

# 무지외반증에서 저상형 금속판 고정을 이용한 근위 개방형 절골술의 임상적 결과: 근위 갈매기형 절골술 후 K-강선 고정술과의 비교

국립중앙의료원 정형외과  
서은석 · 방태정 · 전숙하

## The Clinical Results of the Proximal Opening Wedge Osteotomy Using a Low Profile Plate in Hallux Valgus: Comparison with Proximal Chevron Osteotomy Fixed with K-wires

Eun-Seok Seo, M.D., Tae-Jung Bang, M.D., Suk-Ha Jeon, M.D.  
*Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center, Seoul, Korea*

### =Abstract=

**Purpose:** To present clinical results of proximal first metatarsal opening wedge osteotomy and low profile plate fixation in hallux valgus deformity.

**Materials and Methods:** Thirty-two patients (39 feet) underwent surgery for hallux valgus deformity. Fourteen patients (18 feet; Group A) underwent proximal first metatarsal opening wedge osteotomy fixed with low profile titanium plate (Arthrex®), and 18 patients (21 feet; Group B) underwent proximal chevron osteotomy with two K-wires. Improvement in hallux valgus angle (HVA), 1, 2 intermetatarsal angle (IMA), range of motion of 1st metatarsophalangeal joint, VAS score, and the length of first metatarsal on weight-bearing radiograph were evaluated preoperatively and at final follow-up.

**Results:** HVA improved from  $36.2 \pm 6.6$  degrees to  $11.7 \pm 5.1$  degrees, and 1, 2 IMA improved from  $15.7 \pm 2.6$  degrees to  $7.2 \pm 1.9$  degrees. VAS score improved from  $7.2 \pm 1.2$  to  $1.4 \pm 0.9$ . There were no significant differences clinically and radiologically.

**Conclusion:** Proximal first metatarsal opening wedge osteotomy with stable fixation using low profile plate may be an effective surgical option for correction of hallux valgus deformity.

**Key Words:** Hallux valgus, Low profile plate, Chevron osteotomy, Proximal metatarsal opening wedge osteotomy

## 서 론

무지외반증은 여러 가지 선천적 혹은 후천적인 요인에 의해 제1중족족지 관절이 외측으로 돌출되고 돌출된 제1중족골 두의 내측 비대를 일으켜 통증 및 기타족지의 변형을 일으키는 질환이다. 이러한 무지외반증의

Received: October 20, 2013 Revised: November 2, 2013  
Accepted: November 12, 2013

• **Corresponding Author: Suk-Ha Jeon**  
Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center  
245 Eulji-ro 6ga, Jung-gu, Seoul 100-799, Korea  
Tel: +82-2-2260-7198 Fax: +82-2-2260-7192  
E-mail: mdjsh@nate.com

교정에 제1중족골의 다양한 근위절골술 및 고정방법이 소개되어 왔으며<sup>1)</sup> 그중 근위 중족골 개방형 췌기절골술 (Proximal Metatarsal Opening Wedge Osteotomy) 은 절골부위에 골이식이 필요하고 불유합과 안정성에 대한 우려 때문에 널리 이용되지 못하고 기피되는 경향이 강했다.<sup>2)</sup> 이에 본 연구는 무지외반증의 치료에 있어 근위 중족골 개방형 췌기절골술 및 저상형 금속판을 이용한 고정법의 치료 결과를 가장 보편적으로 시행되는 근위 갈매기형 절골술 후 K-강선고정술의 결과와 비교하여 임상적 방사선학적 측면에서 살펴보고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2010년 1월부터 2013년 9월까지 무지외반증으로 수술적 치료를 시행받은 환자 96명중 최소 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 환자 32명 (39례)을 대상으로 하였으며 이중 제1중족골 근위부 개방형 절골술 후 저상형 금속판 고정으로 치료받은 환자 14명 (18례)을 A군 (Fig. 1)으로, 제1중족골 근위부 갈매기형 절골술 후 K강선 고정법으로 치료받은 환자 18명 (21례)을 B군으로 분류하였다 (Fig. 2). 또한 무지외반증 외에 소견

막류 (Bunionett)나 망치족지 (hammer toe) 등의 동반된 족부질환이 있어 동시에 치료한 경우는 본 연구대상에서 제외하였으며 무지외반증의 치료에 제1중족골 근위절골술과 Akin절골술을 함께 시행한 경우가 더 많은 점을 감안해 Akin절골술을 동시에 시행한 경우만을 연구 대상으로 포함하였다. 본 연구는 저자가 속한 기관의 임상연구 심의위원회 (Institutional Review Board)의 승인을 거쳤으며 의무기록과 방사선사진을 통해 후향적으로 진행하였다.

### 2. 수술방법 (Surgical Technique)

수술은 전신 혹은 척수 마취하에 하퇴지혈대를 적용 후 시행하였으며 제1중족 족지관절 내측에 원위부로 약 5 mm 근위부로 약 2 cm가량 피부 종결개 후 족지신경의 손상에 주의하여 피부와 피하조직을 한층으로 박리 후 관절낭에 종축방향으로 중앙보다는 족저측에 가깝게 절개하여 절개된 양측의 관절낭 두께를 확보함으로써 추후 봉합이 용이하도록 하였다. 이후 노출된 제1중족골두의 시상구 (sagittal groove)에서 내측으로 2 mm가량 떨어진 지점에서 내측 돌출부 (medial eminence)를 절제하였고 내측 관절낭은 중첩하여 봉합함으로써 이완된 내측 관절낭의 단축을 도모하였다.



**Figure 1.** (A) Preoperative plain radiograph of group A (B) Final follow-up plain radiograph of group A



**Figure 2.** (A) Preoperative plain radiograph of group B (B) Final follow-up plain radiograph of group B

또한 원위 연부조직 유리술은 변형 맥브라이드 술식 (Modified McBride procedure)으로 제1물갈퀴 공간에 약 2 cm가량의 종절개 후 외측 종자골 (lateral sesamoid) 배부의 관절낭을 종으로 절개하고 내전근이 부착하는 외측 종자골 및 근위지골 기저부에서 내전근 및 횡형 증족골간인대를 절단하고 제1 증족 족지관절의 외측 관절낭에 관절면에 평행한 천공을 만들고 족지를 내반시켜 약 30도 내반위가 가능할 때까지 외측 관절낭을 늘려주었다.

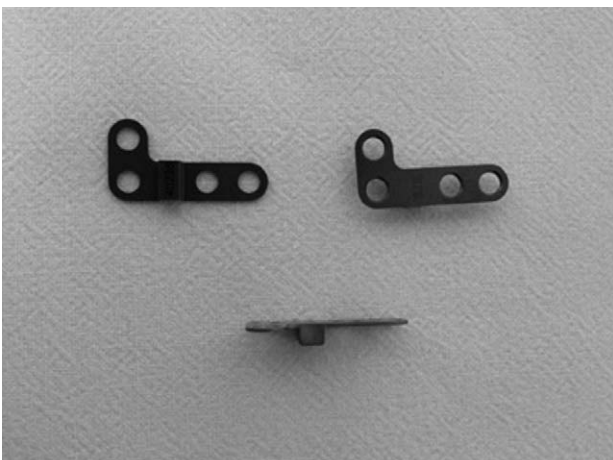
제1증족골 근위부 절골술은 갈매기형 절골술 후 2개의 K-강선으로 고정하는 방법과 근위 개방형 췌기절골술 후 저상형 금속판으로 고정하는 방법 중 한가지가 시행되었다. 근위부 갈매기형 증족골 절골술은 근위 증족골 내측에 약 3 cm 종절개 후 제1증족-설상관절 면에서 약 1 cm원위부에 꼭지점이 놓이도록 V자 형태의 갈매기형 (Chevron) 절골술을 시행한 후 원위골편을 제2족지 방향으로 이동시켜 제1, 2 증족골간 각이 감소하고 무지외반각이 최대한 감소하도록 위치를 잡고 근위부에서 원위부 방향으로 2개의 0.062인치 K-강선으로 고정하였으며 돌출된 근위부 골편은 제1증족골 간부와 평행하게 절제하였다. 한편 근위 개방형 췌기절골술 후 저상형 금속판으로 고정하는 방법은 같은 방법으로 절개 후 제1증족-설상관절 면에서 약 1 cm 원위부에 제1증족골의 간부에 직각방향으로 소형 진동톱 (small oscillating saw)을 이용해 내측 피질골에 절골을 가하며 이때 외측 피질골이 함께 절골되지 않도록 주의하는 것이 매우 중요하다. 내측 절골부위에 얇은

절골기 (Osteotome) 2~3개를 조심스럽게 삽입하여 간격을 벌리고 방사선 증폭기상으로 교정정도 및 외측 피질골이 절골되지 않음을 확인하고 적당한 크기의 저상형 금속판 (Low Profile Plate and Screw System™, Arthrex®, Naples, FL)을 삽입 후 나사로 고정하였다 (Fig. 3). 절골부위에 생긴 공간에는 앞서 제1증족골두에서 제거한 내측돌출부에서 가용 가능한 해면골을 분리하여 이식하였으며 제거한 내측돌출부 골편에 이식할만큼의 해면골이 없는 경우라도 골이식은 따로 시행하지 않았다.

또한 Akin 절골술은 근위지골 기저부 약 5 mm원위부에서 전동톱을 이용하여 제1증족족지관절과 평행하게 근위절골면을 만들고 증족골 절골술 후 잔존하는 무지외반의 정도에 따라 적당한 크기의 내측 폐쇄성 췌기절골술을 시행하고 무지의 회내변형이 있는 경우 회외감염 (derotaion)하여 0.062인치 K-강선을 이용하여 고정하였다. 수술 후 4일째부터 무지외반증 수술 신발이나 단하지 석고부목을 적용한채로 체중부하를 시작하였으며 이때 전족부로의 체중부하는 금지하고 증족부 및 후족부로의 체중부하가 되도록 교육하였다. 또한 비체중 부하상태에서 제1증족족지 관절의 능동운동을 봉합사 제거시기인 수술 2주째부터 독려하였고 수술 6주째부터는 보조기나 단하지 석고부목을 제거하고 전 체중부하 보행을 시행하였다.

### 3. 방사선학적 및 임상적 평가

32명 (39례)의 환자들을 대상으로 의무기록과 수술 전 및 최종추시 시의 방사선사진을 토대로 후향적으로 연구하였다. 방사선학적 평가는 체중부하 전후면 사진 (weight-bearing foot AP)에서 무지 외반각 (Hallux valgus angle, HV), 제1, 2 증족골간각 (1, 2 intermetatarsal angle, IMA) 및 제1증족 길이 (1st metatarsal length)를 측정하였다. 무지외반각은 제1족지 근위지골의 원위관절면과 근위관절면의 중심을 연결한 선과 제1증족골두의 중심과 기저부의 중심을 연결한 선이 만나는 각도로 하였으며 제1, 2 증족골간각은 Hardy와 Clapham의 기술대로 제1, 2 증족골의 간부를 이분하는 선이 이루는 각도로 하였다.<sup>3)</sup> 또한 제1 증족골 길이는 제1증족골의 내측 및 외측연을 이등분하는 중축의 선이 관절면을 통과하는 지점까지 길이



**Figure 3.** Low Profile Plate and Screw System™, Arthrex®, Naples, FL

로 하였다.<sup>4)</sup>

또한 임상적 평가는 수술전과 최종추시시의 제1중족족지 관절의 운동범위를 측정하여 비교하였고 VAS (Visual Analogue Scale) 점수를 조사하여 주관적 통증의 정도가 어떻게 변화하는지 조사하였다. 또한 수술전과 최종추시시의 제1중족족지관절의 관절염정도를 평가하여 비교하였으며 Kellgren과 Lawrence 분류에 따라 관절염의 징후가 전혀 없는 경우를 0, 관절간격의 변화는 없으나 골극이 의심되는 경우를 1, 골극 형성이 확실하고 관절 간격의 협소화가 의심되는 경우를 2, 확실한 관절간격 협소화와 다발성 골극형성 및 경화소견 (sclerosis)이 동반된 경우를 3, 관절간격 협소화가 심하고 골극 및 경화, 연골하 낭종까지 동반된 심한 경우는 4로 분류하였다.<sup>5)</sup>

## 결 과

### 1. 임상적 평가

연구대상자들의 평균연령은 A군 56±7.6세(범위, 30-70), B군 58±10.2세(범위, 40-78)로 통계학적인 차이는 없었다(Kolmogorov-Smirnov test,  $p=0.265$ ). 또한 좌우구성은 A군의 경우 양측이 4례, 우측 3례, 좌측 7례, B군의 경우 양측이 3례, 우측 5례, 좌측 10례였고 추시기간은 A군이 14±3.7개월(범위, 12~24개월), B군이 19±7.6개월(범위, 12~35개월)로 B군에서 다소 길게 나타났다.

제1중족족지 관절의 운동각도는 능동적 배굴이 A군에서 수술 전 40.7±6.3도에서 최종 추시시 35.3±7.도로 감소하였으며 B군에서는 수술 전 41.5±8.2도에서 최종추시시 38.1±6.2도로 다소 감소하였다. 또한 제1중족족지 관절의 능동적 저굴은 A군에서 수술 전 25.8±3.5도에서 최종 추시시 23.3±2.5도로 감소하였으며 B군에서는 수술 전 26.6±5.3도에서 최종 추시시 23.8±3.1도로 다소 감소하였다. 수술 전과 최종추시시의 각군의 차이는 통계학적 유의성은 없었으나 능동적 배굴의 감소정도가 능동적 저굴의 감소정도보다 다소 크게 나타났다(Table 1). 또한 수술전 VAS점수는 A군은 7.2±1.2점, B군은 7.3±1.9점 이었고 수술 후 A군은 1.4±0.9 점, B군은 1.4±1.2 점로 향상되었으며 수술 전후의 VAS점수는 각군에 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

### 2. 방사선학적 평가

방사선학적인 평가로 무지외반각은 A군에서 술전 36.2±6.6도에서 최종 추시시 11.7±5.1도로 측정되었으며 B군에서는 술전 32.2±5.5도에서 술후 10.7±2.9도로 나타났으며 두군간의 통계학적인 의미는 없었다(Table 3).

또한 제1,2 중족골간각은 A군에서 수술전 15.7±2.6도 최종추시시 7.2±1.9도로 향상되었으며 B군역시 수술전 15.0±2.4도에서 최종추시시 7.2±2.1도로 향상되었으며 이 역시 두군간의 통계적으로 유의한 차

**Table 1.** Comparison of ROM at 1st MTP Joint between Preoperative and Final Follow-up

|                 |       | A group  | B group  | p-value*  |
|-----------------|-------|----------|----------|-----------|
| Dorsiflexion    | Preop | 40.7±6.3 | 41.5±8.2 | $p=0.296$ |
|                 | Final | 35.3±7.2 | 38.1±6.2 | $p=0.939$ |
| Plantar flexion | Preop | 25.8±3.5 | 26.6±5.3 | $p=0.494$ |
|                 | Final | 23.3±2.5 | 23.8±3.1 | $p=0.494$ |

\* Kolmogorov-Smirnov test

**Table 2.** Comparison of VAS Score between Preoperative and Postoperative Follow-up

|       | A group | B group | p-value*  |
|-------|---------|---------|-----------|
| Preop | 7.2±1.2 | 7.3±1.9 | $p=0.762$ |
| Final | 1.4±0.9 | 1.4±1.2 | $p=0.372$ |

\* Kolmogorov-Smirnov test

이는 없었다(Table 4).

마지막으로 제1중족골의 길이는 A군에서 수술 전 59.5±3.8 mm에서 최종추시시 60.7±3.9 mm로 다소 증가하였으며 B군에서는 수술 전 58.2±3.9 mm에서 수술 후 57.8 ± 3.1로 미미한 감소소견을 보였는데 이러한 각군의 변화는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 5). 또한 수술전후 Kellgren과 Lawrence 분류에 따른 관절염 정도는 양군에서 유사한 분포를 보였으나 A군에서는 술 후 최종추시시 1레에서 관절염이 진행된 소견을 보였고 B군에서는 2레에서 관절염이 진행된 소견을 보였다(Table 6).

이외 내고정물의 고정소실, 불유합등의 합병증은 없었다.

## 고 찰

무지외반증의 교정을 위한 많은 술식들이 보고되어 왔으나 아직까지 지속적으로 다양한 치료방법이 제시되고 있고 각각의 치료방법에 대한 논란이 많다.<sup>6)</sup>

근위 중족골 개방형 췌기절골술(Proximal Metatarsal Opening Wedge Osteotomy) 후 저상형 금속판을 이용해 고정하는 방법은 개방형 절골부위에 골이식이 필요할 것이라는 부담감과 불유합의 가능성, 그리고 제1중족골의 길이 연장으로 인해 제1중족 족지관절의 관절운동범위 감소(Stiffness) 및 동통등을 이유로 술자들이 선택하기를 꺼려하는 방법이다. 이에 반해 근위

**Table 3.** Comparison of Hallux Valgus Angle (HVA) between Preoperative and Final Follow-up Radiograph

|       | A group  | B group  | p-value* |
|-------|----------|----------|----------|
| Preop | 36.2±6.6 | 32.2±5.5 | p=0.065  |
| Final | 11.7±5.1 | 10.7±2.9 | p=0.188  |

\* Kolmogorov-Smirnov test

**Table 4.** Comparison of 1st-2nd Intermetatarsal Angle (IMA) between Preoperative and Final Follow-up Radiograph

|       | A group  | B group  | p-value* |
|-------|----------|----------|----------|
| Preop | 15.7±2.6 | 15.0±2.4 | p=0.321  |
| Final | 7.2±1.9  | 7.2±2.1  | p=0.321  |

\* Kolmogorov-Smirnov test

**Table 5.** Comparison of the Length of 1st Metatarsal between Preoperative and Final Follow-up

|       | A group  | B group  | p-value* |
|-------|----------|----------|----------|
| Preop | 59.5±3.8 | 58.2±3.9 | p=0.618  |
| Final | 60.7±3.9 | 57.8±3.1 | p=0.122  |

\* Kolmogorov-Smirnov test

**Table 6.** The Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis of 1st MTP Joint

| Grade | Group A |       | Group B |       |
|-------|---------|-------|---------|-------|
|       | Preop   | Final | Preop   | Final |
| 0     | 3       | 3     | 2       | 1     |
| 1     | 4       | 4     | 6       | 7     |
| 2     | 7       | 6     | 10      | 9     |
| 3     | 4       | 5     | 3       | 4     |
| 4     | 0       | 0     | 0       | 0     |

갈매기형 절골술은 비교적 술기가 쉽고 제1중족골의 단축이 적다는 장점이 있어 선호되는 방법이다.<sup>7-9)</sup> 그러나 제1중족골의 길이가 짧거나 골다공증이 있어 K-강선 고정만으로 만족할 만한 고정력을 얻지 못할 때 혹은 환자의 활동성을 고려해 빠른 재활이 필요하여 강한 고정력이 필요할 때 등 근위 중족골 개방형 췌기절골술 (Proximal Metatarsal Opening Wedge Osteotomy) 후 저상형 금속판을 이용해 고정하는 방법이 유용할 경우도 많다. 저상형 금속판은 그 자체만으로 몇가지 장점이 있다. 저상형 금속판은 티타늄 (Titanium) 소재의 금속판으로 두께가 0.5 mm로 매우 얇아 중족골 표면의 골극에 맞게 쉽게 변형이 가능하여 연부조직자극이 적다. 본 연구에서 내고정물 자극에 의한 불편감으로 내고정물 제거를 원했던 경우는 A군이 2례 B군이 15례로 저상형 금속판의 경우가 K-강선의 경우보다 훨씬 적었다. 또한 저상형 금속판을 사용한 전례에서 제1중족골두 내측 돌출부 절제골편에서 채취한 소량의 골을 제외하고 따로 골이식을 하지 않았으며 기타 물리적인 자극없이 순수하게 골형성작용 (Osteogenic capacity)에 의해서만 골유합을 얻었으며 불유합이나 지연유합의 예는 관찰되지 않았다.

본 연구에서 근위 중족골 개방형 췌기절골술 (Proximal Metatarsal Opening Wedge Osteotomy) 후 저상형 금속판을 이용해 고정하는 방법으로 수술 받은 A군과 근위 갈매기형 절골술 후 K-강선을 이용해 고정하는 방법으로 수술 받은 B군간의 임상적 차이는 발견되지 않았다. 제1중족골 길이가 예상대로 A군에서  $59.5 \pm 3.8$  mm에서 최종추시시  $60.7 \pm 3.9$  mm로 약 1.2 mm 가량 증가하였으며 B군에서는 수술 전  $58.2 \pm 3.9$  mm에서 수술 후  $57.8 \pm 3.1$ 로 약 0.4 mm 감소 소견을 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 최종추시시 A군과 B군간의 VAS 점수가 차이를 보이지 않았으며 제1중족족지관절의 운동범위 감소정도 역시 두군간에 차이는 없었다. 관절염이 진행한 사례는 A군에서 1례, B군에서 2례 관찰되었다. 이러한 결과로 볼때 근위중족골 개방형 절골술 시 제1중족골의 길이 증가로 인해 우려된 제1중족족지관절의 현저한 운동범위감소는 없었고 주목할 만큼의 관절염 진행소견역시 관찰되지 않았다. 물론 본 연구가 대상수가 적고 추시기간이 짧다는 한계가 있으나 최소 1년이상 추시상에는 두군간 임상적인 큰 차이는 보이지 않았다. Saragas 등<sup>4)</sup>은 46명(64례)에 대

해 근위 중족골 개방형 췌기절골술 (Proximal Metatarsal Opening Wedge Osteotomy) 후 저상형 금속판을 이용해 고정하는 방법으로 수술 후의 임상결과를 발표하였다. 이 연구에서 수술 전후 무지외반각은 32.3도에서 17.6도로 호전되었으며 제1, 2 중족골간 역시 수술전 15도에서 술 후 8.6도로 감소되었다. 또한 제1중족골 길이는 수술 전 62.4 mm에서 수술 후 64.7 mm로 약 2.3 mm 증가하였다고 보고하였으며 AOFAS점수가 수술전 51.3점에서 수술후 86.8점으로 향상되어 제1중족골 길이 증가로 인해 우려되는 제1중족족지관절의 운동범위 감소나 동통 등의 주목할 만한 합병증은 없다고 하였다.

또한 본 연구에서 제1중족골의 단축이나 이동성 중족골통 (Transfer metatarsalgia) 등의 합병증은 발견되지 않았으나 교정정도가 다소 부족했던 경우는 제 1, 2 중족골간 각보다는 주로 무지외반각의 교정이 부족했던 경우로 금속판의 위치가 잘못되거나 고정력이 소실된 결과가 아니라 중등도 이상의 무지외반증에서 제1중족족지 관절 내측의 관절낭 이완이 커서 관절낭 단축술 등의 연부조직 술기가 충분치 못했을 가능성이 크다고 생각된다.<sup>10)</sup>

결론적으로 본 연구는 다른 잘 알려진 근위 중족골 절골술과 비교해 방사선학적 임상적으로 만족할만한 결과를 얻었다고 사료된다.<sup>12-13)</sup>

본 연구의 제한점으로는 첫째 후향적 연구라는 점, 둘째 연구자 한명에 의한 각도 측정이 이루어져 관찰자간 편향을 제거하지 못했다는 점, 셋째 추시상 지속적으로 시행한 방사선 검사가 동일 검사실에서 시행되었으나 방사선 촬영상의 기술적인 부분을 완벽하게 통제했다고 볼수 없으므로 다소간의 차이가 존재했을 가능성이 있다는 점이다.

## 결 론

근위 중족골 개방형 췌기절골술 (Proximal Metatarsal Opening Wedge Osteotomy) 후 저상형 금속판을 이용해 고정하는 방법은 골이식 없이도 단단한 고정으로 빠른 골유합을 얻을 수 있으며 제1 중족골 길이의 증가로 인해 제1중족족지 관절의 운동범위 감소와 동통 등을 유발할 수 있다는 우려와 달리 가장 널리 이용되고 있는 근위 갈매기형 절골술 못지 않게 훌륭한 임상결과

를 가지고 있는 좋은 방법이다. 특히 무지외반증 교정술 후 제1중족골 단축으로 인해 전이성 증족골통(Transfer metatarsalgia) 등이 우려될 때, 빠른 일상으로의 복귀를 위해 단단한 고정력이 필요할 때 등의 특수한 경우를 비롯해 일반적으로 선택 가능한 좋은 수술 방법 중 하나로 사료된다.

## REFERENCES

1. **Kim TS, Kim HJ, Park YH et al.** The differences of fixation method in proximal chevron osteotomy for hallux valgus: k-wire, cannulated screw, plate. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2011;15:62-7.
2. **Coughlin MJ.** Hallux valgus. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78:932-66.
3. **Coughlin MJ, Freund E.** The reliability of angular measurements in hallux valgus deformities. *Foot ankle Int.* 2001;22:369-79.
4. **Saragas NP.** Proximal opening-wedge osteotomy of the first metatarsal for hallux valgus using a low profile plate. *Foot ankle Int.* 2009;30:976-80.
5. **Wilder FV, Barrett JP, Farina EJ.** The association of radiographic foot osteoarthritis and radiographic osteoarthritis at other sites. *Osteoarthritis Cartilage.* 2005;13:211-5.
6. **Robinson AH, Limbers JP.** Modern concepts in the treatment of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:1038-45.
7. **Lee KT, Tak SB, Choi KJ.** Proximal metatarsal chevron osteotomy combined with modified McBride procedures for hallux valgus patients. *J Korean Orthop Assoc.* 1998;33:1795-802.
8. **Easley ME, Kiebzak GM, Davis WH, Anderson RB.** Prospective, randomized comparison of proximal crescentic and proximal chevron osteotomies for correction of hallux valgus deformity. *Foot Ankle Int.* 1996;17:307-16.
9. **Park HS, Park HT, Lee GS, Kim SH, Lee KT.** Operative treatment for hallux valgus with proximal metatarsal osteotomy in patients over 55 years old. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2005;9:69-73.
10. **Watson TS, Shurnas PS.** The proximal opening wedge osteotomy for the correction of hallux valgus deformity. *Techniques in Foot and Ankle Surg.* 2008;7:17-24.
11. **Mann RA, Rudicel S, Graves SC.** Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy; a longterm follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74:124-9.
12. **Markbreiter LA, Thompson FM.** Proximal metatarsal osteotomy in hallux valgus correction: a comparison of crescentic and chevron procedures. *Foot Ankle Int.* 1997;18:71-6.
13. **Nyska M, Trnka HJ, Parks BG, Myerson MS.** Proximal metatarsal osteotomies: a comparative geometric analysis conducted on sawbone models. *Foot Ankle Int.* 2002;23:938-45.