

## 진구성 Freiberg병의 수술적 치료(3가지 방법의 비교)

부산의료원 정형외과학교실, 부산대학교병원 정형외과학교실\*

류충일\*.정철용·김병철·최성종·정용욱

### Operative Treatment of Old Neglected Freiberg's Infracion (Comparison of Three Techniques)

Chong-Il Yoo, M.D. \*, Chul-Yong Jung, M.D., Byung-Cheol Kim, M.D.,  
Sung-Jong Choi, M.D., Yong-Wook Jung, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Pusan Medical Center, Pusan,  
Department of Orthopaedic Surgery, Pusan National University Hospital\*, Pusan, Korea*

#### =Abstract=

**Purpose:** We compared the results of three surgical procedures of the old neglected Freiberg's disease that was managed with metatarsal head reshaping, metatarsal head resection, and dorsal closing wedge osteotomy.

**Materials and Methods:** From march 1996 to July 2002, five cases in six patients whose metatarsal head collapse already progressed underwent operative treatment. We compared the operative results in the view point of the radiographic follow-up and lesser toe metatrasophalangeal joint scale of AOFAS.

**Results:** There were no further joint destruction and loose body formation. Also, lesser toe metatrasophalangeal joint scale of AOFAS improved from average score, 38.5 (range 22~49) of preoperative one to average score, 86.6 (range, 72~100). Especially, the 2 cases that underwent dorsal closing wedge osteotomy showed most favorable result and the 2 cases with metatarsal resection showed next favorable result. The 2 cases with intra-articular loose body removal and metatarsal reshaping showed the least effective result among three operative methods.

**Conclusion:** Our Operative experiences of old neglected Freiberg's disease were all satisfactory irrespective of operative options and dorsal closing wedge osteotomy was thought to be most effective method.

**Key Words:** Freiberg's infraction, Reshaping, Head resection, Dorsal closing wedge osteotomy

#### 서 론

Freiberg병의 발병원인은 아직 까지 밝혀지지 않은 상태이며 오늘 날까지도 많은 학자들에 의해 직접적인 외상이나<sup>1)</sup>, 반복적인 외력에 의한 피로골절<sup>2)</sup>, 혈류공급장애<sup>3)</sup> 등의 다양한 병인론이 제시되고 있다. 그 중 특히 체중 부하 시 중족골 두에 과도한 압력으로 발생한 미세골절과 연골하골의 충분한 혈류공급이 원인이 되어 해면골 소주의 함몰과 연골의 변성을 일으킨다고 보고하고 있다<sup>4)</sup>. 질환의 초기에는 활동제한, 석고 붕대 고정, 중족골 패드나 단하지 보장구 등을

\* Address for correspondence

**Chul-Yong Jung, M.D.**

Department of Orthopaedic Surgery, Pusan Medical Center  
1330, KeoJe-dong, Yeonje-gu, Pusan, 611-072, Korea  
Tel: +82-51-607-2861 Fax: +82-51-507-3001  
E-mail: chcy0707-@hanmail.net

이용한 보존적 치료를 이용하여 중족골두에 가해지는 압력을 감소시켜 동통을 경감시키는 방법들이 사용될 수 있으나, 완치가 어려우며 대부분의 경우 질환이 계속 진행하여 골두 거대증, 골극(bone spur) 형성 및 관절내 유리체 형성 등의 후유증과 중족 족지관절 관절염이 남아 골의 돌출로 인한 압통이나, 중족 족지관절 운동의 제한, 족저부 과각화증(plantar hyperkeratosis)으로 신발을 신기가 불편하거나 보행시 통증을 호소하게 된다. 이에 대한 치료로 중족골두 재형성술(reshaping of metatarsal head), 근위지골 기저부 제거술(proximal phalangeal base resection), 중족골두 제거술(metatarsal head resection), 골두 천공술, 중족골두 배굴 절골술(dorsal closing wedge osteotomy), 그리고 silicone spacer를 이용한 인공관절 성형술 등의 수술적 방법들이 사용될 수 있다.

저자들은 문헌상 기술된 여러 방법들 중에서 어떤 방법의 선택이 좋은지 알아보기 위하여 임의로 각각 2예씩을 선택하여 수술을 시행한 후 그 결과를 비교하였다.

## 대상 및 방법

1996년 3월부터 2002년 7월까지 진단이 늦어졌거나 오랜 기간 동안 치료받지 않아 심한 골두 변형을 가진 진구성 Freiberg병 6예 5명의 환자를 대상으로 하였으며 6예 모두가 여자였고, 수술 당시 연령은 최하 35세에서 최고 52세(평균 46세)였다. 증상이 있는 후 수술을 받기 까지 기간은 최단 7년부터 최장 30년(평균 13.6년)이었고(Table 1), 수술을 받게 된 주 증상은 골두 크기의 증가와 동반된 족배부 골극 돌출로 인하여 신발 착용시 통증이 있는 경우가 많았으며, 골극이 족저부에 발생한 경우는 족저부 과각화증(plantar hyperkeratosis)으로 보행 시 통증과 장시간의 기립자세 유지가 어려운 등의 일상생활의 불편으로 본인 스스로 수술을 원하여 내원 하였다. 방사선학적 소견상 중족골두 내 외측의

돌출이 나타나는 Smillie stage III이 1예, 중족골두의 가운데가 함몰되는 Smillie stage IV가 2예였고, 중족 족지관절의 파괴가 나타나는 Smillie stage V가 3예였다<sup>2)</sup>.

치료를 위하여 시행된 수술방법은 중족골두 절제술 2예, 중족골두 재형성술 2예, 그리고 중족골두 배굴 절골술 2예를 시행하였고, 관절내 유리체가 있는 모든 예에서 관절내 유리체 제거술을 시행하였다. 추시 기간은 최단 2년에서 최장 8년(평균 5.3년)이었으며, 수술 결과의 평가는 AOFAS(American Orthopaedic Foot and Ankle Society)의 소족지 중족 족지관절 점수<sup>7)</sup>를 이용하여 평가하였다.

## 결 과

수술 후 5예에서 보행 시 동통의 소실과 결과에 대한 만족을 보였으나 Smillie stage V였고 중족골두 재형성술 시행한 1예에서 추시상 관절의 운동성과 방사선학적인 관절면의 일치도(joint congruency)는 술 전에 비해 호전되었으나 보행시의 동통이 남았다. 이에 비하여 중족골두 제거술을 시행한

**Table 2.** Mean of the lesser toe metatarsophalangeal joint score of the AOFAS\* for 6 patients who underwent each operations

Cases	Operation Name	AOFAS score	
		Pre-OP	Last F/U
1	Dorsal wedge closing OT <sup>†</sup>	49	100
2	Dorsal wedge closing OT	37	93
3	Reshaping	49	85
4	Reshaping	22	72
5	MT <sup>‡</sup> head Resection	37	85
6	MT head Resection	37	85
mean		38.5	86.6

\*; American Orthopaedic Foot and Ankle Society,

<sup>†</sup>; osteotomy, <sup>‡</sup>; Metatarsal.

**Table 1.** Summary of the datas of the patients.

Cases	Sex	Age at operation	Duration of disease (years)	Smillie staging	Operation name	F/U* years
1	F	51.6	7.5	III	Dorsal wedge closing OT <sup>†</sup>	8
2	F	52.4	30	V	Dorsal wedge closing OT	2
3	F	39.3	15.2	IV	Reshaping	3
4	F	35.5	7	V	Reshaping	6.2
5	F	45.5	18	V	MT <sup>‡</sup> head Resection	4.4
6	F	51.6	4	IV	MT head Resection	8

\*; Follow-up, <sup>†</sup>; osteotomy, <sup>‡</sup>; Metatarsal.



**Figure 1.** Radiograph of metatarsal head reshaping. (A) Preoperative radiograph revealed collapse of 2nd metatarsal head, subchondral fracture, intra-articular loose body, and subchondral sclerosis. (B) At 6 years and 3 months after surgery, radiographs showed collapse of lateral margin and incongruent articular surface, but revealed increase of joint space without further deformity and arthritic change.



**Figure 2.** Radiograph of resection of metatarsal head. (A) Preoperative radiograph revealed marginal subchondral breakage, central collapse, and osteophytes formation. (B) Immediate postoperative radiograph of metatarsal head resection. (C) At 8 years after resection, the radiograph represents well aligned joint axis and no other arthritic change.



**Figure 3.** Radiograph of dorsal closing wedge osteotomy. (A) Preoperative anterior-posterior radiograph showed huge osteophytes in dorsum of metatarsal head, mediolateral marginal projection of metatarsal head, central collapse, intra-articular loose body, and joint destruction. (B) Preoperative lateral radiograph revealed huge dorsal osteophyte and plantar loose body which looked like sesamoid bone. (C) Immediate postoperative radiograph of dorsal closing wedge osteotomy. The radiograph showed clean and well aligned joint, no residual osteophytes and loose body. (D) At 2 year after osteotomy, the radiograph showed 2 mm joint space widening, congruent joint margin without destruction of metatarso-phalangeal joint articular surface.

예나 중족골두 배굴 절골술을 시행한 예에서는 증상의 호전과 보행시의 동통이 소실 되었으며 관절운동의 제한도 호전되었다. 술 전과 술 후에 채점한 AOFAS의 소족지 중족 족지관절 점수는 술 전 평균 38.5점(22~49)에서 술 후 평균 86.6점(72~100)으로 향상을 보여 최우수 3예, 우수 2예, 양호 1예를 나타내었다(Table 2). 각 술식에 대한 비교에서 중족골두 재형성술을 시행한 2예는 소족지 중족 족지관절 점수가 술 전 평균 35.5점에서 술 후 평균 78.5점으로 향상되었으나 1예에서 보행시 동통의 잔존에 따른 환자의 불만족이 있었으며(Fig. 1), 중족골두 제거술을 시행한 2예는 술 전 평균 37점에서 술 후 85점으로 임상적 및 방사선학적으로 향상된 결과를 보였고(Fig. 2), 중족골두 배굴 절골술을 시행한 2예는 술 전 평균 43점에서 술 후 평균 96.5점으로 임상적으로 가장

좋은 결과를 보였다(Fig. 3).

방사선학적인 추시 상 전례에서 수술 직후 단순 방사선 사진보다 더 이상의 관절 파괴나 질환의 진행은 없었다.

## 고 찰

제2,3족지에 주로 발생하는 Freiberg병의 발병 원인과 진행에 대한 병태 생리는 아직까지 정확하게 밝혀지지는 않았지만 Freiberg<sup>1)</sup>가 1914년에 처음으로 소개할 당시 외상이 직접적인 원인이라고 한 이후 여러 저자들에 의하여 다양한 병인론들이 소개되었고 그 중 외상설 및 혈류장애설이 가장 주목 받고 있다. Smillie<sup>2)</sup>는 반복적인 외력에 의한 피로골절을 설명하면서 이러한 현상은 구조적으로 짧고, 내반 되어 있으

며, 과다 운동성을 가지는 제1 중족골이 동반된 경우에 잘 발생할 것이라고 보고하였다. Breck<sup>8)</sup>은 1000예의 골연골증 분석 보고에서 80%가 하지에 집중적으로 발생한다는 것으로 보아 외상과 반복적인 외력이 작용할 것으로 보고하였고, Braddock<sup>9)</sup>은 사체연구를 통한 실험적인 연구에서 제2중족골 끝단은 11세에서 12.5세 사이의 발달기에 가장 손상 받기 쉬우며, 또한 가동성이 적은 구조적인 문제도 관련 인자로 보고하였다. 많은 다른 저자들은 굽이 높은 구두나 스포츠 활동에 의한 압박이나 반복적인 외상, 상대적으로 긴 중족골두로 인해 골두 배측 골소주의 외상성 손상(dorsal trabecular stress injury)을 받아 항상 중족골두의 전측과 배측(anterior and dorsum)에 병변이 발생한다는 점을 들어 외상에 의한 병인을 보고하였다<sup>10~12)</sup>.

Freiberg병의 발병원인으로 중족골두에 공급되는 혈류의 장애 역시 많은 보고가 있었으며<sup>12,13)</sup>, 중족골두의 선천적인 혈액 공급의 이상이나 혈관의 손상, 지방색전증, 과응고 상태, 골수강내의 압력상승 등이 관련인자로 거론되었다<sup>14,15)</sup>. 아직까지도 정확한 병인에 대하여 정의 되지는 않았지만 최근에는 단일 병인에 의한 발생보다는 전술한 다양한 요인들의 상호 작용으로 인한 다인자성 병인론이 우세를 차지 하고 있다<sup>16~18)</sup>.

Freiberg병의 병태 생리에 대한 연구는 Smillie<sup>2)</sup>가 5가지의 병리 단계(pathologic staging)를 방사선학적인 소견과 연관하여 분류하였으며 Gauthier와 Elbaz<sup>6)</sup>는 해부학적인 진행 과정을 바탕으로 한 5단계의 진행을 보고하였고, Omer<sup>19)</sup>는 Freiberg병을 포함한 모든 골연골증의 병태생리를 조직학적인 변화와 진행을 근거로 한 3단계로 분류하였다.

본 논문에서는 방사선학적인 소견을 근거로 한 Smillie의 staging을 사용하여 stage III 1예, stage IV 2예, stage V 3예의 전체 6예, 5명의 환자를 대상으로 하였다.

치료 원칙은 다른 질환에서와 마찬가지로 병의 진행이 초기일 때는 보존적 치료를 먼저 시행하고 보존적 치료의 결과가 만족스럽지 않을 때 수술적 치료를 한다. 보존적 치료의 목적은 발병원인 인자를 최소화하여 중족골 골단이나 관절의 변형(epiphyseal or articular deformity)을 적게 하고 통증을 줄이는데 있다. 보존적 치료는 질병의 초기에 사용하였을 때 효과있는 것으로 보고되고 있고<sup>10)</sup>, Hoskinson<sup>20)</sup>은 전체 28명의 환자에서 보존적 요법으로만 치료한 16명중 11명이 최종 추시상 증상의 완화와 동통의 소실을 보고하였지만, Sproul<sup>21)</sup>은 보존적 치료를 한 대부분의 환자에서 지속되는 통증으로 수술이 필요했다고 보고하였다.

질병의 진행이 심하지 않은 환자에 대하여 보존적인 처치를 통한 통증 소실을 확인 하였으나, 본 6예의 환자들은

Smillie staging III 이상으로 전 예에서 동통이 심하였고, 중족 족지관절의 운동 범위가 현저하게 감소되어 있었으며, 일부에서는 중족골두의 변형과 관절염 변화가 시작된 상태로 모두 수술적인 처치를 시행하였다.

수술적 치료의 목적은 중족골두 주변의 유리체, 가골(osteophytes)로 인해 족저부 혹은 배부에 발생한 과각화증(hyperkeratosis)이나 골극(bone spur)으로 신발을 신을 때나 보행시 발생하는 통증을 제거하기 위해 비후된 활액막 제거, 중족골두나 근위지골 절제, 파괴된 관절면의 제거 혹은 남아 있는 정상 관절 면을 이용해 기능을 할 수 있는 관절면으로 전환 시켜 통증을 제거하고 관절의 기능 회복시키는 것이다. 수술적 치료의 종류는 이환된 중족골두나 근위지골 기저부 절제술<sup>20,22)</sup>, 중족골두 배부의 함몰된 관절면의 해면골 이식술<sup>2)</sup>, 중족 족지관절의 K-강선을 이용한 관절 고정술<sup>23)</sup>, 중족골두 배굴 절골술<sup>6)</sup>, 관절 재형성술<sup>5)</sup>, 중족골 단축술, 인공관절 대체술, silicon spacer를 이용한 인공물 삽입 관절 성형술<sup>6,24)</sup> 등으로 다양하며, 이들 각 술기에 대한 정확한 적응 기준은 아직 명확하지 않다.

절제술은 많은 저자들에 의하여 만족스런 결과가 보고되었지만<sup>1,2,19)</sup>, 진행성 무지 외반증, 족지 단축, 전이성 중족골 동통(transfer metatarsalgia)을 야기시키고, 최근의 많은 학자들은 심각한 중족골 아치(alignment of the metatarsal arch)의 소실을 초래하여 족지의 변형과 보행의 불균형을 일으킨다고 보고하였다<sup>13,17)</sup>. 그러나 최근에도 아주 진행된 Freiberg병에 한해서는 중족골두 절제술을 시행할 것을 주장하는 보고도 있다<sup>18,23)</sup>. 저자들이 중족골두 절제술을 시행한 2예의 진행된 smillie staging IV, V의 환자에서 평균 6.2년의 추시상 중족골 아치의 변형이나 제2 족지의 단축은 없었으며 보행시 동통도 호전을 보여 변형이 진행된 후기의 환자에게 간단하게 사용할 수 있는 술식으로 사료된다.

Freiberg병에 대해 사용할 수 있는 또 다른 술식으로 silicon spacer를 이용한 인공관절 성형술이 있으나, 감염이나, 활액막염, 삽입물의 파손, 전이성 중족골 동통의 잠재적 위험을 안고 있어 사용에 제약이 따른다<sup>6,23,25)</sup>.

관절내 유리체 제거술 및 중족골두 재형성술은 Mann<sup>5)</sup>에 의하여 시행된 중족골의 길이와 기능을 그대로 유지하면서 관절내 파괴된 연골부위의 절제와 유리체를 제거하는 술식으로 많은 보고에서 좋은 결과를 나타내고 있으나<sup>5,6,11,26)</sup>, 저자들의 경우에는 비교적 효과적인 술식으로는 생각되나 이환된 중족 족지관절의 운동제한이 남았으며, 손상된 관절연골을 그대로 남겨둬으로써 조기 퇴행성 변화의 가능성을 배제할 수 없는 문제점이 있었고, 1예에서는 6년 3개월간의 추시에도 지속적인 동통이 남아 다른 술식에 비하여 양호하지 못한

소견을 보였다. 이러한 지속적인 동통의 원인은 손상된 관절 연골부가 관절 운동시 접촉되면서 통증이 발생한 것으로 생각된다.

중족골두 배굴 절골술은 Gauthier와 Elbaz<sup>6)</sup>가 보고한 술식으로 발생 부위가 중족골두의 배측에 국한되고 관절면의 족저부는 거의 보존된다는 점에 착안하여 이환된 배측 병소 부위를 절제하고 정상인 족저부 관절면을 절골술로 배굴시켜 새로운 관절 면을 만드는 방법으로 53예중 1예를 제외하고는 모두 만족할만한 결과를 얻었다고 보고했다. 술기가 비교적 간단하며, 철사만으로 견고한 고정을 얻을 수 있어 조기 체중부하가 가능하고, 골유합이 쉽게 이루어지며, 중족골자체의 단축(shortening)과 거상(elevation)에 의한 압박 효과까지 있어 동통 제거의 장점이 있다<sup>17, 27, 28)</sup>. 하지만 보고에 따라 절골술로 만들어진 관절면이 정상인 관절면과 완전히 일치하지 못하고, 족저부의 피질골을 유지하면서 폐쇄 절골을 하여야 하는 기술적인 문제와 원위 골편의 무혈성괴사의 위험성, 고정용 철사에 의한 건염(tendinitis)의 발생<sup>27)</sup>, 골유합 이후의 철사 제거를 위한 재수술 등이 단점으로 지적되었다<sup>26)</sup>. 저자들은 중족골두 배굴 절골술을 통한 2예의 평균 5년 추사에서 술식이 비교적 간단하고, 쉽게 골유합을 얻었으며, 관절운동범위의 회복이 다른 2가지의 술식에 비해 가장 좋았다. 또한, 보행시 동통의 소실과 방사선학적으로 관절면의 일치성을 얻을 수 있었고, 환자의 만족도도 3가지 술식 중 가장 높은 것으로 나타났다.

## 결 론

저자들은 1996년 3월부터 2002년 7월까지 총 6예, 5명의 간과성 Freiberg병 환자에 대하여 중족골두 절제술, 관절 재형성술 그리고 중족골두 배굴 절골술을 각각 2예씩 시행하였으며 평균 5.3년간의 추시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 전례에서 모두 여자였으며, 모두 제2 중족골두가 이환되었다.

2. 3가지 다른 술식을 이용한 모든 환자에서 증상의 호전과 양호 이상의 결과(AOFAS score 70점 이상)를 얻을 수 있었다.

3. 각 술식간의 비교에서 중족골두 배굴 절골술이 가장 좋은 결과를 보였고, 중족골두 제거술, 관절 재형성술 순이었다.

이상의 결과에서, 비록 증례의 수가 적어 그 결과를 통계적인 처리는 할 수 없었지만 Smillie stage III 이상의 진행된 진구성 Freiberg병 환자에서 중족골두 절제술, 관절 재형성술 그리고 중족골두 배굴 절골술을 이용하여 치료할 경우

좋은 결과가 예상이 되고 특히, 중족골두 배굴 절골술은 가장 좋은 결과를 보이는 술식이라 사료된다.

## REFERENCES

- 1) **Addante JB, Scardinia BS and Kaufmann D:** *Repair of tailor's bunion by means of fifth metatarsal head resection and insertion of spherical silicon implant.* Arch Pod Med Foot Surg, 4: 49-52, 1977.
- 2) **Beito SB and Lavery LA:** *Freiberg's disease and Dislocation of the Second Metatarsophalangeal Joint.* Clin Podiatric Med Surg, 7(4): 619-631, 1990.
- 3) **Braddock G:** *Experimental epiphyseal injury and Freiberg's disease.* J Bone and Joint Surg [Br], 41: 154-159, 1959.
- 4) **Breck L:** *Osteochondrosis of the heads of the metatarsals.* in An Atlas of the Osteochondroses. Springfield, Charles C. Thomas. 113, 1971.
- 5) **Freiberg AH:** *Infarction of the second metatarsal bone.* Surg Gynecol Obstet, 19: 191-193, 1914.
- 6) **Gauthier G and Elbaz R:** *Freiberg's infraction: a subchondral bone fatigue fracture: a new surgical treatment.* Clin Orthop, 142: 92-95, 1979.
- 7) **Giannestras NJ:** *Foot Disorder: Medical and Surgical Management.* 2nd ed. Philadelphia, Lea & Febiger. 176, 1973.
- 8) **Helal B and Gibb P:** *Freiberg's disease: a suggested patterns of management.* Foot Ankle 8: 94-102, 1989.
- 9) **Hoskinson J:** *Freiberg's disease: A review of the long-term results.* Proc R Soc Med, 67: 106-107, 1974.
- 10) **Hungerford DS:** *Bone marrow pressure, venography, and core decompression in ischemic necrosis of femoral head.* The Hip; Proceeding of Seventh Open Scientific Meeting of the Hip Society. St.Louis. CV Mosby. 801, 1979.
- 11) **Jones JP:** *Alcoholism, hypercortisonism, fat embolism and osseous avascular necrosis; Idiopathic ischemic necrosis of femoral head in adults.* Stuttgart. Thieme. 112, 1971.
- 12) **Katcherian DA:** *Treatment of Freiberg's Disease.* Orthopedic Clin North America, 25(1): 69-81, 1994.
- 13) **Kehr LE:** *A new surgical technique for the correction of Freiberg's deformity.* J Am Podiatr Assoc, 72: 130, 1982.
- 14) **Kinnard P and Lirette R:** *Freiberg's disease and dorsiflexion osteotomy.* J Bone and Joint Surg[Br], 73(5): 864-865, 1991.
- 15) **Kitaoka HB, Ian J. Alexander and Harold B:** *Clinical Rating Systems for the Ankle-Hindfoot, Midfoot, Hallux and Lesser Toes.* Foot & Ankle International, Jul: 15(7): 349-353, 1994 .
- 16) **Kwon CS, Ahn JK, Kim JH, Jung BH, Sung YB and Kim DS:** *Dorsal closing wedge osteotomy in Freiberg's disease.* J Korean Orthop Assoc, 31(1): 166-174, 1996.
- 17) **Mann RA and Coughlin MJ:** *Lesser toe deformities.* Instructional course lectures, 36: 137-159, 1987.

- 18) **McMaster M:** *The Pathogenesis of hallux rigidus. J Bone and Joint surg [Br], 60: 82-87, 1978.*
- 19) **Murphy AG and Richardson GE:** *Lesser toe abnormalities. Campbell's Operative Orthopaedics, 10th edition. Mosby. 4: 4078-4081, 2003.*
- 20) **Omer GE:** *Primary articular osteochondroses. Clin Orthop, 158: 33-41, 1981.*
- 21) **Smillie IS:** *Freiberg's infraction (Koehler's second disease). J Bone joint Surg [Br], 39: 580, 1957.*
- 22) **Smith TWD, Stanley D and Rowley DI:** *Treatment of Freiberg's Disease. J Bone and Joint Surg [Br]. 73: 129-130, 1991.*
- 23) **Sproul J, Klaaren H and Mannarino F:** *Surgical treatment of Freiberg's infraction in athletes. Am J Sports Med, 21: 381-384, 1993.*
- 24) **Stanley D, Betts RP, Rowley DI and Smith TWD:** *Assessment of Etiologic Factors in the development of Freiberg's disease. J Foot Surg, 29(5): 444-447, 1990.*
- 25) **Viladot A and Viladot A Jr:** *Osteochondroses: Aseptic necrosis of the foot, Disorder of Foot and Ankle, ed2, Philadelphia, WB Saunders, 617-638, 1991.*
- 26) **Wiley J and Thurston:** *Freiberg's disease. J Bone and Joint Surg [Br], 63: 459, 1981.*
- 27) **Yoon JO, Park SS, Kim EG and Lee CW:** *Treatment of Freiberg's disease with joint debridement and reshaping of metatarsal head. J Korean Orthop Assoc, 33(4): 1056-1062, 1998.*