

슬관절병변에 대한 인공슬관절전치환술

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

배대경 · 유명철 · 이 송 · 김영룡

= Abstract =

Total Knee Replacement in Gonarthrosis

Dae Kyung Bae, M.D., Myung Chul Yoo, M.D., Song Lee, M.D. and Yung Yong Kim, M.D.

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

We studied the results in forty-three knees in thirty patients—three male and twenty seven female—who had rheumatoid arthritis, osteoarthritis, traumatic arthritis and osteonecrosis in the knee and were treated by total knee joint replacement. The average age of the patients was 56.7 years. The results were analysed after follow-ups ranging from one year to three years and seven months, average being 23.6 months. The assessment was made upon the knee rating system of the Hospital for Special Surgery; the results were excellent in 29 knees, good in 12, fair in one and poor in one. The improvement of the flexion contractures was significant (postoperative average 1.7 degrees compared with preoperative average 20.1 degrees). The postoperative active flexion ranged from 70 degrees to 140 degrees (mean 110.2 degrees). One knee had a deep wound infection. The radiological loosening demonstrated in three cases, two of them had incomplete, nonprogressive radiolucent line, being less than one millimeter in width in the tibial component, one who had a deep infection showed three millimeters radiolucent line.

Key Words: Knee, Arthroplasty, Total Replacement, in Gonarthrosis

서 론

1970년대초부터 슬관절전치환술은 현저한 발전을 거듭해왔다. 짧은 임상적 경험을 토대로 고안된 초기의 슬관절삽입물은 추시결과, Loosening, 기계적인 고관절, 아탈구 및 불안정성 등의 많은 합병증과 실패를 초래하였으나 최근 생체역학의 발달로 삽입물의 개량과 수술수법의 발전으로 좋은 결과를 나타내기 시작하였다^{1, 5, 10, 15, 19}.

본 경희대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1982년 8월부터 1985년 4월까지 시행한 슬관절전치환술 30명환자 43례에 대하여 최장 3년 7개월 최단 1년 평균 23.6개월의 추시를 하여 치료성적을 보고하는 바이다.

증례분석

1. 성별 및 연령분포

30명 환자중 27명이 여자였고 3례는 남자였으며 양측성이 13명이고 일측성은 17명이었다. 연령은 최저 26세 최고 75세로서 평균연령은 56.7세이었으며 퇴행성관절염 환자는 최저 52세 최고 75세로 평균연령은 61.9세이었다. 또한 류마티스관절염 환자의 평균연령은 49.7세로 퇴행성관절염 환자의 연령보다 낮았다.

2. 이환질환

류마티스관절염이 20례로 가장 많았으며, 퇴행성관절염이 18례, 외상성관절염이 3례, 골성괴사로 인한 관절염이 1례, 신경병증성 관절질환이 1례이었다. 퇴행성관절염 환자중 2례는 각각 9년전과 8년전에 Geometric knee와 Yoshino total knee를 시행받은 후, loosening으로 재수술을 시행한 예이었다.

3. 체 중

수술전 환자의 체중은 최저 36kg에서 최고 90kg

으로 평균 60.8kg이었으며 퇴행성 관절염환자의 체중은 최저 54kg 최고 90kg으로 평균체중은 64.6kg이었으며 류마티스 관절염환자의 체중은 최저 36kg 최고 80kg으로 평균체중은 56.4kg으로 두 질환환자간의 평균체중에 있어서 현저한 차이를 보였다.

4. 운동범위

수술전 슬관절의 운동범위는 최저 5도 최고 140도로써 평균 91도이었으며 굴곡연축은 32례에서있었는데 최저 5도 최고 80도로써 평균 20.1도이었

Table 1. Insall-burstein posterior stabilized knee

Component	Size(mm)	No. of Knee
Femoral	55	16
	58	19
	65	1
Tibial	7.5	9
	10	21
	12.5	4
	15	1
	20	1
Patellar	32	12
	34	24

다.

5. 관절변형

수술전 방사선상 대퇴경골각은 내반각이 22례관절에서 보였으며 최저 3도 최고 25도로써 평균 8.3도이었으며 외반각은 13례 관절에서 나타나 최저 2도 최고 18도로써 평균 8.7도이었다.

치 료

1. 수술방법

사용한 삽입물의 종류는 Insall-Burstein posterior stabilized knee가 35례, PCA knee가 6례, Insall-Burstein constrained total condylar knee가 1례, Guepar prosthesis가 1례이었으며 그 종류에 따라서 수술방법은 차이가 있다.

I-B knee의 경우, 55mm femoral component, 10 mm thick tibial component, 34mm patellar component를 가장 많이 사용하였다(Table 1). 전방정중 절개를 시행하여 tibial plateau를 광범위하게 노출시켰다. 변형의 교정을 위하여 인대와 관절막을 포함한 연부조직의 박리를 시행한 후 삽입물의 정확한 위치선정을 위하여 수직 및 수평의 절골술을 시

Fig. 1. 36 years old female patient with rheumatoid arthritis in both knees. **A)** preoperative view, **B)** postoperative view of Insall-Burstein posterior stabilized knee.

Fig. 2. 66 years old female patient with osteoarthritis in both knees. **A)** preoperative view, **B)** postoperative view of P.C.A. knee.

Fig. 3. 60 years old male patient with neuropathic joint in right knee. **A)** preoperative view, **B)** postoperative view of Insall-Burstein constrained total condylar knee.

행하였다. 이때 기구와 alignment rod의 사용이 필요하였다. 절골술을 시행한 후 적당한 크기의 spacer를 사용하여 신전 및 90도 굴곡시 측부인대가 균등히 긴장되어 있으며 관절의 안정성이 있는가를 확인하였다. 삽입물의 적절한 위치는 어떠한 인공 슬관절전치환술에서도 중요한 역할을 하며 이는 기

구의 사용과 함께 spacer와 alignment rod를 적절히 사용함으로써 얻어질 수 있었다(Fig. 1, 2). 양측성 환자 13명중 3명에서는 양측 동시에 수술을 시행하였다.

신경병증성 관절질환에서는 관절의 심한 파괴와 골경화증 및 골결손으로 절골에 어려움이 많았으며

골결손부위는 대퇴골 절골에서 얻은 골편을 이용하여 버팀골이식(strut bone graft)을 두개의 나사못으로 고정하여 보강한 후 Insall-Burstein constrained total condylar knee를 사용하였다.

2. 수술후 처치

수술후 Robert-Jones dressing을 하였으며 수술 후 2일째 수술부위 상처를 확인하여 이상이 없으면 굴곡연습을 시행하고 수술후 약 1주에 보행기와 협장을 사용하여 보행연습을 시작하였고, 수술 후 2주경에 붕합사를 제거하였다.

3. 부가적 치료

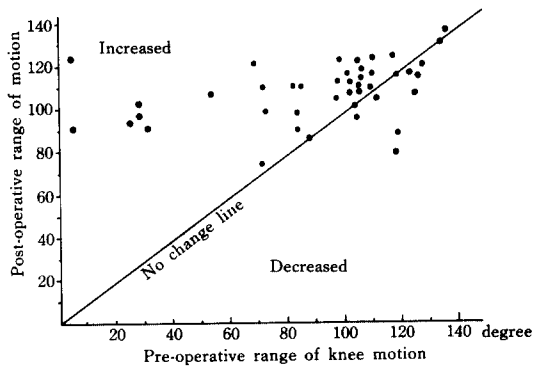


Fig. 4. The comparison of range of knee motion

양측슬관절을 동시에 수술했던 류마티스 관절염 환자 1명에서 수술후 6개월에 우측 슬관절의 운동범위는 굴곡 0도에서 130도이었으나 좌측은 굴곡연축 20도에서 후속굴곡 45도로 불량하여 전신 마취하에서 슬관절경을 사용하여 adhesiolysis를 시행하여 2개월후 굴곡연축없이 굴곡 125도로 치유되었다. 또한 관절의 심한 외측불안정성을 보인 외상성관절염 환자 1명에서는 수술후 약 9개월에 lateral collateral ligament reconstruction을 시행하였다. 심부감염된 환자 1명에서는 절개 및 배농을 시행하였다.

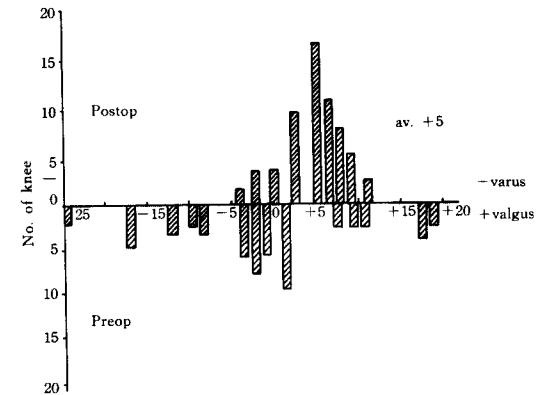


Fig. 5. Tibio-femoral angle

Table 2. The knee-rating scale of the Hospital for special Surgery

Pain(30 points)		Muscle Strength(10 points)	
No pain at any time	30	Excellent: cannot break the	
No pain on walking	15	quadiceps power	10
Mild pain on walking	10	Good: can break the quadiceps power	8
Moderate pain on walking	5	Fair: moves though the arc of motion	4
Severe pain on walking	0	Poor: cannot move through the arc of motion	0
Noppain at rest	15	Flexion Deformity(10 points)	
Mild pain at rest	10	No deformity	10
Moderate pain at rest	5	Less than 5°	8
Severe pain at rest	0	5~10°	5
Function(22 points)	12	More than 10°	0
Walking and standing unlimited		Instability(10 points)	
Walking distance of 5-10 blocks and	10	None	10
standing ability intermittent(<1/2 hr.)	8	Mild: 0~5°	8
Walking 1-5 blocks and standing	4	Moderate: 5~15°	5
ability up to 1/2 hr.	0	Severe: more than 15°	0
Walking less than 1 block	5	Subtraction	
Rannot walk	2	One cane	1
Climbing stairs	5	One crutch	2
Climbing stairs with support	2	Two crutches	3
Transfer activity		Extension lag of 5°	2
Transfer activity with support		Extension lag of 10°	3
Range of Motion(22 points)		Extension lag of 15°	5
1 point for each 8° of arc of motion		Each 5° of varus	1
to a maximum of 18 points	18	Each 5° of valgus	1

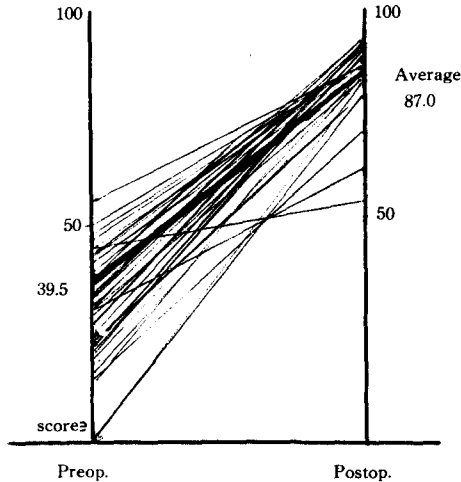


Fig. 6. Comparison of knee rating score

결 과

1. 운동범위

수술후 슬관절의 운동범위는 최저 70도 최고 140도로써 평균 110.2도이었으며 수술전 평균운동범위 91도에 비하여 향상되었음을 보였다 (Fig. 4). 또한 양측성 환자증 양측 동시에 수술한 3명은 수술전 76.7도에서 수술후 106.8도로 양측을 나누어 수술한 경우와 차이가 없었다.

수술후 슬관절의 굴곡연축은 9례에서 있었으며 최저 5도 최고 15도로써 평균 1.7도이었으며 수술전 평균굴곡연축 20.1도에 비하여 현저한 감소를 보였다.

3. 대퇴경골각

수술전 환자의 대퇴경골각은 최저 25도내반에서 최고 18도외반으로 넓게 분포되어 있었으나, 수술후 최저 4도내반에서 최고 12도외반으로 평균 5도 외반을 보여 관절의 변형이 현저하게 감소되었음을 나타내었다(Fig. 5).

4. Loosening

방사선상 3례에서 수술후 1년 6개월 2년 및 6개월에 각각 loosening을 관찰할 수 있었는데 2례에서는 경골삽입물 Zone D와 Zone B에서 1mm 이하의 radiolucency 소견을 볼 수 있었으나 부분적으로 나타나 불안정하고 진행되지 않아서 임상적의 의는 없었고, 나머지 1례에서는 경골삽입물 Zone B에 3mm 정도의 radiolucency가 관찰되었는데 이는 심부감염에 기인한 것으로 인정된다.

5. 평 가

Hospital for Special Surgery의 Knee rating scale에 의한 평가(Table 2)는 85에서 100사이의 점수를 excellent라 하며 70에서 85사이에는 good, 60에서 69사이에는 fair, 60이하에는 poor라 하였으며 삽입물을 제거해야만 하는 경우는 zero로 평가하였다.

수술전 평균점수는 39.5이었으며 수술후 평균점수는 87.0으로 이중 excellent가 29례관절, good이 12례관절, fair가 1례관절 poor가 1례관절로써 수술전에 비해 크게 향상되었음을 보여 주었다(Fig. 6). 또한 수술전 보행이 불가능했던 환자가 수술후 보행하게된 경우가 8명이고 수술전 보행시 보조기구(cane or crutch)를 사용했던 환자가 수술후 보조기구가 필요하지 않게된 경우는 10명이었다. 수술전 보행시 보조기구가 필요했던 환자가 수술후 계속해서 보조가 필요한 경우는 1명이었으며, 수술전 보행시 보조기구가 필요없던 환자에서 수술후 보조가 필요하게된 경우가 없었다.

양측슬관절병변을 동시에 수술하였던 3명의 knee rating score는 수술전 34.8에서 수술후 86.3으로 현저히 향상되었으며 증례수가 적지만 모두 수술후 합병증없이 양호한 결과를 나타내어 양측슬관절병변을 두단계로 나누어 수술하였던 경우와 비교하여 차이가 없었음을 보여 주었다.

6. 합병증

류마티스관절염 환자 2명에서 발생한 피하혈종은 needle aspiration으로 제거한 후 압박 dressing하여 치유되었고, 같은 환자중 1명에서 양측성으로 발생한 총비골신경마비는 좌측은 수술후 3일에 회복되었고 우측은 6개월 관찰후 완전히 회복되어 후유증을 남기지 않았다. 표재성 피부염증 및 피부괴사로 1례에서 상처치유가 지연되었고 심부감염이 1례이었다.

고 찰

최근 생역학의 발달과 여러가지 인공관절대치물의 개발 및 수술수기의 발전으로 인공슬관절전치환술의 좋은 결과들이 보고되고 있다^{14, 16, 17}. 그러나 환자의 연령과 슬관절의 파괴정도 및 다른 관절에 대한 병변의 침범여부에 따라서 대치물의 선택에 많은 어려움이 있다.

저자들이 주로 사용한 Insall-Burstein posterior stabilized knee는 Total condylar prosthesis의 경골삽입물 중심에 polyethylene극을 만들고 대퇴골

삽입물에 횡간(transverse cam)을 보완하여 후방십자인대를 대신하도록 고안되었다. 이 과간경골극과 대퇴골삽입물의 후방횡간간의 상호작용과 경골삽입물의 만곡중심을 변화시킴으로 인하여 이론적으로 120도까지 굴곡이 가능하게 되었으며 후방아탈구와 외측이동이 방지되고 계단을 오르내릴 수 있는 능력을 향상시켜 좋은 결과를 보고하고 있다^{14, 15, 17}.

PCE knee는 후방십자인대를 자르지않고 남기는 방법으로 삽입물의 관절면이나 형태가 해부학적으로 슬관절의 인대나 근육에 적합하여 정상 슬관절의 운동형태를 그대로 보전할뿐 아니라 metal backed tibial prosthesis를 사용함으로써 골시멘트와 경골절단면 사이의 고정을 증진시키며 삽입물이 골시멘트와 접촉하는 표면(prosthesiscement interface)을 직경 100 μ m에서 400 μ m크기로된 수많은 chromium-cobalt-alloy구슬로 porous coating시킴으로써 삽입물의 고정을 증진시킨 것이다^{8, 9, 22, 23}. 또한 Brooker 등은 porous-coated prosthesis에서 실제로 신생골이 골수강표면에 있는 구슬사이로 자라들어가서 삽입물의 견고한 고정이 일어나는 것을 보고하였다⁴. 그러나 저자들이 시행한 6례의 PCA knee의 고정에는 모두 골시멘트를 사용하였다. 또한 슬관절변형시 후방십자인대가 파괴되거나 훼손되는 경우가 있고 수술시에 후방십자인대가 슬관절 변형의 교정과 대치물의 삽입이나 기구사용에 방해가 되므로 절제를 주장하는 저자들도 있다^{14, 17, 21}. 그러므로 인공슬관절 전치환술에서 대치물의 형태와 후방십자인대의 보전과 절제에는 많은 논의들이 있다.

수술전에 심한 슬관절불안정성을 보인 경우나 심한 고정된 굴곡변형과 신경병증성 슬관절증에서는 constrained prosthesis를 사용하여 대치물 자체의 구조적 고안에 의해서 슬관절에 안정성을 도모하고 관절운동은 일정하며 고정된 축에 의해서만 일어나게 된다. 저자들은 Yoshino prosthesis 후 관절의 심한 불안정성과 loosening을 보인 1례와 신경병증성 슬관절증 1례에 대하여 각각 Guepar prosthesis와 Insall-Burstein constrained total condylar knee

를 사용하였다.

슬관절전치환술후 정확한 axial alignment의 중요성은 여러 저자에 의해 강조되어 왔다. 대치물의 malalignment는 loosening과 실패의 높은 발생율을 가지고 있으며 특히 varus malalignment는 더욱 많은 실패율을 나타낸다^{1, 2, 5, 12, 17, 19, 20}. Gibbs 등은 수술후 varus deformity가 증가할수록 실패율도 점차 증가한다는 것을 보여주었다⁹. 수술시에 연부조직의 박리와 대치물의 정확한 삽입은 수술후 원하는 alignment를 얻는데 매우 중요하며^{7, 17, 23} 수술전 고정된 변형을 교정하기 위해 연부조직의 균형을 잡아주는 대신 비대칭적으로 골을 절단하는 것은 대치물의 loosening과 원래의 변형을 재발시키는 가능성을 높인다¹¹. 슬관절전치환술후 axial alignment의 허용범위는 대치물의 형태와 보고자에 따라 차이가 많지만 대부분 neutral에서 10도 외반사이로 대개 대퇴경골각을 7도외반 정도로 받아들여지고 있다^{1, 7, 12, 17, 18, 20}. 저자들의 경우 수술후 대퇴경골각은 평균 5도 외반을 보여주었다.

저자들이 시행한 환자들의 수술전 평균 운동범위는 91도이었으며 수술후 평균 운동범위는 110.2도로써 평균 16도가 증가되었고 평균 굴곡연축도 수술전 20.1도에서 수술후 1.7도로 유용한 운동범위가 증가한 것을 나타내며 기능상 큰 향상을 가져온 것이다. 또한 양측성 환자 13명중 양측을 동시에 수술한 3명은 모두 I-B posterior stabilized knee를 사용하였으며 각각 분리하여 수술한 10명의 환자나 일측만 수술한 환자와 비교하여 차이가 없었다. Soudry 등은 양측성 슬관절증환자에 대해 양측동시에 수술을 시행하는 것이 더 안전하고 수술후 불편함과 물리치료를 한 시기만으로 덜 수 있을 뿐 아니라 lung scan상의 변화나 폐전색증의 발생이 적다고 하였다. 또한 환자의 전신적 상태가 나쁘거나 수술자의 수술수기가 미숙하고 수술시간이 2시간 이상 소요될때는 two-stage로 나누어 수술하는 것이 더 좋겠다고 하였다²⁴.

대치물의 loosening은 골시멘트를 사용한 슬관절

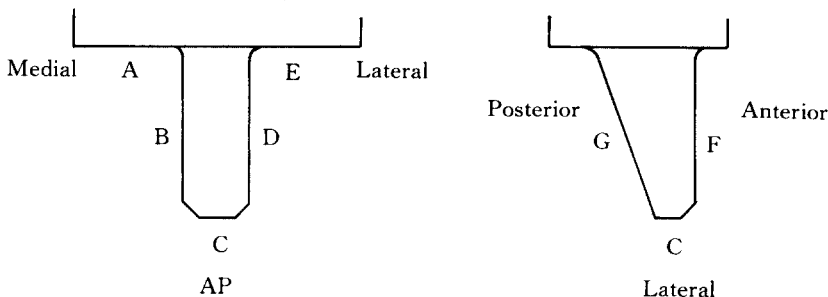


Fig. 7. The seven zones of the bone-cement interface of the tibial component.

전치환술의 장기적인 추시에서 실패의 주된 요인이다. 삽입물의 loosening은 주로 경골삽입물과 골시멘트의 접촉면에 나타나며 대퇴골삽입물의 loosening은 매우 드물고 위치의존도(position-dependent)가 심하여 측정하기 어렵다. 저자들은 Insall이 7개 zone으로 세분한 경골삽입물의 loosening 위치를 이용하여 육안으로 방사선사진에서 radiolucency를 측정하여 심부감염된 1례에서 zone B에 3mm 정도의 radiolucency를 관찰하였다^{13, 16} (Fig. 7).

슬관절전치환술후 발생한 심부염증에 대해 삽입물을 제거하고 적절한 항생제 투여로 염증이 소실된 경우는 다른 삽입물을 사용하여 재수술하거나 관절고정술을 시행하며 염증이 심할 경우는 슬관절상부절단술의 시행도 보고된 바 있다^{6, 13, 17, 18}. 저자들이 시행한 환자중 퇴행성 골관절염환자 1명에서 발생한 심부염증은 수술후 3개월째 진단되어 절개와 배농을 시행하였으며 균배양검사서 enterobacter cloacae가 자랐고 감수성있는 항생제를 약 2개월간 정맥주사하고 약 1개월간 경구용으로 투여하여 국소의 염증반응과 농루는 소실되었으나 동통이 잔존하여 수술후 1년 6개월째 통원관찰중에 있다.

Insall등은 I-B posterior stabilized knee에서 수술후 슬개골에 대한 합병증이 많은 것으로 보고하고 있는데 그중 가장 흔한 것이 stress fracture이었고 patellar button이 컸을 경우와 환자의 활동이 많고 운동범위가 큰것이 그 원인이라고 생각하였다. 그들은 슬관절의 굴곡시 경골결절부가 전방으로 이동되므로 슬개골에 미치는 힘이 감소되어 cam mechanism 자체는 슬개골에 영향을 없다고 생각하였다. 그러나 슬관절이 95도 이상 굴곡될 경우는 슬개골에 미치는 compression force가 커지게 되며 거기에 대퇴사두건과 슬개골건의 힘이 첨가되어 슬개골의 피로골절이 발생할 수 있다고 생각하였다^{14, 16}.

수술전 및 수술후 평가는 Hospital for Special Surgery의 knee rating scale이 사용되었다¹¹. 평가는 최고 100점에 해당하는 rating system으로 동통, 기능, 운동범위, 근력, 굴곡변형 및 불안정성의 6범주로 세분화되어 있다. 얻어진 총점수에서 보조기구의 사용, extension lag와 내반 또는 외반 변형에 해당하는 점수를 감하여 최종 knee rating을 하게 된다. 이 방법을 이용하여 수술전 및 수술후의 차이를 비교할 수 있다. Insall은 이를 다시 85점이상을 excellent, 70~84점을 good, 60~69점을 fair, 60점이하를 poor라 세분화 하였다. excellent로 평가된 슬관절은 안정되어 있으며 적어도 90도의 굴곡이 가능하며 환자의 활동성에 제한이 없

는 경우를 말한다. 거기에서 정상인과 동일한 거리를 걸을 수 있는 능력이 있으며 계단을 오르내리며 지지없이 의자에서 일어날 수 있는 경우도 정상적인 기능을 가진 것으로 평가되었다¹⁴. 저자들도 이 방법을 사용하여 평가한 결과 수술전 평균 39.5점에서 수술후 평균 87.0점으로써 수술전에 비하여 수술후 크게 향상되었음을 보여주었다.

결 론

경희대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1982년 8월부터 1985년 4월까지 인공슬관절 전치환술 30명환자 43례를 치험하고 최장 3년 7개월 최단 1년 평균 23.6개월의 추시를 하여 다음과 같은 결론을 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

1. 수술전 운동범위는 평균 91도에서 수술후 110.2도로 향상되었다.
2. 수술전 굴곡연축은 평균 20.1도에서 수술후 1.7도로 감소되었다.
3. 수술후 평균 대퇴경골각은 외반 5도이었다.
4. Knee rating scale은 수술전 평균 39.5에서 수술후 87로 증가되었다.
5. 수술전 보행이 불가능했던 8명은 수술후 support없이 보행이 가능하였다.
6. 심부감염이 1례이었으며, 양측슬관절을 동시에 수술한 3명은 다른 환자와 비교하여 수술후 경과에 차이가 없었다.

REFERENCES

- 1) Bargren, J.H., Blaha, J.D. and Freeman, M. A.R.: *Alignment in Total Knee Arthroplasty. Correlated Biomechanical and Clinical Observation. Clin. Orthop.*: 178-183, 1983.
- 2) Bargren, J.H., Day, W.H., Freeman, M.A.R. and Swanson, S.A.V.: *Mechanical Tests on the Tibial Components Non-hinged Knee Prostheses. J. Bone and Joint Surg.*, 60-B(2): 256-261, 1978.
- 3) Bartel, D.L., Burstein, A.H., Santavice, E.A. and Insall, J.N.: *Performance of the Tibial Component in Total Knee Replacement. J. Bone and Joint Surg.*, 64-A: 1026-1033, Sept. 1982.
- 4) Brooker, A.F. and Collier, J.P.: *Evidence of Bone Ingrowth into a Porous-coated Prosthesis. J. Bone and Joint Surg.*, 66-A: 619-620,

April 1984.

- 5) Buchanan, J.R., Green, R.B., Bowman, L.S., Shearer, A. and Gallaher, K.: *Clinical Experience with the Variable Axis Total Knee Replacement. J. Bone and Joint Surg.*, 64-A : 337-346, March 1982.
- 6) Cloutier, J.M.: *Results of Total Knee Arthroplasty with a Nonconstrained Prosthesis. J. Bone and Joint Surg.*, 65-A : 909-919, Sept. 1983.
- 7) Eftekhar, N.S.: *Total Knee Replacement Arthroplasty. Results with the Intramedullary Adjustable Total Knee Prosthesis. J. Bone and Joint Surg.*, 64-A : 293-309, March 1983.
- 8) Ewald, F.C., Jacobs, M.A., Miegel, R.E., Walker, P.S., Poss, R. and Sledge, C.B.: *Kinematic Total Knee Replacement. J. Bone and Joint Surg.*, 66-A : 1032-1040, Sept. 1984.
- 9) Gibbs, A.N., Green, G.A. and Taylor, J.G.: *A Comparison of the Freeman-Swanson(ICLH) and Walldius Prostheses in Total Knee Replacement. J. Bone and Joint Surg.*, 61-B(3) : 359-361, 1979.
- 10) Gunston, F.H.: *Polycentric Knee Arthroplasty. Prosthetic Simulation of Normal Knee Movement. J. Bone and Joint Surg.*, 53-B(2) : 272-277, 1971.
- 11) Hamilton, L.R.: *UCI Total Knee Replacement. A follow-up Study. J. Bone and Joint Surg.*, 64-A : 740-744, June 1982.
- 12) Hood, R.W., Maurice Vanni and Insall, J.N.: *The Correction of knee Alignment in 225 Consecutive Total Condylar Knee Replacements. Clin. Orthop.*, 160 : 94-105, 1981.
- 13) Insall, J.N., Hood, R.W., Flawn, L.B. and Sullivan, D.J.: *The Total Condylar Knee Prosthesis in Gonarthrosis. J. Bone and Joint Surg.*, 65-A : 619-628, June 1983.
- 14) Insall, J.N., Lachiewicz, P.F. Burstein, and A. H.: *The Posterior Stabilized Condylar Prosthesis: A Modification of the Total Condylar Design. J. Bone and Joint Surg.*, 64-A : 1317-1323, Dec. 1982.
- 15) Insall, J.N., Ranawat, C.S., Aglietti, P. and Shine, J.: *A Comparison of Four Models of Total Knee Replacement Prostheses. J. Bone and Joint Surg.*, 58-A : 754-764, Sept. 1976.
- 16) Insall, J.N., Ranawat, C.S., Scott, W.N. and Walker, P.: *Total Condylar Knee Replacement: Preliminary Report. Clin. Orthop.*, 150: 149-154, 1976.
- 17) Insall, J.N., Scott, W.N. and Ranawat, C.S.: *The Total Prosthesis. J. Bone and Joint Surg.*, 61-A : 173-180, March 1979.
- 18) Kaufer, H. and Matthews, L.S.: *Spherocentric Arthroplasty of the Knee. Clinical Experience with an Average Four-year Follow-up. J. Bone and Joint Surg.*, 63-A : 545-559, April 1981.
- 19) Lewallen, D.G., Bryan, R.S. and Peterson, L. F.A.: *Polycentric Total Knee Arthroplasty. J. Bone and Joint Surg.*, 66-A : 1211-1218, Oct. 1984.
- 20) Lotke, P.A. and Ecker, M.L.: *Influence of Positioning of Prosthesis in Total Knee Replacement. J. Bone and Joint Surg.*, 59-A : 77-79, Jan. 1977.
- 21) Ranawat, C.S., Insall, J.N. and Shine, J.: *Duocondylar Knee Arthroplasty. Hospital for Special Surgery Design. Clin. Orthop.*, 120 : 76-82, 1976.
- 22) Reilly, D., Walker, P.S., Ben-Dov, M. and Ewald, F.C.: *Effect of Tibial Components on Load Transfer in the Upper Tibia. Clin. Orthop.*, 165 : 273-282, 1982.
- 23) Riley, L.H., Jr. and Hungerford, D.S.: *Geometric Total Knee Replacement for Treatment of the Rheumatoid Knee. J. Joint Surg.*, 60-A : 523-527, June 1978.
- 24) Soudry, M., Binazzi, R., Insall, J.N., Nordstrom, T.J., Pellicci, P. M. and Goulet, J. A.: *Successive Bilateral Total Knee Replacement. J. Bone and Joint Surg.*, 67-A : 573-576, April 1985.
- 25) Walker, P.S., Greene, D., Reily, D., Thatcher, J., Ben-Dov, M. and Ewald, F.C.: *Fixation of Tibial Components of Knee Prostheses. J. Bone and Joint Surg.*, 64-A : 258-267, Feb. 1981.