

슬관절 전 치환 성형술

이동철 · 손욱진

영남대학교 의과대학 정형외과학교실

Total Knee Arthroplasty

Dong Chul Lee, Wook Jin Sohn

*Department of Orthopaedic Surgery,
College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea*

—Abstract—

Total knee arthroplasty has become a common procedure for treatment of severe osteoarthritis, rheumatoid arthritis and post-traumatic arthritis.

In the past, failure of total knee arthroplasty was commonly attributable to aseptic loosening, often associated with component malalignment, soft tissue imbalance. With improved surgical instrumentation and soft tissue balancing techniques, failure secondary to mechanical loosening has been minimal. But surgeons are still dissatisfied with implant malalignment.

Correct tibiofemoral alignment seems to be particularly important since it is generally agreed that axial deviation and imprecise implantation may lead to loosening of the implant component.

Navigation systems and robotic techniques could potentially solve problems of imprecision in traditional total knee arthroplasty.

It is expected that the success rate and longevity of total knee arthroplasty will be improved during the twenty first century.

Key Words: Total knee arthroplasty, Alignment, Navigation, Robotic surgery

서 론

현재 슬관절 전 치환 성형술은 매년 세계에
서 50만 개 정도 시술되는 보편화된 정형외과

적 수술이다. 슬관절 전 치환 성형술의 목적은 동통이 있거나 변형이 있는 퇴행성 관절염 및 류마티오이드 관절염, 외상성 관절염이 있는 환자에서 동통의 완화 및 관절 운동의 개선과 안정성 부여, 변형의 교정이다. 이 수술은 수술 전 보행에 장애가 있거나 거의 불가능하였던 환자들에게 술 후 보조 기구없이 보행을 가능하게 함으로써 환자의 만족도가 큰 것으로 보고되고 있다.

우리나라도 평균 수명이 점차로 길어지면서 노인 인구가 증가하여 고관절 전 치환 성형술과 마찬가지로 이 수술도 관절염 치료에 기여도가 큰 수술의 하나로 각광받고 있으나, 수술 술기의 정확도가 더욱 요구되며 이 수술에 대한 충분한 이해와 지식이 필요하다. 수술의 정확성이 결여될 때 실패율이 높아 많은 경험과 수술 술기 없이 이 수술을 하는 것은 바람직하지 못하다. 또한 인공관절 삽입물은 인체에 동화될 수 없어 언젠가는 문제를 유발시킬 수 있으므로 이러한 합병증을 최소화시키는 것이 필요하다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 슬관절 역학을 기초로 삽입물의 재질 및 설계, 고정 방법, 수술 술기 등이 지속적으로 발전되고 있어 슬관절 전 치환 성형술의 발전 및 최근 경향을 알아보고자 한다.

슬관절 성형술 발전상

1861년 Fergusson이 절제 관절성형술(resection arthroplasty)을 보고한 이후, 1863년 Verneuil이 개재 관절성형술(interposition arthroplasty)을, 1940년대 Smith-Peterson, Boyd 및 Campbell 등이 대퇴골 반 치환술을 시도하였으나 동통을 없애는 데 실패하였고, McKeever와

MacIntosh 등이 경골과 반 치환술로 비교적 통증을 없애는 데 성공하였다.¹⁾ 1950년대 초반에는 Walldius, Shiers 등이 경첩 형태(hinged-type)의 전 치환 성형술을 개발하였다.²⁾

현재 사용되는 모든 재표면화 장치(resurfacing design)의 모체는 1971년 Gunston³⁾이 고분자량 폴리 에틸렌(high molecular weight polyethylene)을 사용하여 Charnley의 저마찰 개념을 도입한 것이며, 또한 골 시멘트 사용은 삽입물과 골 조직 사이에 견고한 고정이 가능하게 되었다.^{4, 5)}

Insall 등⁵⁾은 1974년 골 시멘트를 사용한 Total Condylar Knee형을 발표하였고, 1989년에 10년 장기 추시 관찰하여 88%에서 양호 이상의 결과를 발표하였다. 최근 들어 인공 관절 기구 및 술기의 발달로 15년에서 20년 장기 추적관찰을 하였을 때 젊은 환자 및 나이든 환자에서 90-98%의 높은 생존율을 나타내고 있다.^{6, 7)}

1. 전 치환 성형술의 적응증 및 비적응증

퇴행성 관절염, 류마티오이드 관절염, 외상성 또는 다른 질병으로 인한 이차적으로 관절연골이 파괴되어서 변형이 심한 경우, 특히 나이가 고령인 환자에서 비교적 활동성이 적고 심한 노동일을 하지 않는 직업의 환자가 좋은 대상이 되었다. 그러나 젊은이에서 전신 관절염으로 기능의 제한이 많은 환자, Chondrocalcinosis와 Pseudogout가 있는 노인에서 심한 통증이 있는 경우, 심한 대퇴-슬개 관절염을 앓고 있는 노인 환자, 그리고 30° 이상의 굴곡구축 변형으로 중등도의 관절염을 앓고 있는 사람도 대상이 된다.

슬관절 전 치환 성형술을 고려하기 전에 반드시 약물 및 물리치료 등 보존 요법을 시도해

야 되며, 관절경 수술과 경골 근위부 절골술도 필요에 따라 시행할 수도 있다. 또, 척추질환에 의한 방사통, 동측 고관절의 연관통, 말초 혈관 질환, 반월상 연골 병변 및 슬관절의 점액낭염에 의한 동통과 반드시 감별해야 한다.

절대적 금기는 최근의 슬관절 감염, 신체의 다른 곳에서 진행중인 감염, 슬관절의 신전 기능의 심한 이상, 근육 약화에 의한 전반 슬변형, 반응성 교감신경 이영양증 및 기능이 좋은 통증이 없는 슬관절 유합 상태에서는 슬관절 전 치환 성형술을 하지 않는 것이 좋다.

그 외 상대적 비 적응증으로 마취에 견딜 수 없을 정도로 전신상태가 좋지 않은 경우, 좋은 결과를 얻기 위하여 상당한 재활 요법이 필요한 경우, 젊은 환자의 단일 관절 질환, 반대편 다리의 심한 동맥 경화성 질환, 수술부위 내의 건선 같은 피부질환, 신경병성 관절 질환, 병적인 비만증, 재발성 요도감염 및 슬관절 근위부에 골수염 병력이 있는 경우이다.

2. 슬관절 전 치환 성형술의 논쟁점

1) 후방 십자 인대의 보존 유무

슬관절 전 치환 성형술시 후방 십자 인대의 역할에 대해 논쟁의 여지가 많으며 후방 십자 인대 보존형(posterior cruciate retained)과 절제형(posterior cruciate sacrificed)의 두 디자인이 혼용되어 사용되고 있다(Fig. 1).

Nilsson 등^{8, 9)}은 후방 십자 인대 보존군에서 오히려 90° 굴곡에서 후방 전위가 수술 전보다 의미있게 증가되어 보존된 인대기능에 회의적인 보고를 하였으며, Lotke 등¹⁰⁾은 직접 strain gauge를 통해 슬관절 전 치환술 후 후방 십자 인대의 긴장도를 정상 후방 십자 인대와 비교한 실험에서 슬관절 전 치환술 시 보존된 후방 십자 인대는 기능을 하지 못한다고 생각하였으나, Sorger 등¹¹⁾은 사체를 통한 실험에서 대퇴골 구름현상(femoral roll-back phenomenon)은 후방 외력이 가해질 때 보존군과 절제군에서의 차이가 뚜렷해지며, 치환된 슬관절의 후방 안정성에 남아있는 후방 십자 인대가 중요한 역할을 하고 있음을 증명하였다.

후방 십자 인대의 보존 시 장점으로는 슬관절 굴곡 시 더 큰 운동범위를 얻을 수 있고, 슬관절 후방의 안정성을 유지할 수 있으며,

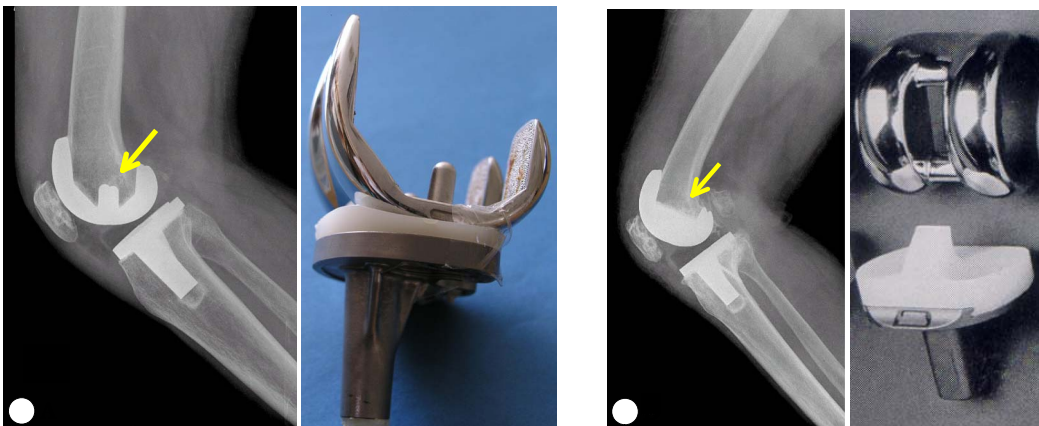


Fig. 1. Total knee replacement with or without posterior cruciate ligament. A: Posterior cruciate ligament preserving total knee arthroplasty (TKR) B: Posterior cruciate ligament substitution TKR.

슬관절에 수평으로 작용하는 힘을 분산시켜 인공 관절로의 전달을 최소화시킬 수 있고, 계단 등을 오를 때 거의 정상 보행을 할 수 있으며, 슬관절의 고유 감각(proprioception) 및 신경근 기전(neuromuscular mechanism)을 보존할 수 있다는 것이다. 단점으로는 수술 시 후방 십자 인대의 적절한 균형을 유지하기가 어렵고, seesaw 효과를 유발하여 인공관절의 해리가 초래될 수 있으며, 아탈구 및 polyethylene에서의 접촉 응력을 증가시켜 마모의 이환률이 증가할 수 있다는 것이다. 또한 후방 십자 인대를 절제하는 장점은 내반슬이나 외반슬과 같은 변형 교정이 용이하며, 수술 술기가 더 쉽고, 슬관절의 운동성을 증가시킬 수 있다는 것이다. 단점으로는 슬관절 굴곡시 후방으로의 아탈구나 탈구가 유발될 수 있고, 골-골시멘트간 응력이 증가하여 경골 삼입물의 해리가 유발될 수 있다는 것이다.¹²⁾ 이런 후방 십자 인대 보존 여부에 따른 장단점에도 불구하고, 15년 동안 혼용되어 사용되고 있으며, 2003년도 저자들이 슬관절 학회에서 발표한 내용에서 보면,¹³⁾ 후방 십자 인대 보존군 및 대치군에서 모두 만족스런 결과를 얻었으며, 보존 여부는 슬관절

의 변형 여부, 후방 십자의 변형 및 구축여부에 따라 적절한 기구 선택이 필요할 것으로 생각된다.

2) 슬개골 치환 여부

1970년대 중반까지 초기의 슬관절 전 치환 성형술에서는 슬개골 치환이 거의 시행되지 않았으나, 수술 후 추시 관찰 중에 20~40%의 환자가 슬관절 전방부의 슬개-대퇴관절에 통증을 호소하면서부터 점차 슬개골을 치환하자는 주장이 대두되기 시작하였다.¹⁴⁾ 이때 슬개-대퇴관절의 동통은 슬개골 절제술 또는 슬개-대퇴관절의 재정렬 방법 등으로 치료를 하였으나,^{15, 16)} 1975년 Hospital for Special Surgery에서 심한 슬개-대퇴관절염 및 연골 연화증 환자에서 dome patella를 사용하여 슬개부의 합병증을 5~25%까지 감소시켰다는 보고를 한 후부터¹⁷⁻²⁰⁾ 1980년도 중반까지 슬개골 치환술이 슬관절 전 치환 성형술의 한 부분이 되었다. 그러나 슬개골 치환에 따른 새로운 많은 합병증이 발생하여 최근에는 다시 슬개골 보존에 대한 관심이 높아졌다(Fig. 2).

이러한 슬개골 관절면 치환술에 따른 합병

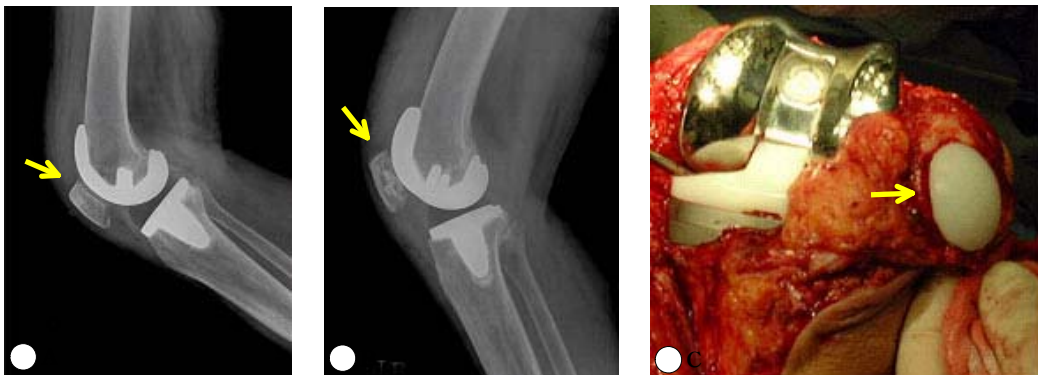


Fig. 2. Total knee replacement with or without patellar resurfacing. A: Patellar preserving type B: Patellar resurfacing type C: Photograph of patellar resurfacing.

증을 방지하기 위해 슬개골 연골이 비교적 정상이거나, 슬개골 골절의 위험이 많은 젊고 활동적인 환자나 비만증의 환자에서는 슬개골 관절면 비치환술이 시행되기도 하는데, 슬개골 관절면 비치환술의 기준은 슬개골 연골이 정상이고 마모가 없다. 대퇴 슬개골의 궤도(tracking)에도 문제가 없고, crystalline 질환이나 활액막염증이 없는 경우 등이다.

3) Fixed and Mobile bearing system

인공 슬관절은 경골과 대퇴골 사이에 폴리에틸렌 삽입물의 움직임 여부에 따라 Fixed와 Mobile bearing system으로 구분된다(Fig. 3). Fixed bearing의 성공률은 15~20년 장기 추시 시 90~98%의 높은 생존율을 나타내고 있지만, 장기 추시 시 마모와 해리가 나타난다. 즉, 슬관절 전 치환 성형술의 수명에 가장 큰 영향을 미치는 것은 크게 감염과 마모 및 해리를 들 수 있다. 인공 슬관절의 대퇴부 및 경골 폴리에틸렌 사이의 적합성(conformity)을 크게 하면 대퇴부 삽입물과 폴리에틸렌 삽입물의 접

촉면을 넓혀 응력을 분산함으로써 마모를 줄일 수 있지만, 대퇴부와 폴리에틸렌 사이의 운동성 감소가 발생하며 삽입물과 뼈 사이에 과도한 힘이 작용하여 경골 삽입물의 해리를 촉진시킨다.

반대로 적합성을 낮추면 초기에는 해리를 감소시킬 수 있으나, 폴리에틸렌의 마모를 증가시킨다. 이 두 가지의 목적인 마모를 줄이면서 해리도 적게 발생시켜 정상 무릎에 유사하게 보다 나은 관절 운동을 얻고 인공 관절의 수명을 증가시키기 위해 적합성을 증가시키고 폴리에틸렌과 경골 삽입물 사이의 운동을 가능하게 하여 고안된 것이 mobile bearing knee system이라고 할 수 있다.²¹⁾

Buechel과 Pappas²¹⁾에 의하여 LCS (low contact stress) New Jersey knee가 개발되었으며 이것은 전방 십자 인대를 제거하게 고안되었고, 이후 rotating platform형이 개발되어 후방 십자 인대를 제거하고도 사용할 수 있게 되었다. 1998년까지는 후방 십자 인대를 보존할 경우 내 외측 폴리에틸렌 삽입물이 분리된

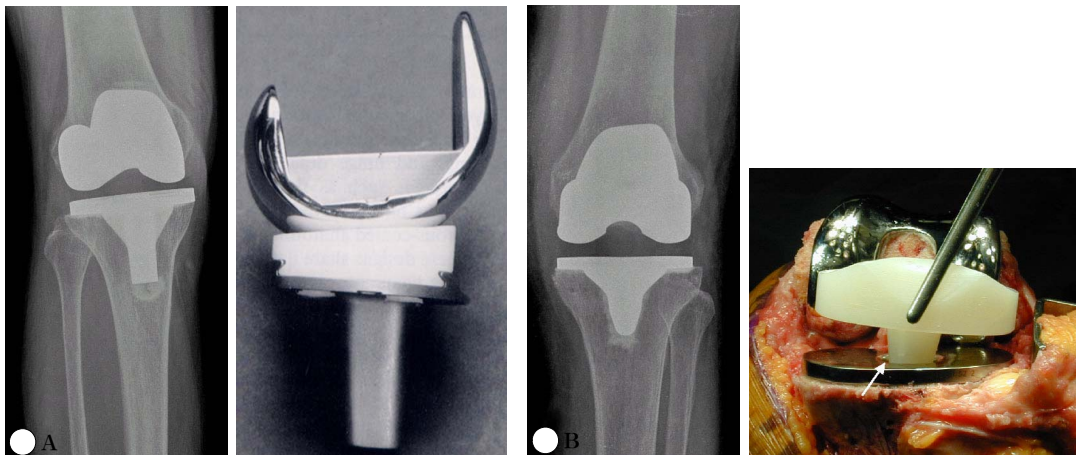


Fig. 3. Total knee replacement related to polyethylene movement. A: Fixed polyethylene type B: Mobile polyethylene type.

meniscal bearing형을, 후방 십자 인대를 희생할 경우 rotating platform형을 사용하였고 1998년 이후에는 후방 십자 인대를 보존할 때 폴리에틸렌 삽입물이 탈구되는 단점을 보완하기 위해 분리되지 않으면서 전후방 미끄러짐(A-P glide)을 좀 더 원활하게 할 수 있는 universal형이 도입되었다.

Mobile bearing knee system에서의 연부 조직의 균형은 fixed bearing knee system보다 엄격한 데, 연부 조직의 균형을 이루지 못하면 폴리에틸렌의 탈구 등 심각한 문제를 야기하기 때문이다. 골 절제 전에 내측 또는 외측에서 연부 조직 구축을 이완함으로써 슬관절을 중립으로 위치시킬 수 있으며, 연부 조직 균형을 유지하지 않고 비대칭적으로 경골 고평부를 절단하는 것은 경골 삽입물을 체중 부하측에 대해 경사지게 놓이게 하는 결과를 초래하여 삽입물의 마모와 이완율이 높아진다.²¹⁾

Mobile bearing system의 임상적 평가는 Kaper 등²²⁾은 5년 이상 경과 추이에서 94% 만족도를 보이고, Buechel과 Pappas²³⁾는 10년 이상의 장기 추이에서 95% 이상의 높은 만족도를 보고하고 있지만 아직까지 장기 추이가 부족해 경과 관찰을 요한다.

4) 고정 방법

(1) 시멘트 고정

시멘트 고정은 골과 삽입물 사이 빈 공간을 시멘트로 채워 좀 더 견고한 고정을 도모하고자 하는 것이다. 초기 시멘트 고정을 이용한 삽입물의 해리는 주로 구속형 디자인에서 기인하였으며, 시멘트 사용 시 발생하는 화학적 손상, 열 손상 등이 해리를 초래한다고 하였으나 최근 일관되게 보고되는 우수한 결과들에 의해

이와 같은 주장은 의미가 없어졌으며 보다 적은 구속형의 디자인과 함께, 현재 Rorabeck 등²⁴⁾ 다수의 저자들이 시멘트 고정을 선호하고 있다. 삽입물 주위의 시멘트 skirt는 폴리에틸렌 파편 조각이 망상골 공간으로 들어가는 것을 막아주는 역할을 한다고 하나, 이에 불구하고 시멘트 고정 삽입물의 경우에도 골 용해는 일어난다. 그러나 그 비율은 대체로 무시멘트 고정에 비하여 적다.

시멘트 고정 후 결과는 Scuderi와 Insall 등²⁵⁾이 7~15년 생존율은 90~98%, Ranawat 등²⁶⁾은 15년에 94% 생존율을 보고하여 만족스러운 결과를 나타내고 있다.

(2) 무시멘트 고정

Landon 등²⁷⁾은 무시멘트 고정이 골 내성장(bone ingrowth)을 통하여 보다 견고하고 영구적인 고정력을 제공할 수 있어 젊고 활동적인 환자의 슬관절에서 효과적일 것이라고 하였다. 재 치환 성형술 시행 시 더 손쉽고, 골 소실을 최소화할 수 있을 것이라는 기대도 하였고 특히 Whiteside 등²⁸⁾은 이를 무시멘트 고정의 최대의 장점이라고 하였다. 그러나 Berger 등²⁹⁾의 추시결과를 보면 53%에 이르는 경골나사주위 방사선 투과성 선과, 12%에서 발생한 골용해 등으로 결국 무시멘트 고정을 포기할 수밖에 없었음을 보고하고 있다. 경골 삽입물에 전혀 골 내성장이 없었던 경우도 8%에 달하였다. Duffy 등³⁰⁾도 얇은 폴리에틸렌 삽입물의 마모와 이에 기인한 골용해가 무시멘트 고정에서 높은 실패율의 원인이라고 보고하였다. 고정력을 향상시키기 위한 경골부 screw는 오히려 주위 골용해를 일으켰으며, 경골부 baseplate 하부의 공간(tract)은 폴리에틸렌 파편이 경골 내 망상골로 이동하는 통로를 제공, 역시 골용

해를 악화하였다고 하였다. 재 전치환술도 시멘트 사용 그룹에 비하여 쉽지 않았으며, 견고하게 고정된 대퇴골 삽입물의 경우에는 오히려 골소실이 많았다고 Berger 등²⁹⁾은 보고하였다.

무시멘트 고정 후 결과는 Duffy 등³⁰⁾은 10년 생존율을 72%로 보고하였고 반면에 Whiteside 등²⁸⁾은 baseplate 하부에 균일한 porous coating 한 디자인을 사용 98.6%에 이르는 시멘트 고정의 경우와 대등한 결과들을 보고하고 있어 아직 더 많은 증례를 요할 것으로 사료된다.

(3) Hybrid fixation

1980년대에 대퇴골 삽입물의 bone ingrowth를 향상시켜 후기 이완을 막는 한편, 무시멘트 고정시 문제가 되는 경골부 삽입물은 시멘트를 이용하여 임상 결과를 향상시켜 보고자 개발되어 양호한 단기 결과를 보여주었다. Campbell 등³¹⁾이 7년 추시한 중간 결과는 13%의 해리로 인한 재수술과, 89~85%에 달하는 5년 생존율을 보였으나 retrieval study가 대퇴골 삽입물의 골 내성장이 예측하기 어렵다는 것을 보여주었으며 대부분의 실패가 대퇴골 삽입물에서 일어났고 시멘트 고정에 비하여 생존율이 저조하여 신뢰할 만하지 못하다는 것이 결론이었다. 수술시간을 단축하고 시멘트의 부작용을 피할 수 있을 것이라는 이론적 장점은 아직 증명된 바 없다.

인공관절의 최신 경향 (Navigation and robot assisted total knee arthroplasty)

퇴행성 관절염의 치료에 있어서 보존적 치료가 실패했을 때 슬관절 전 치환 성형술은 표준 술식이다. 그러나 수술전 계획과 수술에 세심한 주의를 기울여도 수술자들은 인공 삽입물

의 정렬에 대해서 불만족스러워하는 경우가 흔히 있다. 축의 편위와 부정확한 삽입은 폴리에틸렌 마모로 인한 인공 삽입물의 조기 해리를 초래할 수 있다는 견해는 일반적으로 동의하므로 정확한 대퇴경골각 및 기계적 축 정렬은 특히 중요한 것으로 생각된다. 2.5 mm의 작은 전위도 최대 20°의 운동 범위를 변화시킬 수도 있으며,³²⁾ 3° 이상의 축 편위는 슬관절 전 치환 성형술의 조기 실패의 가장 흔한 원인으로 생각 된다.³³⁾ 현재 인공 삽입물 디자인과 삽입술기가 발전한다고 해도 위와 같은 문제를 일관성 있게 해결할 수는 없다.

보편적인 슬관절 전 치환 성형술 후 부정확한 삽입물의 정렬과 하지 축 정렬의 오차로 인한 인공관절 수명의 단축 문제를 해결하고 수술 술기의 정확성을 호전시키기 위해서 컴퓨터 이용과 로봇 수술 술기가 대두하였다. 컴퓨터를 이용한 슬관절 전 치환 성형술은 image guided 또는 non-image guided navigation과 active 또는 semi-active robotics에 의해서 가능하다(Fig. 4).

술전 CT-scans과 컴퓨터가 내장된 장비를 기초로 한 navigation system은 임상에서 사용



Fig. 4. Recent total knee replacement. A: Navigation system (Brain LAB) B: CASPAR® system.

되고 있다. 정형외과 영역의 navigation system은 1990년대 유럽에서 처음 시작되었으며 2002년 후반에 국내에 도입되었다. 그 종류로는 현재 Brain Lab[®](독일), E-motion[®](Aesculap) 등이 우리나라에 소개되어 사용되고 있으며 Ci[®](Dupey), Knee trap[®](Stryker) 등도 곧 도입될 예정이다. Navigation system을 이용한 인공관절 치환술은 대퇴골과 경골부에 부착하는 두 개의 위치 센서(sensor)와 적외선 카메라를 이용하여 슬관절을 포함한 하지의 3차원 영상을 만들어 주고 이를 기초로 수술 중 각 단계별로 수술 술기 정확성을 확인 및 검증할 수 있다는 특징이 있다. 전향적 연구들에서 Navigation을 이용한 슬관절 전 치환 성형술이 더 나은 하지축 정렬을 만든다는 것을 보여 준다.^{34, 35)} 하지만 Navigation을 이용한 슬관절 전 치환 성형술은 여전히 불량한 골 절제를 유발시킬 수 있는 cutting blocks과 oscillating jigs 사용에 의존한다. 그러므로 인공 삽입물의 정렬과 골 절제의 정확성을 향상시키기 위해서 다양한 실험적 능동적과 반 능동적 로봇 장치(active and semi-active robotic systems)가 개발되었다. 상업적으로 사용되는 로봇 장치로는 ROBODOC[®] (Integrated Surgical Systems, Sacramento, CA, USA)과 CASPAR[®] (U.R.S.-orthoGmbH & Co. KG, Rastatt, Germany)가 환자들에서 임상적으로 사용되고 있다.

Active robotic assistive techniques은 전통적인 술기의 computer-assisted navigated techniques과도 여러 가지 면에서 다른데 골수강 외 또는 골수강 내 유도장치, cutting blocks, oscillating jigs 등이 필요 없다. 현재는 일반적인 인공 삽입물이 사용되지만 미래에는 다른 형태의 인공 삽입물을 필요로 할 수 있다. 슬

관절에 대한 수술 접근법과 노출은 여전히 전통적인 방법을 사용하고 있지만 향후 일반적으로 피부절개의 길이는 전통적인 방법보다 짧은 수술법으로 되어갈 수 있다. 로봇 슬관절 전 치환 성형술의 단점은 navigated image guided techniques처럼 술 전 계획을 위해서 CT 촬영을 해야 하며 두 개의 reference screws를 위한 추가 수술이 필요하고 수술 시간이 길며, 고비용의 수술이라는 것이다.

Siebert 등³⁶⁾은 술 전 계획된 대퇴경골각과 술 후 얻어진 대퇴경골각의 평균 차이가 로봇 수술군은 0.8°(0~4.1°), 전통적인 술기를 시행한 군은 2.6°(0~7°)임을 보고하였고, Miehleke 등³⁵⁾은 navigation을 이용한 슬관절 전 치환 성형술 후에 63%의 환자들이 3° 내반/외반 범위의 허용가능한 대퇴경골각을 가졌으며 30%의 환자들은 이상적인 정렬에서 3~4° 편위되어 있었고 최대 7°를 가지는 4° 이상의 편위는 navigation을 이용한 환자들 중 7%에서 나타남을 보고하였다. Saragaglia 등³⁴⁾은 최근 비교 연구에서 전통적인 술기로 시행한 환자들의 75%와 navigation을 이용한 환자들의 84%가 허용 가능한 3° 범위에 있었다고 하였다. 위의 결과에서 로봇을 이용한 슬관절 전 치환 성형술 후 정렬의 결과는 전통적인 술기보다 우월할 뿐만 아니라 컴퓨터의 도움을 받는 navigation을 이용한 슬관절 전 치환 성형술의 결과보다도 다소 우수하다. 이런 차이는 navigation systems이 여전히 골수강의 유도 장치에 의존하며 이 때 축 정렬에 오차가 생길 수 있는 점으로 지적되고 있다.

Robotic technique의 다른 장점은 milling track과 절제 형태의 정확한 계획일 수 있다. 이것은 수동적으로 작동하는 oscillating saws

에 의해 손상될 수 있는 인대, 혈관, 신경의 위험을 감소시키며 절제된 면이 항상 정확하고 편평하므로 특히 무시멘트 방식에서 인공 삽입물과 골이 아주 잘 접촉될 수 있다. 마지막으로 절제되는 골의 양을 최소화할 수 있으므로 후에 재치환술을 용이하게 할 수 있다.

결 론

슬관절 전 치환 성형술을 성공하기 위해서 적절한 적응증 선택, 여러 인공 삽입물의 종류에 대한 이해와 환자에 맞는 종류 선택, 정확한 수술 술기가 기본이 되어 경골, 대퇴골 및 슬개골에 삽입되는 내고정물의 위치를 정확히 하고 연부조직의 균형을 잘 맞추어 수술 후 하지의 기계적 축 정렬이 정상적으로 되어야 한다.

최근 생체 역학의 충분한 이해로 인한 삽입물의 발전, 연부조직 균형을 위한 수술 술기 발달, navigation system과 robotic surgery 개발로 인해 수술 과정의 정확성 등으로 개개인의 축정렬 및 정확한 골 절제를 가능케 하여 인공 슬관절의 성공률과 수명은 점차 증가될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 최원식, 김환정, 이광원, 신현대, 박현중, 강중원. LCS System을 사용한 슬관절 전 치환술의 임상적 고찰. 대한슬관절학회지 1996 June 8(1): 62-7.
2. 손성근, 김경택, 이규열, 김병환, 김성완, 김형섭. LCS 인공 슬관절을 이용한 슬관절 전 치환술. 대한슬관절학회지 1996 Dec 8(2):141-8.
3. Gunstone FH. Polycentric knee arthroplasty: prosthetic simulating of normal knee movement.

- J Bone Joint Surg 1971 May 53-B:272-7.
4. Freeman MA, Bradley GW, Revell PA. Observation upon the interface between bone and polymethylmethacrylate cement. J Bone Joint Surg 1982 64-B:489-93.
5. Insall JN, Vince KG, Kelly MA. The total condylar prosthesis: 10 to 12 years results of a cemented knee replacement. J Bone Joint Surg 1989 Nov 71-B:793-7.
6. Font-Rodríguez DE, Scuderi GR, Insall JN. Survivorship of cemented total knee arthroplasty. Clin Orthop 1997 Dec 345:79-86.
7. Gill GS, Chan KC, Mills DM. 5-to 18-year follow-up study of cemented total knee arthroplasty for patients 55 years old or younger. J Arthroplasty 1997 Jan 12(1):49-54.
8. Nilsson KG, Karrholm J, Ekelund L. Knee motion in total knee arthroplasty. Clin Orthop 1990 Jul 256:147-61.
9. Nilsson Kg, Karrholm J, Gadegaard P. Abnormal kinematics of the artificial knee. Acta Orthop Scand 1991 Oct 62:440-6.
10. Lotke PA and Ecker ML. Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement. J Bone Joint Surg Am 1977;59(1):77-9.
11. Sorger JI, Federle D, Kirk PG, Grood E, Cochran J, Levy M. The posterior cruciate ligament in total knee arthroplasty. J Arthroplasty 1997 Dec 12:869-79.
12. Insall JN. Surgery of the knee. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone; 691-5.
13. 이동철, 손옥진, 허재희: 후방십자인대 보존형과 대치형 슬관절 전치환술 후 결과(3년에서 8년 추시 결과). 대한슬관절학회지 2004 15(1):48-54.
14. Cameron HU, Fedorkow DM. The patella in total knee arthroplasty. Clin Orthop 1982 May 165:197-9.
15. Bargaen JH, Freeman MA, Swanson SA, Todd RC. ICLH arthroplasty in the treatment of arthritic knee : a 2 to 4 year review. Clin

- Orthop 1976 120(1):65-75.
16. Ranawat CS. The patellofemoral joint in total condylar knee arthroplasty: pros and cons based of five to ten year follow up observations. Clin Orthop 1986 Apr 205:93-9.
 17. Aglietti P, Insall JN, Walker PS, Trent P. A new patella prosthesis: design and application. Clin Orthop 1975 107:175-87.
 18. Insall JN, Tria AJ, Scott WN. The total condylar knee prosthesis: the first 5 years. Clin Orthop 1979 Nov 145:68-77.
 19. Levai JP, Mcleod HC, Freeman MA. Why not resurface the patella? J Bone Joint Surgery 1983 Aug 65-B:448-51.
 20. Ranawat CS, Ross HA, Bryan JW. Technique and results of replacement of the patellofemoral joint with total condylar knee arthroplasty. Orthop Trans 1981 5:414.
 21. Buechel FF, Pappas MJ. New Jersey Low Contact Stress knee replacement system: ten-year evaluation of meniscal bearings. Ortho Clin N Am 1989 Apr 20(2):147-77.
 22. Kaper BP, Smith PN, Bourne RB, Rorabeck CH, Robertson D. Medium term results of a mobile bearing total knee replacement. Clin Orthop 1999 Oct 367:201-9.
 23. Buechel FF, Pappas MJ. Long-term survivorship analysis of cruciate sparing versus cruciate sacrificing knee prosthesis using meniscal bearings. Clin Orthop 1990 Nov 260:162-9.
 24. Naudie DD, Rorabeck CH. Sources of osteolysis around total knee arthroplasty: wear of the bearing surface. Instr Course Lect 2004 53:251-9.
 25. Scuderi GR, Insall JN, Winsor RE, Moran MC. Survivorship of cemented knee replacements. J Bone Joint Surg Br. 1989 Nov 71(5):798-803.
 26. Ranaawat CS. results of cemented cruciate substituting and sacrificing total knee arthroplasty. Orthopedics. 1996 Sep 19(9):787-8.
 27. Landon GC, Galante JO, Maley MM. Noncemented total knee arthroplasty. Clin Orthop 1986 Apr 205:49-57.
 28. Whiteside LA. Cementless fixation issues in revision total knee arthroplasty. Instr Course Lect 1999 48:177-82.
 29. Berger RA, Lyon JH, Jacobs JJ, Barden RM, Berkson EM, Sheinkop MB et al. Problems with cementless total knee arthroplasty at 11 years follow up. Clin Orthop 2001 Nov 392:196-207.
 30. Duffy GP, Berry DJ, Rand JA. Cement versus cementless fixation in total knee arthroplasty. Clin Ortho 1988 Nov 356:66-72.
 31. Sathasivam S, Walker PS, Campbell PA, Rayner K. The effect of contact area on wear in relation of fixed bearing and mobile bearing knee replacements. J Biomed Mater Res 2001 May 58(3):282-90.
 32. Garg A, Walker PS. Prediction of total knee motion using a three-dimensional computer graphics model. J Biochem 1990 23(1):45-58.
 33. Ranawat CS, Boachie-Adjei O. Survivorship analysis and results of total condylar knee arthroplasty. Clin Orthop 1988 Jan 226:6-13.
 34. Saragaglia D, Picard F, Chaussard D, Montbarbon E, Leitner F, Cinquin P. Computer assisted total knee arthroplasty: comparison with a conventional procedure. Results of a 50 cases prospective randomized study. Presented at the First Annual Meeting of Computer Assisted Orthopedic Surgery, Davos, Switzerland. 2001.
 35. Miehke RK, Clemens U, Kershally S. Computer integrated instrumentation in knee arthroplasty—a comparative study of conventional and computerized technique. Presented at the Fourth Annual North American Programm

- on Computer Assisted Orthopaedic Surgery
2000, Pittsburgh, PA.
36. Siebert W, Mai S, Kober R, Heeckt PF. Technique and first clinical results of robot-assisted total knee replacement. Knee 2002 Sep 9:173-80.
-