

## 무지 외반증에서 외측 연부 조직 유리술을 함께 시행한 원위 갈매기형 절골술의 치료 결과

울산대학교 의과대학 정형외과학교실, 한일병원 정형외과\*

이호승·지형철·이성우·김종민\*

### The Results of Distal Chevron Osteotomy with Lateral Soft Tissue Release for Hallux Valgus Deformity

Ho Seong Lee, M.D., Hyung-chul Ji, M.D., Sung-woo Lee, M.D., Jong-min Kim, M.D.\*

Department of Orthopedic Surgery, University of Ulsan College of Medicine, Seoul;

Department of Orthopedic Surgery, Hanil General Hospital\*, Seoul, Korea

#### =Abstract=

**Purpose:** To evaluate the results and effectiveness of distal chevron osteotomy combined with lateral soft tissue release for the correction of hallux valgus deformity.

**Materials and Methods:** 31 patients who underwent distal chevron osteotomy with lateral soft tissue release between July 2002 and June 2003, were analyzed in terms of hallux valgus angle, intermetatarsal angle, subluxation of sesamoid, AOFAS score and the occurrence of avascular necrosis of the first metatarsal head.

**Results:** The mean amount of the correction of hallux valgus angle was 26.3°. The mean amount of the correction of intermetatarsal angle was 6.6°. The mean amount of the correction of sesamoid subluxation was 1.2 points. The mean improvement of AOFAS score was 25.8 points. Avascular necrosis of the first metatarsal head was not found in any cases.

**Conclusion:** For correction of hallux valgus deformity, distal chevron osteotomy with lateral soft tissue release showed improvement of hallux valgus angle, sesamoid subluxation and AOFAS score with no evidence of avascular necrosis of the first metatarsal head.

**Key Words:** Hallux valgus, Distal chevron osteotomy, Lateral soft tissue release

## 서 론

•Address for correspondence

**Ho Seong Lee, M.D.**

Department of Orthopedic Surgery, Asan Medical Center,  
University of Ulsan College of Medicine

388-1, Pungnap-dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea

Tel: +82-2-3010-3530 Fax: +82-2-488-7877

E-mail: hosng@amc.seoul.kr

\*본 논문의 요지는 2004년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

무지 외반증의 치료에 있어 원위 갈매기형 절골술은 수술 술기가 간단하고, 고유의 안정성을 지니고 있으며 골유합이 조기에 이루어지며, 수술 후 회복 기간이 짧고, 수술 상처가 작게 남으며, 중족골을 단축시키지 않는 등 많은 장점을 가지고 있어<sup>1,2)</sup> 널리 사용되어 왔으나, 무지 외반각의 교정 효과가 적고 재발 가능성이 높은 단점으로 인해, 정도

및 일부 중등도 무지 외반증에서만 제한적으로 시행되어왔다<sup>5,16)</sup>. 그러나 이는 외측 연부 조직 재건술(lateral soft tissue release)을 시행하지 않은 경우가 대부분이었다. 외측 연부 조직 재건술을 병행 시 무지 외반각의 교정뿐 아니라, 종자골 아탈구의 교정에 있어서도 효과적이며, 무지 내 전근에 의한 무지의 회전 변형력을 감소시키는 장점이 있으나, 원위 갈매기형 절골술과 병행하면 중족골 두 무혈성 괴사가 발생할 우려가 있어<sup>13-15)</sup>, 병행하지 않은 경우가 많았으며 따라서 무지 외반 변형의 교정 효과는 적을 수밖에 없었다<sup>16)</sup>. 그러나 최근 원위 갈매기형 절골술과 외측 연부 조직 재건술을 병행한 경우에도 중족골 두 무혈성 괴사가 발생하지 않거나 임상적으로 문제가 되지 않는 경우가 많다는 보고가 있어<sup>1,11,12,18,19)</sup> 저자들은 원위 갈매기형 절골술과 외측 연부 조직 재건술을 병행하였고 그 치료 결과에 대하여 알아보하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2002년 7월부터 2003년 6월까지 본원에서 무지 외반증으로 원위 갈매기형 절골술을 시행받은 31예를 대상으로 하였다. 31예 모두 여자였고, 평균 연령은 51.3세(44~71세)였다. 평균 추시 기간은 16개월(10~23개월)이었다.

모든 수술은 동일한 술자에 의해 시행되었으며, 원위 갈매기형 절골술의 대상으로 판단되었던 31예의 환자에 대하여 원위 갈매기형 절골술과 외측 연부 조직 재건술을 병행하여 시행하였다.

### 2. 수술 시기

외측 연부 조직 재건술은 외측 관절낭 절개술, 중족-종자골간 관절 인대 절단술, 족무지 내전근건 박리술 및 제 1 중족골 경부 외측으로의 전이술을 시행하였다. 원위 갈매기형 절골술은 내측 관절낭을 T자 모양으로 절개하고, 중족골 내측 용기부 절제를 한 후, 절단면의 중심을 침부로 하여 60° 크기로 갈매기형 절골술을 시행하고, 원위 골편을 외측으로 평균 5.5 mm (4~8 mm) 전위시킨 후, 직경 1.2 mm K 강선으로 고정하고, 아탈구된 중족-족지 관절을 정복한 후 내측 관절낭을 중첩하여 봉합하였다. 족무지 지골간 외반증이 동반된 3예에 대하여 Akin 절골술을 병행하여 시행하였다.

### 3. 평가

방사선학적 평가는 무지 외반각, 중족골간 각 및 종자골 아탈구 정도를 수술 전과 수술 4주 후 및 최종 추시 시 체중 부하 족부 전후면 방사선 사진으로 측정하였고, 중족골 두 무혈성 괴사 여부는 단순 방사선 사진으로 평가하였다.

무지 외반각은 제 1 중족골을 이분하는 선과 근위 족지를 이분하는 선이 이루는 각으로 측정하였으며, 중족골간 각은 제 1 중족골을 이분하는 선과 제 2 중족골을 이분하는 선이 이루는 각을 측정하였다. 수술 후의 제 1 중족골을 이분하는 선은 전위된 중족골 두의 중심과 제 1 중족골 기저부의 중심을 연결한 선으로 하여, 이를 기준으로 각각의 변형 각도를 측정하였다<sup>6,17)</sup>.

종자골 아탈구 정도는 내측 종자골이 중족골을 이등분하는 선을 기준으로 내측에 있을 때를 0점, 중앙에 있을 때를 1점, 외측에 있을 때를 2점, 외측 탈구의 경우 3점으로 평가하였다<sup>7)</sup>.

중족골 두의 무혈성 괴사는 Bobechko와 Harris의 기준으로 평가하여, 최종 추시 단순 방사선 사진 상에서 crescent 징후, 중족골 두의 반점, 국소적 음영 감소의 소견 여부로 판단하였다<sup>3,21)</sup>.

임상적 평가는 미국 족부 족관절 학회의 평가 방법 중 하나인 AOFAS (American Orthopedic Foot and Ankle Society) forefoot score를 사용하여 설문 조사를 시행하여 수술 전후의 결과를 평가하였고, 차트 리뷰를 통해 합병증의 발생 여부를 조사하였다.

## 결 과

무지 외반각의 평균은 수술 전에 34.4° (20~66°), 최종 추시에서 8.1° (-11~20°)여서, 평균 교정각은 26.3° 였다. Akin 절골술을 병행한 3예의 경우, 무지 외반각의 평균은 수술 전 32.0° (25~40°)였고, 최종 추시에서 6.4° (0~12°), 평균 교정각은 25.6° 였다.

중족골간 각의 평균은 수술 전에 15.1° (12~18°), 최종 추시에서 8.5° (3~11°)여서, 평균 교정각은 6.6° 였다.

종자골 아탈구 정도의 평균은 수술 전에 2.0점(1~3점), 최종 추시에서 0.8점(0~1점)이었다. 종자골 아탈구의 평균 교정 정도는 평균 1.2점이었다.

AOFAS 평균 score는 수술 전 평균 59.6점(52~67점), 최종 추시에서 85.4점(80~87점)이었다. AOFAS score 평균 향상도는 25.8점이었다(Table 1).

중족골 두 무혈성 괴사는 평균 16개월(10~23개월) 추시

**Table 1.** List of Hallux Valgus Patients

No	Age	Site	Preop				Postop			
			HVA <sup>*</sup>	IMA <sup>†</sup>	Sesamoid position	AOFAS <sup>‡</sup> score	HVA	IMA	Sesamoid position	AOFAS score
1	44	Rt	37	13	2	52	6	8	1	87
2	44	Lt	33	15	2	52	7	7	1	85
3	52	Rt	38	16	2	62	8	8	1	87
4	52	Lt	36	14	2	62	2	8	1	87
5	43	Rt	31	16	2	54	1	10	1	87
6	36	Rt	28	12	2	67	6	3	1	87
7	36	Lt	31	14	2	67	8	7	1	87
8	71	Rt	36	14	3	62	7	9	1	85
9	71	Lt	38	13	3	62	0	8	0	85
10	47	Rt	44	18	1	52	15	11	0	80
11	48	Rt	33	14	2	62	7	9	1	80
12	54	Lt	39	17	2	57	7	9	1	80
13	54	Rt	36	17	2	57	8	9	0	87
14	55	Rt	34	16	2	54	10	8	0	87
15	45	Lt	27	16	2	54	9	9	1	87
16	45	Lt	33	15	2	57	0	9	1	80
17	44	Rt	20	14	2	67	8	9	1	87
18	50	Rt	34	17	2	67	20	11	1	87
19	45	Lt	32	15	2	67	16	10	1	80
20	45	Lt	38	17	2	57	4	9	1	87
21	55	Rt	20	14	1	57	8	8	1	87
22	62	Lt	38	15	2	64	7	10	1	87
23	39	Rt	34	16	2	67	10	8	0	85
24	63	Lt	36	17	2	62	15	9	1	85
25	63	Rt	66	14	3	52	8	7	0	87
26	67	Lt	36	15	1	62	11	8	1	87
27	49	Rt	28	14	2	57	5	7	1	87
28	49	Lt	31	14	1	54	12	9	0	87
29	49	Lt	32	15	2	62	10	9	1	87
Mean	50.9		34.4	15.1	2	59.6	8.1	8.5	0.8	85.4

<sup>\*</sup>HVA, hallux valgus angle; <sup>†</sup>IMA, inermetatarsal angle; <sup>‡</sup>AOFAS, American Orthopedic Foot and Ankle Society.

결과 전 예에서 관찰되지 않았다.

합병증으로는 과교정으로 인한 무지 내반증이 2예에서 발견되었다. 1예에서 무지 외반각의 교정 소실이 관찰되었는데, 수술 4주에는 교정 소실이 없었으나 최종 추시 시 9°의 교정 소실이 관찰되었다.

## 고 찰

무지 외반증의 수술 방법 중 외측 연부 조직 재건술은 무지 외반각의 교정뿐 아니라, 종자골 아탈구의 교정에 있어서도 효과적이며, 무지 내전근에 의한 무지의 회전 변형력

을 감소시켜 수술 후 변형의 재발 방지에 도움이 되므로, 무지 외반증 교정술시 심한 경우에서 함께 사용되고 있다<sup>1,2,5)</sup>.

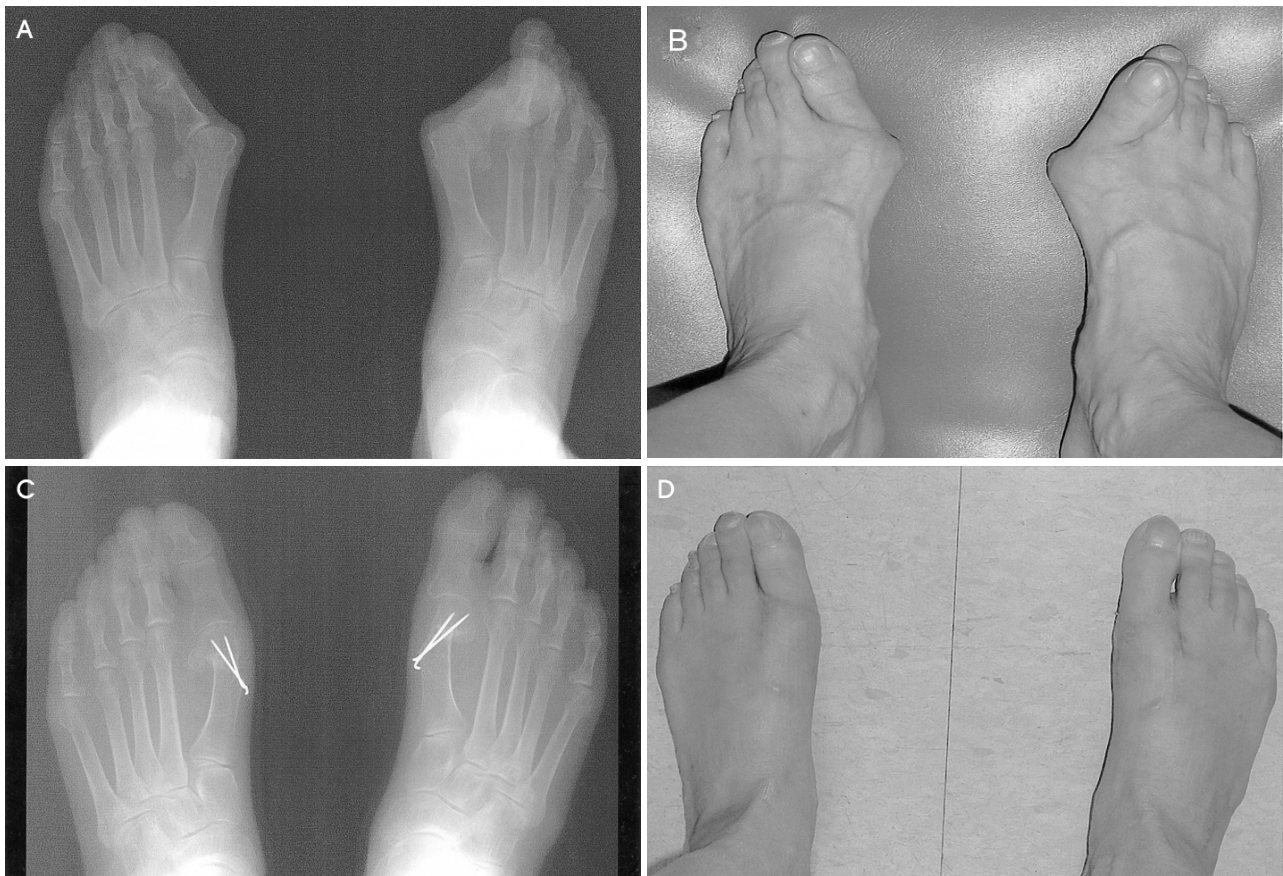
또한 제 1 중족골의 내전을 교정하기 위한 교정 절골술도 대부분의 경우에서 필요하며 여러 가지 방법들이 소개되고 있지만 각 술식의 적응증에 대하여는 논란이 많다<sup>16)</sup>. 원위 갈매기형 절골술은 수술 술기가 간단하고, 고유의 안정성을 지니고 있으며 골유합이 조기에 이루어지며, 수술 후 회복 기간이 짧고, 수술 상처가 작게 남으며, 중족골을 단축시키지 않는 등 많은 장점을 가지고 있다<sup>1,22)</sup>. 그러나 무지 외반각의 교정 효과가 적고, 비교적 재발의 가능성이 높아, 변형의 정도가 심하지 않은 무지 외반증에만 제한적으로 시행되

었다<sup>5,16)</sup>. 그러나 이러한 경우는 중족골 두 무혈성 괴사의 위험성 때문에 중족골 원위 교정 절골술만 시행하고 외측 연부 조직 재건술은 병행하지 않은 경우가 많았다. 특히 Mann<sup>13)</sup>은 원위 갈매기형 절골술시 중족골 두 무혈성 괴사가 흔한 합병증이라고 보고하였고, Meier와 Kenzora<sup>14)</sup>는 원위 갈매기형 절골술만을 시행한 경우 60예 중 12예(20%)에서 중족골 두 무혈성 괴사의 발생을 보고하였으며, 원위 갈매기형 절골술에 외측 연부 조직 재건술을 병행하여 시행한 경우에는 그 2배인 40%로 중족골 두 무혈성 괴사의 발생 위험이 증가하였다고 보고하였다. 이러한 이유로 외측 연부 조직 재건술을 병행하지 않은 경우가 많았고, 따라서 무지 외반각의 교정 효과는 적을 수 밖에 없었다.

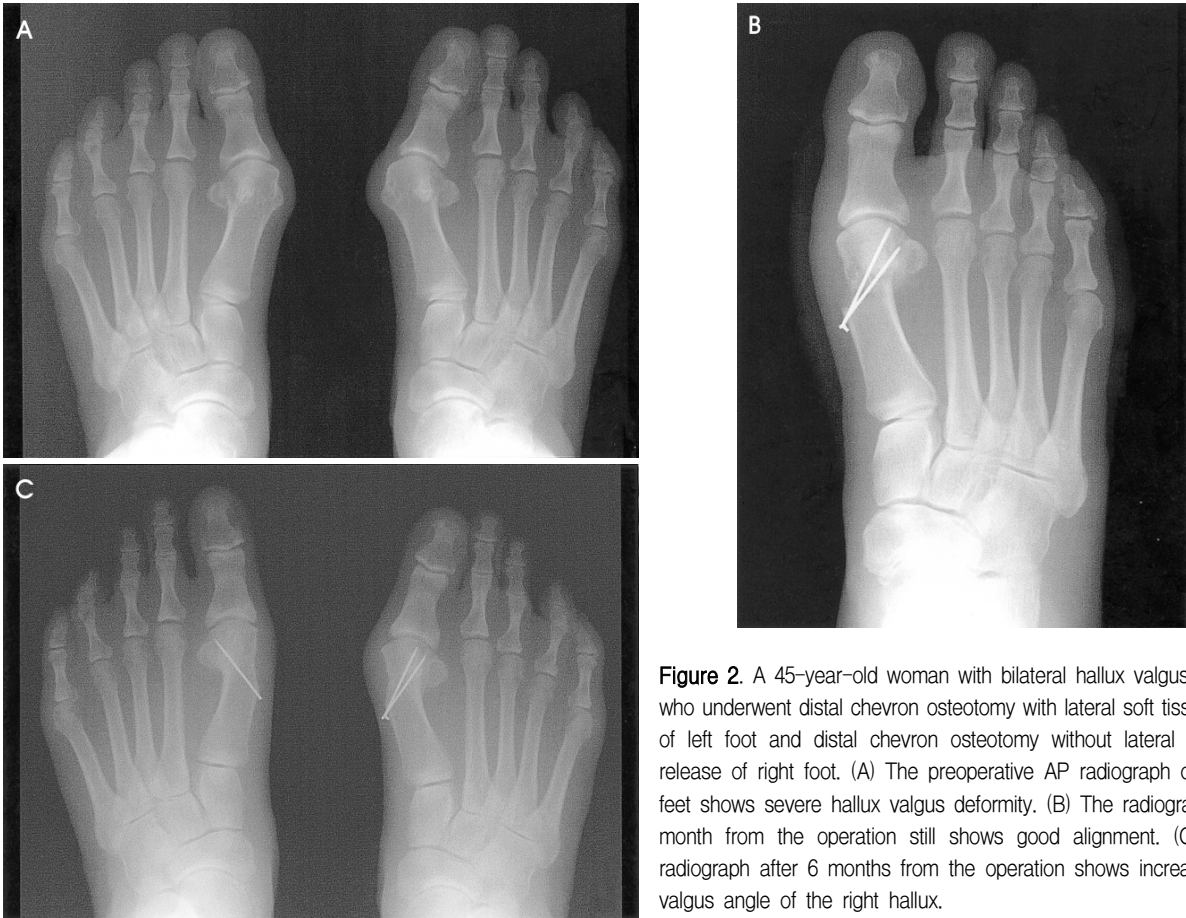
그러나 본 연구에서는 비교적 심한 무지 외반 변형에 대해서도 원위 갈매기형 절골술과 외측 연부 조직 재건술을 병행하여 만족할만한 결과를 얻을 수 있었으며, 최종 추시

시 중족골 두 무혈성 괴사는 발생하지 않았다. Myerson<sup>16)</sup>은 외측 연부 조직 재건술을 시행하지 않고 원위 갈매기형 절골술만을 시행한 경우에 무지 외반각은 약 10~20°의 교정이 가능하였다고 하였는데, 본 연구에서는 원위 갈매기형 절골술과 외측 연부 조직 재건술을 병행함으로써 평균 26.3°의 무지 외반각 교정이 가능하였다.

본 연구에서 무지 외반각이 66°까지 심한 변형의 경우에서도 외측 연부 조직 재건술과 원위 갈매기형 절골술 후 8°로 교정되어 58°의 무지 외반각 교정이 가능하였는데, 이 경우의 수술 전 중족골간 각은 14°로 무지 외반각의 변형 정도에 비하면 비교적 심하지 않았고, 수술 후 7°로 교정되었다(Fig. 1). 저자들은 이 경우에서와 같이 중족골간 각이 크지 않고, 중족 족지 관절의 아탈구로 인해 무지 외반 변형이 심한 경우의 무지 외반각 교정에 있어서 외측 연부 조직 재건술이 필수적이라고 생각한다. 반면에 양측 무지 외반 변



**Figure 1.** A 67-year-old woman with bilateral hallux valgus deformity, who underwent distal chevron osteotomy with lateral soft tissue release of both feet. (A, B) The preoperative photograph and radiograph of the both feet show severe hallux valgus deformity. The preoperative hallux valgus angle and intermetatarsal angle of the right foot are 66 degrees and 14 degrees respectively, and the preoperative hallux valgus and intermetatarsal angle of the left foot are 44 degrees and 18 degrees respectively. (C, D) The radiograph and photograph after 10 months from the operation show good alignment of both hallux.



**Figure 2.** A 45-year-old woman with bilateral hallux valgus deformity, who underwent distal chevron osteotomy with lateral soft tissue release of left foot and distal chevron osteotomy without lateral soft tissue release of right foot. (A) The preoperative AP radiograph of the both feet shows severe hallux valgus deformity. (B) The radiograph after 1 month from the operation still shows good alignment. (C) But the radiograph after 6 months from the operation shows increased hallux valgus angle of the right hallux.

형에 대하여 원위 갈매기형 절골술을 시행하고, 좌측은 외측 연부 조직 재건술을 병행하였고, 우측은 외측 연부 조직 재건술을 병행하지 않은 환자에서, 수술 6개월 후 외측 연부 조직 재건술을 병행하지 않은 우측에서만 무지 외반 변형이 재발하였다(Fig. 2). 증례 수가 적어서 결론을 도출할 수는 없지만, 무지 외반 변형의 교정 시 외측 연부 조직 재건술이 중요하다는 한 예가 될 수 있을 것이다.

중족골 내전 정도와 중족 족지 관절에서의 아탈구 정도는 반드시 비례하는 것은 아니며 중족골 내전을 교정하기 위하여는 중족골 절골술이 중요하지만, 중족-족지 관절에서의 아탈구를 교정하기 위하여는 연부 조직의 재건이 더 중요할 것이다. 즉 중족골간 각은 크지 않으나 상대적으로 무지 외반 변형이 큰 무지 외반증의 경우에 외측 연부 조직 재건술을 병행한 원위 갈매기형 절골술은 원위 절골술의 장점을 살릴 수 있는 좋은 술식이라고 생각한다.

외측 연부 조직 재건술의 필요성은 인정되나 원위 중족골 절골술과 함께 시행하면 중족골 두 무혈성 괴사가 발생

할 가능성이 높아질 우려가 있었는데<sup>13-15</sup>, 외측 원위 연부 조직 유리술을 시행하지 않고 원위 절골술만을 시행한 경우에도 혈류 공급이 차단되어 중족골 두 무혈성 괴사가 발생할 수 있다는 보고가 있는 반면<sup>4,9,10,13</sup>, 원위 절골술과 외측 연부 조직 재건술을 병행한 경우에도 중족골 두 무혈성 괴사가 거의 발생하지 않았다는 결과에 이르기까지 다양한 결과가 보고되고 있으며<sup>1,18,23</sup>, 저자에 따라서는 이는 단지 방사선상의 일시적인 변화일 뿐 임상적으로는 큰 중요성이 없다고 주장하기도 한다<sup>20</sup>. 제 1 중족골의 영양 동맥은 원위 1/3과 근위 2/3 접점에서 외배측으로 들어가므로 배측 절골술시 외측 피질골을 관통하여 배부 중족골 동맥과 그 분지를 손상 시키는 경우 또는 외측 연부 조직 재건술시 연부 조직 박리를 너무 과도하게 할 경우에만 골외부의 혈류 공급을 저하시킬 위험성이 있다고 하였으며<sup>8,19</sup>, Jones 등<sup>11</sup>은 중족골 두 무혈성 괴사의 발생은 단순히 외측 연부 조직 재건술 시행 여부보다는 수술적 수기의 섬세함이 더 중요한 인자라고 하였다.

최근 원위 갈매기형 절골술과 외측 연부 조직 재건술을 병행한 경우에도 중족골 두 무혈성 괴사가 발생하지 않거나 아주 드물며, 반면에 교정 효과는 우수하다는 보고와 함께<sup>1,11,12,18,19</sup>, 원위 갈매기형 절골술의 적용 범위를 이전보다 확대할 것을 권하기도 한다<sup>16)</sup>. 본 연구에서도 최종 추시 방사선 소견상 모든 경우에서 중족골 두 무혈성 괴사를 시사하는 소견은 관찰되지 않았다.

본 연구 대상 중 외측 연부 조직 재건술을 병행한 후에 2예에서 무지 내반증이 발생하였다. 이들의 수술 전 무지 외반각 54°, 44° 에서 수술 후 9개월 경과한 시점에서 무지 내반 각도가 각각 7° 와 11° 였으나, 관절 운동 및 기능상의 문제가 없고 2년 추시 때까지 변형이 더 진행하지 않았고 환자의 만족도도 높아 더 이상의 치료는 시행하지 않았다. 31예 중 1예에서, 수술 4주 후 무지 외반각 7°, 최종 추시 무지 외반각 16° 로, 9° 의 무지 외반각의 교정 소실이 관찰되었는데, 이 예에서 수술 전 무지 외반각은 44°, 중족골간 각은 18° 였다. 증례 수가 적어서 통계적 증명을 할 수 없지만, 최종 추시에서 무지 외반각의 교정 소실이 일어나는 것은 중족골간 각의 교정이 부족한 것이 한 원인이라고 생각되며, 외측 연부 조직 재건술을 병행하더라도 수술 전 중족골간 각이 너무 큰 경우에는 원위 갈매기형 절골술로는 교정력에 한계가 있기 때문에 보다 근위부에서의 교정 절골술이 필요할 것이라고 생각한다. 원위 갈매기형 절골술로 교정이 가능한 중족골간 각이 어느 정도인지는 확실히 알 수 없으나, 중족골간 각이 적어야 원위 갈매기형 절골술이 적용 가능할 것이며, 향후 이에 대한 보완 연구가 필요할 것이다.

또한 3예에서 Akin 절골술을 병행하였는데, Akin 절골술을 병행하면 무지 외반각의 교정 정도는 더 우수한 것은 당연할 것이며, 저자들은 중족골 두 인접 부위에서 Akin 절골술을 병행하여도 무혈성 괴사 등의 합병증이 발생하지 않았던 점을 더 중요하게 생각했으나, 비교 증례 수가 적어서 결론을 내지 못하는 한계점이 있어 이에 대해 보완 연구가 필요할 것으로 생각한다.

무지 외반증에서 원위 갈매기형 절골술 시행시에 외측 연부 조직 재건술을 병행하여도, 중족골 두 무혈성 괴사는 발생하지 않았으며, 외측 연부 조직 재건술을 병행하였을 경우에 무지 외반각과 종자골 아탈구의 교정 및 AOFAS score 향상에서 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

## 결 론

무지 외반증에서 외측 연부 조직 재건술을 병행한 원위 갈매기형 절골술은 외측 연부 조직 재건술의 효과와 원위

절골술의 장점을 살릴 수 있어 원위 갈매기형 절골술의 적응증을 더 확대할 수 있을 것이다.

## REFERENCES

1. Austin DW and Leventen EO: A new osteotomy for hallux valgus; a horizontally directed "V" displacement osteotomy of the metatarsal head for hallux valgus and primus varus. *Clin Orthop*, 157: 25-30, 1981.
2. Austin DW and Leventen EO: Results of a new operation for hallux valgus. *J Bone Joint Surg*, 50-A: 1255-1280, 1968.
3. Bobechko WP and Harris WR: The radiographic density of avascular bone. *J Bone Joint Surg*, 42-B: 626-632, 1960.
4. Corless JR: A modification of the Mitchell procedure. *J Bone Joint Surg*, 58-B: 138, 1976.
5. Coughlin MJ and Mann RA: *Surgery of the foot and ankle*. 7th ed, St. Louis, Mosby: 150-269, 1999.
6. Feit EM, Scherer P, De Yoe B, Gerbert J and Patel V: The non-fixated Austin bunionectomy: A retrospective study of one-hundred procedures. *J Foot Ankle Surg*, 36: 347-352, 1997.
7. Granberry WM and Hickey CH: Hallux valgus correction with metatarsal osteotomy: Effect of a lateral distal soft tissue procedure. *Foot Ankle Int*, 16: 132-138, 1995.
8. Green MA, Dorris MF, Baessler TP, Mandel LM and Nachlas MJ: Avascular necrosis following distal chevron osteotomy of the first metatarsal. *J Foot Ankle Surg*, 32: 617-622, 1993.
9. Horne G, Tanzer T and Ford M: Chevron osteotomy for the treatment of hallux valgus. *Clin Orthop*, 183: 32-36, 1984.
10. Jahss MH: Hallux valgus: further considerations ? the first metatarsal head. *Foot Ankle*, 2: 1-4, 1981.
11. Jones KJ, Feiwell LA, Freedman EL and Cracchiolo A 3rd: The effect of chevron osteotomy with lateral capsular release on the blood supply to the first metatarsal head. *J Bone Joint Surg*, 77-A: 197-204, 1995.
12. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS and Sanders M: Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. *Foot Ankle Int*, 15: 349-353, 1994.
13. Mann RA: Complications associated with the chevron osteotomy. *Foot Ankle*, 3: 125-129, 1982.
14. Meier PJ and Kenzora JE: The risks and benefits of distal first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle Int*, 6: 7-17, 1985.
15. Meisenhelder DA, Harkless LB and Patterson JW: Avascular necrosis after first metatarsal head osteotomies. *J Foot Surg*, 23: 429-435, 1984.

16. **Myerson MS:** *Foot and ankle disorders. 1st ed, Philadelphia, WE Saunders Co: 213-288, 2000.*
17. **Oloff LM and Bocko AP:** *Application of distal metaphyseal osteotomy for treatment of high intermetatarsal angle bunion deformities. J Foot Ankle Surg, 37: 481-489, 1998.*
18. **Peterson DA, Zilberfarb JL, Greene MA and Colgrove RC:** *Avascular necrosis of the first metatarsal head: Incidence in distal osteotomy combined with lateral soft tissue release. Foot Ankle Int, 15: 59-63, 1994.*
19. **Pochatko DJ, Schlehr FJ, Murphey MD and Hamilton JJ:** *Distal chevron osteotomy with lateral release for treatment of hallux valgus deformity. Foot Ankle Int, 15: 457-461, 1994.*
20. **Resch S, Stenstrom A and Gustafson T:** *Circulatory disturbance of the first metatarsal head after chevron osteotomy as shown by bone scintigraphy. Foot Ankle Int, 13: 137-142, 1992.*
21. **Resnick D and Niwayama G:** *Osteonecrosis: diagnostic techniques, specific situations, and complications. 2nd ed, Philadelphia, Harcourt Brace Jovanovich Inc: 3238-3287, 1988.*
22. **Stienstra JJ, Lee JA and Nakadate DT:** *Large displacement distal chevron osteotomy for the correction of hallux valgus deformity. J Foot Ankle Surg, 41: 213-220, 2002.*
23. **Williams WW, Barrett DS and Copeland SA:** *Avascular necrosis following chevron distal metatarsal osteotomy: a significant risk? J Foot Ankle Surg, 28: 414-416, 1989.*