

동시에 시행한 개방형 경골 근위부 절골술과 전방십자인대 재건술

송은규 · 선종근 · 박상진 · 정문수

화순전남대학교병원 관절센터

One-Staged Open-Wedge High Tibial Osteotomy and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

Eun-Kyoo Song, M.D., Ph.D., Jong-Keun Seon, M.D., Sang-Jin Park, M.D., and Mun-Su Jeong, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Center for Joint Disease,
Chonnam National University Hwasun Hospital, Jeonnam, Korea

Purpose: We wanted to evaluate the clinical and radiological results of one-staged open-wedge high tibial osteotomy (HTO) and arthroscopic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction for patients with complete rupture of the ACL and concomitant varus malalignment of the lower limb.

Materials and Methods: Twenty-five patients were prospectively assessed before and 1 year after their simultaneous operation as a single procedure. The clinical assessment included the Lysholm score, the Tegner activity level scale and a physical examination. The radiological data was used to calculate the mechanical axis, the joint space, the tibial slope and the arthrometric stress test. The postoperative complications were also assessed.

Results: The Lysholm knee score and the Tegner activity level scale improved from a mean of 72.1 to 93.8 and from 1.45 to 4.65, respectively ($p < 0.05$). According to the Lachmann test and the pivot shift test for stability, improvements were made to a grade of 0 or I in most of the patients ($p < 0.05$) and the STSD with using an arthrometric device significantly improved from 8.8 mm to postoperative 2.6 mm ($p < 0.05$). The mechanical axis significantly improved from varus 6.1 degrees to valgus 0.3 degrees ($p < 0.05$). Osteoarthritis of the knee, the posterior tibial slope and the joint space did not show any significant changes ($p > 0.05$). The severity and rate of the postoperative complications were both low.

Conclusion: One-staged open-wedge HTO and ACL reconstruction produced satisfactory correction of the mechanical axis alignment and, it improved knee function. Further, the procedure had a low complication rate. It is also cost effective due to, reducing the frequency of operation and avoiding overlap of rehabilitation.

Key Words: Varus Knee, ACL insufficiency, Open-wedge High tibial osteotomy, ACL reconstruction, One-staged

서 론

내반 변형 슬관절에 전방십자인대 손상이 동반될 때에 높은 내전 운동 부하(high adduction movement)가 생기며, 내측 구획에 하중을 증가시키고 외측 인대 복합체에 과도한 스트레스를 주어, 불안정을 더욱 악화시킨다.¹⁾ 또한 부정정렬(malalignment)이 존재하는 상태에서 전방십

자인대 단독 재건술은 이식건에 과도한 부하(force)를 주어 이식건 파손(graft failure) 및 전방 불안정성이 재발하므로, 절골술을 통한 변형교정이 필수적이라 하겠다.^{2,3)}

그러나 내반 변형에 동반된 전방십자인대 손상에 대한 수술적 치료는 그 방법이 명확하지 않으며,⁴⁾ 수술기법도 쉽지 않은 것으로 알려져 있다. 특히 폐쇄성 절골술과 전

접수일 : 2009년 5월 13일, 게재확정일 : 2009년 7월 2일
교신저자 : 정 문 수

전남 화순군 화순읍 일심리 160
화순전남대학교병원 관절센터
TEL: 061-379-7676 • FAX: 061-379-7681
E-mail: taesado@naver.com

Correspondence to

Mun-Su Jeong, M.D.
Center for Joint Disease, Chonnam National University Hwasun Hospital,
160 Ilsimri, Hwasun-eup, Hwasun-gun, Jeonnam 519-809, Korea
Tel: +82,61-379-7676, Fax: +82,61-379-7681
E-mail: taesado@naver.com

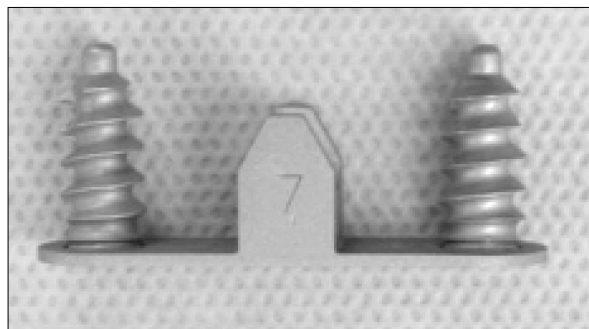


Fig. 1. This photograph shows the Aescula® open-wedge plate system; plate and screw.

방십자인대 재건술의 동시 수술이 그러한 경우이며, 동시 시행에 대해 몇몇 저자들이 제안하였으나 그 결과에 대해 만족할 만한 성과가 아직 없었다.^{1,5,6)} Lattermann과 Jakob⁷⁾은 동시 수술 시 합병증 발생률이 높았다고 보고하였으며, 이에 비해 Noyes 등⁸⁾은 폐쇄성 절골술 시행 후 9개월째에 전방십자인대 재건술을 단계적(staged)으로 시행하여 좋은 결과를 얻었다고 하였다.

이에 비해 개방형 경골 근위부 절골술은 그 술기가 쉽고 간편하며 동시 수술이 가능한 장점이 있어, 저자들은 내반 변형을 동반한 전방십자인대 손상 환자를 대상으로 Aescula® 금속판(B.Braun Aesculap, Korea)(Fig. 1)을 이용한 개방형 절골술과 전방십자인대 재건술의 동시 수술에 대하여 그 임상적, 방사선적 결과와 합병증 발생률을 알아보려고 전향적 조사를 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2004년 4월부터 2008년 3월까지 신체 검사와 자기 공명 영상 상에 전방십자인대 손상이 확인되었고, 기립 하지전장 방사선 사진 상 4° 이상의 내반 변형을 보이는 환자 25명에 대해 전방십자인대 재건술과 개방성 경골 근위부 절골술을 한번의 수술로 시행하였다(Table 1). 술 후 최소 1년 이상 경과하였으며, 남성이 21명, 여성이 4명이었다. 적응증으로 관절 운동이 정상 범위이며, 외측 구획에 골극이 없고 관절 간격이 잘 유지되는 경우, 전방 슬관절의 통증이 없으며 Merchant 검사 상 대퇴 슬개 관절 간격이 잘 유지되는 경우를 연구 대상으로 하였다. 그러나 외측 구획의 골관절염이나 외측 반월상 연골판 손상은 대상에서 배제하였다.

Table 1. Characteristics of Patient Enrolled in the Current Study

Demography	Cases
Mean age (year)	27.0 (14-51)
Gender (M/F)	21/4
Sx* duration (month)	8.2±2.13
F/U† duration (month)	18.3±6.2
Medial comp OA (grade 1)‡	6/25
Medial meniscus injury	20/25
M-A§ axis deviation	6.1°±2.4° varus

*Sx, symptom; †F/U, follow up; ‡Medial comp OA, medial compartment osteoarthritis, Kellgren Lawrence classification on simple x-ray; §M-A, mechanical axis.

평균 추시 기간은 18개월(18.3±6.2)이었으며, 임상적으로 술 전과 최종 추시 시에 Lysholm 점수, Tegner activity level scale을 측정하였고, 신체적 검사로 관절 운동 범위, Lachmann 검사, Pivot shift 검사, 전방전위 검사를 시행하였다. 방사선학적으로 관절 간격의 변화, 내반 변형 정도(역학적 축) 및 내측 관절염의 진행, 즉 내측 관절염 형성 혹은 골극의 생성에 주로 초점을 맞추어서 조사하였다. 경골 후방 경사도, 내측 불안정성, 전방 전위 정도(Telos® 기기)를 측정하였으며, 또한 술 후 합병증을 조사하였다. 수술 후에 발생하는 주요 합병증으로 주요 신경 손상, 구획 증후군, 심부 감염, 불유합, 고정 실패, 불안정성, 다양한 정도의 통증 지속에 대해서 살펴보았으며 이외에 감각 신경 손상, 표재성 감염, 운동 범위 제한, 피부 자극, 경골 고평부 골절 등에 대해서도 조사하였다.

골유합은 임상적, 방사선학적 방법을 통하여 확인하였고 술 후 4주, 8주, 12주, 6개월, 12개월에 단순 방사선 촬영을 시행하였다. 방사선 검사상 절골 부위에 가골이 관찰되고 부분 체중 부하시에 통증이 없을 경우를 임상적 유합으로 판단하였고, 가골이 치밀하게 보이고 골가교가 형성된 경우를 방사선학적 유합으로 판단하였다.

2. 수술 방법

절골술 전에 모든 환자에서 관절경을 시행하여 전방십자인대 완전 파열을 확인하고, 내측에 국한된 골관절염이나 내측 반월상 연골판 및 내측 경-대퇴 연골의 손상 여부 확인과 함께 연골판 부분 절제술 등의 필요한 처치를 시행하였다. 이후 전방십자인대 재건술을 시행하였다. 우선 재건술을 위한 터널을 만들고 동종 경골 전방건



Fig. 2. This radiographs show the preoperative antero-posterior and lateral radiography (A), the teleoroentgenography (B) and the STSD with using Telos[®] device (C); the posterior slope was 8.5°, the mechanical axis deviation was varus 7°, and the STSD was 7 mm at 20 Lbs.

을 이용한 이식건을 통과시킨 다음, 대퇴골 터널 고정용 고정버튼[Endobutton[®] CL (Smith and Nephew[®]; Andover, MA, USA)]을 통해 시행하였다. 경골부 터널은 고정하지 않은 채로 경골 터널 위치 바로 아래부위에서 절골을 시행하여 Aescula[®] 금속판틀 이용한 개방성 경골 근위부 절골술을 시행하였다. C형 투시 장치를 보면서 내측 관절면의 약 3.5 cm 하방(경골터널 직하부)에서 외측 관절면의 약 1.5 cm 하방으로(근위 경비관절 부분의 상방 1/3 지점) 비스듬히 3.0 mm 유도강선을 삽입하였고, 경골 결절을 확인한 후 절골도(chisel)를 이용하여 비스듬히 절골하여 개방형 절골 후 절골선이 경골 결절까지 연장되지 않도록 하였고 추후 절골 시에 슬개인대 손상을 예방하였다. 다음으로 Homan 견인기로 주위 연부조직의 손상을 보호하면서 oscillating saw와 osteotome으로 절골술을 시행하였다. 이 때 개방성 안정성을 유지하기 위하여 가능한 외측 피질골을 손상시키지 않는 정도(약 0.5–1 cm의 피질골을 남긴 상태)로 절골술을

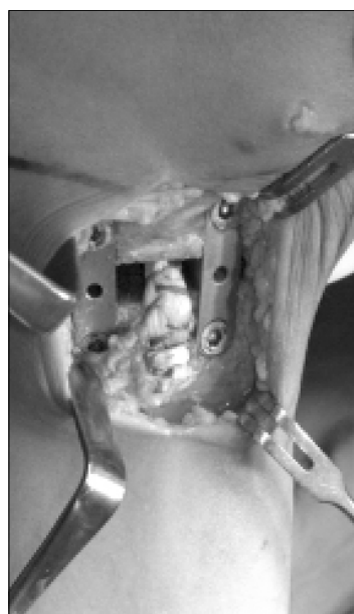


Fig. 3. This intra-operative photograph shows the ACL graft after fixation in tibial tunnel with bio-interference screw with additional staple after open-wedge HTO.

시행하였다. 특별히 고안된 three coupled 절골도를 이용하여 천천히 절골부위를 개방하였고 개방의 정도는 고관절 중심과 족관절 중심에 전기 소작기 선을 위치시키고 술 중 C형 투시 장치를 사용하여 고관절-슬관절-족관절 축이 슬관절의 중심을 지나도록 하였으며, 내측 연골 병변이 동반된 경우에는 외반 1-2°를 목표로 하였다.

이후 측경 양각기를 이용하여 절골 부위의 간격을 측정하여 삽입될 금속판의 크기를 정한 후 후·내측부에 먼저 삽입 후 두 번째 금속판은 전·내측부에 삽입하였다. 이 때 후방 경사각을 술 전과 동일하게 유지하기 위하여

전방 금속판은 후방 금속판의 약 70%가 되도록 사다리꼴 모양의 개방이 되도록 하는 것을 원칙으로 하였다.⁹⁾ 전예에서 이중골을 이용한 골이식을 시행하였다.

이후 경골 터널 위치의 전방십자인대 이식건 고정을 위해 이식건에 최대 긴장을 준 상태에서 여러 번의 운동 싸이클을 시행한 다음 경골 터널 위치에 생흡수성 간섭나사못(Linvatec®, Largo, FL, USA)을 삽입하여 고정하였다. 절골부 하방에 추가적인 staple 고정을 시행하였다 (Fig. 2-4).



Fig. 4. This radiographs show the postoperative antero-posterior and lateral radiography (A), and the teleoroentgenography (B) and the STSD after 1 year post-operation (C); the posterior slope was 9°, the mechanical axis deviation was varus 0°, and the STSD was 3 mm at 20 Lbs. (A): lateral cortex without breakage is preserved and height of anterior plate is 70% compared to posterior plate to prevent increase of the posterior slope. In addition, well placed Endo-button is shown.

3. 술 후 재활

단독 개방성 절골술과 동일한 방법으로 수술 후 1일째부터 슬관절 보조기 착용하에 전 범위 관절 운동을 시행하였으며, 대퇴사두근 강화 운동을 위해 등척성 운동(isometric exercise)을 시행하였다. 환자의 상태가 허락되는 대로 무체중 부하 목발 보행을 실시하였으며, 술 후 8주에 임상적 유합이 확인된 경우에 부분 체중 부하 목발 보행을 시행하였고, 방사선 검사상 골유합이 확인된 경우에는 완전 체중 부하를 허용하였다. 스포츠 활동으로 복귀는 적어도 9개월 후에 대퇴사두 근력이 양호 이상이고 안정된 슬관절을 회복하였을 때에 권하였다.

4. 통계

통계방법으로는 Wilcoxon signed rank test, Chi-square test을 시행하였고, 유의수준은 0.05 ($p < 0.05$)로 검정하였다.

결 과

1. 임상적 평가

관절운동은 술 전, 후에 전 예에서 정상범위였으며, Lysholm 점수는 평균 72.1 ± 6.1 에서 93.8 ± 4.5 점으로, Tegner activity level scale은 1.45 ± 0.8 에서 4.65 ± 1.1 로 의미 있게 호전되었다($p < 0.05$). 안정성 평가에서 Lachmann 검사 및 Pivot shift 검사상 술 후 대부분 grade 0 혹은 I 로 의미 있게 호전되었으며(Chi-square test, $p < 0.05$)(Table 2), Telo[®] 기기(20 Lbs)를 이용한 양슬관절 전방전위 차이도 술 전 8.8 ± 4.6 mm에서 술 후 2.6 ± 2.0 mm로 의미있게 향상되었다($p < 0.05$).

2. 방사선적 평가

모든 예에서 술 후 12주에 방사선학적으로 골유합을 확인할 수 있었다. 술 전 Grade I (Kellgren Lawrence

classification)의 내측 관절염 소견을 보였던 6예에서 더 이상의 관절염 진행은 없었으며, 역학적 축의 변이는 평균 내반 $6.1^\circ \pm 2.4^\circ$ 에서 외반 $0.3^\circ \pm 2.0^\circ$ 로 의미있게 교정되었고($p < 0.05$), 경골 후방 경사도는 평균 $10.3^\circ \pm 3.7^\circ$ 에서 $10.6 \pm 3.9^\circ$ 로 의미있는 변화는 없었다($p > 0.05$). 관절 간격은 평균 내측 3.55 ± 0.8 mm에서 3.84 ± 0.9 mm로, 외측 5.75 ± 0.9 mm에서 5.6 ± 1.1 mm로 의미 있는 변화가 없었다($p > 0.05$)(Table 3). 내측 불안정성을 보이는 경우는 한 예에서도 관찰되지 않았다.

3. 동반 시술

관절경 상 내측 대퇴 연골 손상이 Outerbridge grade II 이상 소견을 보이거나 내측 반월상 연골 부분 절제술 혹은 봉합술을 시행했던 경우가 22예로 88%였으며, 외측 측부 인대 및 관절낭 손상이 동반되어 수술적 치료를 시행한 경우가 3예였다.

4. 합병증

경골 전·외측 부위의 감각 저하로 인하여 환자가 불편을 호소한 경우가 3예, 금속판으로 인해 피부 자극을 호소한 경우가 1예였으며 이 경우에 금속판 제거술을 시행하여 증상이 호전되었다. 불유합이나 고정 소실, 경골 고정부 골절 및 심부 감염은 관찰되지 않았다.

고 찰

관절 연골의 손상이 존재한 상태에서 내반 변형이 동반된 단독 전방십자 재건술은 관절염의 발생을 촉진시킬 수 있으며,^{10,11)} 또한 이식건에 과도한 부하(force)를 주어 이식건 파손 및 전방 불안정성이 재발하므로, 절골술을 통한 변형교정이 필수적이라 하였다.^{2,3)} van de Pol 등⁴⁾

Table 2. Stability Test Evaluated by Lachmann and Pivot Shift Test

Grade	Lachmann test		Pivot-shift test	
	Preop.	Postop.	Preop.	Postop.
0	1	18	0	19
I	4	7	16	6
II	16	0	8	0
III	4	0	1	0

Table 3. Radiological Results Evaluated by Mechanical Axis Deviation, Medial and Lateral Joint Space and Posterior Slope

	Preop.	Postop.	p-value*
Mechanical axis deviation	$6.1^\circ \pm 2.4^\circ$	$-0.3^\circ \pm 2.0^\circ$	0.001
Joint space			
Medial	3.6 ± 0.8	3.8 ± 0.9	0.11
Lateral	5.8 ± 0.9	5.6 ± 1.1	0.36
Posterior tibial slope	$10.3^\circ \pm 3.7^\circ$	$10.6^\circ \pm 3.9^\circ$	0.70

*, indicate $p < 0.05$ (Wilcoxon signed rank test); (-), indicate valgus angle.

은 사체연구를 통해 내반 변형과 전방십자인대 긴장력이 직접적인 관계가 있으며, 전방십자인대 절손시에 외측 열림(lateral opening)의 정도가 증가되는 경향이 있다고 하였으며, lateral opening을 증가시킴으로써 내반 쏠림(varus thrust)이 관찰될 수 있음을 실험적으로 증명하였다. 이런 이유로 내반 쏠림을 동반한 불안정 전방 십자인대 손상 슬관절에서 전방십자인대 재건술의 실패를 최소화하기 위해 절골술을 시행하는 것이 안전한 방법이며, 이를 통해 내측 구획의 부하와 내반 쏠림을 감소시켜 줄 수 있고, 전방십자인대 재건술의 결과도 향상시킬 수 있다.^{8,12)}

경골 근위부 절골술은 폐쇄형과 개방형이 있으며, 폐쇄형은 후방 경사각을 감소시키는 장점이 있으나 술기가 어렵고 내반 쏠림 움직임에 대하여 능동적, 수동적으로 안정화시키는 구조물인 후외방 인대의 손상을 야기할 수 있다는 단점이 있다.¹³⁾

내측 개방형 경골 근위부 절골술은 근위부 경-대퇴 관절을 보존할 수 있고,³⁾ 비골의 상부 전위를 방지하여 후외방 인대에 정상 긴장감이 유지되어 내반 쏠림을 방지할 수 있으며, 또한 경골 내측부의 골을 회복시켜 변형을 교정함으로써 해부학적 골 형태를 유지하여 추후에 인공 슬관절 전치환술도 용이하다는 장점이 있다. 또 술기 자체가 쉽고 간단하며, 내측부 인대의 정상 긴장도를 회복할 수 있고, 비골 절골술 또는 근위부 경비관절 해리술이 필요없어 비골 신경 합병증이 없으며, 다른 술식과 동시 수술이 가능하다는 장점도 있다. 또한, 관상면 및 시상면에서의 교정이 쉬워 현재 널리 시행되고 있다.¹⁴⁾

반면 내측 개방형 경골 근위부 절골술은 골이식과 장기간의 체중 부하를 제한해야 하며, 경골 후방 경사각이 증가될 수 있다는 단점이 있다. 해부학적으로 경골의 근위

부는 삼각형 모양의 3차원적 구조로 되어 있으며, 이로 인하여 개방형 경골 근위부 절골술은 관상면과 시상면에서 역학적 축의 변화가 발생하게 된다. 특히 시상면에서 사다리꼴 개방이 아닌 직사각형 개방을 시행하였을 때 후방 경사각을 증가시킨다고 하였다.^{15,16)} 이로 인해 슬관절의 kinematics, 안정성, 관절 접촉면의 압력에 영향을 줄 수 있다고 하였다.^{15,17-19)} 따라서 경골 후방 경사각이 증가되지 않도록 많은 주의를 기울여야 한다.²⁾ 저자들은 원래의 후방 경사도를 유지하기 위해서 3차원 컴퓨터 가상수술을 통해 근위 경골 조면 뒤부분의 전·내방 피질 골에서 전방 개방 간격은 가장 후·내방 구석의 후방 개방 간격의 약 67%가 되어야 함을 보고하였다.⁹⁾ 본 연구에서도 전·후방의 Aescula[®] 금속판의 높이를 달리하여 경골 후방 경사각을 술 전 평균 $10.3^{\circ} \pm 3.7^{\circ}$ 에서 술 후 $10.6^{\circ} \pm 3.9^{\circ}$ 로 거의 변화가 없이 유지함으로써 이식건에 별다른 부하를 증가시키지 않았을 것이며, 내반 변형의 교정을 통해 이식건의 부하를 감소시켜 인대 재건술의 성공률을 높일 뿐만 아니라 인대 재손상 방지도도 중요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 Aescula[®] 금속판은 고정 나사의 크기(10-25 mm)가 작아서 인대 재건술과 동시 시행 시 이식건의 삽입에 영향을 주지 않으며, 기존의 금속판에 비하여 그 크기가 작고 금속판의 두께가 얇아서 유연하여 연부 조직의 손상을 최소화할 수 있고, 개방면의 전·후방에 2개의 금속판을 통한 삼중점 고정에 의해 보다 안정된 고정을 시행할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 경골 터널위치 바로 아래 부위에서 절골술을 시행하였으며 이후 절골 부위 고정과 함께 이식건 터널 고정을 시행하여 동시 술식에 큰 어려움은 없었다.

여러 저자들은 절골술과 전방십자인대 재건술을 동시

Table 4. Comparative Study of Complication Rate

	Major cx [§]	Minor cx	Total
Lattermann's study (8): sim. combined*	Graft rupture: 2 DVT: 1	Immediate cx: 3	75%
Noyes' study (19): staged op. [†]	No	Internal fixation loss: 1 Fibular painful nonunion: 2	16%
Our study (25): open+ACL [†]	No	Hypesthesia: 3 Skin irritation: 1	16%

*, One-staged operation is closed-wedge HTO and ACL reconstruction; [†], Firstly, closed-wedge HTO is done, and ACL reconstruction is followed after 9 months; [‡], One-staged operation is open-wedge HTO and ACL reconstruction; [§], Complication.

에 병합(combined procedure)하여 시행하였을 때 높은 합병증의 발생을 보고하였다. Lattermann과 Jakob⁷⁾은 8명의 환자에서 이식전 파열 2예, 심부 정맥 혈전증 1예 등 5명에서 6개의 합병증이 발생하였다고 하였다. 이렇게 높은 합병증이 발생하는 이유로 수술 술기가 고난이도이며, 술기에 대한 이해 부족과 미숙함을 들었다. Dejour 등⁶⁾은 50명중 2명에서 재절골술이 필요하였고, 관절 강직이 2예, 경미한 합병증이 16예가 발생하였다고 하였다. Badhe와 Forster³⁾은 14예 중 2예에서 불안정성이 남아있었고 그 중 한 예에서 심각한 감염이 발생하였으며 35%에서 수술 후 통증이 지속되었다고 하였다. 그래서 Noyes 등⁸⁾은 술 후 염증이나 불유합 등의 심각한 합병증 발생을 줄이기 위해 폐쇄성 절골술 시행 후 9개월째에 전방십자인대 재건술을 단계적으로 시행하여 주요 합병증의 발생을 방지하였으며, 경미한 합병증 발생만을 보고하였다.

본 저자들의 동시 수술 방법에서 합병증 발생률이 Noyes 등의 단계적 수술 방식과 비슷한 결과(16%)를 보였고(Table 4), 주요 합병증은 없었으며 모두 경미한 합병증만이 발생하였다. 그러나 저자들의 연구는 한번의 수술로 환자의 심리적인 부담과 수술 및 비용을 줄일 수 있었고, 재활 기간의 중복을 피할 수 있었으며, 두 번째 수술을 위한 9개월 가량의 대기시간이 필요치 않는 장점이 있었다.

결 론

내반 변형을 동반한 전방십자인대 손상 슬관절에서 전방 십자인대 재건술과 동시에 시행한 개방형 경골 근위부 절골술은 하지 정렬의 회복과 후방 경사각을 유지할 수 있었고, 만족할 만한 슬관절 기능을 얻었으며, 주요 합병증 발생도 거의 없는 안전한 술식이다. 또한 수술 회수와 비용을 줄일 수 있으며, 재활 기간의 중복을 피할 수 있어 효과적인 수술 방법으로 권할 수 있겠다. 역학적인 관점에서 관절염의 진행이나 인대의 재파열의 발생이 아주 낮을 것으로 사료되며 향후 장기 결과가 좋을 것으로 예상된다.

참고문헌

1. Noyes FR, Barber SD, Simon R. High tibial osteotomy and ligament reconstruction in varus angulated, anterior cruciate ligament-deficient knees. A two- to seven-year follow-up study. *Am J Sports Med.* 1993;21:2-12.
2. Giffin JR, Shannon FJ. The role of the high tibial osteotomy in the unstable knee. *Sports Med Arthrosc.* 2007;15:23-31.
3. Badhe NP, Forster IW. High tibial osteotomy in knee instability: the rationale of treatment and early results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2002;10:38-43.
4. van de Pol GJ, Arnold MP, Verdonchot N, van Kampen A. Varus alignment leads to increased forces in the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 2009;37:481-7.
5. Holden DL, James SL, Larson RL, Slocum DB. Proximal tibial osteotomy in patients who are fifty years old or less. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:977-82.
6. Dejour H, Neyret P, Boileau P, Donell ST. Anterior cruciate reconstruction combined with valgus tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;299:220-8.
7. Lattermann C, Jakob RP. High tibial osteotomy alone or combined with ligament reconstruction in anterior cruciate ligament-deficient knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996;4:32-8.
8. Noyes FR, Barber-Westin SD, Hewett TE. High tibial osteotomy and ligament reconstruction for varus angulated anterior cruciate ligament-deficient knees. *Am J Sports Med.* 2000;28:282-96.
9. Song EK, Seon JK, Park SJ. How to avoid unintended increase of posterior slope in navigation assisted open-wedge high tibial osteotomy. *Orthopedics.* 2007;30 Suppl:127-31.
10. Fried JA, Bergfield JA, Weiker G, Andrich JT. Anterior cruciate reconstruction using the Jones-Ellison procedure. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:1029-33.
11. Bartlett RJ, Crowe R. Results of intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction using patellar ligament. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66:788.
12. Insall JN, Joseph DM, Msika C. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:1040-8.
13. Noyes FR, Schipplein OD, Andriacchi TP, Saddemi SR, Weise M. The anterior cruciate ligament-deficient knee with varus alignment. An analysis of gait adaptations and dynamic

- joint loadings. *Am J Sports Med.* 1992;20:707-16.
14. **Marti RK, Verhagen RA, Kerkhoffs GM, Moojen TM.** Proximal tibial varus osteotomy. Indications, technique, and five to twenty-one-year results. *J Bone Joint Surg Am.* 2001; 83:164-70.
 15. **Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL, Harner CD.** Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med.* 2004;32:376-82.
 16. **Hohmann E, Bryant A, Imhoff AB.** The effect of closed wedge high tibial osteotomy on tibial slope: a radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:454-9.
 17. **Marti CB, Gautier E, Wachtl SW, Jakob RP.** Accuracy of frontal and sagittal plane correction in open-wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy.* 2004;20:366-72.
 18. **Lobenhoffer P, Agneskirchner JD.** Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003;11:132-8.
 19. **Agneskirchner JD, Hurschler C, Stukenborg-Colsman C, Imhoff AB, Lobenhoffer P.** Effect of high tibial flexion osteotomy on cartilage pressure and joint kinematics: a biomechanical study in human cadaveric knees. Winner of the AGA-Donjoy Award 2004. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004;124: 575-84.

= 국문초록 =

목 적: 하지의 내반 변형이 동반된 전방십자인대 완전 파열 환자를 대상으로 개방형 경골 근위부 절골술과 관절경적 전방십자인대 재건술을 동시에 시행하여 그 임상적, 방사선학적 결과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 동시에 한번의 수술로 시행하여 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 25예를 대상으로 전향적으로 조사하였다. 술 전 · 후에 임상적으로 Lysholm 점수, Tegner activity level scale, 이학적 검사를, 방사선학적으로 내반 변형 정도, 관절 간격, 경골 후방 경사도, 스트레스 전방 전위 검사를 하였으며, 술 후 합병증을 조사하였다.

결 과: Lysholm 점수와 Tegner activity level scale은 각각 평균 72.1에서 93.8점으로, 1.45에서 4.65로 의미있게 호전되었다($p < 0.05$). 안정성 평가에서도 Lachmann 검사 및 Pivot shift 검사상 술 후 대부분 grade 0 혹은 I 로 의미 있게 호전되었으며($p < 0.05$), 스트레스 기기를 이용한 양슬관절 전방 전위 차이도 술 전 8.8 mm에서 술 후 2.6 mm로 의미있게 향상되었다($p < 0.05$). 역학적 축은 내반 6.1도에서 외반 0.3도로 의미있게 교정되었다. 슬관절염, 경골 후방 경사도, 내측 관절 간격은 의미있는 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 합병증 발생률과 중등도가 모두 낮았다.

결 론: 동시에 시행한 개방형 경골 근위부 절골술과 전방십자인대 재건술은 만족할 만한 하지 정렬의 교정과 향상된 슬관절 기능을 얻었으며, 낮은 합병증 발생률을 보였다. 또한 비용 절감 및 수술 회수와 술 후 재활기간의 중복을 피할 수 있어 효과적인 수술 방법으로 생각된다.

색인 단어: 내반 변형 슬관절, 전방십자인대 파열, 개방형 경골 근위부 절골술, 전방십자인대 재건술, 동시에