

심한 내반 변형의 진행성 관절염 환자의 인공 슬관절 전치환술 시 경골 근위부의 내반을 동반한 외회전 변형

선두훈 · 송인수[✉] · 김준범 · 김철우 · 정덕희 · 정의탁

대전 선병원 정형외과

External Tibial Torsion with Proximal Tibia Vara in Total Knee Arthroplasty of Advanced Osteoarthritis with Severe Varus Deformed Knees

Doo-Hoon Sun, M.D., In-Soo Song, M.D.[✉], Jun-Beom Kim, M.D., Cheol-U Kim, M.D.,
Deukhee Jung, M.D., and Uitak Jeong, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Daejeon Sun Hospital, Daejeon, Korea

Purpose: External tibia torsion and proximal tibial vara have been reported in severe varus deformed osteoarthritis, which is a tibio-femoral angle of more than 20°. The radiology measurements were compared with those of control group and the preoperative and follow-up radiology and clinical results were examined.

Materials and Methods: From January 2007 to March 2016, 43 knees from 37 persons, who underwent total knee arthroplasty for a severe varus deformity of more than 20° on the tibio-femoral angle on the standing radiographs and had a follow-up period more than two years, were examined. The mean follow-up period was 45.7 months. The control group, who underwent conservative treatments, had Kellgren-Lawrence grade three osteoarthritis and a tibio-femoral angle of less than 3° varus. The external tibial torsion of enrolled patients and control group were estimated using the proximal tibio-fibular overlap length and the tibial torsion values on computed tomography. The proximal tibia vara was measured using the proximal tibial tilt angle. The preoperative and postoperative proximal tibio-fibular overlap length, tibial torsion value, proximal tibial tilt angle, and hospital for special surgery (HSS) score were evaluated.

Results: The mean proximal tibio-fibular overlap length was 18.6 mm preoperatively and 11.2 mm ($p=0.031$) at the follow-up. The control group had a mean proximal tibio-fibular overlap length of 8.7 mm ($p=0.024$). The mean tibial torsion value was 13.8° preoperatively and 14.0° ($p=0.489$) at the follow-up. The control group had a mean tibial torsion value of 21.9° ($p=0.012$). The mean proximal tibial tilt angle was 12.2° preoperatively and 0° ($p<0.01$) at the follow-up. The control group had a mean proximal tilt angle of 1.2° ($p<0.01$). The preoperative tibio-femoral angle and mechanical axis deviation were corrected from preoperative 28.3° and medial 68.4 mm to postoperative 0.7° and medial 3.5 mm ($p<0.01$, $p<0.01$), respectively. The HSS scores increased from 34 points of preoperatively to 87 points at the last follow-up ($p=0.028$).

Conclusion: Patients with advanced osteoarthritis with a severe varus deformity of more than 20° had significant increases in the external tibial torsion and varus of the proximal tibia. The tibial torsion value before and after surgery in the enrolled patients was not changed statistically, but good clinical results without complications were obtained.

Key words: proximal tibia, external tibial torsion, total knee arthroplasty

Received December 23, 2018 Revised January 19, 2019 Accepted January 22, 2019

[✉]Correspondence to: In-Soo Song, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Daejeon Sun Hospital, 29 Mokjung-ro, Jung-gu, Daejeon 34811, Korea

TEL: +82-42-220-8460 FAX: +82-42-220-8464 E-mail: mydangjang@naver.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7115-3993>

서론

슬관절의 진행성 관절염은 내반 및 외반 변형의 관상면상 하지 관절축의 변형을 동반하는 경우가 흔하다. 특히 내반 변형의 경우 경골 근위부 후내측의 심한 골결손이 관찰되는 경우가 많으며 이러한 경우 단순 관상면상의 내반 변형 외에 하지 관절축의 3차원적 변형이 동반될 수 있다는 보고들이 있다.¹⁻⁴⁾ 이들의 변형은 족관절의 내반, 슬개골 저위증, 슬개건의 단축, 대퇴-족부 축의 변형, 외족지 보행(out toeing gait) 등의 문제를 야기할 수 있다.⁵⁾ 실제 경골의 기저 회전 변형과 경골-대퇴 각의 관계는 진행된 관절염 환자에서 자세히 알려져 있지 않다.⁴⁾ 여러 저자들은 심한 내반 변형의 진행성 관절염 환자에서 경골 근위부의 외회전 변형에 대하여 보고하고 있다.^{1,3,4,6)} 실제 수술 중 이러한 경골의 외회전 변형이 치환물의 위치 선정에 혼란을 주는 경우가 발생할 수 있으며, 슬관절 전치환술 후 대퇴-경골 회전 축의 부정정렬(rotational malalignment)이 전방 슬관절 통증, 슬개-대퇴 기능 장애(patellofemoral dysfunction), 슬관절 강직, 폴리에틸렌 마모를 야기할 수 있다.⁷⁻¹³⁾ 이러한 경골 근위부의 외회전 변형과 함께 골간단 상부의 내반 변형을 보이는 경우를 상당부분 발견할 수 있다(Fig. 1). Nagamine 등³⁾은 내반 변형의 진행성 관절염에서 근위 경골의 골간단부의 내반 변형이 동반됨을 보고한 바 있다. 이 환자들은 외견상 환자의 발이 앞쪽으로 똑바로 향한 상태에서 슬관절은 외회전된 모습을 보였으며, 전후면 방사선 사진상 경골 근위부가 외회전되어 있음을 보고한 바 있다. 인공 슬관절 전치환술 시 경골 조면의 내측 1/3, 족관절의 중심, 제2 족지를 기준으로 경골 치환물의 적절한 회전 정도를 정하여 삽입하게 된다. 하지만 경골 자체의 해부학적 변형이 있을 경우 경골 치환물의 중립위를 정하는 데 앞서 언급한 기준점의 적용은 부적절하다.³⁾ 저자들은 심한 내반 변형의 진행성 골관절염 환자에서 경골 근위부의 외회전 변형이 발생하며, 이와 더불어 골간단 상부의 내반 변형이 추가적으로 발생할 것으로 가정하고 이러한 변형에

대하여 컴퓨터 단층촬영 검사와 단순 엑스선 검사를 통한 방사선적 계측 방법을 통해 연관성을 조사해 보았고, 내반 변형이 심하지 않은 대조군과 비교해 보았으며 수술 전과 추시상의 방사선적 및 임상적 결과를 평가해 보았다.

대상 및 방법

1. 대상

2007년 1월부터 2016년 3월까지 대전 선병원에서 Kellgren-Lawrence 제4단계의 진행성 관절염으로 슬관절 인공관절 전치환술을 시행 받은 1,048 명, 1,552 슬관절 중 수술 전 기립 방사선상 경골-대퇴 각이 20° 이상의 내반 변형을 보이고 2년 이상 추시가 가능했던 37명, 43 슬관절을 대상으로 하였다. 남자는 3명, 3 슬관절, 여자는 34명, 40 슬관절이었고, 평균 연령은 75세(58-87세)였으며, 평균 추시 기간은 45.7개월(26-118개월)이었다(Table 1). 본 연구에서 수술 전 진단명이 류마티스 관절염, 외반슬 변형, 이전의 근위 경골의 외반 절골술, 내측 구획 부분 치환술, 전치환술을 시행 받은 환자는 본 연구에서 제외하였다. 43 슬

Table 1. Demographic Data of the Patients

Patients selection period	January 2007 to March 2016
Enrolled patients (varus>20°)	43 out of 1,552 cases
Sex	3 male/34 female
Age (yr), median (range)	75 (58-87)
Follow-up period (mo), median (range)	45.7 (26-118)
Preoperative diagnosis	Kellgren-Lawrence grade 4 osteoarthritis in all cases
Area of bone defect (mm ²), median (range)	274.6 (182.6-379.4)
Bone graft (autologous structural)	19/43 (44.2%)

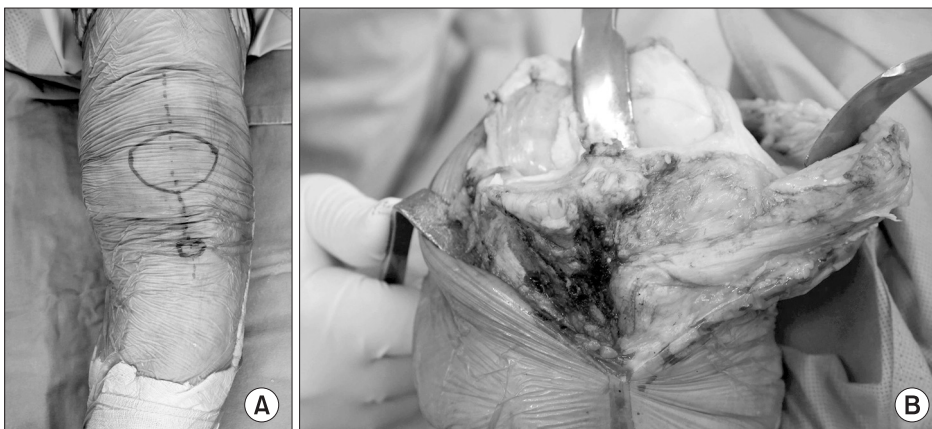


Figure 1. (A) Preoperative photograph showing a 21° varus deformed knee joint on the non-stressed position. (B) Intraoperative image showing external rotation and varus tilt of the proximal tibia.

관절 모두 근위 경골 후내측의 비포함 변연부 골결손(non-contained peripheral bone defects)을 보였다. 대조군은 대상 환자와 동일 기간에 Kellgren-Lawrence 제3단계의 관절염으로 비수술적 치료를 받았으며 3° 이하의 경골-대퇴 각을 보이는 남자 4명, 4 슬관절, 여자 39명, 39 슬관절을 포함하였으며, 평균 연령은 70.4세(62-75세)였고 대조군의 방사선적 측정과 동일한 방법으로 계측하였으며, 그 결과를 대조군과 비교, 분석하였다.

2. 방사선적 측정

방사선적 측정은 한명의 정형외과 전문의(I.S.S.)와 한명의 정형

외과 전공의(C.U.K.)에 의해 각각 2회씩 측정되었고, 총 4회 측정 한 값의 평균값을 사용하였다. 대조군의 수술 전 경골 근위부의 외회전 변형의 정도를 알기 위하여 기립 방사선 전후면 사진상 근위 경비골 중첩 길이(proximal tibiofibular overlap length)와 컴퓨터 단층촬영상 경골 염전각(tibial torsion values)을 측정하였다. 근위 경비골 중첩 길이는 기립 방사선 전후면 사진상 비골의 해부학적 축에 수직인 횡선에서 비골의 내측 피질골에서 경골의 외측 피질골까지의 가장 긴 겹쳐진 길이를 측정하였다(Fig. 2). 오차를 최소화하기 위해 근위 경비골 부위의 진성 전후면 상(true anteroposterior view)을 얻기 위하여 족부의 정렬을 일자로 하여 전방을 향하게 한 상태에서 촬영을 하였다. 또



Figure 2. Proximal tibio-fibular overlap length was measured by assessing the length between the medial cortex of the fibula and the lateral cortex of the tibia in the longest line perpendicular to the anatomical axis of the fibular on long bone frontal view.



Figure 4. Proximal tibial tilt angle was measured by assessing the angle between the anatomical axis of the tibia and the line perpendicular to the articular surface on the long bone frontal view.

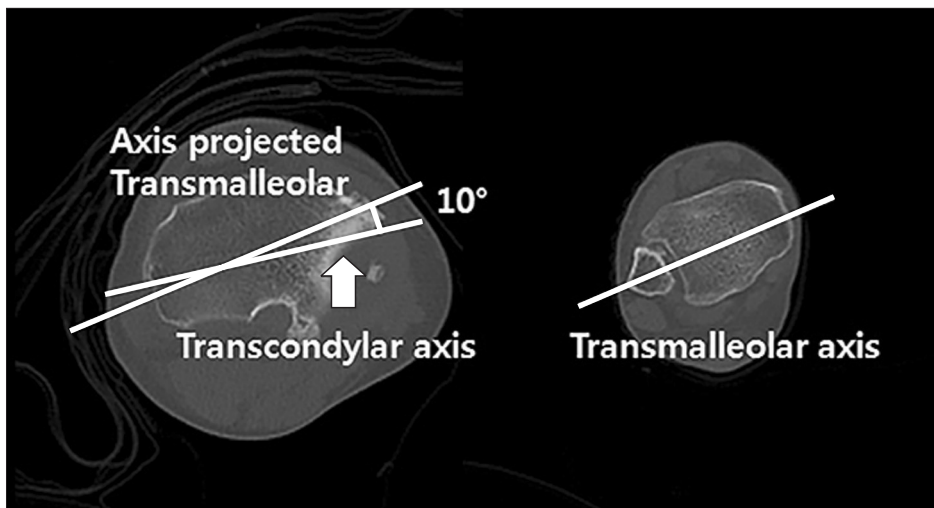


Figure 3. Tibial torsion was measured by assessing the angle between the transmalleolar axis and the Transcondylar axis of the proximal tibia in the axial cut of computed tomography. A decreased angle means increased tibial torsion of the proximal tibia.

한 굴곡 구축이 있는 경우 기립 시 경골 근위부가 전방으로 기울어져 근위 경비골의 진성 전후면 상을 얻기 어려우므로 굴곡 구축에 대한 영향을 최소화하기 위하여 최대한 슬관절의 신전을 유도하여 촬영하였다. 경골 염전각은 컴퓨터 단층촬영상 축상 영상(axial cut)에서 근위 경골 양과의 횡축(transverse axis of the proximal tibial condyle)과 족관절 양과의 횡축(transmalleolar axis)이 이루는 각도를 측정하였다(Fig. 3).¹⁴⁻¹⁶⁾ 감소된 경골 염전각은 경골 근위부 외회전의 증가를 의미한다. 대상군의 수술 전 근위 경골 경사각(proximal tibial tilt angle)의 측정으로 근위 경골의 내반 변형을 조사하였으며, 근위 경골 경사각은 경골 간부의 해부학적 축과 근위 경골 관절면과 수직인 선이 이루는 각도를 측정했다(Fig. 4). 대상군의 수술 전과 최종 추시 시 경골-대퇴 각(tibio-femoral angle)과 역학적 축 편향(mechanical axis deviation)을 측정하여 하지의 축 교정을 조사하였다.

3. 수술 방법

수술은 전 예에서 표준형 내측 슬개 도달법으로 접근하여 내측 측부 인대 유리술을 시행한 다음 골극을 제거 후 경골 근위부를 외측과가 최대 10 mm를 넘지 않는 범위에서 절골하고, 내측과의 골결손의 깊이가 5 mm 이상으로 남는 경우 자가골 이식술을 시행하였다. 자가골 이식술은 경골 절골 후 분쇄기(burr)를 사용하여 결손부의 경화된 기저부를 해면골이 나올 때까지 갈아내고 고랑을 만들어 절제된 대퇴골 원위부나 경골 근위부의 골 조각을 고랑의 모양에 맞게 다듬은 다음 삽입하여 밀착시키는 방법으로 시행하였다(Fig. 5). 이후 3°, 4°, 5°의 대퇴 외반각을 선택하여 원위 대퇴골 절골을 시행하였고, 3°, 5°, 7°의 외회전을 결정하여 후방 대퇴골을 절골한 후 치환물을 삽입하였다. 경골 치환물의 외회전 결정은 경골 근위부 절골면의 해부학적 모양에 맞추어 대퇴

치환물과 전체 하지 관절축에 일치하도록 결정하였으며, 내측 경골과의 모양에 맞추어 외측 경골과가 돌출(overhang)되지 않는 범위 내에서 경골 결절의 중심부 내지 내측 1/3 부위와 후방십자인대 기시부의 중양을 연결하는 가상의 선과 경골 치환물의 전후 중심이 일치하도록 맞추어 경골의 회전 정렬을 맞추었다. 경골의 삽입물은 전 예에서 고정형(fixed type)의 치환물(LOSPA®; Corentec Inc., Cheonan, Korea)을 사용하였으며 삽입물의 좌우가 대칭되는 모델을 사용하였다. 단 심한 내반 변형이나 그렇지 않은 경우나 동일한 지표로 삽입물의 회전 정렬을 하였다.

4. 수술 후 재활

수술 1일 후 능동적 보행을 허락하였으며, 수술 2일째는 배액관을 제거하고 전 체중부하 하에 보행을 허락하였으며 지속적 수동적 관절운동을 시작하였다. 20° 이상의 심한 내반 변형의 환자는 수술 시 내측 측부 인대의 과도한 신연이 발생하지 않더라도 잔존하는 외측 구획의 이완(laxity)이 재활 중 문제가 될 수 있어 이러한 내반 불안정성이 관찰되는 경우 술 후 약 4주간의 측부 인대 보조기의 착용하에 보행을 허락하였다.

5. 임상 평가 및 통계

임상적 평가는 hospital for special surgery (HSS) 슬관절 점수를 수술 전과 최종 추시 시에 비교하였다. 방사선 및 임상 평가에 관한 통계적 분석은 독립 표본 및 대응 표본 t-검정을 이용하였다. 통계는 SPSS ver. 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 p-value가 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

43 슬관절의 인공관절 전치환술 시행 중 근위 경골 후내측부의 골결손으로 자가골 이식술을 함께 시행 받은 경우가 19 슬관절에 있었으며, 금속 보강물이나 썬치형 보강물을 사용한 예는 없었고, 19 슬관절 모두 표준형 치환물(LOSPA®; Corentec Inc.)을 사용하였다.

대상군의 수술 전 근위 경비골 중첩길이는 평균 18.6 mm (9-29.8 mm)였고, 최종 추시 시 평균 11.2 mm (4.4-21.2 mm)로 통계적으로 유의하게 교정되었으며($p=0.031$), 대조군에서는 평균 8.7 mm (3.7-15.3 mm)로 수술 전 평균 18.6 mm와 통계적으로 유의성이 있었다($p=0.024$). 대상군의 수술 전 경골 염전각은 평균 13.8° (5°-26°)였고, 최종 추시 시 평균 14.0° (5°-27.6°)로 통계적 유의성은 없었으며($p=0.489$), 대조군에서는 평균 21.9° (10°-42°)로 수술 전 평균 13.8°와 통계적 유의성이 있었다($p=0.012$). 대상군의 수술 전 근위 경골 경사각은 평균 12.2° (8°-23°)였고, 최종 추시 시 평균 0°로 통계적으로 유의하



Figure 5. Autologous structural bone graft was performed at the postero-medial defect area of the proximal tibia.

Table 2. Radiological and Clinical Results

Variable	Study group (n=43)		p-value	Control group (n=43)	p-value (comparison between Pre-op and control group)
	Pre-op	Last follow-up			
PTFOL (mm)	18.6	11.2	0.031	8.7	0.024
TTV (°)	13.8	14.0	0.489	21.9	0.012
PTTA (°)	12.2	0	<0.01	1.5	<0.01
TFA (°)	28.3	0.7	<0.01	0.4	<0.01
MAD (mm)	68.4	3.5	<0.01	2.4	<0.01
HSS score	34	87	0.028	-	-

Pre-op, preoperative; PTFOL, proximal tibiofibular overlap length; TTV, tibial torsion value; PTTA, proximal tibial tilt angle; TFA, tibiofemoral angle; MAD, mechanical axis deviation; HSS, hospital for special surgery.

게 교정되었으며($p<0.01$), 대조군에서는 평균 1.5° (0° – 6°)로 수술 전 평균 12.2° 와 통계적으로 유의성이 있었다($p<0.01$). 대상군의 수술 전 경골-대퇴 각은 평균 28.3° (17.7° – 53.5°)였고, 최종 추시 시 0.7° (0° – 5°)로 통계적으로 유의하게 교정되었으며($p<0.01$), 대조군에서는 평균 0.4° (0° – 4.3°)로 수술 전 평균 28.3° 와 통계적으로 유의성이 있었다($p<0.01$). 대상군의 수술 전 하지 역학 축은 평균 내측 68.4 mm (43 – 128 mm)였고, 최종 추시 시 평균 내측 3.5 mm (1 – 11 mm)로 통계적으로 유의하게 교정되었으며($p<0.01$), 대조군에서는 평균 내측 2.4 mm (0 – 8 mm)로 수술 전 평균 내측 68.4 mm와 통계적 유의성이 있었다($p<0.01$). 대상군의 임상적 결과는 수술 전 HSS 점수는 평균 34점이었고, 최종 추시 시 평균 87점으로 통계적 유의성이 있었다($p=0.028$) (Table 2).

고 찰

인공 슬관절 전치환술 시 심한 내반 변형은 외측 측부 인대의 신연과 내측 측부 인대의 구축과 함께 후외측부 구조물의 회전 불안정성을 동반하는 경우가 많아 내반 회전 불안정성(varus thrust)을 보이기도 한다. 이러한 변형이 있는 경우 내측 경골에 상당히 심한 골 결손이 생기는데 특히 후내측부의 골 결손은 흔히 관찰된다.^{17,18)} Chon 등¹⁾은 슬관절의 심한 내반 변형 시 근위 경골의 후내측부에 골 결손이 흔히 관찰되며, 그 원인이 근위 경골의 외회전 변형과 관련성이 있을 것으로 보고하였다. 본 연구에서 골결손의 부위와 형태는 43예 모두 경골 후내측에 위치하였고 전 예에서 변연부(peripheral) 결손이었다. 골결손의 넓이는 슬관절 측면 사진에서 외측 경골 고평부를 따라 가상의 선을 그린 후 이 선에 수직으로 가장 깊은 곳까지의 길이를 측정하였고, 전후 길이를 측정하여 두 값을 곱한 값으로 측정하였으며, 평균 274.6 mm² (182.6 – 379.4 mm²)였다. 저자들은 전 예에서 골결손의 크기와 관계없이 긴 주대를 사용하지 않고 표준형 치환물만을 사용하였으며 이러한 것이 긴 주대의 단점인 경골부의 통

증, 스트레스 차단(stress shield) 효과에 의한 근위 경골의 골 흡수 등의 합병증을 예방할 수 있다고 생각되며 결과적으로 경골 치환물의 해리를 예방할 수 있을 것이다.¹⁾ 하지만 이러한 견해에 대한 이견이 있을 수 있으며 통상적이지 않은 수술적 시도에 대한 구체적이고 장기적인 검증이 필요할 것이다. 또한 자가골의 이식은 금속 block이나 wedge의 사용 시 기대할 수 없는 생리적 골 유합(biologic bone union)의 장기적인 안정성을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

저자들은 근위 경골의 외회전 변형이 일어날 경우 비골 근위부가 경골 근위부의 후방에 위치할 것이고 그렇게 되면 전후면 방사선상 경비골이 겹쳐져 보이는 부분이 증가할 것이라는 생각에 착안하여 기립 방사선상에서 비골의 해부학적 축에 수직인 횡선에서 비골의 내측 피질골에서 경골의 외측 피질골까지의 가장 긴 겹쳐진 길이를 측정하였고, 대조군과의 비교를 통해 통계적 유의성이 있음을 알게 되었다. 하지만 경골 근위부 외회전 변형의 지표로서 이용되기에는 다소 주관적이고 촬영 방향이나 촬영 자세에 따라 측정치의 오차가 상당부분 발생할 수 있어 본 연구에서 촬영 시 이에 대한 보정을 위한 노력을 하였으나 보다 객관성 있는 지표로서 사용되기 위해서 보다 많은 증례에 대한 연구 결과가 필요할 것이다. 경골 염전은 성장에 따라 출생 시 중립(neutral torsion)에서 생후 약 5년이 지나면 성인 수준으로 경골의 외회전을 형성한다.^{19,20)} 경골의 외회전은 근위 경골의 장축을 수평으로 하였을 때 원위 경골의 장축이 외회전되어 있는 모습을 말하며, 경골 염전은 경골 자체의 뒤틀림으로 정의된다.^{21,22)} 경-대퇴 간 회전 변형(femoro-tibial rotation) 또한 기준선의 불확실성으로 인해 측정이 어려운데, 이는 심한 진행성 골관절염에서 대퇴골 원위부와 경골 근위부의 골극에 의한 해부학적 변형이 흔하기 때문이다.^{4,23)} 20° 이상의 큰 경골-대퇴 각을 보이는 진행성 관절염 환자는 하지 정렬의 내반 변형이 근위 경골의 외회전 및 내반 변형뿐 아니라 원위 대퇴골의 회전 변형 및 내반 변형에서도 기인할 것이라 생각되지만 이러한 대퇴골 및 경골의 3차원적 변형이 하지의 정렬에 미치는 영향은 모호하며, 두 가지 변형을

모두 측정할 경우 생각할 수 있는 경우의 수가 너무 많아지고, 대퇴골의 경우 골수강 내 정의 가이드하에 절골을 시행하기 때문에 대퇴골의 내반 변형에 대한 절골의 정확도는 골수강 외 가이드 절골술의 경우보다 영향을 덜 받을 수 있을 것으로 생각된다. 경골 염전각은 경골의 근위부와 원위부 각각의 장축 간 각으로 측정되는데, 경골 근위부와 원위부의 축을 알기 위해 컴퓨터 단층촬영상 축상 영상을 얻어 근위 경골 양과의 횡축과 족관절 양과의 횡축 간 각을 측정하는 방법이 보고된 바 있다.^{7,14-16)} 본 연구에서도 컴퓨터 단층촬영상 축상 영상을 얻어 염전각을 측정하였다. 하지만 심한 내반 변형이 진행된 골관절염에서 경골 근위부의 내반 변형이 발생할 수 있으므로 축상 영상의 단면이 경골의 해부학적 축에 수직으로만 구성되면 경골 근위부의 횡축을 정확히 알 수 없을 것으로 판단된다. 따라서 경골 근위부의 횡축을 정확히 측정하기 위해 축상에서 단면을 자를 때 경골 근위부는 경골 고평부에 수평으로 단면을 자르는 방법으로 변형을 주어 염전각을 측정해야 할 것으로 생각된다.

근위 경골의 내반 변형은 골간단부에서 급격하게 내반 변형이 심해지는 경우이며 본 연구에서는 대상군의 12.2°와 대조군의 1.5°로 유의하게 대상군에서 골간단 상부의 내반 변형이 더 심하게 관찰되었으며 이러한 내반 변형이 경골 절골 시 골수강 내 절골 가이드의 방식을 사용한다면 골수 내 가이드의 삽입이 불충분해지거나 내반 절골이 발생할 가능성이 있으며 골수강 외 절골 가이드나 네비게이션을 이용한 절골 방식이 하지축의 교정에 유리할 것이라 생각되며 심한 내반 변형의 환자에서 인공관절 치환술을 시행할 경우 항상 과도한 외측 경골과의 절골을 염두에 두어야 하겠다.

근위 경골의 외회전 변형은 경골 치환물의 회전의 결정에 상당한 혼란을 줄 수 있으며 과도하게 외회전된 근위 경골에 맞추어 치환물을 적용할 경우 수술 후 내족지 보행(in-toeing gait)이 발

생할 가능성을 배제할 수 없어 전체적인 하지의 축과 대퇴골의 회전에 맞추어 외회전의 양을 신중하게 결정하는 것이 중요할 것이다(Fig. 6).

Clementz²¹⁾는 정상 성인에서의 경골 염전각을 조사하였고, 남녀 각각 평균 약 30° 정도의 결과를 보고한 바 있다. Ise⁸⁾는 골관절염 환자의 평균 염전각이 17.6°로 정상에 비해 감소하였음을 보고하였으며, Kobayashi 등²⁴⁾은 골관절염 환자의 평균 염전각이 18.8°로 정상과 차이가 없음을 보고하였다. Yagi와 Sasaki⁷⁾는 슬관절 내측 골관절염이 많이 진행되어 있을수록 경골 염전각이 감소하는 연구 결과를 토대로 골관절염의 진행이 경골의 염전 변형과 밀접한 관계가 있다고 하였다. 그리고 해면골(cancellous bone)이 풍부한 구역인 골간단부에서 염전 변형이 잘 발생하며, 근위 골간단부에서 염전 변형 정도가 가장 심하고, 원위 골간단부, 간부 순으로 변형 정도가 심하다고 보고하였다. 본 연구의 결과상 경골 염전각이 대조군과의 통계적 유의성은 있었으나 수술 전후로 경골 염전각이 통계적으로 유의하게 교정이 되지는 않았다. 이것은 수술 시 경골치환물의 회전 정렬의 기준을 경골-대퇴각의 정도와 관계없이 해부학적 기준 및 대퇴 치환물의 회전량과 일치하도록 맞추어 정하였으므로 수술 전과 차이가 없을 수 있을 것이다. 과도하게 외회전된 경골 근위부의 절골 후 치환물의 삽입이 전체 하지 축에 맞추어 약간 내회전하는 것이 옳은지 해부학적 모양에 맞추어 외회전 된 위치에서 삽입되는 것이 옳은지는 수술 후 보행 분석이나 대퇴-족부 정렬의 변화 등에 대한 분석이 필요할 것이다. 결론적으로 심한 내반 변형이 동반된 진행성 골관절염 환자에서 근위 경골의 외회전 변형과 내반 변형은 외측으로 회전되게 되틀린 3차원적 변형이며 인공관절 치환술 후 완전한 교정이 반드시 필요하다고 생각되지만 근위 경골 외회전 변형의 교정에 대한 방법에 대한 보고가 없는 상태이다. 또한 이러한 3차원적 변형이 단순히 골성 변형뿐 아니라 인대를 포함한 연부조

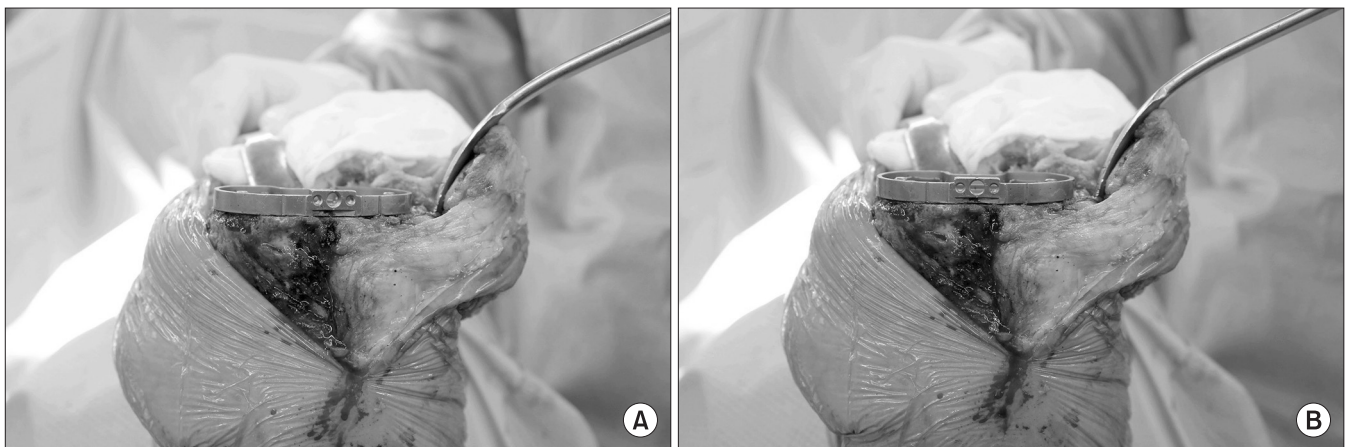


Figure 6. Intraoperative images. (A) The tibial implant position was matched to external rotation of the proximal tibia. (B) Tibial implant facing the intended internal rotational position.

직의 변형을 동반할 수 있다고 생각되며 굴곡, 신전 시의 인대 간격의 교정에 신중해야 하며 많은 연구가 필요할 것이다. 본 연구에서 근위 경골의 외회전 변형이 수술 전후로 교정되지 않았으나 수술 후 슬개골 주행 및 위치는 정상 범위에 있었으며 내측지 또는 외측지 보행을 호소하는 환자는 없었고 좋은 임상결과를 보였다. 하지만 수술 후 보행 분석 등의 객관적인 자료가 수술 중 경골 치환물의 위치 선정 및 수술 후 외회전의 교정에 도움을 줄 것이다. 인공관절 전치환술을 시행할 경우 단지 근위 경골 외회전 변형이나 내반 변형 등의 골성변형 뿐만 아니라 내측 측부 인대의 구축, 외측 측부 인대의 신연 등의 연부조직 변화를 고려하여야 하며 수술 전 회전 불안정성의 여부도 수술 후 결과에 영향을 미칠 것이다.

본 연구의 제한점은 대조군의 선정이 주관적이며, 대상군의 개체수가 적고, 수술 후 환자의 보행 분석이나 대퇴-족부 각(thigh-foot angle), 족부 진행 각(foot progression angle) 등의 측정이 이루어지지 않은 점, 골이식을 동시에 시행한 환자에 대한 장기 추시가 없는 점을 들 수 있다.

결론

20° 이상의 심한 내반 변형의 진행성 관절염 환자는 대조군에 비해 근위 경골의 외회전 변형과 골간단 상부의 내반 변형이 통계적으로 의미 있게 증가되었으며, 대상군의 수술 전후의 경골 염전각은 통계적으로 의미 있는 변화가 없었으나 합병증 없이 좋은 임상 결과를 보였다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

ORCID

Doo-Hoon Sun, <https://orcid.org/0000-0002-9956-1937>
In-Soo Song, <https://orcid.org/0000-0001-7115-3993>
Jun-Beom Kim, <https://orcid.org/0000-0002-0080-1137>
Cheol-U Kim, <https://orcid.org/0000-0002-0472-6007>
Deukhee Jung, <https://orcid.org/0000-0003-4514-0755>
Uitak Jeong, <https://orcid.org/0000-0003-0156-5102>

REFERENCES

1. Chon JG, Song IS, Kim JB, Jang GI, Ahn CH, Yoon JY. The effects of autologous structural bone graft without internal fixation on posteromedial tibial bone defect in primary total knee arthroplasty. *J Korean Orthop Assoc.* 2017;52:514-20.
2. Cooke D, Scudamore A, Li J, Wyss U, Bryant T, Costigan P. Axial lower-limb alignment: comparison of knee geometry in normal volunteers and osteoarthritis patients. *Osteoarthritis Cartilage.* 1997;5:39-47.
3. Nagamine R, Miyanishi K, Miura H, Urabe K, Matsuda S, Iwamoto Y. Medial torsion of the tibia in Japanese patients with osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;408:218-24.
4. Matsui Y, Kadota Y, Uehara K, Kobayashi A, Takaoka K. Rotational deformity in varus osteoarthritis of the knee: analysis with computed tomography. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;433:147-51.
5. Turner MS. The association between tibial torsion and knee joint pathology. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;302:47-51.
6. Eckhoff DG, Johnston RJ, Stamm ER, Kilcoyne RF, Wiedel JD. Version of the osteoarthritic knee. *J Arthroplasty.* 1994;9:73-9.
7. Yagi T, Sasaki T. Tibial torsion in patients with medial-type osteoarthritic knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;213:177-82.
8. Ise N. Torsion of the lower extremity. *J Jpn Orthop Assoc.* 1976;50:157-68.
9. Akagi M, Matsusue Y, Mata T, et al. Effect of rotational alignment on patellar tracking in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;366:155-63.
10. Barrack RL, Schrader T, Bertot AJ, Wolfe MW, Myers L. Component rotation and anterior knee pain after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;392:46-55.
11. Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, Rubash HE. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;356:144-53.
12. Nicoll D, Rowley DI. Internal rotational error of the tibial component is a major cause of pain after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92:1238-44.
13. Rhoads DD, Noble PC, Reuben JD, Mahoney OM, Tullos HS. The effect of femoral component position on patellar tracking after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;260:43-51.
14. Jakob RP, Haertel M, Stüssi E. Tibial torsion calculated by computerised tomography and compared to other methods of measurement. *J Bone Joint Surg Br.* 1980;62:238-42.
15. Madadi F, Madadi F, Maleki A, Shamie AN, Washington ER 3rd, Yazdanshenas H. A new method for tibial torsion measurement by computerized tomography. *J Orthop.*

- 2015;13:43-7.
16. Koenig JK, Pring ME, Dwek JR. MR evaluation of femoral neck version and tibial torsion. *Pediatr Radiol*. 2012;42:113-5.
17. Kharbanda Y, Sharma M. Autograft reconstructions for bone defects in primary total knee replacement in severe varus knees. *Indian J Orthop*. 2014;48:313-8.
18. Bilgen MS, Eken G, Guney N. Short-term results of the management of severe bone defects in primary TKA with cement and K-wires. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2017;51:388-92.
19. Staheli LT, Engel GM. Tibial torsion: a method of assessment and a survey of normal children. *Clin Orthop Relat Res*. 1972;86:183-6.
20. Turner MS, Smillie IS. The effect of tibial torsion of the pathology of the knee. *J Bone Joint Surg Br*. 1981;63:396-8.
21. Clementz BG. Assessment of tibial torsion and rotational deformity with a new fluoroscopic technique. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;245:199-209.
22. Fabry G, Cheng LX, Molenaers G. Normal and abnormal torsional development in children. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;302:22-6.
23. Griffin FM, Insall JN, Scuderi GR. The posterior condylar angle in osteoarthritic knees. *J Arthroplasty*. 1998;13:812-5.
24. Kobayashi A, Himeno R, Uezaki N, Toyonaga T, Mitsuyasu T, Chikama H. Rotation of the leg in osteoarthritis of the knee joint(varus type). *Jpn Orthop Surg*. 1978;29:753.

심한 내반 변형의 진행성 관절염 환자의 인공 슬관절 전치환술 시 경골 근위부의 내반을 동반한 외회전 변형

선두훈 · 송인수[✉] · 김준범 · 김철우 · 정덕희 · 정의탁

대전 선병원 정형외과

목적: 경골-대퇴 각이 20° 이상인 심한 내반 변형의 진행성 관절염 환자에서 경골 근위부의 내반과 외회전 변형이 보고된 바 있다. 저자들은 인공 슬관절 전치환술 시 경골 근위부의 외회전 변형 및 골간단 상부의 내반 변형에 대하여 방사선적 계측으로 대조군과 비교하였고 수술 전후의 방사선 및 임상 결과를 알아보았다.

대상 및 방법: 2007년 1월부터 2016년 3월까지 인공 슬관절 전치환술 중 수술 전 기립 방사선상 경골-대퇴 각이 20° 이상의 내반 변형을 보이고 2년 이상 추시가 가능했던 37명, 43 슬관절을 대상으로 하였다. 평균 추시 기간은 45.7개월이었다. 비수술적 치료를 받은 Kellgren-Lawrence 제3단계이며 경골-대퇴 각이 3° 이하인 43 슬관절을 대조군으로 설정하여 경골 근위부의 외회전 변형과 내반 변형을 비교하였다. 경골 근위부의 외회전 변형은 단순 방사선상의 근위 경비골 중첩 길이와 컴퓨터 단층촬영 상의 경골 염전각을, 근위 경골의 내반 변형은 근위 경골 경사각을 대조군과 대조군에서 각각 측정하여 비교하였다. 대상군의 수술 전후에 근위 경비골 중첩 길이, 경골 염전각, 근위 경골 경사각, hospital for special surgery (HSS) 점수를 측정하여 비교하였다.

결과: 대상군의 수술 전 및 추시상 근위 경비골 중첩길이는 각각 평균 18.6 mm, 평균 11.2 mm ($p=0.031$)로, 대조군의 평균 8.7 mm와 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.024$). 경골 염전각은 수술 전 평균 13.8°에서 최종 추시 상 평균 14.0°로 통계적 유의성이 없었으며($p=0.489$), 대조군의 평균 21.9°와 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.012$). 근위 경골 경사각은 수술 전 평균 12.2°, 최종 추시상 평균 0°였으며($p<0.01$), 대조군의 평균 1.2°와 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.01$). 대상군의 임상적 결과는 HSS 점수가 수술 전 평균 34점에서 최종 추시 시 평균 87점으로 증가하였으며 통계적으로 유의성이 있었다($p=0.028$).

결론: 20° 이상의 심한 내반 변형의 진행성 관절염 환자는 대조군에 비해 근위 경골의 외회전 변형과 골간단 상부의 내반 변형이 통계적으로 의미 있게 증가되었다. 대상군의 수술 전후의 경골 염전각은 통계적으로 의미 있는 변화가 없었으나 합병증 없이 좋은 임상 결과를 보였다.

색인단어: 경골 근위부, 외회전 변형, 슬관절 전치환술

접수일 2018년 12월 23일 수정일 2019년 1월 19일 게재확정일 2019년 1월 22일

[✉]책임저자 송인수

34811, 대전시 중구 목종로 29, 대전 선병원 정형외과

TEL 042-220-8460, FAX 042-220-8464, E-mail mydangjang@naver.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7115-3993>