

대퇴경골간각이 슬관절 전치환술의 결과에 미치는 영향

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

이명철 · 성상철 · 김태균

—Abstract—

The Effect of Tibiofemoral Alignment on the Results of Total Knee Arthroplasty

Myung Chul Lee, M.D., Sang Cheol Seong, M.D. and Tae gyun Kim, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine,
Seoul National University, Seoul, Korea*

There have been several reports that total knee arthroplasty(TKA) was most likely to survive successfully if the coronal tibiofemoral angle was close to 7 degree of valgus, the accepted normal. In order to know whether the postoperative coronal tibiofemoral angle influences the result of total knee arthroplasty, we examined the 152 TKA cases in 106 patients which had been performed at Department of Orthopaedic Surgery, Seoul National University Hospital from Jan. 1987 to Dec. 1991. In our series the average follow-up period was 31 months(range, 13 months to 75 months). Coronal tibiofemoral angles of all cases were checked on weight bearing anteroposterior plain X-rays and were divided into three groups(less than valgus 2°; valgus 3° to 7°; greater than valgus 8°). All cases were analyzed on the knee score of Hospital for Special Surgery and the American Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system and the cases with radiolucent lines wider than 2mm were checked. Three groups were analyzed comparatively with statistical means (Wilcoxon signed rank test, X² test).

There were no significant differences in the clinical results of total knee arthroplasty according to the postoperative coronal tibiofemoral angle.

Lateral subluxation of the patella occurred more frequently when the postoperative coronal tibiofemoral angle was above valgus 8°. In the tibial components of group lesser than valgus 2°, the frequency of radiolucent lines wider than 2mm was higher than those of other groups, but its significant should be examined

* 본 논문은 1993년도 서울대학교병원 지정진료 연구비(02-93-075) 지원에 의한 결과임.

through long term follow-up.

Key Words : Tibiofemoral angle, Total knee arthroplasty.

1. 서 론

슬관절 전치환술의 결과에 영향을 미치는 요인으로 선행질환, 연령, 체중, 성별, 슬관절주위의 인대 균형상태, 삽입물의 배열 등 여러가지 사항이 제기되어 왔다^{16, 19, 20)}. 슬관절 전치환술시행시 적절한 슬후 대퇴경골간각에 대해서는 다양한 견해들이 제기되어온 바, Lotke와 Ecker¹²⁾는 대퇴경골간각이 외반 3도에서 외반 7도 사이에 있어야 양호한 임상결과를 기대할 수 있다고 주장하였으며, Bargren 등¹⁾은 이상적인 대퇴경골간각으로서 외반 4도에서 외반 10도를, Hood 등⁶⁾은 외반 2도 외반 12도를, Moreland 등¹⁷⁾은 0도에서 외반 10도까지를 적절한 범위로 주장하였다. 한편 Tew와 Waugh¹⁸⁾는 대퇴경골간각이 외반 7도에 근접하는 것이 삽입물의 성공적 기능수행의 절대적인 요인은 아님을 주장하였다.

이에 저자들은 슬후 대퇴경골간각이 슬관절 전치환술의 결과에 미치는 영향을 알아보기 위하여 1987년 1월부터 1991년 12월까지 서울대학교 의과대학 정형외과학교실에서 슬관절 전치환술을 시행한 환자 중 1년이상 추시가 가능하였던 106명의 환자, 152슬관절에 대한 임상적, 방사선학적 결과를 분석하여 이를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 연구대상 및 방법

전증례에서 술전 및 슬후 체중부하 슬부 전후면 방사선 사진에서의 대퇴골 및 경골축을 통과하는 선이 이루는 예각으로 관상면 대퇴경골간각을 측정하여, 슬후 대퇴경골간각이 외반 2도이내인 경우(<VL2군), 외반 3도에서 7도사이인 경우(VL5군) 그리고 외반 8도이상인 경우(>VL8)의 세군으로 나누어 각군의 결과를 비교하였다. 슬관절 전후방 방사선 사진은 기립위에서 방사선관과 film 사이를 1m로 하고 슬개골이 전면으로 향한 자세에서 대퇴

골과 경골에 방사선 beam이 수직으로 투과하도록 촬영하였다. 측면 사진은 양와위에서 같은 조건으로 측면에서 촬영하도록 하였으며, 슬개골에 대한 평가는 Hughston view를 촬영하여 시행하였다.

총 106명의 환자 중 남자가 13명 여자가 93명이었고, 연령은 최저 22세에서 최고 79세로 평균 58세이었다(Table 1). 추시기간은 최저 13개월에서 최고 75개월로 평균 31개월이었다. 원인질환은 전체 152슬관절 중 퇴행성 관절염이 97슬관절, 류마티스성 관절염 46슬관절, 화농성 관절염 후유증 2슬관절, 결핵성 관절염 후유증 4슬관절, 외상성 관절염이 3슬관절이었다(Table 2). 사용된 치환물의 종류는 PFC(Press Fit Condylar) 132슬관절, M-G(Miller-Galante) 12슬관절, Whiteside(Whiteside Ortholoc II) 4슬관절, PCA(Porous Coated Anatomic) 3슬관절이었다. 치환물의 고정방법은 유시멘트 전치환술이 61슬관절, 무시멘트 전치환술이 22슬관절, hybrid 형이 69슬관절이었다. 관상면 대퇴경골간각은 술전 평균 내반 4.1도에서 슬후 외반 5.4도로 교정되었으며, 슬후 내반 4도에서 외반 18도까지의 분포를 보였고, 외반 2도이내의 범위를 보인 <VL2군이 34슬관절, 외반 3도에서 외반 7도를 보인 VL5군이 74슬관절, 외반 8도 이상을 보인 >VL8군이 44슬관절이었다.

각군의 평균체중은 <VL2군 57.7kg, VL5군 60.1kg, >VL8군 63.0kg으로, 각군의 체중에 따른 유

Table 1. Sex and age distribution

Group ^a	No. of knees			Year, mean±SD *
	Male	Female	Total	
<VL2	1	33	34	53.8±13.0
VL5	13	61	74	61.0±8.6
VL8	6	38	44	52.4±13.4
Total	20	132	152	56.9±12.0

<VL2; less than valgus 2°, VL5; valgus 3° to 7°, >VL8; greater than valgus 8°

* SD: standard deviation

Significance of difference: p>0.05

Table 2. Underlying diseases

	No. of knees			Total
	<VL2 [‡]	VL5 [‡]	>VL8 [‡]	
Degenerative arthritis	19	53	25	97
Rheumatoid arthritis	13	15	18	46
Sequelae of tuberculous arthritis	1	3	0	4
Sequelae of septic arthritis	1	1	0	2
Posttraumatic arthritis	0	2	1	3
Total	34	74	44	152 [‡]

<VL2; less than valgus 2°, VL5; valgus 3° to 7°, >VL8; greater than valgus 8°

Significance of difference: $p > 0.05$

의한 차이는 없었으며, 각군간에 성별, 연령, 원인 질환, 사용된 치환물의 종류 및 치환물의 고정방법에 따른 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$) (Table 1, 2).

III. 수술방법 및 술후 처치

모든 환자에서 술전 및 술후 슬관절 평가 및 방사선 계측을 시행하였다. 수술시 후방 십자인대는 보존하였으며, 술전 연부조직구축이 심했던 환자에서는 내, 외측 또는 후방연부조직유리술을 함께 시행하였다. 대퇴사두근강화운동 및 능동적 하지직거상 운동은 수술전후 계속하였으며, 술후 3내지 5일째에 능동 및 수동적 슬관절운동을 시작하였다. 유시멘트 및 hybrid 전치환술의 경우 술후 능동적 하지직거상 운동이 가능해지면 전체중 부하 목발보행을 허락하였으며, 무시멘트 전치환술에서는 술후 2주째부터 부분체중부하의 목발 보행을 시행하여 술후 3개월부터 전체중부하를 허락하였다.

IV. 결과분석

1. 임상적 평가

술전 및 술후 슬관절의 임상적 평가는 Hospital for Special Surgery의 슬관절 점수제를 이용하였고⁹⁾, 각군간의 통계적 검증은 Wilcoxon signed rank test 및 repeated measures of analysis of variance로 실시하였다.

2. 방사선적 평가

American Knee Society의 방사선적 평가방법⁵⁾을 이용하여, 최종추시 방사선사진에서의 치환물과

골간의 고정(prothesis-bone fixation)상태를 관찰하였다. 대퇴골치환물의 경우 측면 방사선 사진상 7개의 지역으로, 경골치환물의 경우 전후방 방사선 사진상 7개, 측방 방사선 사진상 3개의 지역으로, 슬개골 치환물은 측면 및 Hughston view방사선 사진상 5개의 지역으로 나누어 분석하였는 바, 각 지역의 방사선 투과선(radiolucent line)의 폭을 mm 단위로 기입하여 합한 수치를 총점수로 하여, 총점수가 4점이하이면 의미가 없는 것으로, 5점과 9점 사이이면 진행여부에 대한 지속적인 추시가 필요한 것으로, 10점이상이면 임상증상과 관계없이 치환물 고정실패의 가능성이 매우 큰 것으로 평가하였다. 또한 지역에 관계없이 2mm이상의 방사선 투과선을 보이는 경우를 의미있는 방사선적 해리로 평가하였으며^{2,4)}, 이상의 결과들에 대한 양군간의 통계적 검증은 two by K X² test로 실시하였다.

V. 결 과

1. 동통

동통점수는 <VL2군의 경우 술전 평균 12.5점에서 술후 평균 29.2점으로, VL5군에서는 술전 평균 11.0점에서 술후 평균 26.2점으로, >VL8군에서는 술전 평균 12.5점에서 술후 평균 28.9점으로 각각 유의한 증가를 보였으나($p < 0.05$), 각군간의 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$) (Table 3).

2. 관절운동범위

굴곡구축은 <VL2군의 경우 술전 평균 23도에서 술후 17도로, VL5군은 술전 평균 15도에서 술후 10도로 감소하였고, >VL8군에서는 술전 평균 25도에서 술후 13도로 각각 감소하였으나 각군간의 유

의한 차이는 없었다($p>0.05$).

관절운동범위는 <VL2군의 경우 술전 평균 88도에서 술후 90도로, VL5군에서 술전 평균 101도에서 술전 103도로, >VL8군에서는 술전 평균 84도에서 술후 102도로 증가를 보였으나, 각군간의 유의한 차이는 없었다($p>0.05$) (Table 4).

Table 3. Pain scores

Group [†]	Point, mean±SD *	
	Preop.	Age
<VL2	12.5±5.95	29.2±1.86
VL5	11.0±5.15	26.2±4.05
VL8	12.5±4.79	28.9±2.08
Total	12.0±5.59	27.2±3.52

<VL2; less than valgus 2°, VL5; valgus 3° to 7°, >VL8; greater than valgus 8°

* SD: standard deviation

Significance of difference: $p>0.05$

Table 4. Range of motion

Group [†]	Degree, mean±SD *	
	Preop. FC/ROM [§]	Age FC/ROM [§]
<VL2	23°±6.0/ 88°±32.0	17°±2.5/ 90°±26.0
VL5	15°±4.1/102°±22.0	10°±4.1/103°±18.2
VL8	25°±5.0/ 84°±33.0	25°±2.1/102°±18.1
Total	22°±16.9/94°±15.9	15°±5.9/98°±20.6

<VL2; less than valgus 2°, VL5; valgus 3° to 7°, >VL8; greater than valgus 8°

* SD: standard deviation

§ FC: flexion contracture, ROM; range of motion.

Significance of difference: $p>0.05$

3. 슬관절 점수

전증례에서 술전 평균 슬관절 점수는 52점에서 술후 평균 86점으로 유의한 증가를 보였다($p<0.05$). 대퇴경골간각에 따른 각 군별 슬관절 점수는 <VL2군의 경우 술전 평균 49점에서 술후 평균 84점으로, VL5군에서 술전 평균 53점에서 술후 평균 86점으로, >VL8군에서는 술전 평균 50점에서 술후 평균 88점으로 각각 유의한 증가를 보였으나($p<0.05$), 각군간에 유의한 차이는 없었다($p>0.05$) (Table 5).

Table 5. Knee scores

Group [†]	Point, mean±SD *	
	Preop.	Postop.
<VL2	48.8±15.81	84.4±5.01
VL5	52.6±14.88	86.1±6.40
VL8	50.2±16.22	88.3±7.23
Total	51.5±15.28	85.9±6.61

<VL2; less than valgus 2°, VL5; valgus 3° to 7°, >VL8; greater than valgus 8°

Significance of difference: $p>0.05$

4. 치환물과 골간의 고정상태

연구대상 152례중 대퇴골 치환물에서 5점이상의 방사선적 해리가 있었던 경우는 1례도 없었다. 2mm 이상의 방사선 투과선을 보인 예는 2례 있었으나, 2례 모두 임상적인 해리의 증거없이 지역 2에서 발견되었던 바, 1례는 대퇴경골간각이 외반 2도(<VL2군), 다른 1례에서는 외반 10도(>VL8군)이었으나, 각군간의 발생률의 차이는 증례의 수가 적어 유의성을 찾을 수 없었다.

경골치환물에서 10점이상의 방사선적 해리를 보인 예는 전체 152례 중 13례(8%)로서 <VL2군에서는 34례중 6례(17%), VL5군에서는 74례중 5례(6%), 그리고 >VL8군에서는 44례중 2례(4%)에서 발생하여 <VL2군에서 타군에 비하여 유의하게 많이 발생하였다($p<0.1$, two by K X² test) (Table 6).

Table 6. Frequency of radiolucent lines wider than 2mm

	No. of knees		
	VL2 [†]	VL5 [†]	VL8 [†]
Femoral component	1	0	1
Tibial component	6 *	5	2
Patellar component	0	0	0

<VL2; less than valgus 2°, VL5; valgus 3° to 7°, >VL8; greater than valgus 8°

Significance of difference: $p<0.1$

2mm이상의 방사선 투과선의 지역별 분포는 stem 주위에 방사선 투과선이 관찰되지 않은 것외에는 지역별 발생률의 통계적 차이를 찾을 수 없었으며, 대퇴경골간각에 따른 각군간의 지역별 발생률에서도 통계적 유의성을 찾을 수 없었다.

5. 합병증

총 152 슬관절 중 1례에서 세균성 심부감염으로,

다른 1례에서 결핵성 심부감염으로 각각 관절유합술을 시행하였다. 2례에서 관절의 부분 강직이 발생하여 관절경하 관절 유리술(arthroscopic adhesiolysis) 및 Bricement-force를 시행하였고, 1례에서 술후 비골신경 마비가 발생하였으나, 술후 7개월에 완전 회복을 보였다. <VL2군의 1례에서 술후 6년째 동통을 동반한 경골치환물의 해리가 발생하여 재수술을 시행하였다. 한편 8례에서 슬개골 아탈구 또는 탈구가 발생하였던 바 외측 연부조직유리술을 시행하여 만족스러운 결과를 얻었다. 슬개골 아탈구 및 탈구가 발생한 8례의 대퇴경골간각의 분포는 대퇴경골간각 0도 1례, 외반 6도 1례, 외반 8도 2례, 외반 9도 1례, 외반 10도 1례, 외반 11도 1례, 외반 12도 1례로서, <VL2군에서 1례, VL5군에서 1례, >VL8군에서 6례가 발생하여 >VL8군에서 타군에 비하여 유의하게 많이 발생하였다($p < 0.05$, two by $K \chi^2$ test) (Table 7).

Table 7. Complications

	No. of knees			Total
	VL2 ^a	VL5 ^a	VL8 ^a	
Infection	0	2	0	2
Patellar subluxation	1	1	6 *	8
Partial ankylosis	1	0	1	2
Peroneal nerve palsy	0	1	0	1
Loosening	0	1	0	1
Total	2	5	7	14

<VL2; less than valgus 2°, VL5; valgus 3° to 7°, >VL8; greater than valgus 8°

Significance of difference: $p < 0.05$

VI. 고 찰

대퇴경골간각은 측정방법에 따라 다양한 결과가 보고되고 있고, 또한 같은 방법으로 측정하더라도 방사선 촬영시의 하지의 위치, film과 cassette의 위치, tube와 film간의 거리 및 방사선 beam의 방향에 따라 다양한 결과를 얻을 수 있는 것이 알려져 왔다^{3,12,13}. 이러한 측정방법 및 이용하는 방사선 사진에 따른 측정치의 차이에 대한 보강방법으로서 측정기준 및 방사선 사진촬영방법에 대한 연구가 있어 왔고^{3,13}, 측정방법으로서 여러가지가 알려져 있으나 임상적으로 편리하게 사용되는 방법은 기립시에 촬영한 슬관절 전후방 사진에서 대퇴골 장축과 경골장

축과의 각도이며^{5,6,8}, 본 연구에서도 이 방법을 이용하여 대퇴경골간각을 측정하였다.

저자들은 대퇴경골간각에 따른 분류방법에 의한 결과의 차이를 배제하기 위하여 152례의 대퇴경골간각의 분포에 따라 여러 방법으로 집단을 나누어 분석을 시도하였던 바, 외반 5도를 중심으로 외반 3도에서 외반 7도까지의 범위를 보인 군을 중심으로 한 세군으로의 분류방법에 의한 분석을 택하게 되었다. 이와같이 외반 3도에서 외반 7도를 중심으로 분류를 시행한 이유는 이상적인 대퇴경골간각이 다양하게 보고되고 있지만 외반 3도에서 외반 7도의 범위가 여러저자들이 보고한 이상적인 대퇴경골간각의 범위에 속하고^{1,6,13,14}, Kettelkamp 등¹²이 대퇴경골간각이 외반 5도에 근접할수록 슬관절의 기능수행 및 동통의 소실에 이상적임을 보고한 바 있으며, Moreland 등¹⁷이 정상인에서의 대퇴경골간각이 외반 6도임을 보고한 사실들에 근거하였다. 또한 저자들의 증례에서 술후 대퇴경골간각이 평균 외반 5.4도를 중심으로 정규분포에 유사하게 분포되어 있어 외반 2도이내의 범위를 보인 군, 외반 3도에서 외반 7도를 보인 군, 외반 8도이상을 보인 세군으로 분류한 결과 각 군의 증례수가 통계적인 분석에 적합한 것으로 나타났다.

전체 152례의 술후 대퇴경골간각은 내반 4도에서 외반 18도의 범위를 보였고, 평균 외반 5.4도로서 여러저자들에 의하여 제시된 적절한 대퇴경골간각에 속한 예가 대부분이었다(외반 3도—외반 7도; 49%, 외반 4도—외반 10도; 59%, 0도—외반 10도; 92%). 이는 문헌상의 초기 치환물의 alignment¹¹에 비하여 현저한 향상을 보인 것으로서 수술수기의 발달과 함께 axial alignment를 정하는데 사용되는 기구의 효율성에서도 그 원인을 찾을 수 있을 것이다.

슬관절 점수는 술전 평균 52점에서 술후 평균 86점으로 유의한 향상을 보였으나, 각군간에 유의한 차이는 없었다. 이렇게 대퇴경골간각에 따른 각군간의 유의한 차이가 없는 이유중의 하나로 저자들의 증례들이 대부분이 비교적 좁은 범위(0도—외반 10도; 92%)내에 있어 내반변형을 보였거나 외반 13도 이상의 비교적 심한 외반변형을 보인 예가 10례에 불과하여 각군간에 대퇴경골간각의 현저한 차이가 없었다는 점을 생각할 수도 있겠으나, 대퇴경골

간격외에 선행질환의 종류, 성별, 연령, 체중, 전신 상태 및 슬관절 주위의 연부조직 균형상태등의 요소^{20, 21)}가 슬관절전치환술의 임상결과에 중요한 역할을 하는 것으로 생각되었다.

American Knee Society의 방사선학적 계측법과 관계없이 2mm 이상의 방사선 투과선이 관찰된 경우 방사선학적 해리로 정의한 것은 치환물과 골간의 간격이 2mm 이내라면 그 사이에 생긴 섬유조직만으로도 치환물의 고정에 유효하다는 Cook 등²⁾의 보고에 따른 것으로 American Knee Society의 방사선학적 계측법에서 한 지역에 방사선 투과선이 4mm까지 있어도 총점수가 4점이하이면 그 방사선투과선은 의미가 없는 것으로 분류되는 문제를 보완하고자 시도한 것이다. Ecker 등⁴⁾은 2mm이내의 방사선투과선은 슬관절 전치환술의 임상적 결과에 의미가 없고, 2mm 이상의 방사선투과선은 임상적 결과와 통계적 유의성이 있으며, 대퇴경골간의 alignment가 불량한 예에서 2mm이상의 방사선 투과선이 호발하였으며, 7%의 발생률을 보고하였다. 저자들의 증례에서는 2mm이상의 방사선투과선이 152례 중 13례(8%)가 발생하였고, <VL2군에서 타군에 비하여 호발하여 발생률과 호발군 등에서 Ecker등의 보고와 유사한 결과를 보였다.

Hsu 등⁷⁾은 대퇴경골간각과 방사선 투과선의 발생 부위에 유의한 상관관계가 없어, 심한 내반변형에서도 방사선 투과선이 경골치환물의 내측에 편중되게 나타나는 것이 아니라 외측에도 동등한 빈도로 나타났다 보고하면서, 이에 대한 이유는 방사선투과선이 압박력에 의해서만 나타나는 것이 아니라 장력에 의해서도 나타나기 때문이라 주장하였다. 저자들의 증례에서도, 경골치환물에서 2mm 이상의 방사선투과선이 발견된 13례에서 대퇴경골간각과 발생부위는 유의한 상관관계가 없었다.

Moreland¹⁹⁾는 슬후 대퇴경골간각이 심한 외반을 보이는 경우 슬관절 굴신운동시 슬개골 치환물에 작용하는 힘이 외측으로 편중되어 슬개골 치환물의 외측 아탈구 또는 탈구가 호발함을 보고하였는 바, 저자들의 증례에서도 슬개골 치환물의 외측 아탈구가 외반 8도 이상을 보인 >VL8군에서 유의하게 많이 발생하였다.

VII. 요약 및 결론

서울대학교 의과대학 정형외과학교실에서 1987년 1월부터 1991년 12월까지 시행한 슬관절 전치환술 중 1년이상 추시가 가능하였던 106명, 152 슬관절에서 대퇴경골간각이 슬관절전치환술의 결과에 미치는 영향을 알아보기 위하여 임상 및 방사선적 분석을 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 관상면 대퇴경골간각은 술전 평균 내반 4.1도에서 슬후 외반 5.4도로서 교정되었으며 내반 4도에서 외반 18도의 범위를 보였다.

2. 관절운동범위는 술전 평균 94도에서 슬후 평균 98도로 증가하였으나, 대퇴경골간각에 따른 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

3. HSS 슬관절점수는 술전 평균 52점에서 슬후 평균 86점으로 증가하였으며, 동통점수는 술전 평균 12점에서 슬후 평균 27점으로 증가하였으나, 관상면 대퇴경골간각에 따른 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

4. 대퇴골 및 경골치환물에서 각군간에 5점이상의 American Knee Society의 방사선적 해리점수를 보인 증례의 발생률에 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

5. 경골치환물에서 2mm 이상의 방사선 투과선을 보인 예는 대퇴경골간각이 외반 2도이내의 <VL2군에서 타군에 비하여 유의하게 많이 발생하였다($p<0.1$).

6. 슬후 대퇴경골간각이 외반 8도 이상을 보인 군에서 슬개골 치환물의 아탈구 및 탈구가 타군에 비하여 유의하게 많이 발생하였다($p<0.05$).

결론적으로 내반 4도에서 외반 18도의 슬후 관상면 대퇴경골간각범위에서 슬후 관상면 대퇴경골간각에 따른 임상적 결과는 유의한 차이가 없었다. 대퇴경골간각이 외반 8도이상인 경우 슬개골 외측 아탈구가 호발하는 경향을 보였으며, 관상면 대퇴경골간각이 외반 2도이내의 범위를 보인 군에서 경골치환물에 2mm 이상의 방사선 투과선이 많이 발생하였으나, 임상적 의의에 대해서는 장기적 추시를 통한 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

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., 173 : 178-183, 1983
- 2) Cook, S.D., Thomas, K.A. and Haddad, R.J. : *Histologic analysis of retrieved human porous-coated total joint components.* Clin. Orthop., 234 : 90-101, 1988
- 3) Cooke, T.D.V., Scudamore, R.A., Bryant, C.S., Siu, D., and Fisher, B. : *A quantitative approach to radiography of the lower limb.* J. Bone and Joint Surg., 73-B : 715-720, 1991
- 4) Ecker M.L., Lotke P.A., Windsor R.E., and Cella J.P. : *Long-term results after total condylar knee arthroplasty : Significance of radiolucent lines.* Clin. Orthop., 216 : 151-158, 1987
- 5) Frederick, E.C. : *The knee society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system.* Clin. Orthop., 248 : 9-12, 1989
- 6) Hood, R.W., Vanni, M., and Insal, J.H. : *The correction of knee alignment in 225 consecutive total condylar knee replacements.* Clin. Orthop., 160 : 94-105, 1981
- 7) Hsu, H.P., Garg, A.P., Walker, P.S., Spector, M., and Frederick, E.C. : *Effect of knee component alignment of tibial load distribution with clinical correlation.* Clin. Orthop., 248 : 135-144, 1989
- 8) 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., 58A : 754-765, 1976
- 9) Jeffery, R., Morris R.W., and Denham, R.A. : *Coronal alignment after total knee replacement.* J. Bone and Joint Surg., 73B : 9-14, 1991
- 10) Johnson, F., Leith, S., and Waugh, D. : *The distribution of load across the knee.* J. Bone and Joint Surg., 62B : 346-349, 1980
- 11) Jonsson B. and Astrom J. : *Alignment and long term clinical results of a semiconstrained knee prosthesis.* Clin. Orthop., 226 : 124-128, 1988
- 12) Kettlelamp, D.B., Wenger, D.R., Chao, E.Y.S., and Thompson, C. : *Results of proximal tibial osteotomy.* J. Bone and Joint Surg., 58A : 952-963, 1976
- 13) Laskin, R.S. : *Alignment of total knee components.* Orthopedics 7 : 62-72, 1984
- 14) Lotke, P.A., and Ecker, M.L. : *Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement.* J. Bone and Joint Surg., 59A : 77-79, 1977
- 15) Maquet, P.G., Vanm De Berg, A.J., and Simonet, J.C. : *Femoral weight bearing areas : Experimental determination.* J. Bone and Joint Surg., 57A : 766-771, 1975
- 16) Moreland J.R. : *Mechanisms of failure in total knee arthroplasty.* Clin. Orthop., 226 : 49-64, 1987
- 17) Moreland, J.R., Basset, L.W., and Hanker, G. J. : *Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity.* J. Bone and Joint Surg., 69A : 745-749, 1987
- 18) Tve, M. and Waugh, W. : *Tibiofemoral alignment and the results of knee replacements.* J. Bone and Joint Surg., 67B : 551-556, 1985
- 19) Whiteside, L.A. : *The effect of patient age, gender, and tibial component fixation on pain relief after cementless total knee arthroplasty.* Clin. Orthop., 271 : 21-27, 1991
- 20) Windsor, R.E., Scuderi, G.R., Moran, M.C., and Insall, J.H. : *Mechanisms of failure of the femoral and tibial components in total knee arthroplasty.* Clin. Orthop., 248 : 15-19, 1989
- 21) Wolff, A.M., Hungerford, D.S., and Pepe, C. L. : *The effect of extraarticular varus and valgus deformity on total knee arthroplasty.* Clin. Orthop., 271 : 35-51, 1991