

# 인공 주관절 재치환술 시 원위 상완골 골 결손부에 시행한 새로운 자가 장골 이식법 - 술기 보고 -

김정만 · 고인준 · 이동엽

가톨릭대학교 의과대학 강남성모병원 정형외과학교실

## A Novel Autogenous Iliac Bone Graft Technique for Distal Humeral Bone Loss in Revisional Total Elbow Arthroplasty - A Technical Note -

Jung-Man Kim, M.D., In-Jun Koh, M.D., and Dong-Yeob Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kangnam St. Mary's Hospital,  
The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea

As the incidence of total elbow arthroplasty has increased, revisions of the procedure also increase including reconstruction of bony defects caused by bone destruction. Reconstruction techniques depend on location and severity of the bony defect, and allografts are useful in cases of substantial bone loss. However, this procedure is technically difficult and has a high complication rate. Here, we describe a novel autogenous bone graft technique using tricortical iliac bone for reconstruction of a distal bone loss in a revisional total elbow arthroplasty, providing an additional method to restore bone stock.

**Key Words:** Distal humerus, Bone defect, Revisional total elbow arthroplasty, Autogenous iliac bone graft

인공 주관절 재치환술 가장 중요한 사항은 골 파괴에 의한 결손부를 복원함으로써 통증이 없고 안정성 있는 주관절을 재건하는 것이다<sup>4)</sup>. 골 결손을 해결하기 위한 다양한 방법들이 보고되고 있으며 최근에는 골 결손이 심할 경우 동종 골을 이용하여 재건하는 술기가 보고되고 있으나 수술이 어렵고 합병증 발생률이 높아 그 사용이 용이하지 않다.

저자들은 원위 상완골에 골 결손을 동반한 인공 주관절에서 Coonrad-Morrey<sup>®</sup> (Zimmer, Warsaw, IN) 기구를 사용하여 재치환을 시행하면서 골 결손부와 해부학적 구조가 유사하며 안정성을 확보할 수 있는 새로운 자가

장골 이식법을 고안하였으며 그 수술 술기를 보고하고자 한다.

### 술기 보고

#### 1. 기존 기구의 제거

저자들은 Coonrad-Morrey<sup>®</sup> (Zimmer, Warsaw, IN) 기구를 이용하여 재치환술을 시행하였다. 수술은 전신 마취 후 양와위에서 시행하였으며 Campbell의 후방도달법으로 접근하였다. 척골 신경을 박리하여 수술 시에 손상 받지 않도록 전방으로 전위 시키고 관절을 노출시켰다. 관절 내부는 짙은 회색 빛의 비후된 육아조직으

통신저자 : 고 인 준

서울시 서초구 반포동 505  
가톨릭대학교 강남성모병원 정형외과  
TEL: 02-590-1464 · FAX: 02-535-9834  
E-mail: hinman74@naver.com

Address reprint requests to

In-Jun Koh, M.D.  
Department of Orthopaedic Surgery, Kangnam St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea College of Medicine, 505, Banpo-dong, Seocho-gu, Seoul 137-701, Korea  
Tel: +82,2-590-1464, Fax: +82,2-535-9834  
E-mail: hinman74@naver.com



Fig. 1. The preoperative radiographs of a 42-year old female show components disengagement due to axle pin dislocation with severe bone destruction.

로 덮혀 있었으며 원위 상완골 및 근위 척골의 상태를 정확히 확인하기 위하여 이를 철저히 제거하였다. 상완과 척골 주대(stem)의 고정 상태를 확인한 후 골절이 발생하지 않도록 조심스럽게 기구와 충전된 골 시멘트를 제거하였으며 용이하지 않은 부위에는 절골기(osteotome)와 고속 골 연마기(high speed burr)를 이용하여 주대 주위를 확공한 뒤 제거하였다(Fig. 1).

### 2. 상완 부품의 크기 결정

기구 제거 이후 원위 상완골 결손으로 상완부 준비(preparation)를 위한 추가적인 상완골 절제는 필요가 없었다. 상완 부품의 크기에 맞추어 적절하게 상완 강(humeral canal)을 확공하고 연습 부품(trial component)을 삽입하였다. 동일한 방법으로 척골 연습 부품도 삽입한 뒤 관절을 정복 시켰다. 일반적으로 비맞춤형(non-custom) 주대의 경우 동측 견관절에 치환술이 예상되는 경우에는 주대간의 간격을 유지하기 위하여 10 cm 길이의 주대가 사용되며 그렇지 않은 경우 15 cm 길이의 주대가 사용된다. 골 결손 상태에서 주대 삽입을 적절히 조절하기 위하여 영상 증폭 장치 유도하에서 주관절을 90° 굴곡시키고 전완부를 상완의 종축 원위 방향으로 축성(axial) 견인시켜 연부조직의 긴장도와 균형을 평가하는 shuck 검사를 시행하였다. 정상적으로 적절한 상완 부품 삽입 정도는 플랜지(flange) 부분이 주두와(olecranon fossa)에 지붕(roof)에 위치하는 정도로 정의된

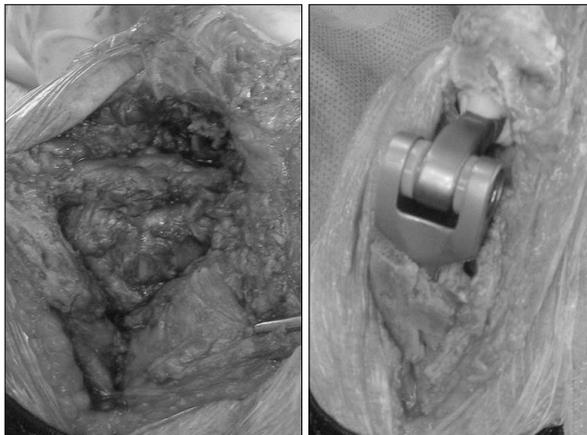
다. 그러나 주두와 부분의 골 결손이 있을 경우에는 적절한 삽입 정도를 평가할 기준선이 소실되므로 shuck 검사를 시행하여 적절한 연부 조직의 긴장도를 보이는 상태에서 골 결손부의 가장 근위부로부터 삽입된 주대의 플랜지까지 길이를 측정하였다. 또한 상완부에서 2 cm까지의 기능적 단축을 허용하였으며 플랜지 부분이 근위부 2 cm 이내에 위치하는 경우에는 적절하다고 평가하였다. 주대 삽입의 정도를 결정한 후 삽입된 상완 주대의 끝이 위치하는 상완골의 직경과 골 결손부를 가로 질러 온전한 상완골 내로 삽입되어 있는 주대의 길이를 측정하였다. 이때 온전한 상완 골에 삽입되어 있는 상완 주대의 길이가 상완 주대의 끝이 위치하는 상완골의 직경의 두 배 이상이면 적절하다고 결정하였다.

### 3. 이식골의 크기 결정 및 골 이식 방법

삽입된 주대의 크기와 삽입 정도를 결정한 후 골 결손부의 크기에 맞추어 이식골의 길이를 결정하였다. 이식골의 상하 길이는 주두와로부터 상완골 결손의 가장 근위부까지의 길이를 측정하고 뒤 'a'라고 하였고 내외측간의 길이는 상완 부품 원위부의 내외측간 최장 길이를 측정하여 'b'라 하였다. 건측의 장골에서 자가 골이식을 시행하였으며 전상 장골 극 2 cm 후방에서 장골 능과 평행한 피부 절개 이후 장골의 내측 및 외측 표면의 근육을 박리하였다. 노출된 장골 능에서 절골의 시작점을 표시한 뒤 후방으로 'a'와 동일한 길이만큼 떨어진 지점에 표시를 하고 장골 능의 표면으로부터 수직으로 'b'만큼의 깊이로 떨어진 지점에 표시를 하여 장골에 'a'와 'b'를 각각 가로와 세로로 하는 직사각형을 그린 뒤 이를 왕복 톱(reciprocal saw)과 절골기를 이용하여 채취하였다. 이식 골 중심은 해면골로 채워져 있으며 상하의 길이가 'a', 내외측 길이가 'b'이고 전후방 길이는 장골 능의 두께에 해당하는 삼 피질 이식골(tricortical bone graft)형태가 되었다. 채취된 이식골을 상완 부품의 주대 원위부와 플랜지 사이에 들어갈 수 있도록 피질골 없는 면의 해면골을 조금만 제거한 뒤 측면으로 주대가 중앙에 위치할 때까지 밀어서 끼워 넣었다(Fig. 2). 상완의 골수 강 내로 주대의 길이만큼 항생제가 첨가된 시멘트를 주입한 후 이식 골이 끼워진 상완 부품을 고정하고 제거하였던 해면골을 다시 주대 주위로 이식하였다(Fig. 3). 영상 증폭 장치의 유도하에서 관절 운동을 시행하여 관절 운동 범위, 최대 굴곡



**Fig. 2.** An autogenous tricortical iliac bone graft was harvested as much as bone loss in distal humerus. Then it was inserted into humeral stem.



**Fig. 3.** (A) Intraoperative photograph shows severe bone loss after removal of prosthesis. (B) The final reconstruction of the distal humerus using tricortical iliac bone.

시 근위 척골과 플랜지의 충돌 여부 및 골수 강내의 주대의 움직임 등을 세심하게 관찰하였다(Fig. 4).

**4. 수술 후 처치**

수술 직후부터 1주일간 신전 위에서 석고 고정을 시행하였으며 그 후부터 주관절의 능동 운동과 환자가 가능한 일상 생활을 허용하였고 물리 치료나 추가 고정은 시행하지 않았다(Fig. 5).



**Fig. 4.** The postoperative radiographs show the final reconstruction of distal humerus using autogenous tricortical iliac bone graft. The size of harvested autogenous tricortical iliac bone graft was 3.5×1.5 cm.



**Fig. 5.** The radiographs of 6 months after revision show well maintenance of autogenous tricortical iliac bone graft-prosthesis composite without loosening and progression of union. On last visit, her Mayo elbow performance score improved 30 points preoperatively to 80 points postoperatively and final elbow ROM was 5° to 130°.

**고 찰**

골 결손을 동반한 실패한 인공 주관절 재건의 치료로 재치환술 이외의 방법에는 관절 고정술, 삽입 관절 성형술(interpositional arthroplasty), 절제 관절 성형술(resection arthroplasty) 등이 있으나 이들 방법들은 기술적으로 어렵고 불안정한 주관절이 초래되어 결과가 만족스럽지 못하다<sup>4,6,8)</sup>. 재치환술은 통증 감소와 기능적 회

복면에서 결과가 양호하고 골 결손의 범위가 관절 주변에 국소적으로 존재하는 경우 긴 주대의 반구속형 치환물을 골 결손 부를 가로 질러 삽입함으로써 비교적 쉽게 시행될 수 있다<sup>6,8)</sup>. 그러나 골 결손이 큰 경우 이에 대한 복원 원칙은 정립되어 있지 않으며 다양한 재건 술식이 보고되고 있다. 최근에는 결손 부위와 해부학적으로 구조가 유사하며 많은 양을 확보할 수 있는 동종 골의 사용이 증가하고 있다<sup>6,10)</sup>.

원위 상완골의 골 결손에 대한 분류로 Morrey와 Bryan<sup>8)</sup>은 활차(trochlea)가 부분적으로 보존된 경우 정도, 과상골만 보존된 경우 중등도, 상완골 간부만 보존된 경우 중증으로 분류하였으며 중증의 골 결손시 동종 골 이식과 맞춤형 기구 사용을 고려해야 한다고 하였다. Morrey와 Adams<sup>7)</sup>는 연골하골 구조가 온전할 때 1등급, 내측 및 외측 상과 골주가 보존되었을 때 2등급, 내측 및 외측의 골주가 소실되었을 때 3등급, 주두와의 근위부까지 소실되었을 때 4등급으로 분류하였다. 그들은 4등급에서 관절의 전반적인 파괴가 관찰되며 주관절의 불안정성을 동반한다고 하였다. 또한 Mansat 등<sup>6)</sup>은 이전 상완부품의 주두와 부분까지의 결손을 제1형, 주두와로부터 상완 원위부 1/3까지의 주대 주변 결손을 제2형, 골 결손이 주대 보다 근위부에 위치하는 경우를 제3형으로 분류하였으며 상완의 골 결손이 주두와로부터 근위부로 5 cm 이상일 때 동종 골-치환물 복합체 이식술(allograft-prosthesis composite)을 고려한다고 하였다. 저자들이 경험한 재치환술에서의 골 결손은 대부분 Morrey와 Bryan의 분류상 중등도 이상이었고 Morrey와 Adams의 분류상 3등급 이상이었으며 Mansat 등의 분류상 제2형에 해당하였다.

반구속형인 Coonrad-Morrey 치환물 사용시 재건되는 회전 축(axis of rotation)은 기존의 관절선이 아닌 치환물의 삽입 정도에 따라 새롭게 결정되기 때문에 원위 상완골의 골 결손시 사용이 이상적이라 할 수 있다<sup>5,9)</sup>. 또한 재건술 후 상완 길이의 기능적 단축은 치환물로 가해지는 힘을 감소시켜 내구성, 기능 및 안정성을 향상시키며 길이 연장시 보다 임상 결과가 좋다. 단축의 허용 범위는 주두와로부터 2 cm 이내이며 상완골 원위부로부터 4-5 cm의 골 결손까지는 비맞춤형(non-customized) 기구로 재건이 가능하다<sup>5,9)</sup>. 한편 원위 상완골의 심한 골 결손시 주대 삽입 정도는 주관절의 90° 굴곡 위

에서 상완의 종축 원위부 방향으로 전완부에 축성 부하를 가한 뒤 연부 조직의 긴장도를 평가하는 소위 shuck 검사로 결정할 수 있다<sup>2,5)</sup>. 또한 지주골 이식술로 결손부를 보강하여 재치환을 시행할 때 상완 주대의 삽입 정도는 삽입된 상완 주대의 끝이 위치하는 상완골 직경의 최소 두 배 이상의 길이가 권장된다<sup>1,9,10)</sup>.

Goldberg 등<sup>4)</sup>은 사체에서 상완골의 부위에 따른 전후방 및 내외측 직경을 측정하였으며 여성의 경우 외측 상과로부터 10 cm 근위부와 15 cm 근위부의 내외측 직경은 각각 평균  $10.4 \pm 2.4$  mm와  $10.8 \pm 2.0$  mm이며 전후방 직경은 평균  $13.0 \pm 0.8$  mm와  $11.9 \pm 1.5$  mm라고 하였다. 이는 재치환시 삽입될 주대 끝이 위치하는 지점의 상완 직경에 해당하며 주대는 이 길이의 두 배 이상이 삽입될 것이 권장된다. 따라서 10 cm 또는 15 cm 길이의 비맞춤형 주대를 사용할 경우 온전한 상완골 내로 약 3 cm 정도 삽입되면 주대 끝이 위치하는 상완골 직경의 두 배 이상 삽입된다고 할 수 있다. Kamineni와 Morrey<sup>5)</sup>는 원위 상완부 5 cm까지의 골 결손에서 비맞춤형 기구의 사용이 가능하며 긴 플랜지형 기구를 이용하면 최대 8 cm까지의 골 결손에서 재건이 가능하다고 하였다. 저자들은 영상 증폭 장치 유도하에서 shuck검사를 시행하여 삽입 정도의 적절성을 평가하였으며 결손부를 가로 질러 온전한 상완골내로 삽입되어 있는 주대의 길이가 주대 끝 부분의 상완골 직경의 두 배 이상이 되도록 조절된 후 결정된 골 결손부에 골이식을 시행하였다. 비맞춤형 부품의 10 cm길이 주대를 사용할 경우 실제 상완골에 삽입되는 부분은 약 7 cm에 해당되며 3 cm의 최소 삽입 길이를 빼면 4 cm의 골 결손부에 사용이 가능하며 2 cm의 단축을 허용하면 6 cm까지의 결손부에서 이용할 수 있다.

적절한 상완 주대의 결정 이후 골 결손부에 시행할 수 있는 골 이식 방법으로는 해면 자가골 이식술(cancellous autograft), 감입 동종 골 이식술(impaction allograft), 피질 지주 동종 골 이식술(cortical strut allograft), 동종 골-치환물 복합체 이식술(allograft-prosthesis composite) 등을 시행할 수 있으며 최근에는 골 결손부가 클 경우 동종골의 사용이 증가하고 있다.

그러나 동종 골 이식술은 합병증 발생률이 높고 연조직 재건 등의 복잡한 재수술을 요하는 경우가 많다<sup>6,10)</sup>. 또한 이식된 동종 골에서는 골 흡수가 발생되며 진행 정도의

예측이 어렵고 골 유합의 정도와 기간도 일정하지 않아 장기적인 추시가 요하며 재활 치료시 보다 신중함이 요구된다. 특히 기증 공여자가 적고 이식물 공유 네트 워크와 채취 후 관리가 취약한 국내 여건상 동종 골의 사용은 쉽지 않으며 상품화된 동종 골은 매우 고가이기 때문에 경제적으로 그 사용이 용이하지 못하다.

한편 인공 주관절 재치환시 골 결손부 재건에 이용되는 자가 골 이식 방법은 해면 골 이식술에 대한 언급이 있을 뿐 해면 피질 골에 관한 보고는 없었다. 저자들은 원위 상완골 골 결손을 동반한 인공 주관절 재치환시 Coonrad-Morrey 기구의 독특한 플랜지 형태 디자인을 이용한 삼 피질(tricortical)의 자가 골 이식 술기를 고안하였다. 이는 탁월한 골 형성, 골 전도 및 골 유도 효과를 기대할 수 있으며 골 유합과 관련된 합병증을 최소화할 수 있다. 또한 삼 피질골 형태로 조기에 안정성을 얻을 수 있으며 심부 감염 등의 동종 골 이식과 관련된 합병증을 피할 수 있다. 특수한 장비가 필요하지 않으며 기술적으로 간단하고 경제적으로도 효과적이다. 그러나 공여부의 통증 및 미용적 문제는 여전히 극복해야 할 문제로 생각된다.

### 참고문헌

1. Cheung EV, Adams RA, Morrey BF: Reimplantation of a total elbow prosthesis following resection arthroplasty for infection. *J Bone Joint Surg Am*, 90: 589-594, 2008.
2. Cil A, Veillette CJ, Sanchez-Sotelo J, Morrey BF: Linked elbow replacement: a salvage procedure for distal humeral nonunion. *J Bone Joint Surg Am*, 90: 1939-1950, 2008.
3. Goldberg SH, Omid R, Nassr AN, Beck R, Cohen MS: Osseous anatomy of the distal humerus and proximal ulna: implications for total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*, 16(Suppl 3): S39-S46, 2007.
4. Gschwend N, Scheier NH, Baehler AR: Long-term results of the GSB III elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*, 81: 1005-1012, 1999.
5. Kamineni S, Morrey BF: Distal humeral fractures treated with noncustom total elbow replacement. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am*, 87(Suppl 1): S41-S50, 2005.
6. Mansat P, Adams RA, Morrey BF: Allograft-prosthesis composite for revision of catastrophic failure of total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 86: 724-735, 2004.
7. Morrey BF, Adams RA: Semiconstrained arthroplasty for the treatment of rheumatoid arthritis of the elbow. *J Bone Joint Surg Am*, 74: 479-490, 1992.
8. Morrey BF, Bryan RS: Revision total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 69: 523-532, 1987.
9. Ramsey ML, Adams RA, Morrey BF: Instability of the elbow treated with semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 81: 38-47, 1999.
10. Sanchez-Sotelo J, O'Driscoll S, Morrey BF: Periprosthetic humeral fractures after total elbow arthroplasty: treatment with implant revision and strut allograft augmentation. *J Bone Joint Surg Am*, 84: 1642-1650, 2002.

#### = 국문초록 =

인공 주관절 치환술의 빈도가 증가함에 따라 재치환술의 빈도 역시 증가하고 있다. 재치환술시 고려해야 할 가장 중요한 문제는 골 파괴로 인한 골 결손 부위를 재건하는 것이라 할 수 있다. 골 결손부의 위치와 정도에 따라 여러 가지 재건 방법이 있겠으나 최근에는 심한 결손의 경우 동종골을 이용한 재건 술식이 많이 사용되고 있다. 그러나 이들 방법은 술기가 어렵고 합병증의 발생이 높다. 이에 저자들은 인공 주관절 재치환시 원위 상완골 골 결손부의 해결에 유용한 자가 장골 이식법을 고안하여 보고하며 이를 골 결손 해결의 추가적인 방법으로 제시하고자 한다.

색인 단어: 원위 상완골, 골 결손, 인공 주관절 재치환술, 자가 장골 이식