

인공슬관절 전치환술에서 경골 골결손시 시행한 자가골 이식술

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

배대경 · 오철진 · 김진원

=Abstract=

Autogenous Bone Graft of the Tibial Bone Defect in Total Knee Replacement

Dae Kyung Bae, M.D., Cheol Jin Oh, M.D. and Jin Won Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea

In case of the large bone defect due to severe varus or valgus deformity in total knee replacement, there are many different methods for reconstruction of the bone defect for insertion of the tibial component after resection of the proximal tibia.

Total knee replacement using the autogenous bone graft were performed in 27 knees (18 patients) with tibial bone defect. Authors report the methods and results with an average 23 months follow-up. We used the bone removed from distal femur and calculated the size of the proximal tibia. We used the screws, if necessary, for rigid fixation of the grafted bone.

1. According to the type of bone defect, central defect type were 3 knees, peripheral defect type were 13 knees and combined type were 11 knees.
2. In A-P view of x-ray, the size of bone defect of the tibial plateau ranged 5mm to 25mm (average 11.1mm) in height.
3. Screws were used for fixation of grafted bone in 14 knees and the average size of the screws was 27.8mm.
4. Bony union of the grafted bone achieved from 3 months to 12 months (average 5.7months).
5. Average knee ROM was 105 degrees and improved post-operatively 121 degrees, and average flexion contracture was 22.4 degrees and improved post-operatively 7.5 degrees.
6. Post-operative tibiofemoral angle was average 7.5 degrees valgus.
7. Average knee rating score was 54.5 and improved post-operatively 89.2
8. The complication of bone graft was partial resorption in 1 case and the loosening or displacement due to screw were absent.

Key Words: Total knee replacement, Tibial bone defect, Bone graft.

서 론

인공 슬관절 전 치환술은 과거 약 30년간 발전되어 왔으며 최근 생역학적측면에서의 삽입물의 개량과 수술 수기의 발전으로 좋은 결과를 나타내기 시작하였다^{1,5,12)}. 인공 슬관절

전 치환술시 심한 내반 또는 외반 변형에 의해 경골상단부에 큰 골 결손이 있을 때에는 경골 근위부 절제후, 경골부 삽입물의 안착을 위하여 여러가지 방법이 사용되고 있다.

본 경희대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1985년부터 1989년까지 148례의 인공 슬관절 전 치환술을 시행하였는데 이중 경골 상단부에 심한 골 결손을 보인 18명, 27례 (18.2%)에 대해 대퇴골 원위부의 절제되어진 골을 이용하여 자가골 이식후 인공 슬관절 전 치환

본 논문의 요지는 1989년도 제33차 정형외과 추계학술대회에 발표되었음.

Table 1. Age & Sex Distribution

Age	Male	Female	Total
20-29	0	1	1
30-39	1	0	1
40-49	0	0	0
50-59	0	4	4
60-69	1	9	10
70-79	0	2	2
Total	2	16	18

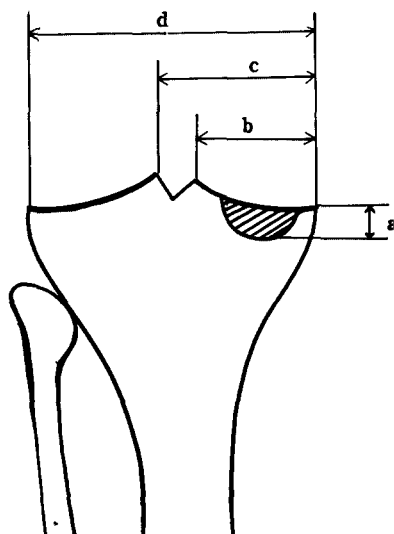


Fig. 1. a=Depth of bone defect b=Length of bone defect c=Length of medial condyle d=Length of tibial plateau.

술을 시행하여 최저 1년에서 최고 5년 2개월까지 평균 23개월을 추시하여 그 방법과 결론을 문헌과 함께 보고하는 바이다.

증례 분석

1. 성별 및 연령 분포

총 18명의 환자중 남자 2명, 여자 16명이었으며, 연령 분포는 최저 26세에서 최고 71세까지로, 평균 연령은 59.3세였으며 그중 60대가 10명으로 가장 많은 분포를 나타냈다(Table 1).

2. 선행 질환

퇴행성 관절염이 12예로 가장 많았으며, 류마티스 관절염이 3예, Charcot-joint가 1예, 감염 후유증이 1예, 심부 감염에 의한 해리(Infectious loosening)로 삽입물 제거후 재 인공 슬

Table 2. Underlying Disease

Disease	No. of Patients
Osteoarthritis	12
Rheumatoid arthritis	3
Charcot Joint	1
Infection Sequale	1
Infectious Loosening	1
Total	18

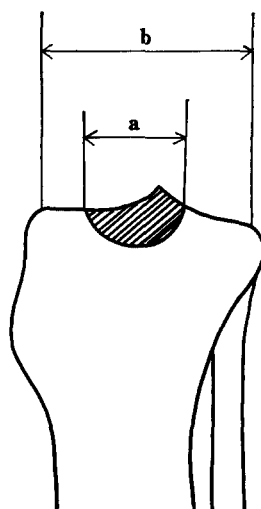


Fig. 2. a=Length of bone defect b=Length of tibial plateau

관절 전 치환술을 시행한 경우가 1예이었다(Table 2). 그리고 양측 슬관절 모두를 인공 슬관절 전 치환술을 시행한 경우가 9예였으며 그중 1예는 동시에 양측의 수술을 시행하였다.

3. 체중

최저 49kg에서 최고 80kg으로 평균체중은 62.3kg이었다.

4. 운동 범위

수술전, 슬관절의 운동 범위는 최저 20도에서 최고 140도로서, 평균 105도의 운동 범위를 보였다.

5. 관절 변형

체중 부하시 촬영한 슬관절 전후면 사진에서 Bauer^{3,4)}의 법에 따라 대퇴 경골각을 측정하였다. 총 27예의 슬관절 중에서 24예의 슬관절에서 최저 1도에서 최고 20도까지 평균 8.4도의

심한 내반 변형 (varus deformity) 을 보였으며 3예의 슬관절에서 최저 3도에서 최고 20도까지 평균 9도의 외반을 보였다.

6. 골 결손의 정도

단순 방사선 소견으로 골 결손의 정도를 측정하였다. 전후면의 방사선 계측상 경골 전정부로부터 골 결손의 정도 (Fig. 1-a) 는 최저 5mm 부터 최고 25mm 로 평균 11.1mm 였으며 전체 경골과의 길이를 측정 (Fig. 1-b) 반분하여 경골 내측과의 길이 (Fig. 1-c) 로 하고 골 결손의 정도 (Fig. 1-b) 를 측정하여 경골 내측과에 대한 경골 골결손의 정도를 %로 표시 (Fig.

1; b/c×100) 하였는데 최소 50%에서 최고 97%로서 평균 77.4%의 골 결손을 보였다. 또한 슬관절의 컴퓨터 촬영 (CT) 을 시행하여 단순방사선 소견과 골 결손의 정도를 비교확인하였다.

골 결손의 부위와 형태에 따라 3가지 형으로 분류하였는데, 첫째는 변연부결손형 (peripheral defect type) 으로 경골삽입물 (tibial component) 을 지지해 주는 변연부가 없는 형이며, 둘째는 중심 결손형 (central defect type) 으로 경골삽입물 (tibial component) 을 지지할 수 있는 변연부는 남아 있으면서 중심부에 골 결손이 있는형이며, 셋째는 혼합형 (combined type) 으로 골결손이 중심부와 변연부에 걸쳐 광범위하게 있는 경우를 말한다 (Fig. 3). 총 27례의 슬관절 중 변연부 결손형이 13례로 가장 많았으며 혼합형이 11례, 중심 결손형이 3례의 순이었다.

치 료

1. 수술 방법

수술 방법은 골 이식술 외에는 모두 다른 인공 슬관절 전 치환술과 같은 방법으로 시행하였다.

골 이식술은 Windsor등¹⁴⁾이 제안한 방법에 따라 시행하였다. 즉, 최소 5mm 이상의 경골 상단부를 절제한 후 (Fig. 4-a) 이식골의 성공적인 결합 (incorporation) 을 위하여 골 결손부위의 경화된 골을 가능한 한 제거하고 건강한 해면골 (healthy cancellous bone) 을 노출시켰다 (Fig. 4-b). 그리고 대퇴골 원위부의 절제되어진 골을 사용하여 경골 결손부위의 해면골에 이식한 후, 알맞게 절제하였다. (Fig. 4-c). 이식

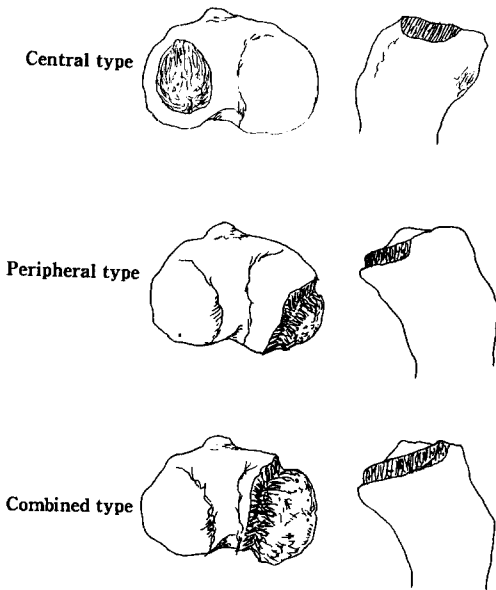


Fig. 3. Schematic illustration of peripheral, central and combined defect type.

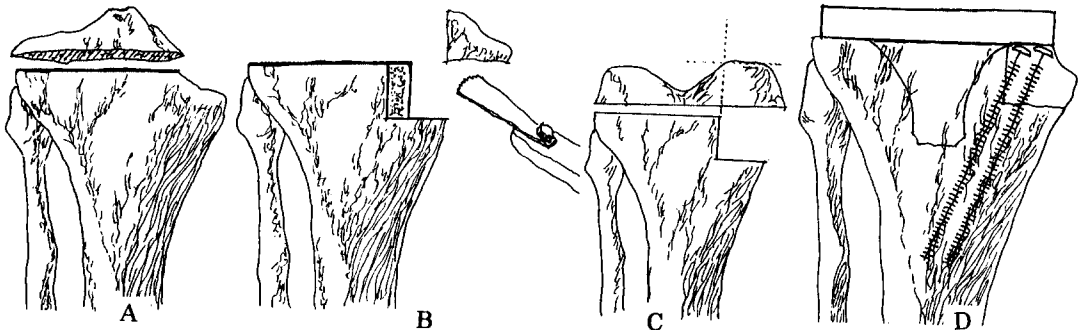


Fig. 4. a) The mid and lateral portion of the upper tibia resected. b) The eroded medial tibia is resected to expose cancellous bone. c) The bone obtained from the distal femoral resection is placed on the tibial defect. d) The screws and prosthesis is applied to the superior surface.

Table 3. Flexion Contracture of Knee

Degree of Flexion Contracture	No. of Patients	
	Preop.	Postop.
0° - 9°	0	2
10° -19°	6	3
20° -29°	6	0
30° -39°	4	0
40° -49°	1	0
Average	22.4°	7.5°

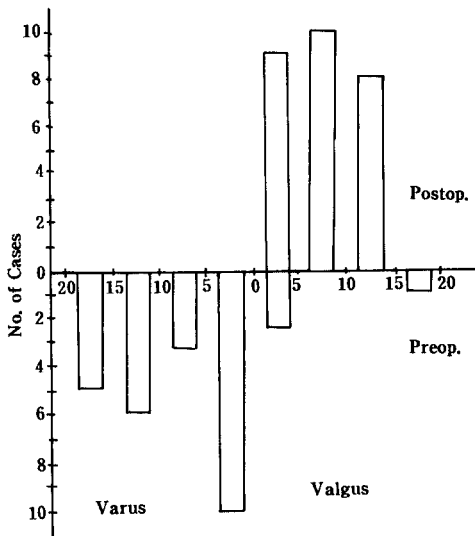


Fig. 4. Tibio-Femoral Angle.

골편이 이식된 골의 안착을 위해서 14례에서는 나사못 (bone screw)을 이용하여 고정을 시행하였다(Fig. 4-d). 나사못 고정시 나사못이 이식골의 상단부로 돌출되어 인공 슬관절의 경골삽입물 (tibial component)와 닿아서 일으킬 수 있는 부작용을 예방하기 위하여 이식골에 나사못이 완전히 파묻히도록 고정하였으며 사용한 나사못의 길이는 최저 18mm에서 최고 34mm까지 평균 27.8mm였다.

사용한 삽입물의 종류는 press fitted condylar형 19례, Total condylar형 3례, Miller-Galante형 2례, 그리고 Porous coated anatomic형, Insall-Burstein형, Microloc형 등이 각각 1례씩이었으며 골 조송증이 심하며 골 결손이 큰 15례에서는 골 시멘트 (bone cement)을 사용하였다.

2. 수술후 처치

수술후 Robert-Jones dressing을 실시하였으

Table 4. Clinical Assessment according to Knee Rating Scale

	No. of Cases	Percent
Excellent	18	66.7
Good	8	29.6
Fair	1	3.7
Poor	0	0.0
Total	27	100.0

며 보조대 (Immobilizer)로 2일간 고정후 2일째부터 관절운동 (knee ROM)을 시작하였으며 수술후 1주일부터 보행기를 사용하여 보행연습을 시행하였다. 단, 골 결손이 심할때에는 보행기를 이용한 보행연습을 3내지 4주간 지연시켰다.

결 과

1. 운동 범위

수술후 슬관절의 운동 범위는 최소 20도에서 140도로 평균 121도로서 수술전 평균 운동 범위 105도보다 향상되었다. 또한 수술후 굴곡구축은 4례에서 최소 5도에서 최고 10도로 평균 (굴곡구축이 있는 슬관절의 숫자만으로 나눈것) 7.5도를 나타내 수술전 평균 굴곡구축 22.4도보다 현저한 감소를 보였다 (Table 3).

2. 대퇴 경골각

수술전 대퇴 경골각을 20례의 슬관절에서 평균 8.4도의 내반 변형을, 5례의 슬관절에서 평균 7.5도의 외반을 보였으나 수술후 최저 3도에서 최고 12도까지 평균 7.5도의 외반을 보였다 (Fig. 4).

3. 평가

Hospital for special surgery의 Knee rating scale이 환자의 평가에 사용되었다. 이 Scale에 의하면 85에서 100사이의 점수를 우수 (Excellent)라 하며 70에서 84사이의 양호 (Good), 60에서 69사이의 보통 (Fair), 60이하의 불량 (Poor), 삽입물을 제거하여야만 하는 경우는 Zero라 하였다. 이 평가에 의한 수술전 평균점수는 54.5이었으며 수술후 평균 점수는 89.2로 이 중 우수 (Excellent)가 18례, 양호 (Good)가 8례, 보통 (Fair)이 1례, 불량 (Poor)은 없었으며 수술전에 비하여 크게 향상되었음을 보였다 (Table 4).

Fig. 1 A. B) Preoperative simple x-ray and CT finding of 68 years female patient with rheumatoid arthritis reveal the severe medial condyle bone defect.

Fig. 1. C) Post-operative x-ray after bone graft and screw fixation. **D)** Postoperation 14 weeks x-ray with good bony union.

4. 골 유합(Bony union)

골 유합은 단순 방사선 소견과 동위원소 (bone scan) 사진 소견으로 확인하였으며 총

27례의 슬관절중 26례에서는 최저 3개월에서 최고 12개월까지 평균 5.7개월만에 골 유합이 이루어졌으며 나머지 1례에서는 6주째의 추시 방사선 소견상 부분적 골 흡수의 소견을 나타

냈으나 4개월째의 추시 방사선 소견상 골유합을 보였다.

5. 합병증

Charcot-joint 를 가진 1례에서 심부 감염이 발생하여 절개 및 배농술을 시행하고 항생제

투여로 치료되었고 1례에서는 운동 범위가 신전 0도에서 굴곡 20도까지의 심한 관절강직을 보여 관절경하 유착 제거술 (arthroscopic adhesiolysis) 및 도수굴곡 (manipulation) 을 시행하여 0도에서 105도까지의 관절운동범위를 나타냈다.

Fig. 2. A) Preoperative x-ray of 65 years female patient with degenerative osteoarthritis reveal the the severe medial condyle bone defect. **B)** Postoperative x-ray after bone graft and screw fixation.

Fig. 2. C) Postoperation 4 months x-ray with good bony union. **D)** Postoperation 4 minths bone scan with hot uptake at medial condyle.

골 이식술에 대한 합병증은 수술시 골 이식 부에 나사못 고정시 이식 골편이 갈라진 경우가 2례 있었는데 1례는 새로운 골편을 이용해 이식하였고 다른 1례에서는 심하지 않아 그대로 이식술을 시행하였다. 14례에서 사용한 나사못 (bone screw) 은 해리 (loosening) 나 전위 (displacement) 의 소견을 보인 예는 없었다.

고 찰

관절 근접 해면골의 강도는 Subchondral plate에서 하방으로 갈수록 급격히 약화되는데⁶⁾ 만일 피질골 (cortical bone) 에 하중 (load) 을 분산 (Distribution) 하는 Subchondral plate가 없다면 하중은 해면골 (cancellous bone) 에 의해 유지되게 된다. 강한 해면골의 유지는 인공 관절 전 치환술 후에 상방 경골부에 초과하중 (overload) 을 방지하게 하는데 이러한 강한 경골 해면골의 유지를 위한 경골의 절골은 경골 골 결손을 초래하게 된다. Dorr 등⁷⁾ 은 외측 Subchondral plate의 최대 절골량은 10mm, 내측은 5mm라고 하였다. 만일 경골 골결손이 심하여 이러한 기준보다 골 결손이 더 많으면 절골술시 경골은 이 골 결손보다 상방에서 절골되므로 경골 골 결손은 절골술 후에도 계속하여 남게 되는데 이러한 경골 골 결손을 재건하기 위하여 여러가지 방법이 사용되어 왔다.

첫째로 Cement, mesh and screw 를 사용하여 골 결손을 채우는 방법^{9,11)}, 둘째로 경골 골 결손부 위에 알맞게 경골 삽입물을 미리 썬기형으로 도안하여 사용하는 방법 (custom-made implants)²⁾, 셋째로 골 이식방법^{7,8,14)}이 있다. 골시멘트 (bone cement) 를 사용하는 방법은 시멘트가 적절하게 하중을 분산하지 못하고 시멘트에서 층판 (lamination) 은 단열 (Fragmentation) 을 야기시키기 때문에 부적절하며 두번째 방법인 custom-made implants는 Insall 등²⁾ 은 만족할만한 결과를 얻었다고 하였으나 Dorr 와 Ranawat 등⁸⁾ 은 삽입물 (Implants) 을 얻는데 시간이 걸리며 가격이 비싸고 수술시 삽입물 (Implants) 을 결손 부위에 맞추는데 어려움이 있으며 골 결손 부위에 시멘트의 부적절한 침투 (penetration) 가 일어나는 단점이 있다고 하였다.

골 이식은 인공 고관절 전 치환술에서 비구에는 많은 저자들에 의해 시행되어 왔으나^{10,12)} 인공 슬관절 전 치환술에서는 최근에 시행하기 시작하였다.

Dorr 와 Ranawat⁷⁾ 는 경골 골 이식의 두가지 적응증을 제시었는데 즉, 첫째로 경골삽입물 (tibial component) 을 지지하는 면의 50% 이상의 골결손이 있을 때와 둘째로 높이가 5mm 이상으로 골 결손이 있을 때라 하였으며 또한 Charcot-joint에서는 실패하기 쉽기때문에 시행하지 말라 하였다.

Fig. 3. A) Preoperative x-ray of 68 years female patient with degenerative osteoarthritis reveal the severe medial condyle bone defect. B) Postoperative x-ray with bone graft and screw fixation. C) Postoperative 5 months x-ray with good bony union.

Windsor등¹⁴⁾은 골 이식술은 경골 골 결손을 재건하는 가장 합리적인 방법이라하였는데 그 이유로 첫째, custom-made implants가 필요없으며 둘째로, 골 이식을 시행함으로써 시멘트(cement)의 단열(fragmentation)이 적어지고 셋째, Subchondral plate 대부분을 남겨 두어서 생역학적으로 경골삽입물(tibial component)를 고정하는데 알맞으며 넷째로, 일정한 두께의 시멘트를 사용할 수 있다고 하였다.

Dorr와 Ranawat등⁸⁾은 이식골의 해면골의 강도는 잠행성 치환(creeping substitution)에 의해 결합(incorporation) 동안 감소하기 때문에 술후 경골각이 5도에서 7도까지 외반이 필수적이라 하였는데 본원의 예에서는 3도에서 12도까지 평균 7.5도의 외반을 보였다.

이식골의 골 유합을 확인하기 위한 방법으로는 단순 방사선 사진, 골 생검, 동위원소 사진(bone scan), 단면×선사진(tomogram) 등이 있다하였는데⁸⁾ 본원의 예에서는 단순 방사선 사진과 동위원소 사진(bone scan)으로 골 유합을 관찰하였다.

경골 골 결손에 대한 골 이식은 기술적으로 쉽고, 만일 골 유합이 이루어지면 다른 어떤 방법보다도 생리적인(physiologic) 방법이기 때문에 경골 골 결손이 있을 때에는 골 이식술이 좋은 방법이라고 생각된다.

결 론

경희대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1985년부터 1989년까지 인공 슬관절 전 치환술시 심한 내반 또는 외반 변형에 의해 골 절제술후에도 경골상단부에 골 결손이 있을 때에 절제된 골을 이용하여 저가 골 이식후 인공 슬관절 전 치환술을 시행하여 평균 23개월 추시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 경골 내측 상단부의 골 결손이 있는 27례를 분류하면 중심부 결손형(central defect type)이 3례, 변연부 결손형(peripheral defect type)이 13례, 혼합형(combined type)이 11례이었다.

2. 전후면 방사선 계측상 경골 전정부로부터 골 결손의 정도는 최소 5mm부터 최대 25mm로 평균 11.1mm였다.

3. 전후면 방사선 계측상 경골 내측과에 대한 골 결손의 정도는 최소 50%에서 최대 97%로 평균 77.4%였다.

4. 골 이식술을 시행한 27례중 14례에서 나사못을 사용하여 이식골 고정을 하였고 나사못의 평균 길이는 27.8mm였다.

5. 골 이식을 시행한 후 골편의 골유합은 최단 3개월부터 최장 12개월까지 평균 5.7개월만에 이루어 졌다.

6. 수술전 운동 범위는 평균 105도에서 수술 후 121도로 향상되었으며 평균 굴곡구축은 22.4도에서 7.5도로 감소하였다.

7. 수술후 대퇴 경골각은 평균 7.5도의 외반을 나타냈다.

8. Knee rating scale은 수술전 평균 54.5점에서 89.2점으로 증가되었다.

9. 골 이식에 대한 합병증은 부분적인 골 흡수(partial bone resorption)가 1례 있었으나 4개월 만에 골 유합이 이루어졌으며 나사못(Bone screw)에 대한 해리와 전이는 발견되지 않았다.

10. 이상의 결과로 인공 슬관절 전치환술시에 경골 골 결손이 있을때에 골 이식술을 시행하는것은 다른 어떤 방법보다도 좋은 방법이라고 사료된다.

REFERENCES

- 1) Bargren, J.H., Blaha, J.D. and Freeman, M. A.R.: *Alignment in Total Knee Arthroplasty. Correlated Biochemical and Clinical Observation. Clin. Orthop.*, 178-183, 1983.
- 2) Bartel, D.L., Burstein, A.H., Santavilla, E. A. and Insall, J.N.: *Performance of the Tibial Component in Total Knee Replacement. Conventional and Revision Designs. J. Bone and Joint Surg.*, 64-A; 1026, 1982.
- 3) Bauer, C.H.: *The use of Radionuclides in Orthopaedics. J. Bone and Joint Surg.*, 50-A; 1681, 1968.
- 4) Bauer, C.H.: *Tibial Osteotomy in Bonarthrosis. J. Bone and Joint Surg.*, 51-A; 1545, 1969.
- 5) Buchanan, J.R., Green, R.B., Bowman, L.S., Shearer, A. and Galluher, K.: *Clinical Experience with the Variable Axis Total Knee Replacement. J. Bone and Joint Surg.*, 64-A; 337, 1982.
- 6) Behrens, J.C., Walker, P.S. and Shoji, H.: *Variation in Strength and Structure of Can-*

- cellous Bone at the Knee. J. Biomech.*, 7;201, 1974.
- 7) Dorr, L.D. and Ranawat, C.S.: *Bone Graft for Tibial Deficits in Total Knee Arthroplasty; Revision of Total Hip and Knee. Baltimore, University Park Press, 143, 1984.*
 - 8) Dorr, L.D., Ranawat, C.S., Sculco, T.A., McKaskill, B. and Orisek, B.S.: *Bone Graft for Tibial Defects in Total Knee Arthroplasty. Clin. Orthop.*, 205;153, 1986.
 - 9) Freeman, M.A.R., Bradly, G.W. and Revell, P.A.: *Observations upon the Interface between Bone and Polymethylmethacrylate Cement. J. Bone and Joint Surg.*, 64-B;489, 1982.
 - 10) Harris, W.H., Crothers, O. and Oh, I.: *Total Hip Replacement and Femoral Head Bone Grafting for Severe Acetabular Deficiency in Adults. J. Bone and Joint Surg.*, 59-A;752, 1977.
 - 11) Harris, W.H. and Jones, W.: *The Use of Wire Mesh in Total Hip Replacement Surgery. Clin. Orthop.*, 106;117, 1975.
 - 12) Insall, J.N., Ranawat, C.S. Aglietti, P. and Shine,: *A Comparison of Four Models of Total Knee Replacement Prostheses. J. Bone and Joint Surg.*, 58-A;754, 1976.
 - 13) Mankin, H.J. and Schachar, N.S.: *Role of Allograft Transplantation in Treatment of Malignant Bone Tumors. In Sell, K.W., Perry, V.P. and Vincent, M.M.; Proceedings of 1977 Annual Meeting, American Association of Tissue Banks. Rockville, Maryland, 95, 1978.*
 - 14) Windsor, R.E., Insall, J.N. and Sculco, T. P.: *Bone Grafting for Tibial Defects in Primary and Revision Total Knee Arthroplasty. Clin. Orthop.*, 205;132, 1986.