

Maisonneuve 골절에서 수술적 치료의 결과

조선대학교 의과대학 정형외과학교실

이준영 · 하상호 · 손홍문 · 이광철

Results after Operative Treatment for Maisonneuve Fracture

Jun-Young Lee, M.D., Sang-Ho Ha, M.D., Hong-Moon Sohn, M.D., Kwang-Chul Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Chosun University

=Abstract=

Purpose: This study is to analysis the outcome of patient with surgically treated Maisonneuve fracture and find out the factors that might influence the outcome.

Material and methods: 20 patients who had surgical treatment due to Maisonneuve fracture between February, 2001 to March, 2005 were studied. The patients were followed for at least 1 year and average follow up period was 25 months. The average age was 41 years, 16 were male and 4 were female. Mechanism of injury according to Rouge-Hansen classification was supination-external rotation. In all cases, percutaneous screw fixation was applied proximal to tibiofibular syndesmosis. The screws were removed after 8 weeks under local anesthesia. Clinical, functional and radiographic results were evaluated.

Results: 17 cases (85%) showed satisfying clinical and radiographic results. The mean functional score according to Ankle Scoring System was 91 (83 to 95). Complication occurred in 1 case with underlying systemic disease and 2 cases with initial ankle joint dislocation.

Conclusion: Surgical treatment of Maisonneuve fracture showed relatively satisfying result. However, initial injury state and accompanying disease seem to have great effect on the result.

Key Words: Maisonneuve fracture, Syndesmosis, Percutaneous screw fixation

서 론

Maisonneuve 골절은 1840년에 프랑스 외과의사에 의해 최초로 서술되었다¹⁴⁾. 이는 회전 손상으로 인해 삼각인대나

내과, 원위부 경비 결합의 손상이 동반되며 최종적으로 근위부 비골 골절이 일어나는 비교적 드문 골절이고 가장 불안정한 족부 손상중의 하나이다(Fig. 1).

족근부에 회외-외회전 손상이 오게 되면 Maisonneuve 골절이 발생하고 거골은 외회전 되며 이는 족근 관절의 내측주에 긴장을 야기한다. 이 결과로 삼각인대가 파열되거나 내과가 골절된다. 거골이 비골과 충돌하게 됨으로써 이는 전방으로 강한 힘으로 작용하여 전방 경비인대 및 골간인대를 파열시킨다. 비골에 대해 거골의 회전력으로 발생하는 결과적인 염전력은 골간인대를 파열시키고 이는 주로 비골 경부 부위까지 발생하며 이로 인해 이 부위에서 동반된 나

• Address for correspondence

Jung-Young Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chosun University Hospital,
588 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju-si 501-717, Republic of Korea
Tel: +82-62-220-3147 Fax: +82-62-226-3379
E-mail: leeje88@chosun.ac.kr

선형 또는 사선형 골절이 발생하게 됨으로써 Maisonneuve 골절의 전형적인 형태를 보인다. 해부학적으로는 거골이 후방 인대 구조의 연속성을 유지하기 위해 외회전하며 이로 인해 경비 결합의 부분 이개가 발생한다¹⁸⁾. 하지만 이 힘이 지속되게 되면 결과적으로 후방경비인대의 파열 혹은 그 부착부위인 후방과의 견열 골절을 야기한다. 이 결과로 경비 결합의 완전한 이개가 발생하고 족관절부는 불안정해진다⁸⁾.

이 골절의 치료를 위한 다양한 수술적 및 비수술적 방법이 보고되고 있으며 저자들은 2001년 2월부터 2005년 3월까지 Maisonneuve 골절로 수술적 치료를 시행한 환자에 대해 임상적, 기능적, 방사선학적으로 평가하고 좋지 않은 결과를 야기하는 중요한 요소에 대해 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

2001년 2월부터 2005년 3월까지 Maisonneuve 골절로 수술적 치료를 시행한 최소 1년 이상의 추시가 가능하였던 20예의 환자를 대상으로 하였으며 평균 추시기간은 25개월이었다. 평균연령은 41세였으며 남자가 16명, 여자가 4명이었고 연령별로는 40대 이하가 14명으로 대부분 젊은 층에서 발생하였다. 주된 손상은 스포츠 활동 중 발생한 비틀림 손상인 경우가 많았고 Lauge-Hansen 분류상¹²⁾ 주된 손상



Figure 1. Classic pattern of Maisonneuve fracture.

기전은 회외-외회전 손상이었다. 동반 질환으로는 고혈압이 2예, 당뇨 및 류마티스 관절염 1예였으며, 동반 손상으로는 경-거 관절 탈구 2예 및 내과 골절 6예, 후과 골절 2예, 내측 삼각인대 손상이 14예였다(Table 1).

Table 1. Data of Patients

Patient	Gender	Age (years)	Injury mechanism	Associated injury	Co-morbidity	F/U (months)
1	M	18	Sports	Deltoid [§]	-	60
2	M	37	Sports	MM*	-	12
3	M	40	Sports	Deltoid	-	40
4	M	30	Sports	Deltoid	-	33
5	M	43	Sports	Deltoid	-	42
6	M	44	Sports	Deltoid	-	27
7	M	48	Slip	MM, PM [†]	RA **, DM ^{††}	36
8	M	54	Fall (Farm)	Deltoid	-	14
9	M	52	Slip	Deltoid	-	13
10	M	47	Sports	Deltoid	-	12
11	M	34	Sports	Deltoid	-	12
12	M	58	Fall (Stair)	Deltoid	Hypertension	15
13	F	47	Slip	PM, tibio-talar Dx [‡] , MM	Hypertension	25
14	F	50	Sports	Deltoid	-	14
15	M	48	Sports	MM, tibio-talar Dx	-	24
16	M	36	Sports	MM	-	12
17	F	42	Sports	Deltoid	-	16
18	F	29	Sports	MM	-	30
19	M	21	Sports	Deltoid	-	22
20	M	42	Sports	Deltoid	-	31

*MM, Medical malleolar fracture; [†]PM, Posterior malleolar fracture; [‡]Dx, Dislocation; [§]Deltoid, Deltoid ligament injury; **RA, Rheumatoid arthritis; ^{††}DM, Diabetes mellitus.



Figure 2. Parallel screw fixation in syndesmosis injury.

내원시 주 주소는 체중부하가 힘들 정도의 족관절 통증이었다. 이학적 검사상 압축 검사시 근위 및 원위 비골부 통증을 호소하거나 스트레스 검사(외전-외회전)상 족근부 통증을 호소한 경우 의심하고 방사선학적으로 근위부 비골 골절이 있고 경골-비골 간격이 7 mm 이상이며 내측 관절 간격이 4 mm 이상이고 내과 또는 후과의 골절이 동반된 경우 진단하였으며 수술장에서 비골 견인을 시행하여 3 mm 이상 견인될 경우 확진하고 수술의 적응증으로 고려하였다.

수술 방법은 전신 마취하에서 환자를 양외위로 눕힌 후 방사선 투과기 하에 인대결합 부위의 정복을 시행하였다. 발은 중립 배굴곡위를 취하고 하퇴는 내회전 상태를 유지하였다. 인대 결합 상방의 원위 비골의 외측방에 작은 절개를 가한 후 비골의 후외측에서 경골의 전내측 방향으로 3.2 mm 드릴(drill bit)을 사용하여 3개의 피질골을 관통시킨 후 적당한 길이의 AO 4.5 mm 피질골 나사를 고정하였다. 1개의 나사만을 사용할 때는 경골전장에 평행하게 경거관절에서 약 2-4 cm 상방에 위치하게 하였으며 두 번째 나사를 사용할 때는 첫 번째 나사에 평행하게 약 2 cm 상방에 위치하게 하였다(Fig. 2). 동반 손상에 대해서는 관절면의 20% 이상을 차지하는 후방과 골절에 대해서는 정복 후 나사 고

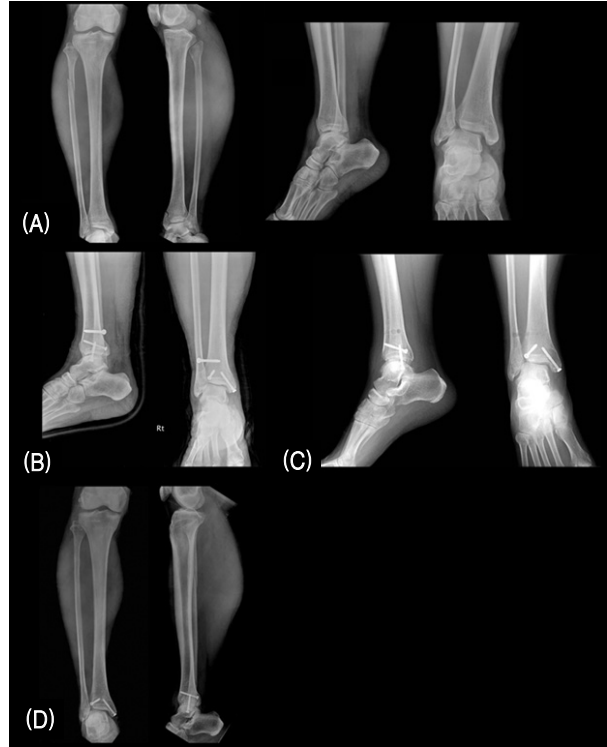


Figure 3. Radiologic features of Maisonneuve fracture in 48-year-old male that was taking steroid due to rheumatoid arthritis and diabetes mellitus. (A) Proximal fibular fracture associated with medial malleolar and posterior malleolar fracture. Medial clear space is widening and diastasis of the tibiofibular syndesmosis is showed. (B) Fracture fixation and syndesmosis screw fixation were done. (C) After 8 weeks, superficial infection in syndesmosis screw fixation site and medial clear space is widened after removal of syndesmosis screw. (D) After 38 weeks, talocrural angle is decreased and arthrosis is showed in ankle joint.

정을 시행하였고 관절면의 20% 이하를 차지하는 후방과 골절은 고정술을 시행하지 않았다. 모든 내과 골절에 대해서도 관혈적 정복술 및 나사 고정술 또는 나사 및 금속 강선 고정술을 시행하였다. 동반된 내측 삼각인대 손상에 대해서는 경비 결합 나사 고정술을 시행 한 후 방사선 투과기상에 내측 관절 간격이 4 mm 이상이었던 2예에 대해서만 봉합술을 시행하였으며 내측 관절 간격이 유지되었던 경우는 봉합술을 시행하지 않았다. 술 후 단하지 석고 고정을 하고 경비 결합 나사를 제거하기까지 8주간 비체중부하를 실시하였으며 8주에 국소마취하에 나사제거를 시행하였다. 석고 고정과 경비결합 나사를 제거한 후 견딜 수 있는 범위 내에서 체중부하를 시행하였다.

결과 판정은 Kennedy 등¹⁰⁾에 의한 Ankle scoring system을 이용하여 임상적으로 술 후 족관절의 운동 범위, 동통 등을 조사하였고 기능적으로 일상생활로의 복귀 정도

를 평가하였으며, 방사선학적으로 거골 내과 관절면의 이개 및 인대결합의 이개, 거골의 외측 전위와 족관절면의 간격 등을 평가하여 분석하였다.

결 과

최종 추시상 17예에서 우수한 결과를 보였고 3예에서 불량한 결과를 보였다. 우수한 결과를 보였던 군에서 임상적으로 족관절 통증 및 부종은 관찰되지 않았고 족관절 운동 범위도 정상이었으며 기능적으로 전례에서 일터에 복귀할 수 있었다. 방사선학적으로는 건측과 비교하여 관절병증은 보이지 않았고 내측 관절 간격 및 경골-비골 간격, 거골-하퇴각은 정상 범위였다. Kennedy 등에 의한 평균 족관절 수치는 91점(83-95점)을 보였다(Table 2).

불량의 결과를 보였던 3예 중 2예는 수상시 경거관절의 탈구 및 내과와 후과의 골절을 동반한 복합 골절 소견을 보였으며 술 후 최종 추시상 임상적으로 족관절 통증 및 부종을 보이고 족관절의 운동범위도 감소하였다. 방사선학적으로는 족관절면의 협소 소견과 함께 관절병증 소견이 관찰되었으며 족관절 수치는 평균 32점을 보였다. 나머지 1예의 경우 과거력상 류마티스 관절염 및 당뇨의 기저질환에 대해 스테로이드를 투여받고 있었던 환자로 술 후 표재성 창상 감염 소견을 보였고 경비결합 나사 제거 후 내측 관절 간격

의 증가가 관찰되었다. 최종 추시상 거골-하퇴각의 감소 및 족관절면의 협소와 관절병증 소견과 함께(Fig. 3) 족관절부의 종창 및 동통, 관절 운동 범위의 감소가 관찰되었고 족관절 수치는 28점을 보였다(Table 2).

고 찰

Maisonneuve 골절의 정확한 유병률은 수술적 치료를 요하는 모든 족근관절 골절의 약 5%를 차지한다고 보고되고 있다^{14,22)}. Maisonneuve 골절은 AO분류상²⁰⁾ C3형으로 분류되고 Lauge-Hansen 분류상²¹⁾ 회외-외회전 손상으로, Denis-Weber 분류상⁵⁾ C형으로 분류된다.

Pancovich²²⁾는 메이소뉴브 손상을 5단계로 나누었다. 1단계는 골간인대의 파열과 동반된 전방 경비인대의 파열이나 그 부착부의 견열 골절, 2단계는 후방 경비인대의 파열이나 후방 경골 결절의 골절, 3단계는 전내방 관절막의 파열 혹은 그 견열 골절, 4단계는 근위 비골 골절이고 5단계는 삼각인대의 파열 혹은 내과의 골절이다. Pancovich²²⁾는 3단계 이상에서 수술적 치료가 필요하다고 하였다.

Maisonneuve 골절은 쉽게 간과되기 쉬운데 환자는 일반적으로 비골의 근위부 통증은 호소하지 않고 족관절부 통증만 호소하는 경우가 많다. 족관절부 사진에서 골절이 보이지 않는 경우가 많으므로 비골의 전장을 만져 보는 등 주의

Table 2. Clinical and Radiologic Results

Patient	Medial clear space (mm)		Tibiofibular clear space (mm)		Talocrural angle (°)		Arthrosis	Ankle score
	I*	C†	I	C	I	C		
1	5	4	8	5	11	13	-	95
2	5	4	7	5	13	14	-	85
3	4	3	7	5	11	12	-	90
4	5	4	9	6	11	11	-	95
5	4	3	7	5	12	11	-	98
6	5	4	9	6	11	10	-	93
7	7	4	10	5	8	11	+	28
8	7	4	10	5	10	11	-	93
9	5	4	8	6	11	10	-	28
10	5	4	7	5	9	10	-	93
11	5	4	8	5	11	9	-	95
12	5	4	7	5	12	11	-	83
13	4	4	8	5	13	12	+	30
14	5	4	7	5	10	11	-	90
15	5	4	8	5	10	12	+	33
16	5	4	8	5	11	11	-	90
17	5	4	7	5	11	11	-	85
18	5	4	8	5	10	10	-	88
19	5	4	7	5	11	11	-	95
20	5	4	7	5	11	11	-	95

*I, Index ankle; †C, Contralateral ankle.

깊은 이학적 검사가 필요하다. 압착검사(squeeze test)는 중아리 중간 부위에서 비골에 압박을 주는 검사로 경비결합에 통증을 야기시키며 근위 비골부 압통과 압착검사 양성 소견은 일치한다. Merrill¹⁸⁾은 9예 중 4예(45%)에서 처음 진단자에 의해 진단되지 않았다고 하였고 Lock 등¹⁴⁾은 단지 내측 족관절부 통증을 호소하는 환자에서 진단을 놓쳤다고 하였다. Yablon과 segal³⁰⁾은 거골이 쉽게 내측으로 정복될 수 있기 때문에 방사선 사진에서 진단이 어려울 수 있다고 하였으며 진단이 의심이 된다면 주의 깊은 이학적 검사와 함께 하지 전장의 방사선 사진을 찍는 것이 중요하다고 강조하였다. 경비인대 손상의 증거는 방사선 사진 하에서 비교적 명확하게 나타나지만 때때로 명확하지 않을 때도 있다. 경골-비골 간격은 경골의 외측면과 비골의 내측면의 사이의 간격으로 족관절면으로 부터 약 1 cm 상방에서 측정하며 정상적으로 전후면상과 격자면상에서 약 5-6 mm 이하이고 경비결합 손상에서는 10 mm 이상으로 증가한다. 경골-비골 중복은 격자상에서는 1 mm 이하여야 하고 전후면에서는 6 mm 이하 혹은 비골 폭의 42% 이하여야 한다⁹⁾. 만약 경비결합 손상이 의심된다면 스트레스 검사(외전-외회전)를 시행하는 것이 경비결합의 이개를 진단하는데 도움이 된다. 내측 관절 간격은 4 mm 이하여야 한다. 삼각인대나 내과의 손상은 거골을 외측 편향 시키고 내측 관절 간격이 넓어지게 된다. 후방과의 골절은 경비인대의 완전한 이개와 전반적인 불안정성을 의미한다.

치료의 목표는 비골의 길이의 정확한 정복과 족관절 격자의 해부학적인 복구이다. 비골의 단축은 결과적으로 기능적 결과에 가장 중요한 결정인자인 거골의 외측 편위를 일으킨다⁸⁾. Ramsey와 Hamilton²³⁾은 거골이 외측으로 1 mm 편향되면 경거관절의 접촉면이 42% 감소한다고 하였다. 경거관절의 접촉면의 감소는 결과적으로 족근관절의 퇴행성 관절병증을 야기한다.

Maisonneuve 골절의 치료는 다양하다. Merrill¹⁸⁾과 최 등⁶⁾은 비교적 안정적이고 부분적인 경비결합의 손상만 있는 골절인 경우 비수술적 치료를 권유하였다. Lock 등¹⁴⁾과 이 등¹²⁾은 내과 골절이 없고 내측 관절면의 넓어짐이 없다면 6-12주간 장하지 석고붕대를 권유하였다. 만약 수술이 시행되면 인대봉합이나 경비결합 나사를 사용해야 한다. Pancovich²²⁾는 손상의 정도에 따른 단계에 따른 다양한 수술적 치료의 방법을 기술하였다. De Souza 등⁷⁾은 치료의 최선의 결과를 얻기 위해 (1) 비골 길이의 회복, (2) 전방 경비인대의 봉합, (3) 후방과의 골절이 원위 경골 관절면의 25%이상 포함하였을 때 후방과의 고정, (4) 필요하다면 비골의 관혈적 정복 및 내고정, (5) 정복된 비골에 부하를 가

하였을 때 불안정성이 관찰된다면 상부경비인대결합 나사 고정을 권유하였다. Mast와 Teipner¹⁶⁾, De Souza 등⁷⁾은 만약 격자의 외측 구조물이 해부학적으로 정복되고 술중 방사선 사진상 정상적인 내측 관절 간격을 보인다면 파열된 삼각인대를 복원하지 않아도 된다고 하였고 비골의 정확한 정복 후에도 내측 관절 간격이 증가되어 있다면 그때는 내측 절개를 시행하여 내과와 거골 사이를 관찰하고 끼어있는 인대, 건 및 골 연골 골편을 제거하고 인대 복원을 할 수 있다고 하였다. 저자들도 삼각인대의 봉합을 하지 않았던 증례에서 비교적 좋은 결과를 보였고 비골을 정복 후에 내측 관절 간격이 지속적으로 증가되어 있었던 경우 내측 인대 봉합술을 시행하였다. 근위 비골 골절에 대해서는 이 부위가 많은 근육조직으로 둘러 싸여 있고 절개시 비골신경을 손상시킬 위험이 있기 때문에 고정은 시행하지 않았다⁸⁾.

경비 결합 나사의 위치에 대해서 McBryde 등¹⁷⁾은 사체를 이용한 생역학적 연구에서 가장 이상적인 나사의 위치가 경거관절의 2 cm 상방이라고 하였고 저자들도 그 위치에 고정시켰다. 하지만 다른 저자들은 원위 경비 관절을 피하기 위해 좀 더 근위부에 나사를 위치시킬 것을 권유하기도 하였다^{10,16)}. 나사를 삽입하는데 있어 거골의 전방 관절면이 넓기 때문에 족관절을 약 5도 정도 약간 배부 굴곡한 상태에서 나사를 박아야 한다.

피질골 나사를 사용할 때 몇 개의 피질골을 고정해야 하는지는 아직 논란이 많다. Xenos 등²⁹⁾에 의하면 두 개의 삼면 피질골 나사가 한 개의 삼면 피질골 나사보다 훨씬 더 안정성을 제공한다고 하였고 삼면 피질골 나사의 경우 족관절의 배부 굴곡시 비골의 정상적인 외회전에 영향을 미치지 않는다고 하였으며 체중 부하를 하게 되면 나사가 부러지기 보다는 외측 피질골면에서 해리현상을 보이므로 나사의 제거가 불필요하다고 하였다. Thompson과 Gesink²⁷⁾는 3.5 mm, 4.5 mm 삼면 피질골 나사를 사용하여 사체 실험한 결과 생역학적으로 동일한 특징을 가졌다고 하였다. Duchesneau와 Fallat⁹⁾은 부분적 이개에는 하나의 사면 피질골 나사를 사용하거나 두 개의 삼면 피질골 나사를 사용하고 완전한 이개에는 두 개의 사면 피질골 나사를 사용할 것을 권유하였다.

Sproule 등²⁶⁾은 수술의 결과에 영향을 미치는 인자로 수상시의 손상정도가 심할 때 결과가 좋지 않다고 하였으며 저자들도 동일한 결과를 얻었고 동반된 질환이 골절에 미치는 영향 등도 고려해보아야 할 것으로 생각된다.

생물분해성의 고정물은 현재 원위 경비결합을 고정하는데 사용되고 있다. Korkala 등¹²⁾은 Weber C형의 족관절 골절에서 금속 고정물과 함께 경비결합을 고정하는데 생물

분해성의 polyglycolic acid (PGA) 나사를 사용한 7예의 시험적 연구에서 만족할만한 결과를 얻었다고 하였다. Thordarson 등²⁸⁾은 회외-외회전 족관절 손상에서 경비결합을 고정하는데 있어 생물분해성의 polylactic acid (PLA) 나사와 스테인리스강 나사를 비교한 연구에서 두 그룹간에 비슷한 결과를 보였다고 하였다. Miller 등¹⁹⁾은 족관절 경비결합 손상의 고정에서 삼면 피질골 나사와 변형된 봉합사를 생역학적으로 비교하여 경비결합의 봉합방법이 비슷한 내구력을 보였다고 하였고 피질골 나사의 대안으로 소개하였다. 생물분해성 고정물이 하드웨어의 제거가 불필요하다는 장점이 있지만 여러 연구에서 유출물, 비감염성 이물 반응, 골용해, 원위 경비관절의 골결합 등의 합병증이 보고되는 것으로 보아^{1,2,4,24,25)} 국소마취하에 비교적 쉽게 제거될 수 있는 피질골 나사의 사용보다 더 장점이 있다고 생각되어지는 않는다.

결 론

Maisonneuve 골절은 비교적 드물고 가장 불안정한 족관절부 손상중 하나로 족부에 걸리는 외회전력의 결과로 비골에 염전력이 주어져 발생하고 젊은 연령층에서 스포츠 손상이 많다. Maisonneuve 골절에서 비골의 단축은 결과적으로 거골의 외측 편향을 일으키고 족관절의 통증성 관절병증을 야기하므로 비골을 경골의 절흔에 정확히 정복하기 위해 수술적 치료를 시행하는 것이 좋은 결과를 보일 수 있을 것으로 생각되며 초기 손상의 심한 정도와 동반된 질환이 결과에 좋지 않은 영향을 미친다고 사료된다.

REFERENCES

1. **Bostman OM:** Osteolytic changes accompanying degradation of absorbable fracture fixation implants. *J Bone Joint Surg*, 73-B: 679-682, 1991.
2. **Bostman OM:** Intense granulomatous inflammatory lesions associated with absorbable internal fixation devices made of polyglycolide in ankle fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 278: 193-199, 1992.
3. **Bostman OM:** Distal tibiofibular synostosis after malleolar fractures treated using absorbable implants. *Foot Ankle*, 14: 38-43, 1993.
4. **Bostman O, Hirvensalo E, Vainionpaa S, et al:** Ankle fractures treated using biodegradable internal fixation. *Clin Orthop Relat Res*, 238: 195-203, 1989.
5. **Canale ST:** *Cambell's operative orthopaedics*. 10th ed. St Louis, Mosby Inc: 2726-2741, 1998.
6. **Choi NH, Kwak HY, Song BY, Bae SW, Lee IM and Kim DH:** Non-operative treatment of lateral malleolar fracture using ankle brace. *J Korean Fracture Soc*, 16: 363-369, 2003.
7. **De Souza LJ, Gustilo RB and Meyer TJ:** Results of operative treatment of displaced external rotation-abduction fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg*, 67-A: 1066-1074, 1985.
8. **Duchesneau S and Fallat LM:** The Maisonneuve fracture. *J Foot Ankle Surg*, 34: 422-428, 1995.
9. **Harper MC and Keller TS:** A radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis. *Foot Ankle*, 10: 156-160, 1989.
10. **Kennedy JG, Soffe KE, Dalla Vedova PD, et al:** Evaluation of the syndesmotic screw in low weber C ankle fractures. *J Orthop Trauma*, 14: 359-366, 2000.
11. **Korkala O, Kiljunen V, Salminen S, Kuokkanen H and Niskanen R:** Biogradable screw fixation of the syndesmosis together with metallic osteosynthesis. Preliminary experience of 7 ankles. *Ann Chir Gynaecol*, 88: 295-297, 1999.
12. **Lee WC and An JH:** Nonoperative treatment of isolated lateral malleolar fracture. *J Korean Fracture Soc*, 18: 291-293, 2005.
13. **Lauge-Hansen N:** Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Arch Surg*, 60: 957-985, 1950.
14. **Lock TR, Schaffer JJ and Manoli A:** Maisonneuve fracture: case report of a missed diagnosis. *Ann Emerg Med*, 16: 805-807, 1987.
15. **Maisonneuve MJG:** Recherches sur la fracture du perone. *Arch Gen Med*, 7: 165-187, 1840.
16. **Mast JW and Teipner WA:** A reproducible approach to the internal fixation of adult ankle fractures: rationale, technique and early results. *Orthop Clin North Am*, 11: 661-679, 1980.
17. **McBryde A, Chiasson B, Wilhelm A, Donovan F, Ray T and Bacilla P:** Syndesmotic screw placement: a biomechanical analysis. *Foot Ankle Int*, 18: 262-266, 1997.
18. **Merril KD:** The Maisonneuve fracture of the fibula. *Clin Orthop Relat Res*, 287: 218-223, 1993.
19. **Miller RS, Weinhold PS and Dahmers LE:** Comparison of tricortical screw fixation versus a modified suture construct for fixation of ankle syndesmosis injury: a biomechanical study. *J Orthop Trauma*, 13: 39-42, 1999.
20. **Muller ME, Allgower M, Schneider R and Willenegger H:** *Manual of internal fixation*. 3rd ed. Berlin: Springer: 148-149, 1991.
21. **Obeid EM, Amr M, Hirst P and Paul AS:** Percutaneous fixation of Maisonneuve and Maisonneuve-type fractures: a minimally invasive approach. *Injury*, 29: 619-622, 1998.
22. **Pancovich AM:** Maisonneuve fracture of the fibula. *J Bone Joint Surg*, 58-A: 337-342, 1976.
23. **Ramsey PL and Hamilton W:** Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Joint Surg*, 58-A: 356-357, 1976.
24. **Rokkanen P, Bostman O, Hirvensalo E, et al:** Bioab-

- sorbable fixation in orthopaedic surgery and traumatology. Biomaterials, 21: 2607-2613, 2000.*
25. **Rokkanen P, Bostman O, Vainionpaa S, et al:** *Absorbable devices in the fixation of fractures. J Trauma, 40: 123-127, 1996.*
 26. **Sproule JA, Mohamed K, Michael OS and John PM:** *Outcome after surgery for Maisonneuve fracture of the fibula. Injury, 35: 791-798, 2004.*
 27. **Thompson MC and Gesink DS:** *Biomechanical comparison of syndesmosis fixation with 3.5- and 4.5- millimeter stainless steel screws. Foot Ankle Int, 21: 736-741, 2000.*
 28. **Thordarson DB, Samuelson M, Shepherd LE, Merkle PF and Lee J:** *Bioabsorbable versus stainless steel screw fixation of the syndesmosis in pronation-lateral rotation ankle fractures: a prospective randomized trial. Foot Ankle Int, 22: 335-338, 2001.*
 29. **Xenos JS, Hopkinson WJ, Mulligan ME and Olson EJ:** *The tibiofibular syndesmosis. Evaluation of the ligamentous structures, methods of fixation and radiographic assessment. J Bone Joint Surg, 77-A: 847-856, 1995.*
 30. **Yablon IG and Segal D:** *Ankle instability associated with fractures of the fibular shaft. In: Yablin IG, Segal D, Leach R, editors. 1st ed. Ankle injuries: 95, 1983.*