

족관절 골절 환자에서 원위 경비 인대 결합 손상 유무에 따른 경골의 비골 구에 대한 해부학적 차이

한림대학교 한강성심병원 정형외과학교실

김형년 · 김수범 · 박용욱

Anatomical Differences of the Fibular Incisura of the Tibia between Ankle Fracture with Syndesmotic Injury and without Syndesmotic Injury

Hyong-Nyun Kim, M.D., Soo-Bum Kim, M.D., Yong-Wook Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Hangang Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: This study was performed to compare the anatomic differences of the fibular incisura of the tibia between ankle fractures with and without syndesmotic injuries.

Materials and Methods: 42 patients were involved in this study: Group I was composed with 14 cases of ankle fractures with syndesmotic injuries; Group II was composed with 14 cases of ankle fractures without syndesmotic injuries; Group III was composed with 14 cases of volunteers. The height averaged 170.1 cm (range, 159~181 cm) in group I, 168.9 cm (range, 156~184 cm) in group II, and 170.4 cm (range, 161~177 cm) in group III. The mean height did not show a statistically significant difference between groups ($p>0.05$). All patients were taken axial computed tomography. The length of anterior and posterior facets, angle between anterior and posterior facet, and depth of the fibular incisura of the tibia were measured.

Results: The mean length of the anterior facet was 11.5 mm (range, 9.2~15.7 mm) in group I, 12.2 mm (range, 7.3~17.0 mm) in group II, and 10.3 mm (range, 8.7~14.0 mm) in group III ($p>0.05$). The mean length of the posterior facet was 12.3 mm (range, 9.0~14.5 mm) in group I, 11.0 mm (range, 7.3~16.2 mm) in group II, and 13.0 mm (range, 9.2~15.9 mm) in group III ($p>0.05$). The mean angle between anterior and posterior facet was 139.1 degrees (range, 125.5~154.0 degrees) in group I, 144.2 degrees (range, 134.7~152.6 degrees) in group II, and 131.5 degrees (range, 117.6~144.4 degrees) in group III ($p<0.05$). The mean depth of the fibular incisura of the tibia was 4.1 mm (range, 3.2~5.8 mm) in group I, 4.6 mm (range, 3.1~7.1 mm) in group II, and 3.1 mm (range, 1.5~4.0 mm) in group III ($p<0.05$).

Conclusion: There are some statistical differences of angle between anterior and posterior facet and depth of the fibular incisura of the tibia between ankle fractures with and without syndesmotic injuries.

Key Words: Ankle fracture, Syndesmotic injury, Fibular incisura of tibia

• Address for correspondence

Yong-Wook Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Hangang Sacred Heart
Hospital, 94-200, Youngdeungpo-dong, Youngdeungpo-gu, Seoul,
150-719, Korea

Tel: +82-2-2639-5300 Fax: +82-2-2634-1908

E-mail: aofas@chollian.net

서 론

원위 경비 인대 결합은 족관절 격자를 유지하는 역할을
한다. 1950년 Lauge-Hansen¹³⁾이 사체 실험을 통해 족관절



Figure 1. Anteroposterior radiograph of the ankle shows bimalleolar fracture with syndesmotic injury.

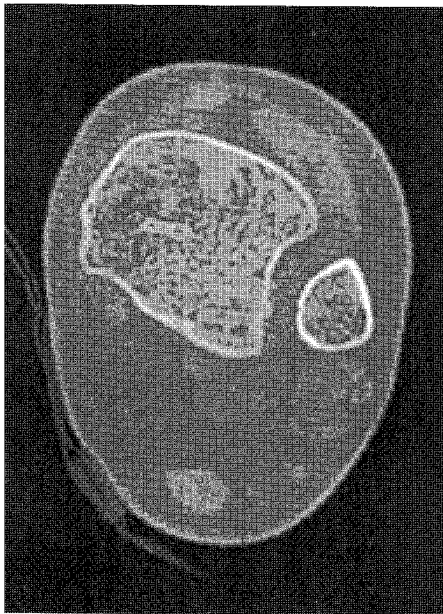


Figure 2. Axial computed tomograph shows fibular incisura of the tibia.

골절에서 동반된 원위 경비 인대 결합 손상에 대한 발생 기전을 보고한 이래, 지금까지도 논쟁의 여지없이 받아들여져 왔다. 그러나 동일 손상에 의한 족관절 골절에서도 경골의 비골 구로부터 비골의 전이가 발생하지 않는 경우를 흔히 관찰할 수 있어 상기 주장에 대한 혼란을 가져오게 한다.

최근 자기 공명 영상, 전산화 단층 촬영 등과 같은 정밀 진단 수단의 개발과 함께 원위 경비 인대 결합의 해부학적 구조에 대한 연구가 활발히 보고되었으나^{8,11,26)}, 정작 족관절



Figure 3. This schematic shows anterior facet length (a), posterior facet length (b), angle between anterior and posterior facets (c), and depth of fibular incisura (d).

골절 환자에서 원위 경비 인대 결합 손상이 동반된 경우와 동반되지 않은 경우를 대상으로 경골의 비골 구에 대한 해부학적 차이를 비교한 연구는 보고된 적이 없다. 이에 본 교실에서는 동일한 손상 기전에 의해 발생하였다고 여겨지는 족관절 골절에서 원위 경비 인대 결합 손상이 동반된 경우와 원위 경비 인대 결합 손상이 동반되지 않은 경우를 대상으로 경골의 비골 구에 대한 해부학적 차이를 살펴 원위 경비 인대 결합 손상을 일으킬 수 있는 해부학적 유발 인자에 대해 알아보하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구에서 원위 경비 인대 결합 손상 유무는 Harper와 Keller¹⁰⁾에 의한 족관절 단순 방사선 사진 평가에 의해 분류하였다. 즉, 족관절 전후 및 격자 단순 방사선 사진에서 원위 경골-비골 간격이 6 mm 이상인 경우에서 원위 경비 인대 결합 손상이 있다고 판정하였으며, 족관절 골절이 있으면서 원위 경비 인대 결합 손상이 동반된 환자(Fig. 1) 14명을 1군으로, 원위 경비 인대 결합 손상이 동반되지 않은 환자 14명을 2군으로, 대조군 14명을 3군으로 분류하였다. 3군에 속한 14명은 평소 족관절 통증을 경험하지 않았고 체중 부하 족관절 전후, 측면 단순 방사선 사진상 골극, 관절 간격

협소, 연골하 골 낭종 등과 같은 이상 소견이 관찰되지 않은 건강한 성인으로 구성하였다.

2. 연구방법

족관절 골절이 있는 1, 2군 환자 28명은 골절이 발생한 환측 족관절에 대해 족관절을 증립에 위치한 상태에서 원위 경골 천장부로부터 상방 1 cm 되는 곳에서 근위와 원위로 2 mm 두께의 전산화 단층 촬영을 시행하였으며, 3군 14명은 양측 족관절 중 일측 족관절에 대해 역시 동일한 방법으로 전산화 단층 촬영을 시행하였고, 여기서 얻어진 축성 전산화 단층 사진(Fig. 2)을 이용하여 비골 구의 전방 및 후방 소면 길이, 전후 소면간 각, 깊이를 측정하여 비교 평가하였다. 비골 구의 전방 소면 길이란 비골 구의 가장 깊은 곳을 통과하는 가상의 선과 비골 구의 전방 점을 통과하면서 앞서 기술한 가상의 선과 평행한 선을 그었을 때 이 두 선간의 직선 거리로 정의하였고, 비골 구의 후방 소면 길이란 비골 구의 가장 깊은 곳을 통과하는 가상의 선과 비골 구의 후방 점을 통과하면서 앞서 기술한 가상의 선과 평행한 선을 그었을 때 이 두 선간의 직선거리로 정의하였다. 전후 소면간 각이란 비골 구의 가장 깊은 곳에서 비골 구의 전·후방 점을 연결한 선이 이루는 각으로 정의하였다. 비골 구의 깊이는 비골 구의 전·후방 점을 연결한 선과 여기서 비골 구의 가장 깊은 곳을 통과하는 수직선을 그어 비골 구의 가장 깊은 곳과 비골 구의 전·후방 점을 연결한 선간의 직선거리로 정의하였다(Fig. 3).

이 모든 과정은 관찰자 일인이 의료영상저장전송시스템 (picture archiving communication system, PACS)을 이용하여 5회 반복 측정하였고, 여기서 얻어진 수치 중 최대치와 최소치를 버려 오차를 최대한 줄이고자 노력하였다.

일련의 과정을 통해 얻은 수치를 이용해 통계학적 분석을 시행하였으며, 통계학적 분석은 SPSS 10.0 프로그램 (SPSS, Chicago, IL)을 이용하였다. 키를 이용한 세 군 간의 연관성에 대한 분석은 교차 분석을 통해, 그리고 각 군에서 얻어진 결과치와 원위 경비 인대 결합 손상간의 연관성에 대한 분석은 상관분석을 시행하였다. 분석 결과에서 p값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 판독하였다.

결 과

1. 증례 분석

제 1군의 키는 최소 159 cm에서 최대 181 cm로 평균 170.1 cm이었고, 제 2군의 키는 최소 156 cm에서 최대 184 cm로 평균 168.9 cm이었으며, 제 3군의 키는 최소 161 cm에서 최대 177 cm로 평균 170.4 cm이었다(Table 1).

제 1군의 비골 구의 전방 소면 길이는 최소 9.2 mm에서 최대 15.7 mm로 평균 11.5 mm이었고, 제 2군의 비골 구의 전방 소면 길이는 최소 7.3 mm에서 최대 17.0 mm로 평균 12.2 mm이었으며, 제 3군의 비골 구의 전방 소면 길이는 최소 8.7 mm에서 최대 14.0 mm로 평균 10.3 mm이었다 (Table 1).

Table 1. Summary of Cases

Case No	Height (cm)			AFL* (mm)			PFL [†] (mm)			AAPF [‡] (degree)			DFI [§] (mm)		
	G 1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
1	159	156	169	9.2	16.9	9.9	14.5	7.9	15.8	144.9	135.0	133.1	4.0	4.7	3.2
2	162	166	169	13.0	14.9	10.6	14.2	12.8	13.1	144.7	141.7	129.0	3.8	4.6	3.9
3	169	172	161	15.7	12.7	10.7	9.0	16.1	13.7	143.4	134.7	144.4	4.2	5.1	2.6
4	179	182	175	10.6	7.3	14.0	13.2	16.1	9.2	128.0	152.6	117.6	3.9	7.0	3.6
5	172	161	174	10.8	12.0	8.8	10.8	7.3	14.6	125.5	152.4	123.5	5.8	3.2	3.6
6	166	159	175	10.7	7.6	10.4	12.4	10.2	13.2	133.3	146.3	137.5	4.0	4.8	1.6
7	177	179	163	12.0	15.6	8.7	13.8	7.6	13.2	154.0	146.4	135.5	3.2	3.1	4.0
8	161	158	171	9.2	17.0	9.9	14.5	7.9	15.9	144.9	135.0	133.1	4.0	4.7	3.2
9	164	168	171	13.0	15.0	10.6	14.2	12.8	13.1	144.8	141.7	129.0	3.8	4.7	4.0
10	171	174	163	15.7	12.7	10.7	9.0	16.1	13.7	143.4	134.7	144.4	4.2	5.1	2.6
11	181	184	177	10.6	7.3	14.0	13.2	16.2	9.3	128.0	152.6	117.6	3.9	7.0	3.7
12	174	163	176	10.8	12.1	8.8	10.8	7.4	14.6	125.5	152.4	123.5	5.8	3.2	3.6
13	168	161	177	10.7	7.6	10.4	12.4	10.2	13.2	133.3	146.3	137.5	4.1	4.8	1.6
14	179	181	165	12.0	15.7	9.0	13.9	7.6	13.2	154.0	146.4	135.5	3.2	3.1	4.0

*AFL, Anterior facet length; [†]PFL, Posterior facet length; [‡]AAPF, Angle between anterior and posterior facets; [§]DFI, Depth of fibular incisura; ^{||}G, Group.

제 1군의 비골 구의 후방 소면 길이는 최소 9.0 mm에서 최대 14.5 mm로 평균 12.3 mm이었고, 제 2군의 비골 구의 후방 소면 길이는 최소 7.3 mm에서 최대 16.2 mm로 평균 11.0 mm이었으며, 제 3군의 비골 구의 후방 소면 길이는 최소 9.2 mm에서 최대 15.9 mm로 평균 13.0 mm이었다 (Table 1).

제 1군의 비골 구의 전후 소면각은 최소 125.5도에서 최대 154도로 평균 135.7도이었고, 제 2군의 비골 구의 전후 소면각은 최소 134.7도에서 최대 152.6도로 평균 140.8도이었으며, 제 3군의 비골 구의 전후 소면각은 최소 117.6도에서 최대 144.4도로 평균 128.5도이었다 (Table 1).

제 1군의 비골 구의 깊이는 최소 3.2 mm에서 최대 5.8 mm로 평균 4.1 mm이었고, 제 2군의 비골 구의 깊이는 최소 3.1 mm에서 최대 7.1 mm로 평균 4.6 mm이었으며, 제 3군의 비골 구의 깊이는 최소 1.5 mm에서 최대 4.0 mm로 평균 3.1 mm이었다 (Table 1).

2. 연구 성적

제 1군의 평균 키는 170.1±7.0 cm이고, 제 2군의 평균 키는 168.9±9.7 cm이며, 제 3군의 키는 170.4±5.6 cm로, Chi-square 검증법을 통한 각 군간 키의 평균값의 상관관계는 통계학적 유의성이 없었다($p>0.05$). 따라서 각 군간의 평균값이 차이가 없었다.

제 1군의 비골 구의 평균 전방 소면 길이는 11.5±2.0 mm이고, 제 2군의 비골 구의 평균 전방 소면 길이는 12.2±3.6 mm이며, 제 3군의 비골 구의 평균 전방 소면 길이는 10.3±1.7 mm로, ANOVA 검증법을 통한 원위 경비 인대 결합 손상과 비골 구의 전방 소면 길이와의 상관관계는 통계학적 유의성이 없었다($p>0.05$).

제 1군의 비골 구의 평균 후방 소면 길이는 12.3±1.9 mm이고, 제 2군의 비골 구의 평균 후방 소면 길이는 11.0±3.6 mm이며, 제 3군의 비골 구의 평균 후방 소면 길이는 13.0±1.9 mm로, ANOVA 검증법을 통한 원위 경비 인대 결합 손상과 비골 구의 후방 소면 길이와의 상관관계는 통계학적 유의성이 없었다($p>0.05$).

제 1군의 비골 구의 평균 전후 소면각은 135.7±9.6도이고, 제 2군의 비골 구의 평균 전후 소면각은 140.8±7.0도이며, 제 3군의 비골 구의 평균 전후 소면각은 128.5±8.5도로, ANOVA 검증법을 통한 원위 경비 인대 결합 손상과 비골 구의 전후 소면각과의 상관관계는 통계학적 유의성이 있었다($p<0.05$).

제 1군의 비골 구의 평균 깊이는 4.1±0.7 mm이고, 제

2군의 비골 구의 평균 깊이는 4.6±1.2 mm이며, 제 3군의 비골 구의 평균 깊이는 3.1±0.8 mm로, ANOVA 검증법을 통한 원위 경비 인대 결합 손상과 비골 구의 깊이와의 상관관계는 통계학적 유의성이 있었다($p<0.05$).

고 찰

원위 경비 인대 결합은 원위 경골과 비골 사이를 보전하여 원위 경골과 비골이 축력, 회전력, 전단력과 같은 외력에 의해 분리되는 것을 방지해 정상 족관절 기능을 유지하는 매우 중요한 구조물이다²²⁾. 원위 경비 인대 결합은 주로 족관절 염좌 또는 족관절 골절로 인해 손상 받게 되는데, 이는 손상 당시 족관절 격자가 확장된 결과이다. Cedell⁴⁾과 Hopkinson 등¹²⁾은 족관절 염좌 시 원위 경비 인대 결합 단독 손상의 빈도를 1%에서 11%로 보고하고 있다. 족관절 골절에서는 원위 경골 관절면보다 상방에서 비골 골절이 있을 때 원위 경비 인대 결합 손상 빈도가 가장 흔한 것으로 보고하고 있다^{15,21,24)}.

그러나 원위 경비 인대 결합 손상을 단순 방사선 사진으로 판단하기는 어렵다. Harper와 Keller¹⁰⁾는 12구의 사체를 이용한 실험을 통해 원위 경비 인대 결합 손상에 대한 단순 방사선 소견을 보고하였는데, 즉 족관절 전후 및 격자 단순 방사선 사진에서 경골 전방 외측선과 비골 내측선과의 폭 그리고 경골 후과 외측선과 비골 내측선과의 폭을 관찰하였는데, 족관절 전후 또는 격자 단순 방사선 사진에서 경골 후과 외측선과 비골 내측선과의 폭은 6 mm 이하가, 족관절 전후 단순 방사선 사진에서 경골 전방 외측선과 비골 내측선과의 폭은 6 mm 이상 또는 비골 폭의 42% 이상인, 족관절 격자 단순 방사선 사진에서 경골 전방 외측선과 비골 내측선과의 폭은 1 mm 이상이 정상 족관절 단순 방사선 소견이며, 이중에서도 초기 원위 경비 인대 결합 손상을 간파하는데 있어 족관절 전후 및 격자 단순 방사선 사진에서 경골 후과 외측선과 비골 내측선과의 폭이 가장 신뢰할 수 있는 척도가 된다고 하였다. 한편 Day 등⁵⁾은 족관절 이과 골절에 대해 관혈적 정복술 및 금속 내고정술을 시행한 환자 25명을 대상으로 최소 10년 이상 추시 결과 환자의 76%에서 단순 방사선 사진상 족관절 골관절염 소견이 관찰되었다고 하였다. 이런 소견은 원위 경비 인대 결합 손상을 무시한 결과로 여겨진다고 하면서^{3,14,19,20,25)}, 단순 방사선 사진에서 원위 경비 인대 결합 손상을 예측하는 다양한 수단에 대해 의문을 제시하였다^{1,6,7,9,16,17,23)}.

최근 자기 공명 영상 장치, 전산화 단층 촬영 장치, 관절경 등과 같은 다양한 정밀 진단 기구의 개발과 함께 원위 경비

인대 결합의 해부학적 구조에 대한 연구가 활발히 보고되고 있다^{2,7,15,18,23}. 자기 공명 영상 장치를 이용한 보고에서 Brown 등²⁾은 급성과 만성 원위 경비 인대 결합 손상의 소견을, Muhle 등¹⁵⁾과 Oae 등¹⁸⁾은 각각 6구의 사체와 58명의 족관절 염좌 또는 족관절 골절 환자를 대상으로 원위 경비 복합 인대에 대한 자세한 해부학적 구조와 손상 정도를 기술하였다. 반면에 Takao 등²³⁾은 족관절 통증을 호소하는 52명의 환자를 대상으로 한 자기 공명 영상 검사와 관절경을 이용한 검사를 비교한 결과 자기 공명 영상 검사에서 관찰되지 않았던 원위 경비 인대 결합 손상 2예를 관절경 검사에서 관찰할 수 있었다고 하면서 관절경 검사의 유용성을 강조하였다. Ebraheim 등⁷⁾은 12구의 사체를 이용한 단순 방사선 검사와 전산화 단층 검사 비교에서 원위 경비 인대 결합 손상 유무를 평가하는데 있어 적어도 2 mm 이상의 전위된 원위 경비 인대 결합 손상은 전산화 단층 촬영을 통해 쉽게 간파할 수 있어 전산화 단층 검사의 유용성을 강조하였다. 한편 Ebraheim^{6,8)}은 원위 경비 인대 결합 손상에 대한 전산화 단층 검사에서 경골의 비골 구가 정상보다 얇은 경우를 관찰하였고, 이 경우 원위 경비 인대 결합부의 불안정을 초래하기 쉽다고 보고하였다.

Yildirim 등²⁶⁾은 이전에 족관절 외상이 없었던 150예의 족관절 75명을 대상으로 자기 공명 영상 촬영을 시행하여 경골의 비골 구를 측정하였다. 비골 구의 전방 소면 길이는 남자에서 평균 10.4 mm, 여자에서 8.9 mm였고, 비골 구의 후방 소면 길이도 역시 남자에서 평균 10.4 mm, 여자에서 8.9 mm이었다. 비골 구의 전후 소면간 각은 남자에서 138.6도, 여자에서 139.9도 이었고, 비골 구의 깊이는 남자에서 3.6 mm, 여자에서 2.9 mm이었다. 본 연구에서는 남녀로 구분하지는 않았지만, 비골 구의 전방 소면 길이는 평균 11.3 mm를, 후방 소면 길이는 평균 12.1 mm를, 전후 소면간 각은 평균 135도를, 깊이는 평균 3.9 mm를 보여 Yildirim 등²⁶⁾의 결과치와 비슷한 수준을 보였다. 다만 Yildirim 등²⁶⁾은 비골 구의 전방 소면 길이는 후방 소면 길이와 동일한 결과치를 얻었으나, 본 연구에서는 약 0.8 mm의 차이를 보였으며, 이에 대한 통계학적 의의는 알아보지는 않았다. Yildirim 등²⁶⁾은 비골 구의 깊이가 작을수록 전후 소면간 각은 커지며, 이는 경골의 비골 구에서 비골이 쉽게 전이될 소지로 작용한다고 하였다. 본 연구에서 1군의 경우 비골 구의 깊이가 4.1 mm를, 2군의 경우 4.6 mm를 보여 원위 경비 인대 결합 손상이 있는 군에서 비골 구의 깊이가 얇은 결과치를 보여주고 있었다. Ebraheim 등⁸⁾은 비골 구의 깊이가 정상에서 6.0 mm에서 10.8 mm라고 보고하였으며, Yildirim 등²⁶⁾은 정상에서 2.0 mm에서 6.0 mm라고 보고

하면서 결과치의 차이는 피검사자의 차이 때문이라고 하였다. 본 연구에서 비골 구의 깊이는 제 2, 3군의 경우 최소 1.5 mm에서 최대 7 mm를 보여 Yildirim 등²⁶⁾의 주장에 다소 근접한 경향을 보였고, 또한 비골 구의 전후 소면간 각은 커질수록 경골의 비골 구에서 비골이 쉽게 전이될 소지로 작용한다고 하였는데, 본 연구에서 제 1군의 경우 전후 소면 각이 135.7도를, 제 3군에서 128.5도를 보여 비골 구의 깊이가 4.1 mm를, 2군의 경우 4.6 mm를 보여 원위 경비 인대 결합 손상이 있는 군에서 비골 구의 깊이가 얇은 결과치를 보여주고 있었다. Ebraheim 등⁸⁾은 비골 구의 깊이가 정상에서 6.0 mm에서 10.8 mm라고 보고하였으며, Yildirim 등²⁶⁾의 주장을 뒷받침할 수 있었다. 반면에 비골 구의 전후 소면 각이 제 1군에서 135.7도를, 제 2군에서 140.8도를 보이고 있고, 비골 구의 깊이는 제 1군에서 4.1 mm를, 제 3군에서 3.1 mm를 보여, 이는 Ebraheim 등⁸⁾과 Yildirim 등²⁶⁾의 주장과 다소 차이를 보이고 있다. 이는 본 연구의 경우 족관절 골절이 있으면서 원위 경비 인대 손상이 동반된 군과 동반되지 않은 군, 그리고 대조군으로 분류하여 연구를 진행한 것으로 Ebraheim 등⁸⁾과 Yildirim 등²⁶⁾의 연구 방법과는 달라 차이를 보이는 것으로 사료된다.

결 론

이상의 연구와 문헌 고찰을 통해 살펴 본 결과 족관절 골절에 동반된 원위 경비 인대 결합 이개의 경우 경골의 비골 구에 대한 해부학적 차이 특히 비골 구의 전후 소면각과 깊이 역시 원위 경비 인대 결합 손상을 쉽게 유발시킬 수 있는 인자로 여겨진다.

REFERENCES

1. **Beumer A, van Hemert WL, Niesing R, et al:** Radiographic measurement of the distal tibiofibular syndesmosis has limited use. *Clin Orthop Relat Res*, 423: 227-234, 2004.
2. **Brown KW, Morrison WB, Schweitzer ME, Parellada JA and Nothnagel H:** MRI findings associated with distal tibiofibular syndesmosis injury. *AJR Am J Roentgenol*, 182: 131-136, 2004.
3. **Cedell CA:** Supination-outward rotation injuries of the ankle. A clinical and roentgenological study with special reference to the operative treatment. *Acta Orthop Scand*, 110(Suppl): 15-64, 1967.
4. **Cedell CA:** Ankle lesions. *Acta Orthop Scand*, 46: 425-445, 1975.
5. **Day GA, Swanson CE and Hulcombe BG:** Operative treatment of ankle fractures: a minimum ten-year follow-up.

- Foot Ankle Int*, 22: 102-106, 2001.
6. **Ebraheim NA, Elgafy H and Padanilam T:** Syndesmotic disruption in low fibular fractures associated with deltoid ligament injury. *Clin Orthop Relat Res*, 409: 260-267, 2003.
 7. **Ebraheim NA, Lu J, Yang H, Mekhail AO and Yeasting RA:** Radiographic and CT evaluation of tibiofibular syndesmotic diastasis: a cadaver study. *Foot Ankle Int*, 18: 693-698, 1997.
 8. **Ebraheim NA, Lu J, Yang H and Rollins J:** The fibular incisure of the tibia on CT scan: a cadaver study. *Foot Ankle Int*, 19: 318-321, 1998.
 9. **Harper MC:** An anatomic and radiographic investigation of the tibiofibular clear space. *Foot Ankle*, 14: 455-458, 1993.
 10. **Harper MC and Keller TS:** A radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle*, 10: 156-160, 1989.
 11. **Höcker K and Oachucki A:** The fibular incisure of the tibia. The cross-sectional position of the fibula in distal syndesmosis. *Unfallchirurg*, 92: 401-406, 1989.
 12. **Hopkinson WJ, St Pierre P, Ryan JB and Wheeler JH:** Syndesmosis sprains of the ankle. *Foot Ankle*, 10: 325-330, 1990.
 13. **Lauge-Hansen N:** Fractures of the ankle. II. Combined experimental -surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Arch Surg*, 60: 957-985, 1950.
 14. **Leeds HC and Ehrlich MG:** Instability of the distal tibiofibular syndesmosis after bimalleolar and trimalleolar ankle fractures. *J Bone Joint Surg*, 66-A: 490-503, 1984.
 15. **Muhle C, Frank LR, Rand T, et al:** Tibiofibular syndesmosis: high-resolution MRI using a local gradient coil. *J Comput Assist Tomogr*, 22: 938-944, 1998.
 16. **Muratli HH, Biçimoğlu A, Celebi L, Boyacıgil S, Damgaci L and Tabak AY:** Magnetic resonance arthrographic evaluation of syndesmotic diastasis in ankle fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*, 125: 222-227, 2005.
 17. **Nielson JH, Sallis JG, Potter HG, Helfet DL and Lorich DG:** Correlation of interosseous membrane tears to the level of the fibular fracture. *J Orthop Trauma*, 18: 68-74, 2004.
 18. **Oae K, Takao M, Naito K, et al:** Injury of the tibiofibular syndesmosis: value of MR imaging for diagnosis. *Radiology*, 227: 155-161, 2003.
 19. **Pettrone FA, Gail M, Pee D, Fitzpatrick T and Van Herpe LB:** Quantitative criteria for prediction of the results after displaced fracture of the ankle. *J Bone Joint Surg*, 65-A: 667-677, 1983.
 20. **Roberts RS:** Surgical treatment of displaced ankle fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 172: 164-170, 1983.
 21. **Sclafani SJ:** Ligamentous injury of the lower tibiofibular syndesmosis: radiographic evidence. *Radiology*, 156: 21-27, 1985.
 22. **Snedden MH and Shea JP:** Diastasis with low distal fibula fractures: an anatomic rationale. *Clin Orthop Relat Res*, 382: 197-205, 2001.
 23. **Takao M, Ochi M, Oae K, Naito K and Uchio Y:** Diagnosis of a tear of the tibiofibular syndesmosis. The role of arthroscopy of the ankle. *J Bone Joint Surg*, 85-B: 324-329, 2003.
 24. **Wuest TK:** Injuries to the Distal Lower Extremity Syndesmosis. *J Am Acad Orthop Surg*, 5: 172-181, 1997.
 25. **Yablon IG and Leach RE:** Reconstruction of malunited fractures of the lateral malleolus. *J Bone Joint Surg*, 71-A: 521-527, 1989.
 26. **Yildirim H, Mavi A, Büyükbeci O and Gümüşburun E:** Evaluation of the fibular incisura of the tibia with magnetic resonance imaging. *Foot Ankle Int*, 24: 387-391, 2003.