

슬관절 내측 구획 골관절염에서 개방형 경골 근위 절골술의 고정 기기에 따른 임상적 결과: 잠김나사 금속판과 삽입형 금속판의 비교

이주홍 • 박 혁[✉] • 고종현

전북대학교 의학전문대학원 정형외과학교실, 전북대학교병원 임상시험센터

Clinical Results after Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy in Medial Compartment Osteoarthritis of the Knee: TomoFix[®] versus Aescula[®] Plates

Ju Hong Lee, M.D., Hyuk Park, M.D. [✉], and Jong Hyun Ko, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonbuk National University Medical School,
Chonbuk National University Hospital Clinical Trial Center, Jeonju, Korea

Purpose: The purpose of this study was to compare the clinical and radiologic results of medial open wedge high tibial osteotomy (HTO) using either TomoFix[®] plate (group A) or Aescula[®] plate (group B) in patients with medial compartment osteoarthritis.

Materials and Methods: Sixty-four consecutive patients who underwent HTO for medial compartmental osteoarthritis from 2008 were included. Mean follow-up duration was 37.1 months. Twenty men and 44 women with a mean age of 50 years (range, 41 to 62 years) were divided into group A (locking plate, n=20) and group B (spacer plate, n=44). Clinical results were evaluated using knee society rating system (KSS) and Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC). Radiological results were obtained by measuring the mechanical axis, posterior tibial slope, and medial joint space width preoperatively, 3 months postoperatively, and at the final follow-up.

Results: In overall patients, the mechanical axis was corrected from $7.8^{\circ} \pm 2.4^{\circ}$ of varus preoperatively to $1.9^{\circ} \pm 2.2^{\circ}$ of valgus 3 months after HTO. At the final follow-up, the mechanical axis was to $2.1^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$ of valgus which showed no statistical difference in group A. However, loss of correction was observed at the final follow-up, at $0.1^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$ of valgus angulation in group B. The increase of the posterior tibial slope was significantly greater in group A than group B. The joint space width in both groups was improved at last follow-up. All clinical results showed improvement after HTO, with significantly improved KSS and WOMAC scores ($p < 0.001$).

Conclusion: The overall clinical results after HTO for medial compartment osteoarthritis were satisfactory. A group of spacer plates needed for prolonged protective weight bearing and locking plate was effective in maintenance of correction.

Key words: knee, medial compartment osteoarthritis, open wedge high tibial osteotomy, spacer plate, locking plate

서론

근위 경골 절골술은 비교적 젊고 활동적인 환자에 있어서 슬관절의 내측 구획에 국한된 퇴행성 관절염의 중요한 치료 수단으로서 역학적 축을 병변이 존재하는 내측 구획에서 관절염에 이환되지 않은 외측 구획으로 이동시켜 체중부하의 재분배를 통해 동통

Received November 6, 2013 Revised February 24, 2014

Accepted May 30, 2015

[✉]Correspondence to: Hyuk Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonbuk National University Medical School, 20 Geonji-ro, Deokjin-gu, Jeonju 54907, Korea

TEL: +82-63-250-1760 FAX: +82-63-271-6538 E-mail: hyukpark@jbn.u.ac.kr

완화와 관절염 진행의 지연을 목표로 한다.^{1,2)} 근위 경골 절골술은 적절한 환자의 선택, 정확한 교정각의 성취, 그리고 고정기기 및 수술 술기의 발전으로 임상적 결과가 향상되고 있으며,^{3,4)} 절골술 후 관절연골 병변이 연골양 조직으로 치유되기도 한다.⁵⁾ 또한 근위 경골 절골술의 10년 이상 장기 추사에서 만족스러운 임상적 결과들을 보이고 있다.⁶⁾

개방형 근위 경골 절골술은 정확한 교정각을 얻고 비골 절골술이나 근위 경비골 관절의 해리에 따른 합병증이 없으며 향후 관절염 진행으로 슬관절 전치환술로의 전환이 용이하다고 알려져 많이 시행되고 있지만^{7,8)} 지연유합, 불유합 또는 교정 소실 등의 합병증들이 보고되고 있다.⁹⁾ 근위 경골 절골술의 합병증을 줄이고 임상적 결과를 높이기 위해 절골부에 대한 여러 가지 고정기가 소개되고 있으며 최근 사용되는 금속판들의 생역학적 연구는^{10,11)} 물론 그와 관련된 임상적 결과들이 보고되고 있다.^{12,13)}

본 연구에서는 잠김나사 금속판(TomoFix®; Mathys, Bettlach, Switzerland)과 삽입형 금속판(Aescula®; B. Braun Korea, Seoul, Korea) 사용에 따른 임상적 결과 및 교정각 유지에 차이가 없다는 가설하에 두 고정기기 간의 방사선 및 임상적 결과를 비교하였다.

대상 및 방법

2008년부터 2011년까지 내반 변형이 있는 내측 구획 퇴행성 슬관절염(degenerative osteoarthritis)에 대해 개방형 경골 근위 절골술을 실시하고 최소 2년 이상 추시가 가능했던 64예를 대상으로 한 후향적 연구로, Aescula® plate를 사용한 환자는 44예(B군), Tomo-Fix®를 사용한 환자는 20예(A군)였다. 남자가 20예(31.3%), 여자가 44예(68.8%)였고, 평균 나이는 50세(41-62세)였으며, 평균 추시기간은 37.1 ± 6.8 개월이었다. 두 군 간의 나이, 성별, 그리고 체질량지수(body mass index, BMI)에서 유의한 차이는 없었다(Table 1).

술 전 교정각 측정은 체중부하 장하지 방사선 사진에서 경골 고평부의 내측으로부터 경골 너비의 약 62%에 해당하는 점을 기준으로 대퇴골두 중심을 연결하는 선과 경골-거골 관절의 중심을 연결한 두 선이 이루는 각을 교정각으로 한 Dugdale의 방법¹⁴⁾으로 하였다(Fig. 1). 수술 중 교정각의 확인은 주로 과교정을 방지하기 위해 시행하였고, 육안과 영상증폭장치(C-arm)하에 금속 지침자를 이용하였다. 대부분 수술 전에 계획한 교정각에 따라

교정하였으나 육안상 전상 장골극(anterior superior iliac spine)과 발목의 중심을 연결한 선을 기준으로 과도한 외반 교정이면 교정각을 조정하였는데, 이때 외측 경골극의 바로 외측에 금속 지침자가 위치하는지 C-arm으로 확인하였고 교정각을 줄이는 경우 비체중부하 상태인 점을 고려하여 경골 너비의 최소 50%보다는 외측에 위치하도록 하였다. 일반적으로 경골 너비의 약 62%는 외측 경골극의 바로 외측이며 3°-5° 외반의 역학적 축, 그리고 8°-10° 외반의 대퇴-경골각에 해당한다.

모든 환자에서 절골술 시행 전 관절경으로 관절내 병변을 확인하였고, 관절연골상태는 Outerbridge classification을 따랐다.¹⁵⁾ 관절경상에서 Outerbridge grade IV인 경우 미세절골술을 시행하였다. 경골극과 경골의 후방경계의 중간 부위에 종절개 후 내측측 부인대를 노출시키고 원위부까지 골막하에서 들어올려(perosteal elevation) 이완(release)을 시행하였다. 전체 예에서 내측측부인대가 완전 박리(detach)된 환자는 없었으며, 슬괵건은 상부 약 1/2이 절제되었고, 수술 후 봉합하였다. B군에서는 경골건 부착부의 근위부로 C-arm하에 관절면에서 약 2.5 cm 원위부에 한 면(uniplane) 절골술을 시행하였다. A군에서는 B군에 비해 절골부 근위부에 보다 많은 나사고정을 시행하기 위해 C-arm하에 관절면에서 약 3 cm 원위부에 절골을 시행하였고, 슬개건 부착부 보존을 목적으로 두 면(biplane) 절골술을 시행했다. A군과 B군 전체 예에서 절골부에 동측 장골로부터 피질-해면질골을 후내측과 전내측

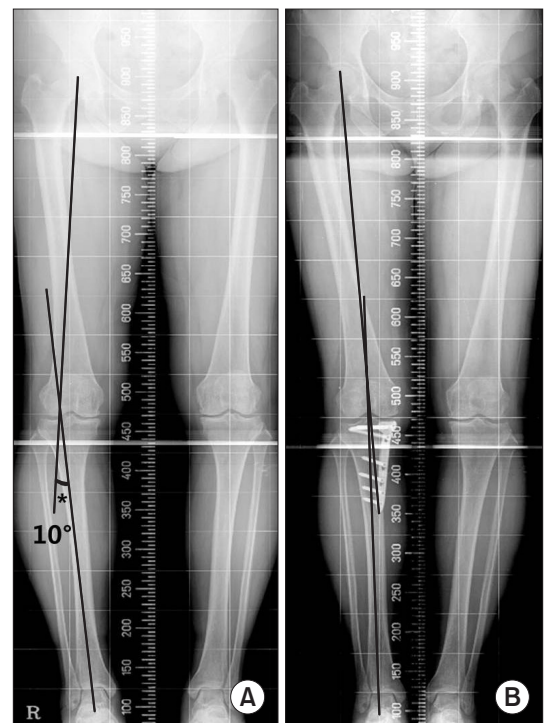


Figure 1. (A) The angle (*) formed by lines drawn from this coordinate to the center of the femoral head and talar dome is corrected. (B) The limb alignment was corrected by high tibial osteotomy with locking plate.

Table 1. Demographic Data of the Two Groups

Variable	Group A (n=20)	Group B (n=44)	p-value
Age (yr)	52.4±6.9	51.2±6.0	0.79
BMI (kg/m ²)	29.0±3.8	27.1±3.6	0.65
Sex (female case)	15 (0.75)	29 (0.66)	0.57

Values are presented as mean±standard deviation or number (%). Group A, TomoFix® group; Group B, Aescula® group; BMI, body mass index.

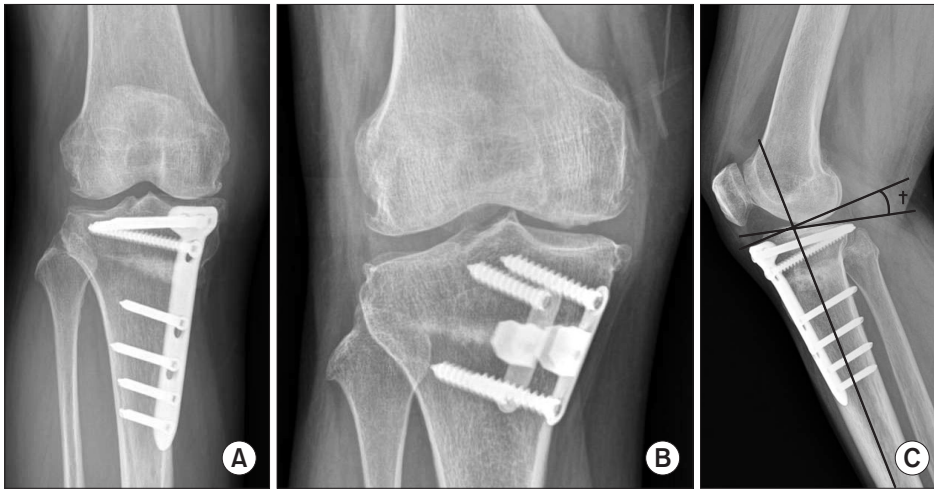


Figure 2. Long locking plate (A) and short spacer plate (B) were used for high tibial osteotomy. The locking plate used at least four proximal and distal screws. The spacer plate used 2 plates for anteromedial and posteromedial support. (C) Posterior tibial slope (θ) formed by axis of tibia and tibial plateau.

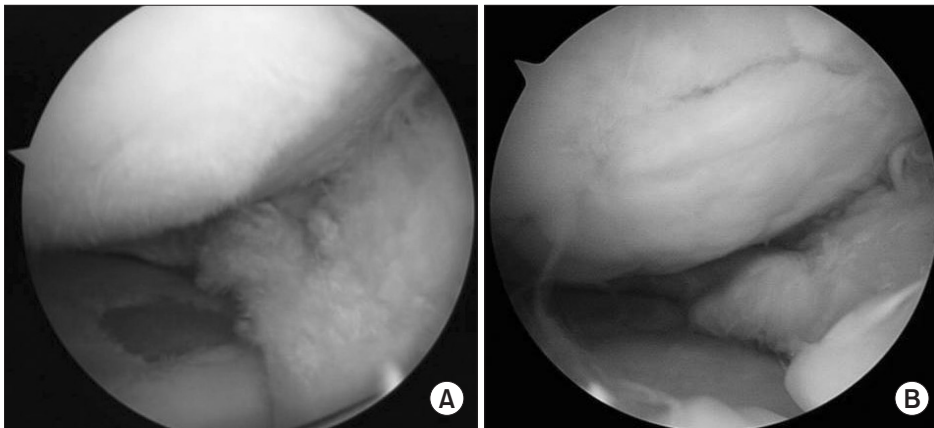


Figure 3. (A) Cartilage lesion (Outerbridge grade IV) was shown at initial arthroscopy. (B) Cartilage lesion was completely healed on second-look arthroscopy.

에 삽입하였고, 술 전과 동일한 경골 후방 경사도를 유지하기 위해 전내측과 후내측 이식골의 높이의 비를 0.68이 되게 하였으며, 나머지 빈 공간은 자가 또는 동종 해면골, tri-calcium phosphate (choronOS wedge, semicircular; Synthes, Solothurn, Switzerland)로 충전했다.

술 후 처치는 수술 직후부터 관절운동과 하지직거상 운동을 시행하였으며, 절골술 시행 시 내측반월연골판 후각부 방사형 파열로 봉합술을 시행한 경우에 한해서는 술 후 3주부터 관절운동을 시행하였다. 체중부하는 술 후 3주가 경과하면 신전위로 슬관절 보조기 착용하에 허용하였으나 관절연골 결손부에 대한 미세골절술 시행과 반월연골판 봉합술을 시행받은 환자는 술 후 6주부터 부분 체중부하를 시작하였다. 완전 체중부하의 가능시기는 B군에서 술 후 3개월 전후에 가능하였고, A군에서 대부분 술 후 2개월에 가능하였다.

양 군의 임상적 결과는 최종 추사에서 knee society rating system (KSS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)를 비교하였다. 수술 중 발생한 경골 외측 피질골 증첩부 골절은 C-arm을 통해 확인하였고 Takeuchi 분류¹⁶⁾에 따라 I형은 골절선이 외측 피질골로 연장된 경우, II형은 골절

선이 하부 피질골로 연장된 경우, 그리고 III형은 골절선이 경골 고평부로 연장된 경우로 하였다. 수술 후 합병증은 의무 기록을 통해 감염, 심부정맥혈전, 외측 구획 관절염, 슬관절 전치환술로의 전환 등을 확인하였고 술 후 3개월 방사선 사진에서 골유합 소견이 없으면 지연유합, 6개월째 방사선 사진에서 골유합이 없으면 불유합이라고 정의하였다.

방사선적 평가는 술 전, 술 후 3개월, 6개월 및 마지막 추사에서 시행한 체중부하 장하지 방사선 사진, 체중부하 슬관절 전후방 및 측면 방사선 사진을 통해 골유합까지의 기간, 경골 후방 경사도(Fig. 2), 내측 구획 관절 간격, Insall-Salvati 비율을 확인하였으며 역학적 축을 기준으로 술 후 및 최종 추에서의 교정각 차이를 교정 소실각으로 하였다. 금속판의 종류, 성별, 나이, BMI, 흡연 및 술 전 내반각과 교정 소실각 사이의 연관성을 분석하였다.

고정 기기를 제거하면서 총 36예(56.3%; B군 25예, A군 11예)에서 이차 관절경이 가능하였으며 이 중 B군 17예, A군 6예로 전체 23예(63.9%)에서 절골술 당시 미세 천공술을 시행하였다. 이차 관절경 시야에서 내측 구획의 관절연골이 회복된 정도를 완전치유, 불완전치유 및 치유 실패로 나누어 평가하였다(Fig. 3).

연구 자료의 통계 분석은 SPSS ver. 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL,

Table 2. Factors Associated with Correction Loss after Open Wedge High Tibial Osteotomy

Factor	Correction loss	p-value
Plate		<0.01
Group A	0.8±0.6	
Group B	2.1±2.1	
Sex		0.86
Male	1.8±2.5	
Female	1.3±1.7	
Age (yr)		0.40
≥50	1.6±1.9	
<50	1.4±2.1	
BMI		0.65
≥30	1.7±2.3	
<30	1.4±2.3	
Smoking		0.71
Yes	1.5±1.6	
No	1.4±2.8	

Values are presented as mean±standard deviation. Group A, TomoFix® group; Group B, Aescula® group. BMI, body mass index.

USA) 프로그램을 이용하였으며, 통계적 방법으로 금속판의 종류, 성별, 나이, BMI와 흡연에 대해 Student t-test를 사용하여 양 군 간의 차이를 분석하였고, 술 전 내반각에 대해 Pearson correlation test를 사용하여 교정 소실각과의 연관성을 분석하였다. 관찰자 간 및 관찰자 내의 신뢰도를 확인하기 위해 방사선 결과를 3명의 검사자가 2주 간격으로 3회 측정하였고, 급간 상관계수(intra-class correlation coefficient, ICC)를 확인하였다.

본 연구는 전북대학교병원 생명의학연구윤리심의위원회(Institutional Review Board)의 승인을 받고 시행되었다.

결 과

KSS 슬관절 점수는 술 전 54.0±11.7점에서 94.4±5.6점으로, 기능 점수는 53.1±14.3점에서 86.3±8.1점으로 향상되었고($p<0.001$), WOMAC 점수는 술 전 77.2±15.0점에서 5.5±3.4점으로 호전되었으며($p<0.001$) 두 군 간의 임상적 결과는 유의한 차이가 없었다($p=0.573$).

방사선적 결과에서 전체 환자의 수술 전 역학적 축은 내반 7.8°±2.4°에서 술 후 3개월째 외반 1.9°±2.2°로 교정되었고, 평균 교정 각은 외반 9.7°±2.1°였다. B군에서 역학적 축은 술 전 내반 7.7°±2.3°에서 술 후 3개월은 외반 2.0°±2.1°로 교정되었으나 최종 추사에서 외반 0.1°±3.1°로 교정 소실이 있었다($p<0.001$). A군에서 역학적 축은 술 전 내반 8.2°±2.7°에서 술 후 3개월째 외반 2.1°±4.4°

Table 3. Radiological Results after High Tibial Osteotomy

Variable	Group A	Group B	p-value
Correction angle (°)	9.8±2.8	9.6±2.7	0.82
Correction loss angle (°)	0.1±0.6	2.1±2.1	<0.01
Increased posterior tibial slope (°)	5.9±1.8	3.6±2.3	<0.02
Insall-Salvati ratio	0.96±0.12	0.98±0.16	0.686
Bony union (mo)	6.4±1.9	6.6±1.9	0.57

Group A, TomoFix® group; Group B, Aescula® group.

로 교정되었고 최종 추사에서 외반 2.1°±3.1°를 보였다($p=0.40$). 교정소실 정도와 성별, 나이, BMI 및 흡연과의 연관성 분석에서 통계적 유의성은 없었고(Table 2) 교정소실 정도와 술 전 내반각과의 연관성 분석에서도 유의한 차이는 보이지 않았다($p=0.23$).

후방경사도는 A군에서 술 전 8.0°±1.8°에서 술 후 13.9°±4.3°로, B군은 술 전 8.7°±2.3°에서 술 후 12.3°±3.9°로($p<0.001$) 두 군 모두 증가하였으나($p<0.001$) A군에서 B군에 비해 후방경사도의 유의한 증가를 보였다($p=0.02$) (Table 3). 내측 관절 간격은 A군에서 평균 3.1±0.9 mm에서 3.7±0.9 mm로, B군은 술 전 평균 3.2±0.9 mm에서 평균 3.7±1.2 mm로($p=0.02$) 호전되었고 두 군 간의 유의한 차이는 없었다($p=0.03$). 슬개골의 위치를 평가한 Insall-Salvati 비율은 A군에서 술 전 0.99±0.13에서 술 후에 0.96±0.12, B군은 술 전 0.99±0.16에서 술 후 0.98±0.16으로 두 군 간의 유의한 차이는 없었다($p=0.686$). 골유합까지 기간은 A군은 6.4±1.9개월, B군은 6.6±1.9개월로 두 군 간의 유의한 차이는 없었다($p=0.57$) (Table 3).

이차 관절경 검사에서 관절연골의 치유 결과는 A군에서 완전한 치유가 6예(54.5%), 불완전 치유 3예(27.3%), 치유가 없었던 2예(18.2%)가 관찰되었고, B군에서 완전한 치유가 14예(56.0%), 불완전 치유 7예(28.0%), 치유가 없었던 4예(16.0%)가 관찰되어, 양 군 간의 유의한 차이는 보이지 않았다($p=0.47$). 또한 미세골절술을 시행했던 23예에서는 완전한 치유가 12예(52.2%), 불완전 치유 7예(30.4%), 치유 실패 4예(17.4%)가 관찰되었다.

합병증으로 경골 피질골 중첩부 골절은 Takeuchi 분류상 A군에서 I형이 2예(10%), B군에서 I형이 3예(6.8%), III형이 2예(4.5%) 관찰되었다. A, B군에서 표재성 연부조직 감염이 1예씩 발생하여 변연절제술을 시행하였다. B군에서 불유합에 따른 붕괴가 1예 있어 골이식 시행 후 잠김나사 금속판으로 고정하였고, A군에서 불유합에 따른 붕괴(collapse)는 없었다. 그 외에 신경이나 혈관손상, 심부정맥혈전증과 관절염의 진행으로 인한 슬관절 인공관절 전치환술로의 전환은 없었다. 전반적인 합병증 발생률에 양 군 간의 유의한 차이는 없었다($p=0.46$).

방사선적 결과에 대한 관찰자 내 신뢰도는 ICC가 0.991, 관찰자 간 신뢰도는 ICC가 0.994로 높은 신뢰도를 보였다.

고 찰

본 연구에서 개방형 근위 경골 절골술 시행 후 3개월째 역학적 축의 교정각은 $9.7 \pm 2.1^\circ$ 였다. 목표 교정각을 수술 후 역학적 축 외반 3° 로 했을 경우 목표 교정각과의 차이는 $1.2^\circ \pm 2.2^\circ$ 였다. Hankemeier 등¹⁷⁾은 개방형 절골술이 절골 후 개방 정도에 따라 교정각을 미세하게 조절할 수 있어 폐쇄형 절골술보다 목표 교정각을 얻을 수 있다고 보고하였으며, 개방형 절골술에서 목표 교정각과 실제 교정각이 $1.7^\circ \pm 1.6^\circ$ 차이를 보였고, 폐쇄형 절골술은 $2.6^\circ \pm 1.8^\circ$ 차이를 보였다. 본 연구에서는 Hankemeier 등¹⁷⁾의 보고와 유사한 목표 교정각과의 일치를 보였다.

본 연구에서는 긴 잠금나사 금속판(long locking plate)을 사용한 군에서 $0.1^\circ \pm 0.6^\circ$ 교정각 소실을 보였고, 짧은 삽입형 금속판(short spacer plate)을 사용했을 때 $2.1^\circ \pm 2.1^\circ$ 교정각 소실과 비교하여 높은 안정성을 보였다($p < 0.01$). 현재 개방형 근위 경골 절골술에 사용되는 금속판의 종류는 잠금나사의 사용 유무, 금속판의 길이 및 삽입물의 유무에 따라서 다양하게 존재한다.^{10,11)} 절골부를 고정하는 고정기기가 개방형 근위 경골 절골술의 임상적 결과에 영향을 미칠 것으로 생각되지만 이에 대한 생역학 연구는 많지 않다. Agneskirchner 등¹⁰⁾은 개방형 절골술에 사용되는 네 가지의 금속판 비교에서 긴 잠금 나사 금속판을 사용했을 때 가장 안정적이었고, 짧은 삽입형 금속판에 비해 2배 이상의 부하를 견딜 수 있으며 절골부의 불안정성이 가장 적고, 외측 피질골 골절도 가장 적었다. 삽입형 금속판인 Puddu plate® (Arthrex Inc., Naples, FL, USA)와 TomoFix® (Mathys)를 비교한 논문에서 긴 잠금나사 금속판의 안정성이 가장 높았다.¹⁸⁾ 본 연구에서 잠금나사 금속판이 삽입형 금속판에 비해서 최종 추사에서 교정각 소실이 유의하게 적었다. 교정각 소실이 적었던 이유는 긴 잠금나사 금속판을 사용하여 보다 안정적인 절골부의 고정의 결과라고 생각되며 기존의 대부분의 생역학 연구를 동일한 결과였다.

Miller 등⁶⁾은 개방형 절골술의 합병증을 분석한 결과 교정 소실이 15.2%로 가장 많았고, 교정 소실은 BMI와 연관성이 높다고 했으며, Niinimäki 등¹⁹⁾은 성별(여성)과 고령(>50세)이 근위 경골 절골술의 생존율에 부정적인 영향을 준다고 했다. 이에 본 연구에서도 교정소실과 성별, 나이, BMI와 흡연과의 연관성을 분석하였으나 통계적 의미는 없었다(Table 2).

A군과 B군 모두 경골 후방경사도는 증가하였으나 B군은 A군과 비교했을 때 유의하게 후방경사도 증가가 적었다($p=0.02$). 최근 경골 후방경사도는 술자의 의도에 따라 조절할 수 있는 술기로 받아들여지는 경향이 있으나²⁰⁾ Rodner 등²¹⁾은 경골 후방경사도 증가가 전방십자인대에 긴장을 높게 하며 슬관절에 접촉압력(contact pressure)을 높일 수 있다고 하였고, 여전히 개방형 절골술 시 후방경사도를 줄이려는 노력은 계속되고 있다. Chae 등²²⁾은 전내측과 후내측 이식골의 높이의 비를 0.68로 하여 술 후의 경골

후방 경사도의 증가가 없었다. 본 연구에서도 이와 유사하게 전내측과 후내측 이식골의 높이의 차이를 두었고, A군과 B군에서 같은 술기를 적용하였다. 그러나 기존 보고와 다르게 본 연구에서는 B군에서 후방경사도의 증가가 높아 금속판에 의한 차이라고 생각이 된다. Asada 등²³⁾은 후방 경사도 증가를 최소화하기 위해서는 절골술 후 삽입형 금속판의 삽입 시 전방과 후방에 각각의 금속판을 삽입할 것을 권유하였고, 본 연구에서도 B군도 2개의 금속판을 이용하여 전방과 후방의 교정각도를 조절하여 후방 경사도 조절에 긍정적인 영향을 주었을 것으로 생각된다.

개방형 절골술에서 수술 중에 발생하는 외측 경골 고평부 골절은 기존의 보고에 따르면 11.7%~19.0%에서 발생하였다.²⁴⁾ 고평부 골절을 최소화하기 위해서는 경골 관절면을 따라서 삽입한 K-강선을 기준으로 하여 약 35 mm 이하에서 oscillating saw를 이용하여 절골을 시작하고, 외측 피질골 약 5~10 mm를 보존하는 것을 권유한다. 또한 납작한 정(chisels)을 절골면을 따라 삽입하고 두 번째 정은 첫 번째 정보다 약간 깊게 들어가도록 하며, 두 개의 정 사이에 정을 추가로 삽입하여 순차적으로 교정각을 얻는 방법이 권유되고 있다.²⁵⁾ 본 연구에서는 B군에서 외측 고평부 골절(III형)이 수술 중에 인지되어 1예에 대해서 추가적인 나사고정을 하였고 3예의 외측 피질골 골절(I형)에 대해서는 1예에서 staple 고정, 나머지는 2주 정도 하지 고정을 연장하거나 체중부하를 지연시켰다. A군에서는 2예에서 외측 피질골 골절(I형)이 있었으나 추가적인 처치는 필요하지 않았다. B군에서 발생한 외측 고평부 골절(III형) 2예는 금속판에 따른 차이가 아닌 수술 시행 초기에 절골선이 safe zone을 향하고 있음에도 불구하고 적절한 절골 전 무리한 개방을 시도하였던 술기의 문제로 생각된다.

Jung 등¹³⁾은 본 연구와 같은 두 금속판을 비교한 연구에서 삽입형 금속판을 사용했을 경우 금속판 관련 합병증인 불유합, 수술 후 외측 피질골 골절과 교정 소실이 유의하게 높았다고 보고하였다. 본 연구에서는 전체적인 합병증은 양 군 간의 차이를 보이지 않았고, 불유합과 교정 소실이 B군에서 많이 보였으나 상대적으로 적은 환자에 대한 연구로 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Sterett 등²⁶⁾은 슬관절 내측의 연골 병변과 내반 변형을 가진 환자에서 개방형 근위 경골 절골술과 미세 천공술을 동시에 시행하여 7년에 91%의 생존율을 보고하였으나 Matsunaga 등²⁷⁾은 절골술만 시행한 환자와 절골술과 미세 천공술을 같이 시행한 환자에 대해 관절경으로 확인했을 때 두 군 간의 차이가 없다고 하면서 골수 자극 술식의 임상적 유용성이 명확하지 않다고 하였다. 본 연구에서는 35명의 이차 관절경 소견에서 57.1%의 완전 치유를 보여 미세 천공술이 관절연골 치유에 긍정적인 영향을 예상할 수 있지만 개방형 절골술에 따른 효과와 구분할 수 없어 이에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 논문의 제한점은 대조군 연구의 진행 시 비확률 표본추출

(non-probability sampling)로 특정기간 동안 대상자를 표본으로 추출(consecutive sampling)하였고, B군은 초기에, A군은 후기에 추출되어 비록 2년 이상 추시기간이 있는 환자를 대상으로 했지만, 연구 결과에 영향을 미쳤을 것으로 보여 향후 무작위 표본추출(random sampling)을 통한 보다 많은 수의 환자를 대상으로 전향적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

본 연구에서 두 군의 절골방법으로 금속판의 특성상 B군에서는 한 면 절골을 시행했고, A군에서는 두 면 절골을 시행하였다. A군에서 근위부 나사못 사용을 늘리기 위해 B군보다 원위부에 절골이 필요했고, 경골건을 보존하기 위해 두 면 절골을 시행했으나 수직 절골면(vertical plane)은 횡 절골면(transverse plane)에 비해 보조적으로 사용되어 절골면의 안정성에 미치는 영향이 작을 것으로 생각되나 보다 많은 생역학적, 임상적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

개방형 경골 근위 절골술의 임상적 결과는 우수하였으며, 삽입형 금속판은 오랜 기간의 부분 체중부하가 필요하며, 잠김나사 금속판이 삽입형 금속판보다 변형 교정 유지에 효과적이었다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Agneskirchner JD, Hurschler C, Wrann CD, Lobenhoffer P. The effects of valgus medial opening wedge high tibial osteotomy on articular cartilage pressure of the knee: a biomechanical study. *Arthroscopy*. 2007;23:852-61.
2. Floerkemeier S, Staubli AE, Schroeter S, Goldhahn S, Lobenhoffer P. Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: a retrospective evaluation of 533 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21:170-80.
3. Akizuki S, Shibakawa A, Takizawa T, Yamazaki I, Horiuchi H. The long-term outcome of high tibial osteotomy: a ten- to 20-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90:592-6.
4. Flecher X, Parratte S, Aubaniac JM, Argenson JN. A 12-28-year followup study of closing wedge high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;452:91-6.
5. Akizuki S, Yasukawa Y, Takizawa T. Does arthroscopic abrasion arthroplasty promote cartilage regeneration in osteoarthritic knees with eburnation? A prospective study of high tibial osteotomy with abrasion arthroplasty versus high tibial osteotomy alone. *Arthroscopy*. 1997;13:9-17.
6. Miller BS, Downie B, McDonough EB, Wojtys EM. Complications after medial opening wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy*. 2009;25:639-46.
7. Smith TO, Sexton D, Mitchell P, Hing CB. Opening- or closing-wedged high tibial osteotomy: a meta-analysis of clinical and radiological outcomes. *Knee*. 2011;18:361-8.
8. Benzakour T, Hefti A, Lemseffer M, El Ahmadi JD, Bouyarmane H, Benzakour A. High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee: 15 years follow-up. *Int Orthop*. 2010;34:209-15.
9. Warden SJ, Morris HG, Crossley KM, Brukner PD, Bennell KL. Delayed- and non-union following opening wedge high tibial osteotomy: surgeons' results from 182 completed cases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005;13:34-7.
10. Agneskirchner JD, Freiling D, Hurschler C, Lobenhoffer P. Primary stability of four different implants for opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14:291-300.
11. Spahn G, Mückley T, Kahl E, Hofmann GO. Biomechanical investigation of different internal fixations in medial opening-wedge high tibial osteotomy. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21:272-8.
12. Lee SC, Jung KA, Nam CH, Jung SH, Hwang SH. The short-term follow-up results of open wedge high tibial osteotomy with using an Aescula open wedge plate and an allogenic bone graft: the minimum 1-year follow-up results. *Clin Orthop Surg*. 2010;2:47-54.
13. Jung WH, Chun CW, Lee JH, Ha JH, Kim JH, Jeong JH. Comparative study of medial opening-wedge high tibial osteotomy using 2 different implants. *Arthroscopy*. 2013;29:1063-71.
14. Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy. The effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length. *Clin Orthop Relat Res*. 1992;(274):248-64.
15. Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br*. 1961;43-B:752-7.
16. Takeuchi R, Ishikawa H, Kumagai K, et al. Fractures around the lateral cortical hinge after a medial opening-wedge high tibial osteotomy: a new classification of lateral hinge fracture. *Arthroscopy*. 2012;28:85-94.
17. Hankemeier S, Mommsen P, Krettek C, et al. Accuracy

- of high tibial osteotomy: comparison between open- and closed-wedge technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:1328-33.
18. Stoffel K, Stachowiak G, Kuster M. Open wedge high tibial osteotomy: biomechanical investigation of the modified Arthrex Osteotomy Plate (Puddu Plate) and the TomoFix Plate. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004;19:944-50.
 19. Niinimäki TT, Eskelinen A, Mann BS, Junnila M, Ohtonen P, Leppilahti J. Survivorship of high tibial osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the knee: Finnish registry-based study of 3195 knees. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94:1517-21.
 20. Petrigliano FA, Suero EM, Voos JE, Pearle AD, Allen AA. The effect of proximal tibial slope on dynamic stability testing of the posterior cruciate ligament- and posterolateral corner-deficient knee. *Am J Sports Med.* 2012;40:1322-8.
 21. Rodner CM, Adams DJ, Diaz-Doran V, et al. Medial opening wedge tibial osteotomy and the sagittal plane: the effect of increasing tibial slope on tibiofemoral contact pressure. *Am J Sports Med.* 2006;34:1431-41.
 22. Chae DJ, Shetty GM, Lee DB, Choi HW, Han SB, Nha KW. Tibial slope and patellar height after opening wedge high tibia osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft. *Knee.* 2008;15:128-33.
 23. Asada S, Akagi M, Mori S, Matsushita T, Hashimoto K, Hamanishi C. Increase in posterior tibial slope would result in correction loss in frontal plane after medial open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:571-8.
 24. Amendola A, Fowler PJ, Litchfield R, Kirkley S, Clatworthy M. Opening wedge high tibial osteotomy using a novel technique: early results and complications. *J Knee Surg.* 2004;17:164-9.
 25. Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003;11:132-8.
 26. Sterett WI, Steadman JR, Huang MJ, Matheny LM, Briggs KK. Chondral resurfacing and high tibial osteotomy in the varus knee: survivorship analysis. *Am J Sports Med.* 2010;38:1420-4.
 27. Matsunaga D, Akizuki S, Takizawa T, Yamazaki I, Kuraishi J. Repair of articular cartilage and clinical outcome after osteotomy with microfracture or abrasion arthroplasty for medial gonarthrosis. *Knee.* 2007;14:465-71.

슬관절 내측 구획 골관절염에서 개방형 경골 근위 절골술의 고정 기기에 따른 임상적 결과: 잠김나사 금속판과 삽입형 금속판의 비교

이주홍·박 혁[✉]·고종현

전북대학교 의학전문대학원 정형외과학교실, 전북대학교병원 임상시험센터

목적: TomoFix[®] (A군)와 Aescula[®] plate (B군)에 따른 개방형 경골 근위 절골술(high tibial osteotomy, HTO)의 임상 및 방사선적 검사 결과를 평가하였다.

대상 및 방법: 2008년부터 HTO를 실시하여 평균 37.1개월간 추시한 64예를 대상으로 하였고, A군은 20예, B군은 44예였다. 평균 나이는 50세(41-62세)였고, 남성이 20예(31.3%), 여성이 44예(68.7%)였다. 임상 결과는 knee society rating system (KSS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)를 비교하였고, 방사선 결과는 역학적 축, 후방 경사도, 그리고 내측 관절 간격을 측정했다.

결과: 전체 환자의 술 전 역학적 축은 내반 $7.8^{\circ} \pm 2.4^{\circ}$, 술 후 3개월 역학적 축은 외반 $1.9^{\circ} \pm 2.2^{\circ}$ 였다. 최종 추시상 A군은 외반 $2.1^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$ 로 교정이 유지됐지만 B군은 외반 $0.1^{\circ} \pm 3.1^{\circ}$ 로 교정 소실을 보였다. 후방경사도는 A군에서 보다 유의한 증가를 보였다. 내측 관절 간격은 두 군에서 모두 호전을 보였다. KSS와 WOMAC 점수도 의미있는 호전을 보였다($p < 0.001$).

결론: HTO의 임상 결과는 우수하였으며, 삽입형 금속판은 오랜 기간의 부분 체중부하가 필요하며, 잠김나사 금속판이 삽입형 금속판보다 교정 유지에 효과적이었다.

색인단어: 슬관절, 내측 구획 관절염, 개방형 경골 근위 절골술, 삽입형 금속판, 잠김나사 금속판

접수일 2013년 11월 6일 수정일 2014년 2월 24일 게재확정일 2015년 5월 30일

[✉]책임저자 박 혁

54907, 전주시 덕진구 건지로 20, 전북대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

TEL 063-250-1760, FAX 063-271-6538, E-mail hyukpark@jbn.ac.kr