

무지 외반증에 시행한 Scarf 절골술의 3차원적 변형 교정력에 관한 연구

포항성모병원 정형외과학교실

문기혁 · 안길영 · 윤호현 · 이영현 · 이정익 · 남일현

Multi-dimentional Correction of the Scarf Osteotomy for the Treatment of Hallux Valgus

Gi-Hyuk Moon, M.D., Gil-Yeong Ahn, M.D., Ho-Hyun Yun, M.D.,
Yeong-Hyun Lee, M.D., Jung-Ick Lee, M.D., Il-Hyun Nam, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Pohang St. Mary's Hospital, Pohang, Korea

=Abstract=

Purpose: Scarf osteotomy can provide the simultaneous correction of the hallux valgus angle (HVA), 1-2 intermetatarsal angle (IMA₁₋₂), DMAA and the plantar displacement of the fragment. The study was conducted to understand the multi-dimensional correction of the hallux valgus.

Materials and Methods: Fourty eight patients who had undergone Scarf osteotomy with hallux valgus at more than 30° of HVA and more than 15° of IMA₁₋₂ were studied. Before an osteotomy, a reference K-wire was inserted to the 1st metatarsal head. After the osteotomy, the plantar fragment was moved laterally and the proximal end of the fragment was forced beyond the distal end which resulted in an internal rotation of the head fragment to correct the DMAA.

Results: The HVA improved an average of 33.3° to 7.7° with the IMA₁₋₂ respectively from 15.4° to 6.5°. The DMAA improved an average of 19.5° (5.2-30.9°) to 4.5° (0.4-13.8°). By checking the angle, which was at an average of 25° between the plantar surface of the foot and the osteotomy plane, the average distance of 1.9 mm (1.18-3.1 mm) of plantar displacement was measured using the value of sine ($\sin 25 = 0.422$).

Conclusions: It is possible to correct the HVA, IMA₁₋₂ and DMAA simultaneously with one osteotomy making the lateral shift, the internal rotation and the plantar displacement of the plantar head fragment as desired. Despite the technicality and difficulty of the Scarf osteotomy, once familiarized through myriad procedures, all disadvantages are outweighed by the success and satisfaction of both patient and surgeon.

Key Words: Great toe, Hallux valgus, Scarf osteotomy

• Address for correspondence

Il-Hyun Nam, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Pohang St. Mary's Hospital,
270-1, Daejam-dong, Nam-gu, Pohang-si, Kyung-buk, 790-825,
Korea

Tel: +82-54-289-4572 Fax: +82-54-275-1990

E-mail: nammd60@hanmail.net

서 론

무지 외반증의 수술적 치료에 사용되는 이상적인 중족골 절골술은 변형의 교정력이 충분해야 하고 급속 내고정을 이용한 견고한 안정성을 제공해야 하며, 조기에 체중 부하가 가능해야 한다¹⁷⁾.

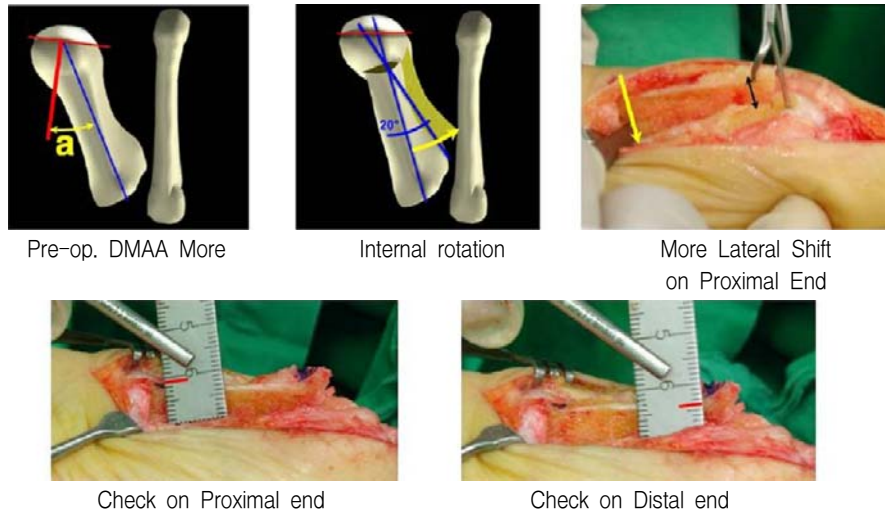


Figure 1. Internal rotation of the head fragment by further displacement of the proximal end to the distal end. Check the distance of the lateral shift of both ends using the ruler.

Scarf 절골술은 제1 중족골 간부를 Z-자 형으로 상하로 절골시킨 후 족저 골두 골편을 외측 이동, 내회전 및 족저 방향으로 원하는 만큼 이동시킴으로서 하나의 절골술로 무지 외반각, 제1-2 중족골간 각 및 원위 중족 관절면 각의 교정이 가능하고, 상 내측에서 하 외측으로 향한 절골편의 경사로 인한 골두 골편의 족저 방향 전이를 통해 제1 열의 정상적인 하중의 재건에 도움을 주는 등 다양한 변형의 교정이 가능하고, 절골면 고유의 안정성과 함께 두 개의 나사못을 견고히 고정시킴으로서 보다 강한 안정성을 얻을 수 있어 조기 체중 부하 및 재활이 가능한 수술이다^{3-5,17)}.

이에 저자는 2004년 12월부터 2005년 12월까지 본원에서 Scarf 절골술을 시행한 무지 외반증 환자 48예를 분석하여 Scarf 절골술의 3차원적 변형 교정력의 특성에 대해 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

2004년 12월부터 2005년 12월까지 본원에서 중등도 이상(30° 이상의 무지 외반각 및 15° 이상의 제1-2 중족골간 각)의 무지 외반증 환자에 대하여 Scarf 절골술을 시행한 환자 48예를 대상으로 하여 족저 골두 골편의 근위부 및 원위부의 외측 이동 거리와 그 차이를 측정하였다. 또한 족저 골두 골편이 외측으로 이동시 골두가 족저 방향으로 전이되는 정도를 길이로 계산하였다.

족저 골두 골편의 외측 이동 거리의 측정은 족저 골두 골편을 외측으로 이동시키고 나사못 고정 후 수술 시야에서 절골면 근위부 및 원위부에서의 이동 거리를 각각 실측하

였고, 골편이 이동되는 거리와 무지 외반각 및 제1-2 중족골간 각의 교정 각도와와의 연관 관계를 비교하였다(Fig. 1). 술 전 원위 중족 관절면 각은 족저 골두 골편에 절골술을 시행하기 전에 골두 관절면의 양 끝부분과 평행하게 골두에 K-강선을 삽입한 후 방사선 사진 상 K-강선의 수직선과 중족골 간부의 내측 면과 이루는 각으로 측정하였다(Fig. 2). 술 후 원위 중족 관절면 각은 족저 골두 골편의 원위부를 외측 이동시키고 족저 골두 골편의 근위부를 원위부보다 더욱 외측으로 이동시킴으로서 골두 골편의 내회전을 일으킨 후 방사선 사진 상 K-강선의 수직선과 중족골 배부 골편의 내측 면과 이루는 각으로 측정하였고 그 차이를 계산하여 원위 중족 관절면 각 교정 각도로 삼았다(Fig. 3). 또한

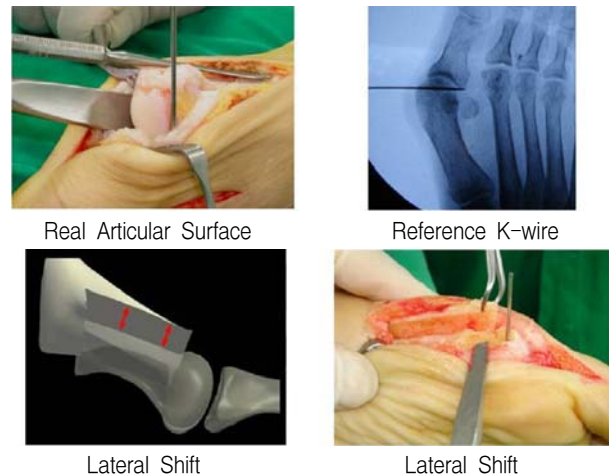


Figure 2. Confirmation of DMAA in the operative field and the lateral shift of the plantar head fragment.

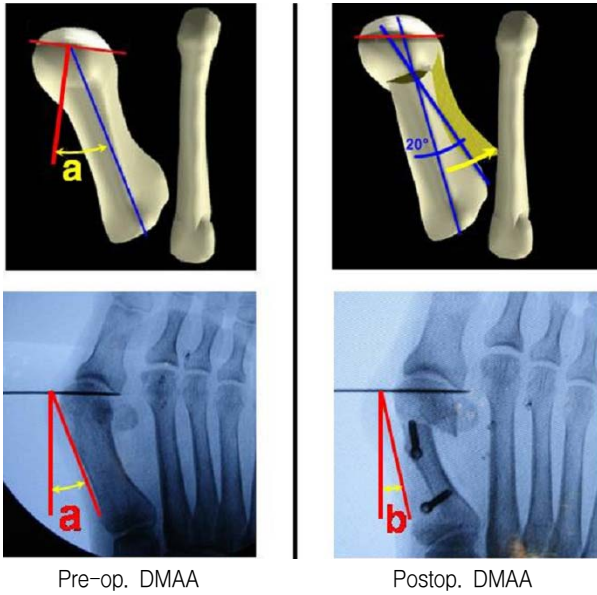


Figure 3. Check the pre- and postoperative DMAA between the K-wire and medial margin of the metatarsal shaft.

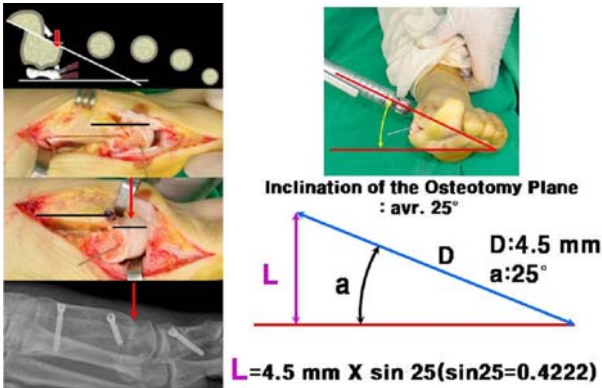


Figure 4. Calculation of the distance of the plantar displacement of the head fragment using the value of sin ($\sin 25 = 0.422$).

족저 골두 골편을 원위부보다 근위부에서 더 많이 외측으로 이동시킨 뒤 그 차이를 거리(mm)로 나타내어 원위 중족 관절면 각 교정 각도와와의 상관 관계를 비교하였다. 또한 족저 골두 골편의 족저 방향 전이 정도는 중족골 절골면이 발바닥 면에 대해서 상내측에서 하외측으로 비스듬히 이루는 각도(평균 25°)와 족저 골두 골편의 외측 이동 거리와의 삼각함수($\sin 25 = 0.422$) 관계로 전이 거리를 계산하였다 (Fig. 4).

결 과

족저 골두 골편의 외측 이동 거리는 근위부에서 평균 8.5 mm (6.2 mm-10.9 mm)이었고, 원위부에서 평균

4.5 mm (2.8 mm-7.3 mm)이었다. 골두 골편의 내회전을 의미하는 족저 골두 골편의 원위부의 외측 이동 거리와 근위부의 외측 이동 거리의 평균값의 차이는 4 mm이었다. 무지 외반각의 교정은 술 전 평균 33.3°에서 술 후 평균 7.7°로 평균 25.6° 교정됨으로서 족저 골두 골편 원위부를 1 mm 외측 이동 시에 무지 외반각은 평균 5.7°씩 교정이 이루어졌다. 제1-2 중족골간 각의 변화는 술 전 평균 15.4°에서 술 후 평균 6.5°로 평균 8.9° 교정된 바 족저 골두 골편 원위부 1 mm 외측 이동에 약 2°의 제1-2 중족골간 각의 교정이 이루어졌다. 술 전 원위 중족 관절면 각은 평균 19.5° (5.2°-30.9°)이었고, 술 후 원위 중족 관절면 각은 평균 4.5° (0.4°-13.8°)로 평균 15°의 원위 중족 관절면 각 교정각을 얻었다. 족저 골두 골편의 근위부를 원위부보다 평균 4 mm 더 외측으로 이동시켜 골두 골편의 내회전을 시행한 결과 평균 15°의 원위 중족 관절면 각 교정을 얻은 바, 골편의 1 mm 외측 이동 시 3.75°의 원위 중족 관절면 각 교정 효과를 보였다. 족저 골두 골편의 족저 방향 전이 정도는 상내측에서 하외측으로 향한 중족골 절골면이 발바닥과 이루는 각도(평균 25°)와 평균 4.5 mm (2.8 mm-7.3 mm)의 족저 골두 골편의 외측 이동 거리와의 삼각 함수($\sin 25 = 0.422$)관계로 거리를 계산하였으며, 족저 골두의 족저 방향으로의 전이 거리는 평균 1.9 mm (1.18 mm-3.1 mm)이었다.

고 찰

Weil¹⁷⁾, Richardson 등¹⁵⁾ Lee¹¹⁾, Lee와 Chung¹²⁾은 제1 중족골 간부의 중축과 중족골 두의 사용 가능한 관절 연골면의 양끝을 연결한 선의 수직선과 이루는 각을 원위 중족 관절면 각이라 정의하였고 정상 원위 중족 관절면 각은 평균 7° 내지 8°이며 10°까지는 정상으로 간주하였다.

Lau와 Daniels¹⁰⁾, Lee¹¹⁾, Lee와 Chung¹²⁾, Peterson과 Newman¹⁵⁾은 관절의 상합성이란 중족골 두의 관절면과 근위 지골의 관절면이 정상적인 관계에 있다는 것을 의미하며, 이러한 상합성이 상실되는 것이 아탈구이며 이를 치료하지 않을 경우 무지 외반 변형이 진행할 가능성이 높다 하였다. 또한 선천성 및 연소기성 무지 외반증과 원위 중족 관절면 각의 증가와는 밀접한 관계가 있으며, 정확한 원위 중족 관절면 각은 방사선 검사로 측정된 것보다 수술 시야에서 측정한 것이 더욱 신빙성을 갖는다고 하였다^{1,2,9,15)}. Weil¹⁷⁾ 및 Barouk³⁻⁵⁾은 중등도 이상의 무지 외반증 특히 제1 중족지간 관절의 아탈구 및 관절염을 동반한 고도의 무지 외반증 치료 시 원위 중족 관절면 각의 교정은 제1

중족지간 관절의 상합성을 복원하게 되어 장기적으로 무지 외반 변형의 재발을 막고 관절 강직 및 관절증의 발생 빈도를 낮추어 주는 중요한 요소라고 평가하였다.

많은 저자들은 15° 이상의 원위 중족 관절면 각을 동반한 중등도 이상의 무지 외반증 수술 시 제1 중족골 근위부 혹은 내측 설상골 절골술과 동시에 시행한 제1 중족골 원위부 뼈기형 폐쇄 절골술(이중 절골술) 및 이중 절골술에 추가로 시행한 제1 족지 근위 지골 절골술 소위 삼중 절골술은 기술적인 어려움이 있으나 변형된 원위 중족 관절면 각을 복원함으로써 무지 외반 변형의 재발을 막고 제1 중족지간 관절의 상합성을 복원 및 유지시키는데 탁월한 효과가 있다고 하였다^{6-8,11,14}.

이는 제1 중족지에 여러 군데의 절골술을 시행해서라도 변형된 원위 중족 관절면 각을 정상으로 복원해야 할 가치가 있음을 보여주는 좋은 예라고 사료된다.

Barouk³⁻⁵은 Scarf 절골술 후 족저 골두 골편의 다양한 이동 방법에 대해 기술하였는데 수평면상으로는 골두 골편의 외측 수평 이동 및 내측 회전이 가능하고, 정면상으로는 골두 골편의 족저 방향 전이를 시킬 수 있고 또한 시상면으로 중족골의 신연 및 단축이 가능함으로써 단일 절골면으로 무지 외반증의 변형을 3차원적으로 교정할 수 있다고 하였다. 저자들의 경우에도 족저 골두 골편의 원위부 1 mm 외측 이동시킬 때 무지 외반각은 평균 5.7° 교정되었고, 제1-2 중족골 간은 평균 약 2°가 교정되었으며, 또한 원위 중족 관절면 각도 평균 약 3.75°의 교정 효과가 있었다.

많은 저자들은 원위 중족 관절면 각이 정상범위를 벗어나 외반 변형이 진행되면 제1 중족지간 관절의 비정상적인 마모 및 관절증을 동반하는 관절의 부조화 혹은 부적합 상태를 야기한다고 하였다^{2,7,8,10,11,14}. 또한 선천적인 외반증이나 어려서부터 발생한 연소기성 무지 외반증의 경우에 원위 중족 관절면 각의 외반 변형이 심하고, 원위 중족 관절면 각을 교정하지 않고 무지 외반 변형만을 교정하면 무지 근위 지골의 외반 변형이 고착화될 수 있고, 제1 중족지간 관절의 부적합성을 초래하여 무지 강직증을 야기할 수 있다고 하였다^{1,5,9,16}. 저자들의 경우에도 원위 중족 관절면 각을 정상에 가깝게 복원시킴으로서 대부분의 환자에서 제1 중족지간 관절의 관절운동이 술 전의 상태에 가깝게 회복됨을 관찰할 수 있었다.

Weil¹⁷은 원위 중족 관절면 각의 교정이 관절 상합성을 정상에 가깝게 복원하게 되어 장기적으로 관절 강직이나 관절증 등의 합병증을 예방할 수 있었으며 16년 동안 경험한 결과 Scarf 절골술은 원위 중족 관절면 각의 교정에 있어서 믿을 수 있고 예측 가능한 수술 방법이라고 평가하였으며

저자들도 같은 경험을 하였다.

또한 중족골 절골시 절골면을 중족골의 상내측에서 하외측으로 경사지게 함으로서 절골면으로 말미암아 족저 골두의 족저 방향 전이를 유발시킬 수 있었다^{3-5,16}. 족저 골두 골편의 족저 방향으로의 전이 거리는 상내측에서 하외측으로 향한 중족골 절골면이 발바닥 면과 이루는 각도(평균 25°)와 족저 골두 골편의 외측 이동 거리와의 삼각 함수($\sin 25 = 0.422$) 관계로 인해 평균 1.9 mm의 족저 골두의 족저 방향 전이가 일어났다.

Barouk³⁻⁵은 이 이동은 기울임(declination)이 아닌 전이(translation)이며 최대 7 mm까지 전이가 가능하다고 하였다. Weil¹⁷은 중족골 절골면이 발바닥 면과 이루는 각도가 15° 내외가 적당하다고 하였고, 대부분의 경우 족저 골두 골편이 2-3 mm가량 족저 방향으로 전이되어 술 후 제2 중족 골두의 하중을 줄이는데 도움을 주었다고 하였다. 또한 많은 저자들이 갈매기형 절골술을 시행할 때 부정 유합으로 인한 절골 부위에서 배골이 발생하는데 이로 인해 족부 내측 종아치가 소실되는 합병증이 발생될 수 있으므로 이를 주의해야 한다고 하였다^{1,7-9,11,14}. Barouk³⁻⁵ 및 Weil¹⁷은 Scarf 술식은 원위 족저 골편이 본태적으로 족저 방향으로 전이됨으로서 무지 외반증으로 말미암아 소실된 제1 열의 하중이 정상적으로 복원되므로 이는 Scarf 술식만이 갖는 장점이라고 하였다.

Weil¹⁷은 제1 중족지간 관절의 아탈구가 심한 경우 관절을 정상적으로 정복하기 위해서 필요에 따라 제1 중족골의 길이를 다소 단축시켜도, 족저 골두 골편이 족저 방향으로 전이가 일어남으로 인해 제2 중족골 두에 외측 전이성 중족지통의 발생이 적게 일어난다고 하였으며, 결과적으로 무지 외반증 변형 후 소실된 제1 열의 내측 종아치가 어느 정도 재건되어 정상적인 하중의 복원이 가능하고, 이로 말미암아 제2 열의 병리 즉 제2 중족지통(외측 전이성 중족지통)의 발생 가능성이 낮아진다고 하였다. 저자들도 같은 결과를 경험할 수 있었고, 특히 제2 중족지통이 동반된 무지 외반증 환자의 수술 시 족저 골두 골편을 족저 방향으로 전이시킴으로서 제2 중족지통을 동시에 해결시키는 효과를 기대할 수 있었다.

결 론

Scarf 절골술은 간부의 넓은 접촉면을 가지는 고유의 안정성 덕분에 하나의 절골술로 족저 골두 골편을 원하는 만큼 외측 이동, 내회전 및 족저 방향으로 전이시켜 무지 외반각, 제1-2 중족골간 각, 원위 중족 관절면 각의 교정 및

족저 골두 골편의 족저 방향 전위 정도를 술자의 임의대로 조절할 수 있기 때문에 예측 가능한 결과를 제공할 수 있는 좋은 수술 방법이라 사료된다.

REFERENCES

1. **Amarnek D, Jacobs A and Oloff L:** Adolescent hallux valgus: Its etiology and surgical management. *J Foot Surg*, 24: 54-61, 1985.
2. **Miller F, Arenson D and Weil LS:** Incongruity of the first metatarsophalangeal joint: The effect on cartilage contact surface area. *J Am Podiatry Assoc*, 67: 328-330, 1977.
3. **Barouk LS:** Scarf osteotomy of the first metatarsal in the treatment of hallux valgus. *Foot Diseases II*, 1: 35-48, 1995.
4. **Barouk LS:** Scarf osteotomy for hallux valgus correction. Local anatomy, surgical technique, and combination with other forefoot procedures. *Foot Ankle Clin*, 5: 525-558, 2000.
5. **Barouk LS:** Forefoot reconstruction. 2nd ed. Paris, Springer-Verlag France :19-73, 2005.
6. **Chou LB, Mann RA and Casillas MM:** Biplanar chevron osteotomy. *Foot Ankle Int*, 19: 579-584, 1998.
7. **Coughlin MJ:** Hallux valgus in man: Effect of the distal metatarsal articular angle on hallux valgus correction. *Foot Ankle Int*, 18: 463-470, 1997.
8. **Coughlin MJ and Carlson RE:** Treatment of hallux valgus with an increased distal metatarsal articular angle: Evaluation of double and triple first ray osteotomies. *Foot Ankle Int*, 20: 762-770, 1999.
9. **Helal B:** Surgery for adolescent hallux valgus. *Clin Orthop Relat Res*, 157: 50-63, 1981.
10. **Lau JT and Daniels TR:** The effect of increasing distal metatarsal closing wedge metatarsal osteotomies on the distal metatarsal articular angle. *Foot Ankle int*, 20: 771-776, 1999.
11. **Lee KT:** Foot and Ankle Surgery. 1st ed. Korea, Kunza Co: 67-102, 2004.
12. **Lee WC and Chung MS:** Surgery of the Foot. 1st ed. Korea, Kunza Co: 29-61, 2000.
13. **Mann RA and Coughlin MJ:** Hallux valgus, etiology, anatomy, treatment and surgical considerations. *Clin Orthop Relat Res*, 157: 31-41, 1981.
14. **Mitchell LA and Baxter DE:** A chevron-Akin double osteotomy for correction of hallux valgus. *Foot Ankle*, 12: 7-14, 1991.
15. **Peterson HA and Newman SR:** Adolescent bunion deformity treated with double osteotomy and longitudinal pin fixation of the first ray. *J Pediatr Orthop*, 13: 80-84, 1993.
16. **Richardson EG, Graves SC, McClure JT and Boone RT:** First metatarsal head-shaft angle: A method of determination. *Foot Ankle*, 14: 181-185, 1993.
17. **Weil LS:** Scarf osteotomy for correction of hallux valgus. Historical perspective, surgical technique, and results. *Foot Ankle Clin*, 5: 559-580, 2000.