

## 경비골 도달법을 이용한 족관절 유합술 시 외과의 보존과 희생 방법의 차이에 따른 결과

인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과

정형진 · 배서영 · 신용운 · 임동주 · 조성일

### Outcomes of Lateral Malleolar Saving versus Sacrificing Procedure in Transfibular Ankle Arthrodesis

Hyung-Jin Chung, M.D., Su-Young Bae, M.D., Yong-Woon Shin, M.D., Dong-Ju Lim, M.D., Sung-Il Cho, M.D.

Foot and Ankle Center, Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul, Korea

#### =Abstract=

**Purpose:** We analyse and report the result of transfibular ankle arthrodesis using lateral malleolar saving procedure versus lateral malleolar sacrificing procedure.

**Materials and Methods:** Eighteen cases of transfibular ankle arthrodesis which were performed since 2001 were included. We divided them into lateral malleolar saving and lateral malleolar sacrificing groups. We reattached and fixed lateral malleolus in 10 cases and sacrificed malleolus for morcelized bone graft in 8 cases. We evaluated clinical results by AOFAS ankle-hindfoot score, visual analogue scale (VAS) and radiological results by union time. Complications and subjective satisfaction degrees were also recorded and compared between two groups.

**Results:** Preoperative mean AOFAS score was 32 points (16~41) and VAS was 7.5 points (7~8) and they were changed into 68.6 points (61~77) and 2.8 points (2~4) postoperatively. There was no significant difference in clinical results between the two groups even though lateral malleolar saving group showed higher AOFAS score (69.4) than lateral malleolar sacrificing group (67.7). Duration of getting union was 11.3 weeks in lateral malleolar saving group and 10.6 weeks in lateral malleolar sacrificing group. There was no difference in subjective satisfaction level. There were one delayed union and one nonunion in lateral malleolar sacrificing group and one nonunion in lateral malleolar saving group.

**Conclusion:** There was no difference in clinical and radiological results between lateral malleolar saving group and lateral malleolar sacrificing group of transfibular ankle arthrodesis. Therefore it may not necessary to sacrifice lateral malleolus for bone graft except very selective case for which heavy graft is needed.

**Key Words:** Ankle, Arthritis, Arthrodesis, Transfibular approach, Lateral malleolus saving, Lateral malleolus sacrificing

Received October 18, 2010 Accepted November 18, 2010

#### • Hyung-Jin Chung, M.D

Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine, 761-1 Sanggye 7-dong, Nowon-gu, Seoul 139-707, Korea

Tel: +82-2-950-1399 Fax: +82-2-950-1398

E-mail: chunghj@dreamwiz.com

\* 본 논문의 요지는 2009년도 대한족부족관절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

\* 본 논문은 2009년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임.

#### 서 론

족관절 유합술은 심한 통증을 동반하는 족관절 관절염에 대한 주된 수술적 치료법으로 1879년 이래 지금까지 약 40여 가지 이상의 수술적 방법들이 사용되고 있으며, 수술 방법과 고정 방법의 발달에 따라 차이가 있지만 현재 관절의 유합률은 90%까지 이르고 있다. 그러나 불유합이나 지

연 유합, 신경 손상 및 창상 감염 등의 합병증은 여전히 발생하기 때문에 아직도 다양한 수술 방법들이 개발되고 있다.<sup>1-3)</sup>

최근 많이 사용되고 있는 관절경을 이용한 유합술이나 최소 절개를 이용한 유합술의 경우 관절 주위 골막과 연부 조직의 박리를 최소화하여 다른 수술법보다 감염율이 낮으며 관절 유합 시기와 유합률이 좋은 장점이 있지만 수술 수기상의 어려움이 있고, 다른 수술법에 의한 고정술보다 더 많은 시간을 요할 뿐 아니라, 관절의 심한 각변형, 회전 변형이 있거나 또는 골결손이 심한 경우에는 적응증이 안되는 것으로 보고하고 있다.<sup>18,19)</sup>

경비골 도달법을 이용한 족관절 유합술은 1942년 Horwitz와 1948년 Adams에 의해 관절 고정술에 이용되기 시작하였으며, 다른 도달법에 비해 창상 치유의 지연이나 신경 손상 등의 문제점이 적고 수술 시야가 광범위하며 변형의 교정이 용이한 장점이 있어 많이 이용되고 있는 술식이다.<sup>4,6)</sup>

저자들은 경비골 도달법을 사용하여 유합술을 시행하던 중례 중 비골을 희생하여 골이식을 시행하는 방법과 비골을 보존하여 재고정하는 방법 간에 차이가 있는지와 경비골 도달법의 임상 결과를 알고자 후향적으로 본 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2001년 7월부터 2009년 10월까지 본원에서 변형을 동반한 중등도 병기 이상의 족관절 관절염으로 단일 술자에 의해 경비골 도달법을 이용한 외측 접근법으로 족관절 유합

술을 실시한 환자 중 1년 이상 추시가 가능하였던 18예를 대상으로 하였다. 환자의 성별은 남자 13예, 여자 5예였고, 나이는 평균 59세(43~73세)였다. 추시 기간은 평균 29.4개월(12~96개월)이었다. 관절염은 Takakura 병기상<sup>7)</sup> IIIb형이 2예, IV형이 16예였다. 수술 전 시행한 기립 방사선 검사상 tibial anterior surface (TAS)각 82.8도(90~127도) (정상: 88.1도), tibial lateral surface (TLS)각 70.8도(62.2~83도) (정상: 81도), tibiotalar tilt angle (TTA) 9.1도(1~30도) (정상: 0도)로 전례에서 변형이 동반되어 있었다. 관절염의 원인으로는 원발성이 3예, 외상성이 10예, 마비성이 4예였고 류마티스성 관절염이 1예 있었다(Table 1).

### 2. 수술 방법 및 군의 분류

척추 혹은 전신 마취 하에 비골 원위부를 중심으로 약 10 cm의 종절개를 가한 후 연부 조직을 박리하였다. 이후 원위 비골의 끝에서 약 6 cm 정도 근위부에서 비골에 사선형으로 절골술을 가하여 절제하고 후방으로 젖힌 후 관절면을 노출시켰다. 이후 절골기, 골소파기 또는 연마기를 이용하여 원위 경골 및 거골의 관절 연골을 제거하여 연골하 골을 노출시켰다. 이때 관절면의 형태를 최대한 보존하면서 연골을 제거하여 단축을 최소화할 수 있도록 하였다. 3예에서는 전내측에 추가적으로 피부 절개를 가하여 연골 및 골극을 제거하고 내측 인대를 유리하였다. 1.4 mm K-강선으로 관절면에 대해 다발성으로 천공을 하여 연골하 골에서 출혈이 되는 것으로 확인한 후 관절 유합의 정열을 맞춘 뒤 6.5 mm 유관 나사 두 개 또는 세 개를 이용하여 압박 고정을 시행하였다. 고정 위치는 중립 신전위, 관상면에서는 0

Table 1. Demographics

	LMSv	LMSc	Total
Age	62.2 (44~73)	56.8 (43~68)	59.8 (43~73)
Gender			
Male	8	5	13
Female	2	3	5
Cause			
Post-traumatic	6	4	10
Primary	2	1	3
Paralytic	1	3	4
Inflammatory	1	0	1
Total	10	8	18

LMSv, Lateral malleolus saving group; LMSc, Lateral malleolus sacrificing group.



Figure 1. Standing ankle radiograph of 43 year old male with a history of distal fibula fracture showing severe osteoarthritis. Ankle arthrodesis with fibular resection and bone graft was performed.

도에서 5도 사이의 외반, 그리고 5도 내의 외회전 상태를 유지하였고, 경골에 대해 거골이 후방 전위되도록 시도하였다.

유합면의 골결손이 심해 골이식이 필요하였던 8예에서는 절제한 비골에서 해면골을 채취하여 자가 이식골로 사용하였고[외과 희생군], 10예에서는 절제한 원위 비골의 내측면을 고정된 족관절의 외측면에 맞추어 다듬은 뒤 경골과 거골에 각각 나사 고정을 하였다[외과 보존군](Fig. 1). 두 방법 모두 다른 부위에서의 추가적인 골이식은 시행하지 않았다. 수술 후 치료는 6주간의 비체중 부하 단하지 석고 고정 후 방사선 사진상 유합이 완료될 때까지 석고 고정 또는 부목 고정을 유지하며 체중 부하를 허용하였고, 대부분의 경우 수술 후 12주경에 부목 또는 보조기를 제거하였다.

### 3. 결과의 분석

임상적으로 수술 전 및 수술 후의 미국정형외과족부족관절학회(AOFAS) 족관절-후측부 점수와 통증 정도를 VAS (Visual Analogue Scale)로 조사하였고, 방사선 검사상 유합 여부 및 유합 시기, 합병증 및 만족도에 대해 조사하였다. AOFAS 점수에서 100점 만점은 환자가 통증이 없고 관절 운동 범위의 제한이 없으며, 불안정성이 없고, 좋은 정렬 상태를 유지하며, 다른 도구의 도움 없이 6구역 이상을 걸을 수 있고 일상 생활의 장애가 없음을 의미한다. 따라서 족관절 유합술을 받은 환자의 경우 족관절의 운동이 없어지기 때문에 86점이 가장 높은 점수가 된다.

관절의 유합은 방사선 소견상 전후면 및 측면상에서 관

절면의 50% 이상에서 골소주의 연결이 보일 때로 정의하였고,<sup>8)</sup> 지연 유합은 방사선 추시상 6개월 이상 유합의 증거가 보이지 않을 때로 정의하였으며, 불유합은 상기 소견이 수술 후 12개월 이상 지속될 때로 정의하였다.<sup>9)</sup> 환자의 외견 및 보행에 대한 주관적 만족도는 5점을 만점, 1점을 최소점으로 기록하였다.

전례의 임상적, 방사선학적 결과뿐 아니라 외과 보존군과 외과 희생군 간에 AOFAS 점수, VAS, 만족도, 유합 기간의 유의한 차이가 있는지를 Mann-Whitney의 비모수 검정법인 U-test를 이용하여  $p < 0.05$ 의 유의 수준으로 검정하였다(SPSS 16.0 for window).

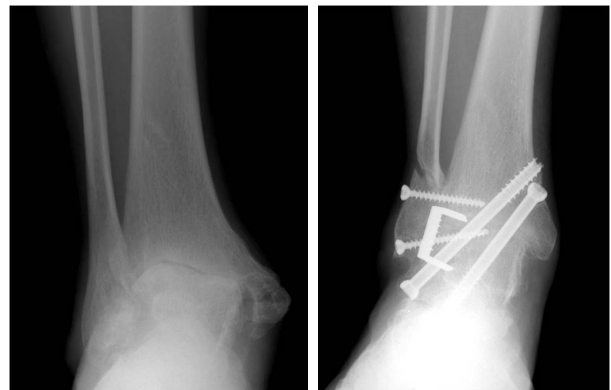
## 결 과

임상적으로 AOFAS 점수는 수술 전 평균  $32 \pm 5.9$ 점(16~41점)에서 수술 후 최종 추시에서 평균  $69 \pm 4.5$ 점(range; 63~77점)으로 증가하였고, 외과 보존군은 수술 전  $33.2 \pm 3.4$ 점(range; 29~38점)에서 수술 후  $68.6 \pm 4.0$ 점(range; 66~72점), 외과 희생군은 수술 전  $31 \pm 8.3$ 점(range; 16~38점)에서 수술 후  $67.6 \pm 5.3$ 점(range; 63~74점)으로 증가하였으며, 외과 보존군과 외과 희생군간의 통계적인 차이는 없었다( $p = 0.536$ ). 통증의 정도인 VAS는 수술 전  $7.4 \pm 0.5$ 점(range; 7~8점)에서 수술 후  $2.8 \pm 0.7$ 점(range; 2~4점)으로 호전되었는데 외과 보존군에서는  $2.77 \pm 0.4$ 점(range; 2~3점), 외과 희생군에서는  $2.86 \pm 0.9$ 점(range; 2~4점)으로 두 군간에 차이가 없었다( $p = 1.000$ ).

수술 후 외견 및 보행 만족도는 5점 만점에서 평균  $4.1 \pm 0.7$ 점(range; 3~5점)이었으며 외과 보존군에서  $4.3 \pm 0.7$ 점(range; 3~5점), 외과 희생군에서는  $3.9 \pm 0.4$ 점(range; 3~4

**Table 2.** Clinical & Radiologic Results

	Lateral malleolus saving	Lateral malleolus sacrificing
AOFAS score		
Preoperative	33.2	31
Last visit	69.4	67.6
VAS score		
Preoperative	7.44	7.42
Last visit	2.77	2.86
Union time	11.3 weeks	10.6 weeks
Union rate	90%	87.5%
Subjective satisfaction	4.33/5	3.92/5
Complication		
Non union	1	1
Delayed union	0	1
Wound problem	0	0



**Figure 2.** Standing ankle radiograph of 69 year old male showing severe osteoarthritis. Ankle arthrodesis was performed with distal fibular reattachment and fixation.

점)으로 보존군에서 약간 높았지만 두 군간의 통계적인 차이는 없었다( $p=0.536$ ).

방사선학적으로 관절이 유합될 때까지의 기간은 평균  $11\pm 0.8$ 주(range; 7~17주)가 소요되었으며, 외과 보존군은 평균  $11.3\pm 1.0$ 주(range; 8~17주), 외과 희생군은  $10.6\pm 2.3$ 주(range; 8~14주)가 소요되어 두 군간의 통계적인 차이는 없었다( $p=0.852$ ). 최종 추시 때까지 거골하 관절이나 족근골간 관절 등 주위 관절의 퇴행성 변화나 압통 등은 관찰되지 않았다(Table 2).

수술 후 합병증으로 불유합 2예, 지연 유합 1예가 관찰되었는데 외과 보존군에서 불유합 1예, 외과 희생군에서 불유합과 지연 유합이 각각 1예씩 관찰되었고, 불유합 2예에서 골이식술을 시행하여 최종유합을 얻었다. 감염 등의 창상 합병증은 발생하지 않았다

## 고 찰

족관절 유합술은 Albert<sup>10)</sup>가 전방 접근법을 통한 족관절 고정술을 처음 보고한 이래 다양한 접근법들과 골이식 방법들이 소개되어져 왔다. 즉 전방 접근법, 전외방 접근법, 내외과 횡단 접근법, 후방 접근법 및 관절경적 접근법 등으로 Charnley<sup>11)</sup>에 의해 시도된 전방 횡절개 도달법과 압박 외고정법은 Ratliff<sup>12)</sup>에 의하면 지속적인 종창, 감각 저하, 절개부 건유착 등의 합병증을 보고하면서 현재는 거의 사용하지 않고 있으며, Kimberley<sup>13)</sup>가 시도한 전경골건과 장무지 신전건 사이를 통한 전방 접근법이나 Campbell 등,<sup>14)</sup> Chuinard와 Perterson<sup>15)</sup>이 시도한 장무지 신전건과 장족지 신전건 사이를 통한 접근법이 주로 이용되고 있는데 이들 역시 족배 동맥과 심부 비골 신경 손상 그리고 절개 피부편 등의 손상 등이 보고되고 있어 근간에는 Kennedy<sup>16)</sup>가 시도한 내외과 횡단 접근법을 이용하는 것이 더욱 안전한 것으로 보고되고 있다. 후방 도달법<sup>17)</sup>은 복외위에서 실시하여야 하며, 수술 시야를 확보하기 위해 아킬레스건을 Z형으로 절개하여야 하기에 다른 접근법에 비해 수술 시간이 더욱 요구되어져 중증도의 변형에서 대량의 골 절제 후 볼수 있는 하지 단축을 피하기 위해 사용하는 것을 권유하였다. 한편, Stulberg와 Riley<sup>18)</sup>에 의한 관절경을 이용한 접근법은 관절 주위 골막과 연부 조직의 박리를 최소화하기에 다른 수술법보다 감염률이 낮으며 관절 유합이 빠르고 관절 유합률 역시 높은 것으로 알려지고 있으나, Myerson과 Quill<sup>19)</sup>에 의하면 수기상의 어려움이 있고, 다른 수술법에 의한 고정술보다 더 많은 시간을 요할 뿐 아니라, 관절의 심한 각변형, 회전 변형이 있거나 또는 골결손이 심한

경우에는 적응증이 안되는 것으로 보고하고 있다.

경비골 도달법을 관절 고정술에 처음 이용한 것은 1942년 Horwitz,<sup>20)</sup> 1948년 Adams<sup>21)</sup>로 초기에는 원위 비골을 중첩골 이식으로 다시 삽입하는 방법이 주로 시행되었다. 경비골 도달법에 의한 장점으로는 월등한 수술 시야를 얻을 수 있으며, 이로 인해 연골하 골을 최소한으로 제거하게 되고, 신경 및 혈관 손상을 최소화할 수 있다. 그리고 상합적 관절 모양을 유지함으로써 단축을 최소화하고, 넓은 접촉 면적을 얻을 수 있으며, 안정성을 증가시킬 수 있다.<sup>22)</sup> 국내에서 안 등<sup>25)</sup>이 원위 비골을 절제한 후 족근 관절 고정술을 실시하고 좋은 결과를 보고한 바 있으며, 왕 등<sup>24)</sup>은 원위 비골 절제 후 다시 외재골로 고정하여 관절을 고정한 증례를 발표한 바 있다.

위와 같이 경비골 도달법은 외과 보존 혹은 외과 희생의 두 가지로 나눌 수 있다. 1976년 Verhelst 등<sup>6)</sup> 및 1993년 Wang 등<sup>22)</sup>은 외과를 절제함으로써 창상 치유의 문제점을 피할 수 있으며, 미용학적으로 이점을 얻을 수 있다고 하였고, 2003년 안 등<sup>25)</sup>도 외과 절제후 절제골에서 해면골을 채취하여 관절의 전방 및 전내측에 이식함으로써 89%의 유합율을 얻었다고 보고하였다. 반대로 1990년 Thordason 등<sup>26)</sup>은 사체를 이용하여 외과를 보존하여 외재골로 삽입하여 관절을 고정함으로써 추가적인 안정성을 얻을 수 있었다고 보고하였으며, 2007년 Colman 및 Pomeroy<sup>27)</sup>도 외재골로서 외과를 고정함으로써 후방 피판을 통해 혈액 순환을 유지함으로써 골흡수를 줄일 수 있다고 하여 96%의 유합률을 보고하였다. Gabriel 등도 외과를 보존하고 외재골로 삽입하여 연부 조직 및 골막을 유지함으로써 혈행을 유지할 수 있으며 100%의 유합률을 보고하였다.<sup>28)</sup>

본 연구에서 비록 통계적인 유의성은 없었으나 외과 보존군에서는 유합률이 90%로 외과 희생군 87.5%에 비해 다소 높았고, AOFAS 점수 및 통증 정도인 VAS도 모두 더 높은 점수를 나타내었지만 외과를 희생하여 골이식을 시행하는 것보다 외과를 보존해서 재고정하는 것이 유합 골괴의 안정성에 도움이 되는 것이 아닌가 재고할 필요가 있을 것으로 생각된다.

그리고 이전 보고들에서 외관상 만족도는 외과 희생 방법으로 수술하는 경우 높다고 하였으나,<sup>6,22)</sup> 본 연구에서는 외과 보존군에서 4.33, 외과 희생군에서 3.92로 오히려 외과 보존군이 더 만족도가 높았는데 이는 외과를 보존하여 외과의 정상 모양을 유지해 주는 것이 오히려 환자의 미용학적 만족도를 높여 줄 수 있다고 할 수 있었다.

결과적으로, 골 결손이 심하여 골이식이 반드시 필요한 경우가 아니라면 외과를 가급적 보존하여 재고정하는 것이

바람직하지 않을까 생각된다. 단지 수술 술기 선정 시에 골질의 저하나 골결손이 심한 경우 또는 마비를 동반한 관절염 등 불유합의 위험성이 크다고 판단되는 경우에는 외과를 희생하여 골이식을 고려하게 되는데 희생군에서의 유합율 결과에는 더 근본적인 원인을 고려해야 하는 제한점이 있었다. 따라서 향후 관절염의 원인 및 변형 골질, 나이 등의 인자들을 제어하여 좀 더 체계적으로 분석할 필요가 있다고 판단된다.

## 결 론

경비골 도달법을 이용한 족관절 유합술은 유합 시기 및 유합율, 임상 결과, 합병증 등에서 만족할 만한 결과를 보였고, 비골의 보존 및 고정군과 희생군간의 결과에는 비록 대상군의 수가 적었지만 통계상에는 차이가 없었다. 따라서 유합 부위의 안정성을 얻기 위해서는 비골의 고정을 고려할 수 있지만, 골결손이 심한 경우에는 골이식을 시행함으로써 골유합을 도모하는 것이 적절하리라 판단되어, 환자의 상태에 따라 비골의 고정 또는 골이식을 고려하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

## REFERENCES

1. **Thomas RH, Daniels TR.** Ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:923-36.
2. **Morrey BF, Weldeman GP.** Complication and long-term results of ankle arthrodesis following trauma. *J Bone Joint Surg.* 1980;62:777-84.
3. **Scranton PE.** An overview of ankle arthrodesis. *Clin Orthop.* 1991;268:96-101.
4. **Mann Ra, Van Manen JW, WapnerK, Mstyjn J.** Ankle fusion. *Clin Orthop.* 1991;268:49-55.
5. **Mann Ra, Rongstad KM.** Arthrodesis of the ankle: a critical analysis. *Foot Ankle Int.* 1998;19:3-9.
6. **Verhelst MP, Mulier JC, Hoogmartens JJ, Spaas F.** Arthrodesis of the ankle joint with complete removal of the distal part of the fibula. Experience with the transfibular approach and three different types of fixation. *Clin Orthop.* 1976;118:93-9.
7. **Takakura Y, Tanaka Y, Kumai T, et al.** Low tibial osteotomy for osteoarthritis of the ankle. *J Bone Joint Surg.* 1995;77:50-4.
8. **Holt ES, Hansen ST, Mayo Ka, Sangeorzan BJ.** Ankle arthrodesis using internal screw fixation. *Clin Orthop.* 1981; 268:21-8.
9. **Morgan CD, Henke JA, Bailey RW, Kaufer H.** Long-term results of tibiotalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg.* 1985;67: 546-50.
10. **Albert E.** Einige Falle Kunstlicher ankylosen. *Bildung an Paratischen Gliedmassen.* *Wien Med Wochenschr.* 1882;23:726-8.
11. **Chamley J.** Compression arthrodesis of the ankle and shoulder. *J Bone Joint Surg.* 1951;33:180-91.
12. **Ratliff AHC.** Compression arthrodesis of the ankle. *J Bone Joint Surg.* 1959;41:524-34.
13. **Kimberley AG.** Malunited fractures of the ankle joint with special reference to twenty-two cases treated by arthrodesis. *Surg Gynecol Obstet.* 1936;62:79-84.
14. **Campbell CJ, Rinehart WT, Kalenak A.** Arthrodesis of the ankle: deep autogenous inlay grafts with maximum cancellous bone apposition. *J Bone Joint Surg.* 1974;56:63-70.
15. **Chuinard EG, Peterson RE.** Distraction-Compression bone graft arthrodesis of the ankle. *J Bone Joint Surg.* 1963;45: 481-90.
16. **Kennedy JC.** Arthrodesis of the ankle with particular reference to the Gallie procedure: a review of fifty cases. *J Bone Joint Surg.* 1960;42:1308-16.
17. **White AA.** A precision posterior ankle fusion. *Clin Orthop.* 1974;98:239-50.
18. **Stulberg SD, Riley W.** Arthroscopic arthrodesis of the ankle: a new surgical procedure. *Am Acad Orthop Surg Technical Exhibit.* 1988;2:4-9.
19. **Myerson MS, Quill G.** Ankle arthrodesis: A comparison of an arthroscopic and an open method of treatment. *Clin Orthop.* 1991;268:84-95.
20. **Horwitz.** The use of the transfibular approach in arthrodesis of the ankle joint. *Am J Surg.* 1942;55:550-2.
21. **Adams JC.** Arthrodesis of the ankle joint. Experience with the transfibular approach. *J Bone Joint Surg Br.* 1948;30-B:506 -11.
22. **Wang GJ, Shen WJ, McLaughlin RE, Stamp WG.** Transfibular compression arthrodesis of the ankle joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;289:223-7.
23. **Chung YK, Yoo JH, Park YW, Kim JS, Pyo DC.** Transfibular approach for ankle and tibiotalocalcaneal arthrodesis. *J Korean Soc Foot Surg.* 1997;1:15-22.
24. **Wang JM, Roh KJ, Yun YH, Kim DJ, Eom JS.** Ankle arthrodesis by internal fixation with cancellous screws and fibula strut graft. -report of two cases-. *J Korean Soc Fracture.* 1997;10: 480-8.
25. **Ahn JH, Kim BS, Kang JW, et al.** Ankle arthrodesis using the transfibular approach. *J Korean Orthop Assoc.* 2003;38:588-93.
26. **Thordarson DB, Markolf KL, Cracchiolo A 3rd.** Arthrodesis of the ankle with cancellous-bone screws and fibular strut graft. Biomechanical analysis. *J Bone Joint Surg.* 1990;72:1359-63.
27. **Colman AB, Pomeroy GC.** Transfibular ankle arthrodesis with rigid internal fixation: an assessment of outcome. *Foot Ankle Int.* 2007;28:303-7.
28. **Gabreil AF, Alan M, Akinwande OA, et al.** Outcome of ankle arthrodesis using a transfibular approach. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49:508-12.