

폐쇄형과 개방형 경골 근위부 절골술의 비교

Comparison of Closing-Wedge and Opening-Wedge High Tibial Osteotomies

조세현 • 황선철 • 손강민 • 김형간

경상대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

목적: 폐쇄형 및 개방형 경골 근위부 절골술 시행 환자의 술 전, 후 임상적 결과 및 방사선학적 변화를 평가하고자 한다.

대상 및 방법: 폐쇄형 군 75예, 개방형 군 41예였다. 고관절-슬관절-족근관절각(hip-knee-ankle [H-K-A] axis) 및 Ahlback 분류에 따른 관절염 정도를 측정하였다. 슬관절 기능은 Tegner 활동 점수, Lysholm 슬관절 점수, Western Ontario and McMaster University 점수로 평가하였다. 측면 방사선 사진에서 술 전, 후 슬개골의 위치 및 경골 후방 경사각을 측정하였다.

결과: Visual analogue scale 및 운동 범위는 모두에서 호전되었다. H-K-A 축은 내반에서 술 후 외반으로 교정되었고, 점진적으로 내측 관절증이 진행하였다. Body mass index는 관절염 진행과 유의한 연관이 있었다. 슬관절 기능은 전 예에서 호전되었다. 슬개골 높이는 폐쇄형 군은 고위, 개방형 군은 저위 현상이 나타났다. 경골 경사도는 폐쇄형 군은 감소, 개방형 군은 증가하였다. 내반이 재발한 경우는 총 16예였다.

결론: 폐쇄형 및 개방형 경골 근위부 절골술군 모두에서 기능적으로 호전되었으나 명확한 차이는 없었다. 반면, 슬개골의 높이와 경골 경사도는 서로 반대되는 결과를 확인할 수 있었다.

색인단어: 경골 근위부 절골술, 폐쇄형 절골술, 개방형 절골술

서론

슬관절 내반성 골관절염은 하지 축의 내반 변형으로 인하여 슬관절 내측에 체중 부하가 집중되면서 발생하며, 많은 환자에서 결국 슬관절 전치환술이 필요하게 된다. 경골 근위부 절골술은 내반성 골관절염의 치료를 위해 널리 사용되는 술기이며, 특히 중년 이하의 젊고 활동적인 환자에서 장기적으로 탁월한 통증 완화 및 슬관절 기능 향상을 가져와 슬관절 전치환술 시기를 지연시키거나, 또는 전치환술을 시행하지 않게 한다.¹⁾ 수술 방법은 크게 폐쇄형 및 개방형 경골 근위부 절골술로 나뉜다. 개방형 절골술의 경우 경골의 골간단에서 절골술을 시행하여 골유합이 빠르다는 장점이 있으나 이후 슬관절 전치환술로 전환 시 외측 offset이 증가한다는 단점이 있다. 반면 개방형 절골술은 수술 시 내측으로

접근하여 외측에 있는 비골과 경비골 관절을 손댈 필요가 없다는 장점이 있으나 교정 시 생기는 췌기형 공간으로 인해 골이식이 필요하고 골유합 기간이 길어진다는 단점이 있다. 경골 근위부 절골술은 주로 관상면에서의 축교정을 유도하는 술기이나, 이 술기로 인하여 근위 경골의 시상면 및 축상면에도 각각 서로 다른 영향을 나타내어 궁극적으로는 슬관절의 해부학적 변화를 초래한다.²⁻⁶⁾

본 연구의 목적은 폐쇄형 및 개방형 경골 근위부 절골술을 시행한 환자를 대상으로 수술 전 후 임상적 결과 및 방사선학적 변화를 평가하고자 한다.

대상 및 방법

1999년 2월부터 2007년 3월까지 본원에서 경골 근위부 절골술을 시행한 환자 중 최소 2년 이상 추시한 103명 116예를 대상으로 하였으며, 폐쇄형 경골 근위부 절골술 75예, 개방형 경골 근위부 절골술 41예였다. 후향적 무작위 방법을 통하여 연구가 이루어졌으며 경골 절골술은 처음엔 저자들에게 의해 개발된 칼날 금속판을

접수일 2011년 6월 24일 수정일 2011년 10월 11일

게재확정일 2011년 11월 8일

교신저자 조세현

진주시 칠암동 90, 경상대학교병원 정형외과학교실

TEL 055-750-8100, FAX 055-755-8365

E-mail shcho@gnu.kr

이용하여 폐쇄형 경골 근위부 절골술만이 시행되었으나 이후 개방형 경골 근위부 절골술이 소개되면서 무작위로 선택 시술하였다. 단, 시술 시 외상 등으로 인하여 편측 하지의 단축이 동반된 경우에는 개방형 경골 절골술을 시행함으로써 하지 길이 연장을 도모하였다. 남자 29명, 여자 74명이었으며 평균 나이는 52세(29-72세)였다. 수술 후 추시 기간은 24개월에서 57개월로 평균 43.2개월이었다. 직립 장하지 전후방 사진과 슬관절 30° 굴곡 상태에서 측면 사진을 술 전 및 수술 후 직립 촬영이 가능한 약 2주 그리고 최종 추시 시 각각 촬영하였다. 직립 장하지 전후방 사진에서 고관절-슬관절-족관절각을 측정하였으며, 대퇴골두 중심과 족관절 중심(경골-거골 관절의 중심)에서 각각 슬관절 외측부 65% 부위에 선을 그으면 이것이 각각 대퇴골과 경골의 수술 후 이상적인 역학적 축이 되며,⁷⁾ 이 두 선이 만나는 각도가 수술 시 필요로 하는 교정각이 된다. 폐쇄형 경골 근위부 절골술 시 근위 경비관절의 관절낭 절개 후 비골두를 후방으로 탈구시켜 절골 부위를 노출시키고 경골 절절보다 상부에서 절골을 실시하였으며 칼날 금속판을 이용하여 내고정하였다. 수술 다음 날부터 능동적 관절 운동을 시행하였으며 수술 3, 4일 후부터 부분 체중 부하 목발 보행을 허락하였고 완전 체중 부하는 방사선 골유합이 이루어지는 약 12주에 시행하였다. 개방형 경골 근위부 절골술은 봉공근, 박근, 반건양근을 골막에서 분리 또는 이완시키고 표재성 내측 측부인대를 절골 부위까지 박리한 후, 경골 내측 관절면의 3.5-4.0 cm 하방에서 비골 첨단부를 향하여 절골을 시행하였다. 이 때 전방부의 경골 조면을 보호하기 위하여 경골 조면과 슬개건을 절골 원위부에 부착시킨 상태로 수직 절골하였다. 췌기형 골결손 부위에는 자가골 또는 동종골을 이용하여 골이식을 시행하였고, Puddu 금속판 또는 해부학적 금속판을 이용하여 내고정하였다. 관절 운동은 즉시 시작하고, 경첩 슬관절 보조구를 착용하여 점진적인 체중 부하를 증가시켜 나갔다. 대퇴골 내측 관절면의 관절염 정도는 Ahlbäck형 방사선학적 분류로 구분하였고, 체질량 지수에 따른 관절염의 진행 정도를 분석하였다.⁸⁾ 수술 전, 후의

슬관절 기능의 평가는 Tegner 활동 점수와 Lysholm 슬관절 점수, Western Ontario and McMaster University (WOMAC) 점수를 통하여 이루어졌다.⁹⁾ 슬관절 측면 사진에서 수술 전, 후 슬개골의 높이는 Insall-Salvati Index (ISI)와 Blackburne Peel Index (BPI)를 이용하고, 경골 경사도는 Moore-Harvey (MH) 방법으로 측정하였다.¹⁰⁻¹²⁾ 두 군 간의 통계학적 분석은 SPSS ver. 15.0을 이용하였다.

결 과

수술 시간은 폐쇄형 경골 근위부 절골술군에서 평균 54.4분(38.0-72.5분)으로 개방형 경골 근위부 절골술군의 55.5분(40.5-84.8분)보다 짧았으나 유의한 차이는 보이지 않았다. 슬관절의 통증은 visual analogue scale 점수로 측정하였고 폐쇄형 절골술군에서는 술 전 8.3점(± 0.7 점)에서 술 후 3.6점(± 0.6 점)으로($p=0.001$), 개방형 절골술군에서도 8.2점(± 0.8 점)에서 술 후 3.4점(± 0.5 점)으로 각각 호전되는 결과를 나타내었다($p=0.001$) (Fig. 1). 전 체중 부하는 폐쇄형 절골술군에서 평균 12.8주, 개방형 절골술군에서 평균 13.1주에 시행하였고, 수술 전 활동 수준으로의 복귀는 폐쇄형 절골술군이 16.2주, 개방형 절골술군이 18.8주에 가능하였다. 술 후 슬관절의 운동 범위는 폐쇄형 절골술군에서 술 전 $135.3^\circ (\pm 4.0^\circ)$ 에서 술 후 $141.0^\circ (\pm 2.9^\circ)$ 로, 개방형 절골술군에서 술 전 $135.9^\circ (\pm 5.4^\circ)$ 에서 술 후 $138.2^\circ (\pm 5.2^\circ)$ 로 의미 있는 변화를 보였으나 양 군 간의 차이는 없었다($p=0.825$). 직립 장하지 전후방 사진을 이용하여 술 전, 수술 후 2주, 최종 추시 시의 고관절-슬관절-족관절 각을 측정하였고, 폐쇄형 절골술군에서는 술 전 평균 내반 $9.8^\circ (-9.8^\circ \pm 3.2^\circ)$ 에서 수술 후 2주 외반 $4.0^\circ (4.0^\circ \pm 0.9^\circ)$, 최종 추시 시

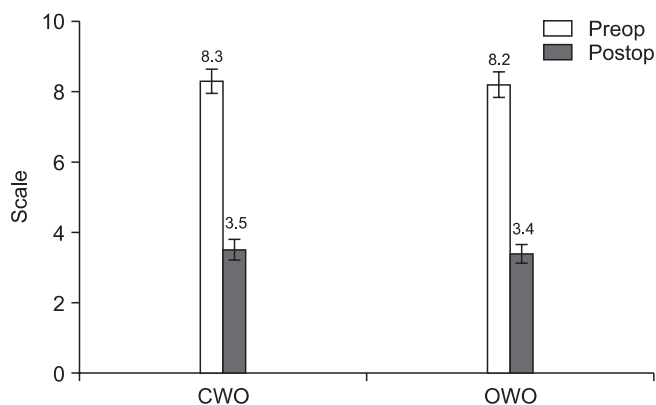


Figure 1. Visual analogue scale score. Preop, preoperative; Postop, postoperative; CWO, closing-wedge osteotomy; OWO, opening-wedge osteotomy.



Figure 2. Preoperative and postoperative standing radiographs showing satisfactory correction of the varus deformity and the fixation of the osteotomy with 90 degree angled blade plate designed by Se-Hyun Cho. The final standing x-ray shows maintenance of the correction after removal of the hardware.

외반 3.7° ($3.7^\circ \pm 1.0^\circ$) ($p=0.001$) (Fig. 2)로, 또한 개방형 절골술군에서는 술 전 평균 내반 10.2° ($-10.2^\circ \pm 3.0^\circ$), 수술 후 2주 외반 3.9° ($3.9^\circ \pm 0.8^\circ$), 최종 추시 시 외반 3.7° ($3.7^\circ \pm 1.9^\circ$) ($p=0.001$) (Fig. 3)로, 의미 있는 교정을 보였으나 수술 직후와 최종 추시 간의 값은 의미 있는 변화가 없었다($p=0.162$) (Fig. 4). 내측 슬관절 관절증의 평가는 Ahlbäck형 방사선학적 분류를 통하여 이루어졌으며, 경골 내측 관절면의 극심한 마모가 나타나는 V형은 절골술의 대상에서 제외하였다. 폐쇄형 절골술 군은 술 전 II형 35.3%, III형 41.2%, IV형 23.5%에서 최종 추시 시 II형 27.5%, III형 45.1%, IV형 27.4%로 변화를 보였고, 개방형 절골술군에서는 술 전 II형 60.9%, III형 29.3%, IV형 9.8%에서 최종 추시 시 II형 31.7%, III형 31.7%, IV형 36.6%로 양 군 모두에서 점진적으로 진행되는 결과를 보였으나, 카이 제곱 검증을 통한 분석에서 두 군 간의 변화는 유의하지 않았다($p>0.05$) (Fig. 5). 체질량지수에 따른 술 후 Ahlbäck형 방사선학적 분류의 진행 정도는 체질량지수가 20-25 kg/m^2 로 정

상 범위에 속하는 군의 51.9%에서 관절염의 진행 소견을 보인 반면, 25 kg/m^2 이상 비만 범위에 속한 군에서는 84.4%에서 진행함을 확인할 수 있었으며 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다($p=0.003$). Tegner 활동 점수는 폐쇄형 절골술군에서 술 전 4.1점 (± 0.8 점)에서 술 후 6.1점 (± 1.1 점)으로($p=0.001$), 개방형 절골술군에서 4.2점 (± 0.8 점)에서 6.6점 (± 0.8 점)으로($p=0.028$) 두 군 모두에서 유의하게 호전되는 양상을 보였으나 양 군 간의 유의한 차이는 없었다($p=0.098$) (Fig. 6). Lysholm 슬관절 점수는 폐쇄형 절골술군의 경우 51.4점 (± 5.2 점)에서 77.3점 (± 4.2 점)으로($p=0.001$) 개방형 절골술군의 경우 48.3점 (± 5.5 점)에서 77.3점 (± 4.3 점)으로($p=0.001$) 슬관절 기능이 유의하게 호전되었으나 두 군 간 차이는 없었다($p=0.374$) (Fig. 7). 수술 전 및 추시 2년에 시행한 WOMAC 점수 변화는 폐쇄형 절골술군에서 술 전 51.9점 (± 18.5 점)에서 술 후 24.5점 (± 19.4 점)으로 개방형 절골술군에서는 48.5점 (± 14.9 점)에서 21.6점 (± 15.0 점)으로 호전되었으나, 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.423$).

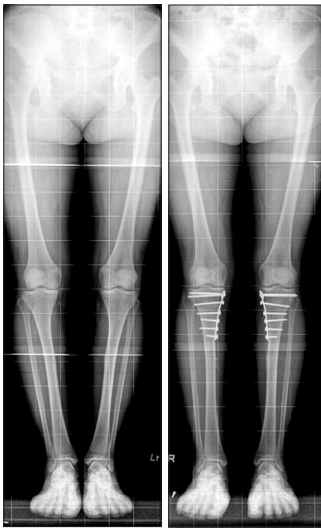


Figure 3. Preoperative varus gonarthrosis is well corrected by open wedge high tibial osteotomy fixed with anatomical plate.

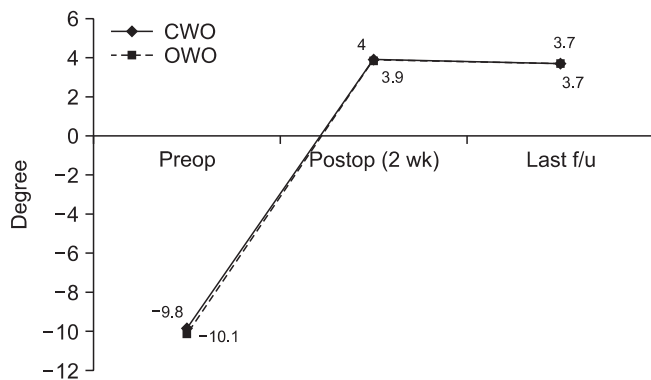


Figure 4. Correction in the frontal plane hip-knee-ankle axis. CWO, closing-wedge osteotomy; OWO, opening-wedge osteotomy; Preop, preoperative; Postop, postoperative; f/u, follow-up.

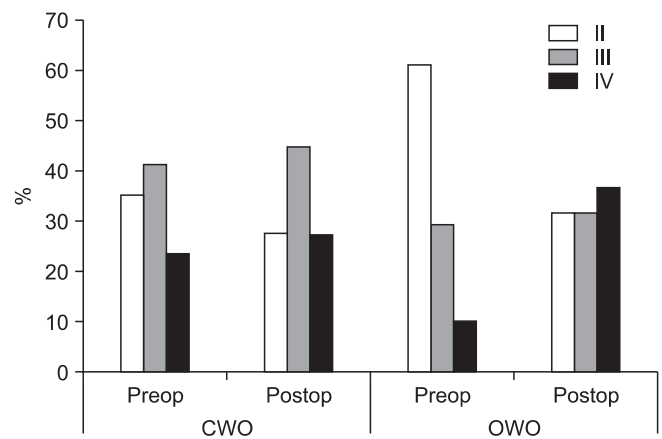


Figure 5. Radiologic changes evaluated by Ahlbäck classification. CWO, closing-wedge osteotomy; OWO, opening-wedge osteotomy; Preop, preoperative; Postop, postoperative.

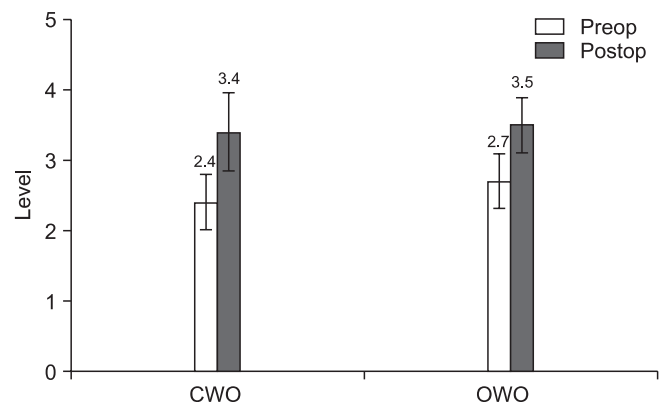


Figure 6. Tegner activity score. Preop, preoperative; Postop, postoperative; CWO, closing-wedge osteotomy; OWO, opening-wedge osteotomy.

폐쇄형과 개방형 경골 근위부 절골술의 비교

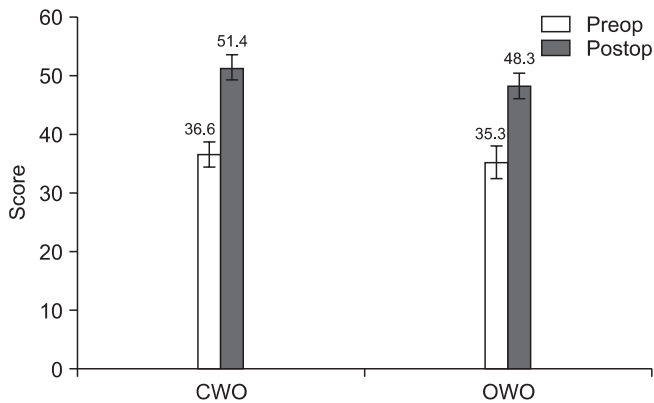


Figure 7. Lysholm knee scoring scale. Preop, preoperative; Postop, postoperative; CWO, closing-wedge osteotomy; OWO, opening-wedge osteotomy.

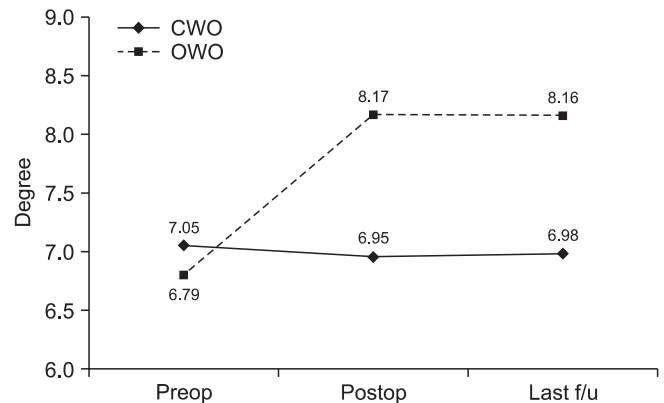


Figure 9. Posterior slope. CWO, closing-wedge osteotomy; OWO, opening-wedge osteotomy; Preop, preoperative; Postop, postoperative; f/u, follow-up.

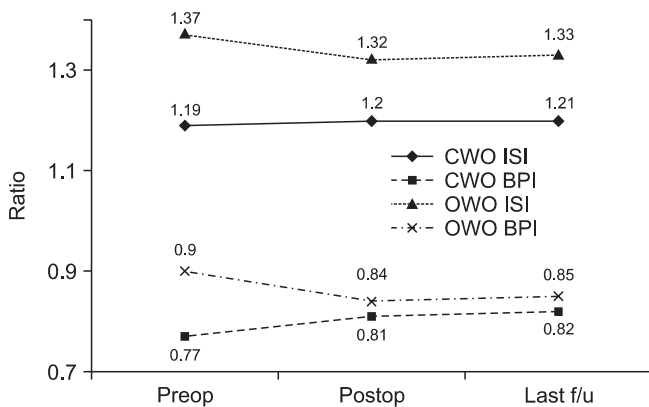


Figure 8. Patella height. CWO, closing-wedge osteotomy; ISI, Insall-Salvati Index; BPI, Blackburne Peel Index; OWO, opening-wedge osteotomy; Preop, preoperative; Postop, postoperative; f/u, follow-up.

양 군 간 수술 전, 수술 직후 및 최종 추시 시 슬개골 높이 변화를 측정한 결과 폐쇄형 절골술군에서는 ISI가 1.19 (± 0.19), 1.20 (± 0.29), 1.21 (± 0.53)으로, BPI는 0.77 (± 0.15), 0.81 (± 0.10), 0.82 (± 0.14)로, 또한 개방형 절골술군에서는 ISI가 1.37 (± 0.15), 1.32 (± 0.21), 1.33 (± 0.19)으로, BPI는 0.90 (± 0.12), 0.84 (± 0.11), 0.85 (± 0.09)로 측정되었다. 본 연구 결과 폐쇄형 절골술군에서는 슬개골이 상향 조정되고 개방형 절골술군에서는 하향 조정되는 서로 상반된 결과를 보였으나, 양 군 모두에서 술 전 측정치와 수술 직후 측정치 간의 BPI 값만이 통계적 의미를 가졌다. 또한 시간 경과에 따른 수술 직후와 최종 추시 시 측정치 간의 ISI와 BPI 값은 의미 있는 변화가 없었다(Fig. 8).

경골의 경사도는 폐쇄형 절골술군의 경우 술 전 평균 7.05° ($\pm 3.77^\circ$)에서 수술 직후 6.95° ($\pm 2.87^\circ$), 최종 추시 시 6.98° ($\pm 2.78^\circ$)로 술 전보다 다소 감소하였으나 세 시기의 측정치 간 통계적 의미는 없었다($p=0.812$). 개방형 절골술군에서는 술 전 평균 경골 경사도가 6.79° ($\pm 2.17^\circ$)에서 수술 직후 평균 8.17° ($\pm 1.78^\circ$), 최종 추시

시 8.16° ($\pm 2.14^\circ$)로 술 전 측정값에 비해 수술 직후와 최종 추시 시의 측정값이 통계적으로 의미 있는 증가를 보였으나($p=0.012$), 수술 직후와 최종 추시 시의 측정값 사이에는 의미 있는 변화가 없었다(Fig. 9). 관절 높이는 폐쇄형 절골술군에서 술 전 평균 1.12 cm (± 0.33 cm)에서 수술 직후 0.24 cm (± 0.47 cm), 최종 추시 시 0.26 cm (± 0.48 cm)로 술 전에 비하여 통계적으로 의미 있는 감소를 보였으나($p=0.000$), 수술 직후와 최종 추시 간의 통계적 차이는 없었다. 개방형 절골술군에서는 관절 높이가 술 전 평균 1.29 cm (± 0.20 cm)에서 수술 직후 평균 1.30 cm (± 0.21 cm)로, 최종 추시 시 1.28 cm (± 0.23 cm)로 술 후 증가하는 경향이 있었으나 통계적 의미는 없었다($p=0.798$).

경골 근위부 절골술 후 내반 변형의 재발은 폐쇄형 절골술군에서 14예, 개방형 절골술군에서 2예가 발생하였으며, 총 16예 중 4예는 경골 근위부 절골술의 재시행(폐쇄형 절골술군 2예, 개방형 절골술군 2예)으로 나머지 12예(폐쇄형 절골술군 12예)는 인공 슬관절 치환술로 전환하여 치료하였다.

고 찰

경골 근위부 절골술은 내측 무릎 관절증의 치료로 널리 사용되고 있으며, 10년 이상의 장기 추시에서 좋은 결과를 보고하고 있다. 기존 연구에서 한쪽 다리로 섰을 때 하지의 축이 내반 6도를 보일 경우 전체 체중의 95%가 내측 관절면에 부하된다고 하였고, 이는 기계적 축을 외측으로 이동시킴으로써 부하를 줄일 수 있다고 보고하였다.¹³⁻¹⁵ 1965년 Coventry¹⁶)는 폐쇄형 경골 근위부 절골술을 발표하였다. 이 술기는 경골 결절 상부 해면질이 풍부한 골간단에서 절골술을 시행하고 대퇴 사두근 및 슬개건의 전인에 의한 절골 부위의 압박을 유도하여 골유합 과정을 촉진시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나 슬개골의 과도한 외측 전이 및 외측 경사로 인한 슬개 대퇴 관절의 기능 이상이 발생할 수 있다

는 단점이 있다.¹⁷⁾ Coventry 등¹⁴⁾은 해부학적 교정각이 외반 8°이거나 그 이상일 경우, 10년 추시 결과 94%에서 교정이 유지되는 우수한 결과를 보고하였으나, 5° 또는 그 이하의 해부학적 교정각을 보인 경우에는 환자의 만족도가 63%로 전자에 비해 불량한 결과를 보고하였다. 저자들은 해부학적 측보다 직접 장하지 방사선 사진을 이용한 역학적 측을 측정하였는데, 평균 4.1° (3.2°-6.5°)로 이는 기존 문헌의 권장 교정도와 비슷한 결과를 보였다.¹⁸⁾

다른 방법으로 비스듬한 내측 절골 후 절골 부위를 개방하여 골 이식 및 내고정술을 시행하는 개방형 경골 근위부 절골술도 있다. 이는 비골을 건드릴 필요가 없고 근위 경비골 관절 및 외측 측부 인대를 유지할 수 있으며 내측 측부 인대의 안정성을 향상시킬 수 있다는 장점이 있다. 그러나 술 후 발생한 슬개골 저위로 인하여 슬관절 운동 범위 및 지레팔(lever arm)의 감소, 신전 제한, 슬관절 전방부 통증, 내측 근육판 부위 통증 및 슬관절 운동 시 에너지 소비의 증가가 생길 수 있으며, 드물지만 슬개건 또는 대퇴사두건의 파열을 유발할 수 있다.¹⁷⁾ 뿐만 아니라 절골선 내측에 존재하는 켄기형 공간으로 인하여 골유합에 시간이 더 많이 걸린다는 단점이 보고되고 있으나 본 연구에서는 폐쇄형 절골술군과 개방형 절골술군에서 전 체중 부하까지 걸리는 기간에는 유의한 차이를 보이지 않았다.

내반성 슬관절염 환자의 치료에 있어 경골 근위부 절골술은 인공관절 치환술 시행까지의 기간을 연장시켜 주는 역할을 하는 술 기이며, 경골 절골술 후에도 슬관절의 관절염은 점진적으로 진행되는 양상을 보인다. 기존의 여러 연구에서도 수술 술기 종류에 관계없이 경골 근위부 절골술 시행군에서 술 후 Albbäck 또는 Kellgren and Lawrence 등급이 진행된다고 보고하고 있다. 본 연구에서도 최종 추시 시 술 전에 비해 관절염이 진행되는 것을 확인할 수 있었다. 폐쇄형 절골술군에서는 기존 논문과 비슷한 양상을 보였으나 개방형 절골술군에서는 기존 연구와 비교하여 진행 정도가 크게 나타났으며, 이는 개방형의 경우 증례의 수가 적어 통계학적 차이를 보였다고 생각한다.

경골 근위부 절골술을 시행 받은 환자군에서 체질량지수가 정상보다 10% 이상 증가된 환자군의 경우 수술 예후가 나쁘다고 보고되고 있다.¹⁹⁾ 저자들의 경험에서도 체질량지수가 25 kg/m² 이상으로 높은 경우에서 그 이하인 경우보다 Ahlbäck형 방사선학적 분류상 관절염이 더 많이 진행된 결과를 나타내었다.

저자들은 경골 근위부 절골술 전, 수술 직후 및 최종 추시 방사선 사진 측정을 통하여 ISI와 BPI를 측정하였고, 경골 경사도는 MH 방법으로 측정하였다.^{17,18,20-23)} 이론적으로 슬개골 관절면의 길이와 슬개골 관절면 하단에서 경골 고평부에 수직으로 그은 선의 길이 비로 측정하는 BPI는 개방성 및 폐쇄성 수술 후 변화가 발생하지만, 슬개골의 대각선 길이와 슬개건의 길이의 비로 나타내는 ISI는 변화가 없어야 한다. 본 연구 결과도 폐쇄형 절골술군에서 다른 저자들의 여러 연구^{17,18)}와 마찬가지로 술 후 ISI와 BPI

가 증가하는 경향을 보였다. 반면 개방형 절골술군에서는 이전 연구^{18,24,25)}에서처럼 슬개골의 높이를 나타내는 ISI와 BPI가 감소하는 경향을 나타내었다. 폐쇄형 경골 근위부 절골술은 근위 경골의 단축으로 인하여 경골 조면의 상승이 발생하고, 따라서 슬개골의 위치가 상향 조정되는데 반하여 개방형 경골 근위부 절골술에서는 근위 경골이 연장되고 경골 조면은 하강되며 슬개골이 하향 조정되는 경향이 있다. 기존 연구 결과와 마찬가지로 폐쇄형 절골술군에서는 경골 경사각이 감소하는 경향을 보였으며, 반면 개방형 절골술군에서는 통계적으로 의미 있는 증가를 보였다.²⁶⁾ 두 군 간의 술 후 방사선학적 결과에서는 상반된 결과를 나타내었으나, 양 군 모두에서 술 후 증상 호전을 보여 임상적 차이는 확인할 수 없었다.

저자의 경우 경골 근위부 절골술을 시행한 환자 중 폐쇄형 절골술군에서 14예, 개방형 절골술군에서 2예로 총 16예에서 내반 변형이 재발하면서 퇴행성 변화와 통증이 악화되어 경골 근위부 절골술을 재시행하거나 인공관절 치환술로 전환하였다. 개방형 경골 절골술군에서 폐쇄형과 비교하여 상대적으로 적은 재발이 발생하였으나 이는 개방형 시술의 추시 기간이 폐쇄형에 비해 짧고 시술 빈도도 적었기 때문이라 생각하며 추후 장기간의 추시가 필요할 것으로 사료된다. 경골 근위부 절골술 실패의 요인은 수술 시 부족한 교정이 가장 큰 이유로 생각되며, 체질량지수가 증가된 환자의 경우가 다수를 차지한 것으로 미루어 보아 체중과도 관련이 있을 것으로 생각한다.

결 론

경골 근위부 절골술은 내반성 골관절염의 치료 방법 중 하나로, 특히 체질량지수가 정상 범위에 속하는 활동적인 중년 환자군에서 좋은 적응증이 된다. 폐쇄형 및 개방형 경골 근위부 절골술 시행 후 모두에서 기능적으로 호전되었으나 두 군 간의 명확한 차이는 없었다. 반면, 방사선학적 분석에서는 슬개골의 높이와 경골 경사도에 서로 반대되는 해부학적 변화를 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. Aglietti P, Buzzi R, Vena LM, Baldini A, Mondaini A. High tibial valgus osteotomy for medial gonarthrosis: a 10- to 21-year study. J Knee Surg. 2003;16:21-6.
2. Cho SH, Park JT, Kim DH, Hwang SC. Conversion of total knee arthroplasty after high tibial osteotomy. J Korean Knee Soc. 2008;20:38-43.
3. Kesmezacar H, Erginer R, Ogut T, Seyahi A, Babacan M, Tenekecioglu Y. Evaluation of patellar height and measurement methods after valgus high tibial osteotomy. Knee Surg

- Sports Traumatol Arthrosc. 2005;13:539-44.
4. Ozalay M, Ozkoc G, Circi E, et al. The correlation of correction magnitude and tibial slope changes following open wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:948-51.
 5. Ward SR, Powers CM. The influence of patella alta on patellofemoral joint stress during normal and fast walking. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004;19:1040-7.
 6. Ward SR, Terk MR, Powers CM. Patella alta: association with patellofemoral alignment and changes in contact area during weight-bearing. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1749-55.
 7. Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am.* 1979;10:585-608.
 8. Weidow J, Cederlund CG, Ranstam J, Kärrholm J, Ahlbäck grading of osteoarthritis of the knee: poor reproducibility and validity based on visual inspection of the joint. *Acta Orthop.* 2006;77:262-6.
 9. Hoell S, Suttmoeller J, Stoll V, Fuchs S, Gosheger G. The high tibial osteotomy, open versus closed wedge, a comparison of methods in 108 patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005;125:638-43.
 10. Blackburne JS, Peel TE. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg Br.* 1977;59:241-2.
 11. Insall J, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology.* 1971;101:101-4.
 12. Moore TM, Harvey JP Jr. Roentgenographic measurement of tibial-plateau depression due to fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56:155-60.
 13. Haddad FS, Bentley G. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a medium-term review. *J Arthroplasty.* 2000;15:597-603.
 14. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75:196-201.
 15. Sprenger TR, Doerzbacher JF. Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to twenty-two years. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:469-74.
 16. Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1965;47:984-90.
 17. El-Azab H, Glabgly P, Paul J, Imhoff AB, Hinterwimmer S. Patellar height and posterior tibial slope after open- and closed-wedge high tibial osteotomy: a radiological study on 100 patients. *Am J Sports Med.* 2010;38:323-9.
 18. Brouwer RW, Bierma-Zeinstra SM, van Koeveeringe AJ, Verhaar JA. Patellar height and the inclination of the tibial plateau after high tibial osteotomy. The open versus the closed-wedge technique. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:1227-32.
 19. Giagounidis EM, Sell S. High tibial osteotomy: factors influencing the duration of satisfactory function. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1999;119:445-9.
 20. Cho SH, Hwang SC, Park JS, Lee SH. Change of the patellar height and tibial inclination after opening- and closing-wedge high tibial osteotomy. *J Korean Knee Soc.* 2010;22:193-9.
 21. Scuderi GR, Windsor RE, Insall JN. Observations on patellar height after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71:245-8.
 22. Seil R, Müller B, Georg T, Kohn D, Rupp S. Reliability and interobserver variability in radiological patellar height ratios. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8:231-6.
 23. Tigani D, Ferrari D, Trentani P, Barbanti-Brodano G, Trentani F. Patellar height after high tibial osteotomy. *Int Orthop.* 2001;24:331-4.
 24. Noyes FR, Goebel SX, West J. Opening wedge tibial osteotomy: the 3-triangle method to correct axial alignment and tibial slope. *Am J Sports Med.* 2005;33:378-87.
 25. Wright JM, Heavrin B, Begg M, Sakyr G, Sterett W. Observations on patellar height following opening wedge proximal tibial osteotomy. *Am J Knee Surg.* 2001;14:163-73.
 26. Staubli AE, De Simoni C, Babst R, Lobenhoffer P. TomoFix: a new LCP-concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia--early results in 92 cases. *Injury.* 2003;34 Suppl 2:B55-62.

Comparison of Closing-Wedge and Opening-Wedge High Tibial Osteotomies

Se Hyun Cho, M.D., Ph.D., Sun Chul Hwang, M.D., Kang Min Sohn, M.D., and Hyung Kan Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Gyeongsang National University School of Medicine, Jinju, Korea

Purpose: The aim of this study is to compare the clinical results and radiologic changes of closing-wedge high tibial osteotomy (CW HTO) and opening-wedge high tibial osteotomy (OW HTO).

Materials and Methods: Seventy five knees were treated with a CW HTO and 41 with an OW HTO. For each patient the hip-knee-ankle (H-K-A) axis was evaluated and the degree of the medial compartmental arthrosis was measured by Ahlbäck-type radiological classification. The function of the knee was evaluated by the Tegner activity score, the Lysholm knee scoring scale and the Western Ontario and McMaster University index. Lateral radiographs were taken to assess the patellar height and the posterior tibial inclination.

Results: In both groups significant improvement of the visual analogue scale and range of motion was achieved. The frontal plane H-K-A axis was corrected significantly from varus to the range of physiological valgus and the arthrosis of the medial compartment of the knee progressed gradually. The body mass index was significantly influential to the progression of arthrosis. The functions of the knee were improved significantly in all cases. In the closing-wedge group, the patella height was increased at the postoperative period, while it was decreased in the opening-wedge group. There was a tendency of a decrease of the tibial inclination in the CW HTO group and a statistically significant increase of the tibial inclination in the OW HTO group. Recurrence of varus occurred in sixteen cases.

Conclusion: In both groups, improvement of the function of the knee was achieved, but there was no statistical difference. However, the opposite result was found in the patella height and the tibial inclination.

Key words: high tibial osteotomy, closing-wedge high tibial osteotomy, opening-wedge high tibial osteotomy, compare

Received June 24, 2011 **Revised** October 11, 2011 **Accepted** November 8, 2011

Correspondence to: Se Hyun Cho, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Gyeongsang National University Hospital, 90, Chiram-dong, Jinju 660-702, Korea

TEL: +82-55-750-8100 **FAX:** +82-55-755-8365 **E-mail:** shcho@gnu.kr