

Rotating Platform Low Contact Stress[®]를 이용한 인공 슬관절 전치환술 - 최소 3년 이상 추시 결과 -

양익환 · 정준영 · 한창동

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

Total Knee Arthroplasty with Rotating Platform Low Contact Stress[®] - Minimum 3-Year Follow-up Results -

Ick Hwan Yang, M.D., Jun Young Chung, M.D., and Chang Dong Han, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To retrospectively evaluate the clinical and radiology results of total knee arthroplasty using a rotating platform Low Contact Stress (LCS[®]) Complete[™].

Materials and Methods: Of 63 patients (82 knees) who had undergone a total knee arthroplasty with a rotating platform LCS[®] Complete[™] between Jan. 2001 and Dec. 2002, 61 patients (79 knees) were followed up for more than three years and evaluated retrospectively. The average follow-up period was 3.5 years and the diagnosis in all cases was degenerative osteoarthritis. The average age at the time of surgery was 67.4 years, and no patient underwent patella resurfacing.

Results: The average active range of motion increased from 118° (95°-134°) preoperatively to 123° (100°-140°) at the last follow up. The average flexion contracture improved from 15° (0°-30°) preoperatively to 2° (0°-10°) at the last follow up. The average HSS knee score also improved from preoperative 64 points to 90 points at the last follow up. The radiology evaluation revealed a radiolucency rate of 10% in the tibia anteroposterior view and 9% in the femur. The complications encountered were two cases of a polyethylene liner dislocation; one in whom an open reduction was performed, and the other in whom the liner had been exchanged.

Conclusion: A follow-up of the rotating platform LCS[®] Complete[™] of more than three years yielded overall satisfactory results in the range of motion and function. However, there should be some concern regarding the development of polyethylene liner dislocation.

Key Words: Knee joint, Total knee arthroplasty, Rotating platform LCS, Polyethylene liner dislocation

서 론

슬관절 전치환술은 퇴행성 관절염, 류마티드 관절염, 외상성 관절염 및 만성 관절 질환 등에 의한 동통 해소와 변형교정 및 관절 기능회복에 성공적으로 사용되어 왔다. 하지만 초기에 많이 사용된 고정형 베어링형(fixed bearing system)은 장기 추시상 마모 및 해리등의 문제점을 노출시켰으며^{2,3)}, 이를 줄이기 위한 노력으로 적합성

(conformity)을 높이고 폴리에틸렌의 운동성을 특징으로 하는 가동성 베어링형(mobile bearing system)이 개발되었다. 이중 1970년대에 Buechel과 Pappas에 의해 보고된 LCS (low contact stress)[®] 인공물은 넓은 접촉면 및 높은 적합성에 의한 낮은 접촉응력(contact stress), 그리고 정상 슬관절과 유사한 가동성을 가진 폴리에틸렌 삽입물에 의한 낮은 구속력(constrained force)등

통신저자 : 양 익 환

서울특별시 강남구 도곡동 146-92

영동세브란스병원 정형외과

TEL: 02-2019-3416 · FAX: 02-573-5393

E-mail: ihyang@yumc.yonsei.ac.kr

Address reprint requests to

Ick Hwan Yang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yongdong Severance Hospital,
146-92, Dogok-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-720, Korea

Tel: +82.2-2019-3416, Fax: +82.2-573-5393

E-mail: ihyang@yumc.yonsei.ac.kr

을 장점으로 해리와 마모가 적은 것으로 보고되고 있다^{2,3)}. 저자들은 본 논문에서 LCS[®] 슬관절 치환물(DePuy Inc., Warsaw, IN) 중 rotating platform형을 이용하여 인공 슬관절 전치환술 후 단기 추시 결과(최소 3년)를 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2001년 1월부터 2002년 12월까지 두 저자에 의해서 rotating platform형 LCS[®]로 슬관절 전치환술을 시행 받은 환자 63명 82예 중 3년추시가 가능하였던 61명 79례를 대상으로 하였다. 대상자는 9명을 제외하고 모두 여자였으며, 평균 연령은 67.4세(58-82세)였다. 평균 추시 기간은 3.5년(3년-5년 1개월)이었으며, 원인 질환은 전례에서 퇴행성 슬관절염 이었다.

2. 수술 방법

슬관절의 중심에 수직방향으로 피부절개를 시행하고 슬개골 내측방 절개를 이용하여 관절막을 절개하였다. 변형 교정을 위하여 우선 가능한 모든 골극을 제거하고 내측부 인대를 포함한 내측 연부 조직의 골막하 박리를 시행하여 연부 조직 균형을 얻었다. 골 절제는 근위경골 절제를 경골의 축에 직각으로 7도의 후방 경사를 주고 시행하였으며, 대퇴골 원위부 절제는 골수강 내 금속정으로 삽입물의 정확한 위치를 선정한 후 굴곡간격과 신전 간격의 안정성을 확인하여 시행하였다. 모든 예에서 후방십자인대를 제거하고 후방십자인대 제거형인 rotating platform형을 사용하였다. 사용된 인공삽입물은 모두 Hybrid type으로 대퇴 대치물은 시멘트 없이 고정하였으나, 경골 대치물은 환자가 70세 이상의 고령이거나 골다공증이 심한 경우에는 경골대치물-골간의 모든 접촉면을 시멘트로 고정하였고, 그 이외의 경우에는 추후 재치환술을 고려하여 경골 대치물의 중심부인 자루부위를 제외한 고평부 부위만을 시멘트로 고정하였다. 슬개골 치환술은 전례에서 시행하지 않았으며, 퇴행성 변화가 있는 슬개골에 대해서만 변연부 골극 제거술과 연골 연마술을 시행하였고 Outerbridge 분류 I¹²⁾에 해당하는 슬개골에 대해서는 조작을 가하지 않았다. 수술 후 2일째부터 수동적 관절운동을 시작하였다.

3. 임상적 및 방사선학적 평가

임상적 평가는 Hospital for Special Surgery (HSS)의 슬관절 평가지수를 사용하여 술 전과 최종 추시 결과를 비교하였다. 슬관절의 점수는 동통, 기능, 근력, 굴곡 변형, 관절 불안정 정도, 운동 범위, 보행 보조 및 관절 변형각에 대하여 평가하여 각 항목을 합산하여, 전체 점수가 85점 이상을 우수, 70에서 84점을 양호, 60점에서 69점을 보통, 59점 이하를 불량으로 평가하였다. 수술 전과 수술 후 그리고 주기적 추시 관찰 때마다 슬관절의 점수를 기록하였다. 방사선학적 평가는 미국 슬관절 학회의 방사선학적 평가법⁶⁾을 사용하여 수술후 해리를 분석하였다. 인공물 삽입 후 경골을 전후면 사진 상 7개의 구역으로 나누었고 대퇴골 측면 사진 상 7개의 구역으로 나누었다. 각 구역의 방사선 투과대를 1 mm 단위로 측정하였고 이를 합산하여 점수화 하였다. 4점 또는 이하이면 진행성이 아니며 의미 없는 것으로 보았으며 5점에서 9점 사이면 진행할 수 있으므로 면밀히 관찰할 필요가 있는 병변으로 간주하였고 10점 또는 그 이상이면 증상이 없을지라도 실패의 가능성이 많은 것으로 판정하였다.

4. 통계학적 분석

후방 십자인대 제거형(rotating platform) 인공 슬관절 치환술의 임상결과, 운동범위와 방사선 투과성을 평가하기 위하여 3년 이상 추시가 가능하였던 79예를 대상으로 하였다. 이들의 운동범위, 굴곡구축, 그리고 기능점수들의 변화를 paired t-test를 이용하여 평가하였으며 p-value<0.05이면 통계학적으로 두 군 간에 의미 있는 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

1. 임상적 결과

수술 전 굴곡구축은 총 47예(59%)에서 관찰되었는데, 평균 굴곡구축은 15° (0-30°)였으며, 최종 추시상에서는 굴곡구축이 2° (0°-10°)로 관찰되었다. 수술 전 평균 운동범위는 118° (95°-134°)로 측정되었으며 최종 추시상 123° (100°-140°)으로 측정 되었다(Table 1). 전체 환자의 HSS 의 슬관절 평가지수는 수술 전 평균 64점에서 수술 후 평균 90점으로 통계학적으로 유의한 증가를 나타내었다(paired t-test, p<0.0001). 수술 전에 양호나 우수에 해당하는 슬관절 평가지수를 가진 환자는 없었고,

35예의 보통, 44예의 불량인 환자를 대상으로 수술을 진행하였다. 수술 후 71예에서 우수한 결과를, 6예는 양호, 2예는 보통의 결과를 나타내었다(Table 2).

2. 방사선학적 결과

방사선학적 해리분석은 경골 전후면상 1 mm 미만의 방사선 투과성선이 영역 1에서 4예, 경골 영역 4에서 2예 관찰되었으며, 경골 영역 2 및 3에서 각각 1예씩 관찰되었다. 대퇴골 측면상에서는 1 mm 미만의 방사선 투과성선이 대퇴골 영역 1에서 4예, 그 외 2, 3, 4 영역에서 1예씩 관찰되었다. 모든 경우에서 방사선 투과성선이 2 mm 이상으로 관찰된 경우는 없었으며, 방사선 투과성선이 나타나는 빈도는 대퇴골은 9%, 경골 전후면상에서 10%, 측면상에서 4%로 나타났다(Table 3).

3. 합병증

수술후 합병증은 총 2예 (3%)에서 보였으며, 2예에서

모두 폴리에틸렌 삽입물의 탈구가 관찰되었다. 두 예 모두 본원에서 rotating platform형을 이용하지 1년 이내에 발생하였으며, 이러한 폴리에틸렌 삽입물의 탈구는 연부 조직 불균형이 그 원인일 것으로 사료되었다. 1예에서는 수술 후 14일 및 17일째 탈구 소견이 발견되어 두차례의 관혈적 정복술을 시행 후 외래 추시 하였으나, 수술 후 7개월 재탈구 소견이 발견되어 삽입물 교환을 시행하였다 (Fig. 1). 재수술시 폴리에틸렌 삽입물 자체의 문제는 없었으나 연부조직의 이완으로 불안정성이 있어 교환 삽입물의 두께를 12.5 mm에서 15.0 mm로 늘려 안정성을 회복하였으며, 이후 추시상 더 이상의 폴리에틸렌 삽입물 탈구소견은 관찰되지 않았다. 다른 1예에서는 수술 후 11일째 폴리에틸렌 삽입물의 탈구 소견이 관찰되어 관혈적 정복술을 시행후 안정성을 회복하였다.

고 찰

슬관절 전치환술의 생존율은 감염이외에 폴리에틸렌 삽입물의 마모 및 치환물 주위 해리 등에 영향을 받는데, 초기에 많이 사용된 고정형 베어링 슬관절 치환물은 장기 추시상 마모 및 해리에 있어서 많은 문제점이 노출되어 왔다. 1970년대 중반에 Buechel과 Pappas³⁾에 의하여 고안된 LCS (low contact stress)[®] 슬관절 치환물은 기존의 고정형 베어링 치환물과 달리 가동성 베어링을 사용함으로써 적합성을 높여 대퇴부 삽입물과 폴리에틸렌 삽입물의 접촉면이 넓어 접촉 응력(contact stress)이 분산되어 마모를 줄일 수 있으며, 정상 슬관절과 유사한 운동성을 가짐으로써 구속력(constrained force)이 적어 해리를 감소시킬 수 있다는 장점이 있다. 또한 대퇴 삽입물의 곡률 반경이 다양하여 운동범위를 최대화 할 수 있으며, 수술중에 부정정열을 교정할 수 있고, 수술 후에도 가동성 베어링을 교체할 수 있다는 장점이 있다^{2,3)}. LCS[®] 슬관절 치환물은 전방 십자 인대를 제거하도록 고안되었

Table 1. Flexion Contracture and Range of Motion

	Preop	Final follow-up
Flexion contracture	15° (0°-30°)	2° (0°-10°)
Range of motion	118° (95°-134°)	123° (100°-140°)

Table 2. Distribution of the Functional Results according to the HSS Score

Functional results	Preop (# of cases)	Final follow-up (# of cases)
Excellent (≥85)	0	71 (89.9%)
Good (70-84)	0	6 (7.6%)
Fair (60-69)	35 (44.3%)	2 (2.5%)
Poor (≤59)	44 (55.7%)	0 (0%)
Average (HSS score)	64 points	90 points

Table 3. Distribution and Incidence of the Radiolucent Line in the Femoral and Tibial Component

	Zone (No. case)							Incidence
	1	2	3	4	5	6	7	
Femur lateral	4	1	1	1	0	0	0	9%
Tibia AP	4	1	1	2	0	0	0	10%
Tibia lateral	3	0	0	—	—	—	—	4%

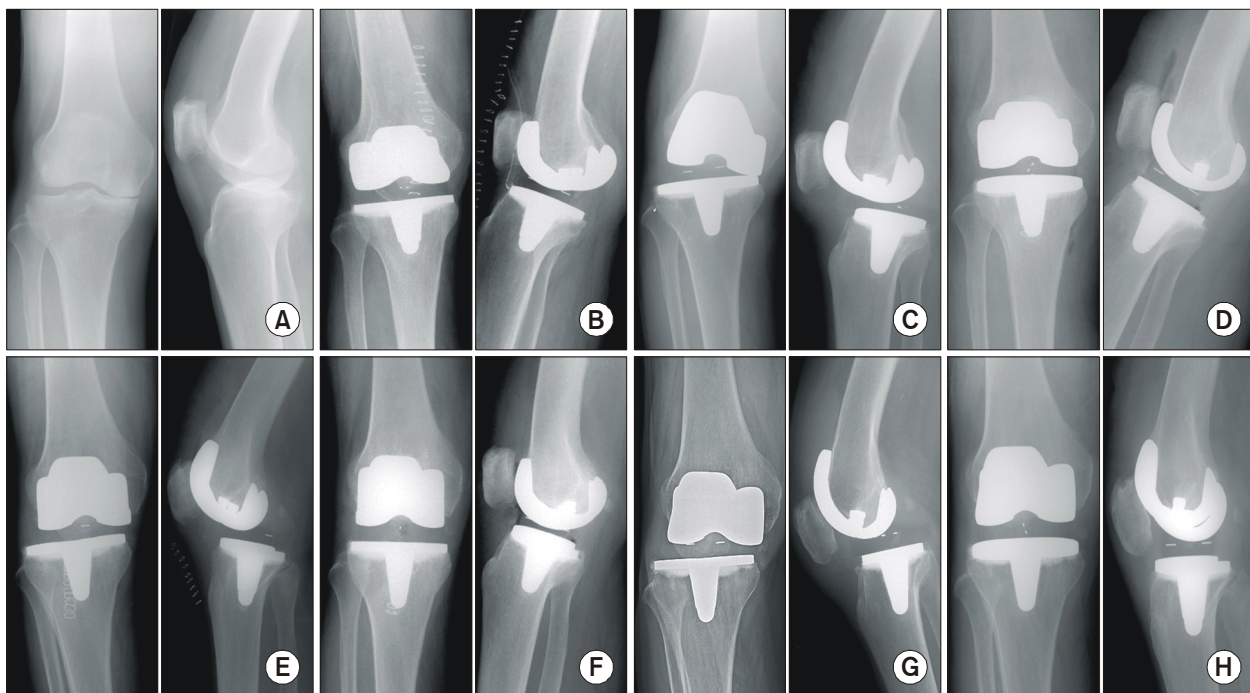


Fig. 1. (A) Preoperative radiographs of a 74-year-old female showing degenerative osteoarthritis. (B) Post-operative radiographs shows a total knee replacement status using a rotating platform LCS[®] system. (C) On POD 2 weeks, a polyethylene liner dislocation developed. (D) After the first open reduction. (E) On POD 17 days, the liner dislocation recurred. (F) After the second open reduction. (G) At POD 7 months, the polyethylene liner dislocation recurred. (H) The liner was exchanged from 12.5 mm to 15 mm. No further liner dislocation has developed since then.

고 이후 rotating platform형이 개발되어 후방 십자 인대를 제거하고도 사용할 수 있게 되었다. 1998년까지는 후방 십자 인대를 보존할 경우 폴리에틸렌 삽입물 내외측이 분리된 meniscal bearing 형을, 후방 십자 인대를 제거시 rotating platform 형을 사용하였고, 1998년 이후에는 후방 십자 인대를 보존할 때 폴리에틸렌 삽입물이 분리되지 않으면서 전후방 미끄러짐(AP gliding)을 좀 더 원활하게 할 수 있는 전후 활주형이 도입되었다. 후방 십자 인대의 보존 여부에 따른 논란이 많으나, 후방 십자 인대를 보존한 경우 경골의 후방 아탈구가 방지되고, 전단 응력이 감소되고, 골-시멘트-치환물 사이의 계면(interface)에 응력을 감소시킬 수 있으며, roll-back 기전을 유지시켜 개선된 보행능력 및 운동 범위를 얻을 수 있다^{14,15}. 하지만 운동범위, 환자의 만족도, 방사선학적 평가에서는 유의한 차이가 없으며, 임상적 평가도 유의한 차이가 없는 것으로 보고되고 있다¹⁵. 본 연구에서는 전례에서 후방 십자 인대를 제거하는 rotating platform 형을 사용하였다.

본 연구에서 슬관절의 운동범위는 수술 전 118도에서 수술 후 123도로 약간의 증가가 있었으나 통계학적으로 의미가 있지는 않았고, 일상 생활과 보행에 문제가 되는 굴곡 구축은 술전 15도에서 수술 후 2도로 의미있게 증가된 양상으로 관찰되었다(paired t-test, $p=0.005$).

Ewald 등⁷⁾은 퇴행성 관절염 및 류마티오이드 관절염 모두 수술 전후에 전체 운동범위에는 큰 변화가 없다고 보고하였으며, 최근 rotating platform형 LCS[®]를 이용한 연구에서도 전체 운동범위에 있어서는 뚜렷한 증가 소견이 관찰되지 않았다⁴⁾.

본 연구에서 HSS 슬관절 평가지수는 64점에서 90점으로 의미있는 향상을 보였으며, 97.5%에서 우수 또는 양호의 만족할 만한 결과를 나타내었는데, Kaper 등¹⁰⁾은 5년이상 경과 추시상 94%의 만족도를 보이고, Buechel과 Pappas^{2,3)}는 10년이상의 장기 추시에서 95%이상의 만족도와 97%의 10년 생존률을 보고하였다. LCS[®] 가동성 베어링형이 고정형 베어링의 마모와 해리와 같은 문제점에 대한 보완책으로 고안되었으나, 아직까지 이에 대한

여 가동성 베어링이 고정형 베어링 보다 임상적으로 우수하다는 증거는 불충분한 상태이며, Dennis 등⁵⁾은 가동성 베어링 LCS[®]와 고정형 베어링의 임상적 결과의 차이는 보이지 않는다고 하였다.

인공 슬관절 치환술 시행시 시멘트의 사용 여부는 환자의 나이, 골의 분량, 치환물과 골간의 접촉 정도, 치환물 고정의 안정도 등에 의해 결정하게 되는데^{8,9)}, Buechel과 Pappas²⁾는 시멘트형과 무시멘트형의 LCS[®] 시스템을 이용한 슬관절 전치환술의 결과를 비교시 유의한 차이가 없다고 보고하였으며, Keblish¹¹⁾도 시멘트형과 무시멘트형에서 차이가 없다고 보고하였다. 본 연구에서는 전예에서 hybrid 형을 사용하였는데, 고령이거나 골다공증 등으로 인하여 골질이 떨어지는 경우에는 경골대치물-골간의 모든 접촉면을 시멘트로 고정하였으나, 그 이외의 경우에는 추후 재치환술(revision)을 고려하여 경골 대치물의 중심부인 자루 부위를 제외한 고평부 부위만을 시멘트로 고정하였으며 전반적으로 해리 소견 없이 우수한 결과를 나타내었다.

방사선 투과성선은 대체로 경골의 전후방 사진에서 관찰되며 경골 대치물의 자루부위 보다는 고평부에서 더 잘 관찰되는 것으로 보고되고 있는데¹³⁾, 본 연구에서도 경골 전후방 사진상 제 1영역에서 가장 높은 빈도로 나타났으며, 모든 예에서 고평부 부위에서 관찰되었다. 또한 모든 예에서 2 mm 이상의 방사선 투과성선은 관찰되지 않아 아직까지 큰 의미는 없는 것으로 판단되지만, 본 연구가 최소 3년의 단기 추시 결과를 나타낸 것으로 장기적인 추시를 통한 의미있는 해리로의 진행 여부 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

가동성 베어링형은 고정형 베어링형보다 더 엄격한 연부 조직의 균형이 필수적이며, 연부 조직의 불균형이 있을시 폴리에틸렌 삽입물의 탈구 및 마모 등이 야기될 수 있다³⁾. 또한 골 절제 전에 연부 조직 구축을 이완함으로써 경골 삽입물과 폴리에틸렌 삽입물을 중립위치에 놓이게 하여 마모를 최소화 한다. 가동성 베어링형에서 폴리에틸렌 삽입물의 탈구 및 파손은 그 빈도가 0.5%에서 9.3%까지 보고가 되고 있으며^{1,2)}, 이에 대한 원인으로는 수술시 경골 부품의 회전 이상, 후방 십자 인대의 파열, 수술시 굴곡 및 신전간격을 정확히 유지하지 못한 경우와 외상성 탈구, 그 외 연부 조직의 불균형 등이 있다³⁾. 본 연구에서는 2예(3%)의 폴리에틸렌 탈구가 관찰되었는데,

연부 조직 구축 이완시의 연부조직 불균형, 그 외에 후방 십자 인대 제거형인 rotating platform형 자체에 의한 불안정성 등을 고려해 볼 수 있다. 특히 굴곡 및 신전 간격이 균형을 이루고 적절한 긴장을 유지하게 하는 것이 가동성 베어링의 탈구 방지에 가장 중요한 요소이므로, 15도 이상의 내반 또는 외반 변형이 있거나 30도 이상의 굴곡 구축이 있는 경우는 고정형 베어링 삽입물을 사용하고 있다. 하지만 아직까지 rotating platform형과 높은 탈구 빈도와 연관성에 대한 보고는 없으며, 본 연구에서 얻어진 3%의 탈구 빈도는 다른 보고에 비해 그 빈도가 더 높다고 할 수는 없겠다.

결론

Rotating platform LCS[®]를 이용한 인공 슬관절 전치환술 후 최소 3년 추시상 임상적 및 방사선학적 평가상 전반적으로 양호 이상의 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 임상적으로 굴곡 구축과 변형 교정, 증상의 호전을 보였으며, 방사선학 적으로 일부 해리의 소견이 관찰되었으나 임상적으로 문제를 일으킨 경우는 없었다. 하지만 폴리에틸렌 삽입물의 탈구에 대한 주의가 요구되었으며, 보다 더 장기적인 추시를 통한 임상적 및 방사선학적 관찰이 필요하리라 사료된다.

참고문헌

1. Bert JM: Dislocation/subluxation of meniscal bearing elements after New Jersey low-contact stress total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 254: 211-215, 1990.
2. Buechel FF, Pappas MJ: Long-term survivorship analysis of cruciate-sparing versus cruciate sacrificing knee prosthesis using meniscal bearings. *Clin Orthop Relat Res*, 260: 162-169, 1990.
3. Buechel FF, Pappas MJ: New Jersey low contact stress knee replacement system. Ten-year evaluation of meniscal bearings. *Orthop Clin North Am*, 20: 147-177, 1989.
4. Callaghan JJ, O'Rourke MR, Iossi MF, et al: Cemented rotating-platform total knee replacement. A concise follow-up, at a minimum of fifteen years, of a previous report. *J Bone Joint Surg Am*, 87: 1995-1998, 2005.
5. Dennis DA, Komistek RD, Stiehl JB, Walker SA, Dennis KN: Range of motion after total knee arthroplasty: the

- effect of implant design and weight-bearing conditions. *J Arthroplasty*, 13: 748-752, 1998.
6. **Ewald FC**: The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop Relat Res*, 248: 9-12, 1989.
 7. **Ewald FC, Jacobs MA, Miegel RE, Walker PS, Poss R, Sledge CB**: Kinematic total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am*, 66: 1032-1040, 1984.
 8. **Goldberg VM, Figgie HE 3rd, Figgie MP**: Technical considerations in total knee surgery. Management of patella problems. *Orthop Clin North Am*, 20: 189-199, 1989.
 9. **Heck DA, Kettlekamp DB**: General considerations in total knee arthroplasty. *Instr Course Lect*, 35: 265-271, 1986.
 10. **Kaper BP, Smith PN, Bourne RB, Rorabeck CH, Robertson D**: Medium-term results of a mobile bearing total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res*, 367: 201-209, 1999.
 11. **Keblish P**: Results and complications of the LCS (low contact stress) knee system. *Acta Orthop Belg*, 57(Suppl 2): 124-127, 1991.
 12. **Outerbridge RE**: The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br*, 43: 752-757, 1961.
 13. **Ranawat CS, Boachie-Adjei O**: Survivorship analysis and results of total condylar knee arthroplasty. Eight- to eleven-year follow-up period. *Clin Orthop Relat Res*, 226: 6-13, 1998.
 14. **Ritter MA, Gioe TJ, Stringer EA, Littrell D**: The posterior cruciate condylar total knee prosthesis. A five-year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res*, 184: 264-269, 1984.
 15. **Scott RD, Volatile TB**: Twelve years' experience with posterior cruciate-retaining total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 205: 100-107, 1986.

= 국문초록 =

목 적: rotating platform LCS[®] Complete[™]

대상 및 방법: 2001 1 2002 12 rotating platform LCS[®] Complete[™]
 63 82 3 가 가 61 79
 3.5 , 67.4 .

결 과: 118° (95°-134°) , 123° (100°-140°)
 15° (0-30°), 2° (0°-10°) . HSS score 64 , 90
 10%, 9% , 2
 1 , 1 .

결 론: rotating platform LCS[®] Complete[™] 3
 , 가 .

색인 단어: , Rotating platform LCS,