saillant G:** *Ipsilateral fibular transposition in tibial nonunion using Huntington procedure: a 12-year follow-up study Injury. 34(10): 770-5, 2003.*
- 6) **Khan MZ, Downing ND, Henry AP:** *Tibial reconstruction by ipsilateral vascularized fibular transfer Injury. 27(9): 651-4, 1996.*
- 7) **Malizos KN, Nunley JA, Goldner RD, Urbaniak JR, Harrelson JM:** *Free vascularized fibula in*

- traumatic long bone defects and in limb salvaging following tumor resection: comparative study. Microsurgery, 14(6): 368-74, 1993.*
- 8) **McMaster PE, Hohl M:** *cross-peg grafting: a salvage procedure for complicated ununited tibial fractures. J Bone Joint Surg Am, 47: 1146-58, 1965.*
- 9) **Shapiro MS, Endrizzi DP, Cannon RM, Dick HM:** *Treatment of tibial defects and nonunions using ipsilateral vascularized fibular transposition. Clin Orthop, 296: 207-12, 1993.*
- 10) **Taylor GI, Miller GD, Ham FG:** *The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. Plast Reconstr Surg, 55(5): 533-544, 1975.*
- 11) **Jehn CT et al:** *Transverse ulnar bone transport osteogenesis: a new technique for limb salvage for the treatment of distal radial osteosarcoma in dogs. Vet Surg, 2007 Jun; 36(4): 324-34.*