

전산화 단층촬영을 이용한 종골 관절내 골절의 분류

경북대학교 의과대학 정형외과학교실

인주철 · 김풍택 · 김신윤 · 소형태*

— Abstract —

Classification of the Calcaneal Fracture Based on Computed Tomography

Joo-Chul Ihn, M.D., Poong-Taek Kim, M.D., Shin-Yoon Kim, M.D., Hyung-Tae So, M.D.*

*Department of Orthopaedic Surgery, Collage of Medicine
Kyungpook National University, Daegu, Korea*

The os calcis is most frequently fractured than any other tarsal bone and the displaced intra-articular fractures account for 60-75% of them. Because of complex contour of calcaneous, it is difficult to evaluate the pattern of fracture exactly by conventional roentgenograms. But recently, more detailed understanding of fracture pattern can be possible with CT scan, which is thought to be one of the most important factor in deciding method of treatment and predicting prognosis.

From Jan. 1992 to Dec. 1992, intraarticular calcaneal fractures of 31 cases treated in Kyungpook university hospital were analysed preoperatively with CT scan and classified by Sanders' classification system.

The results were obtained as follows : 16 cases of 31 cases were classified as type II and this type were subdivided as IIA in 7 cases, IIb in 4 cases, IIC in 5 cases. Type III fractures were found in 9 cases and subdivided as III AB in 3 cases, III BC in 4 cases IIIAC in 2 cases. Type IV fractures were found in 6 cases.

Key Words : Intra-articular calcaneal fracture, C.T classification

* 통신저자 : 김 풍 택
대구시 중구 삼덕 2가 52번지
경북대학교병원 정형외과

서 론

종골골절은 족근골 골절중 가장 빈도가 높을 뿐 아니라 관절내 골절이 전체의 60-75%를 차지하며^{5,9,16)}, 해부학적으로 매우 복잡하여 골절 치료 및 예후 판정의 기본이 되는 골절의 양상을 정확하게 파악 하는 것이 힘든 것으로 알려져 있다. 그러나 최근 전산화 단층촬영의 도입으로 종전의 단순 방사선학적 검사를 통하여 얻을 수 없었던 정보를 얻을 수 있어 종골골절, 특히 관절내 골절에 대한 골절 양상의 이해와 분류가 가능하게 되었다. 이에 저자들은 1992년 1월부터 1992년 12월까지 경북대학교 부속 병원 정형외과에서 종골골절 분류방법중 치료 및 예후에 가장 큰 영향을 주는 것으로 알려진 종골 후방 거골하 관절의 골절선 수와 방향 및 분쇄정도에 따른 Sanders등의 분류방법³⁰⁾을 이용하여 종골골절을 분류한 결과, 전산화 단층촬영을 이용한 상기의 분류가 후방 거골하 관절의 해부학적 골절양상의 이해에 많은 도움을 주며, 이를 기본으로 하여 치료 및 예후 결정에 도움을 줄 것으로 사료되어 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1. 연령 및 성별분포

1992년 1월부터 1992년 12월까지 종골 골절로 본원 정형외과에 내원한 환자중 종골 골절에 대하여 전산화 단층촬영을 시행한 환자는 총 23명(31례)으로, 이중 남자가 18명으로 전체의 78.2%를 차지하였고 여자가 5명으로 21.8%를 차지하였다.

연령별 분포로는 30대가 9명, 40대가 8명으로 대부분을 차지하였고, 20대가 5명, 10대가 1명으로 평균 연령은 35.7세이었다.

2. 골절의 원인

종골 골절의 원인으로는 추락사고가 19명으로 전체의 83%를 차지하였으며, 교통사고로 인한 직접의상이 4명으로 17%를 차지하였다.

3. 이환 부위 및 동반 손상

이환 부위로는 양측성이 8명(34.7%), 일측인 경

우가 15명(65.3%)으로 대부분을 차지하였다. 동반 손상으로는 척추 골절이 5례, 대퇴골 전자간 골절이 1례, 족관골 골절이 2례에서 동반되었다.

4. 전산화 단층 촬영방법

거골하 관절의 해부학적 구조가 Segal등³¹⁾에 의하면 후방 거골하 관절의 경우 평면과 60도의 각도를 형성하고 중간 거골하 관절의 경우 평면에서 30도의 각을 형성하는 것으로 알려져 있어(Fig. 1), 저자들은 가능한한 두관절면에 대하여 수직인 영상을 얻을 수 있는 30도 semicoronal 영상을 15례에서 시행하였고 8례에서는 두관절면에 대하여 수직인 영상은 아니지만 비교적 후방 거골하 관절을 잘 보여주는 coronal영상을 이용하였다(Fig. 2). 두 영상방법을 기준으로 하여 필요한 경우 axial 및 sagittal plane을 통한 촬영을 추가적으로 시행하였다.

Fig. 1. Anatomically, posterior articular facet of the calcaneus is angled in 60 degrees to the horizontal plane.

Fig. 2. Simple diagram of the 30° semicoronal and coronal C.T scan. In 30° semicoronal C.T scan, the patient's feet are supported by 30° angled triangular foot support.

5. 골절의 분류 방법

전산화 단층촬영을 이용한 종골 골절의 분류 방법 중 종골 후방 거골하 관절의 골절선 수와 골절선의 방향 및 분쇄 정도에 따른 Sanders등³⁰⁾의 분류방법을 이용하였다.

Sanders등³⁰⁾은 후방 거골하 관절에 전위가 없는 골절을 제1형으로 분류하였고, 1개의 전위된 골절선이 있는 경우를 제2형으로, 2개의 전위된 골절선이 있는 경우를 제3형으로 하였으며 3개 이상의 전위된 골절선이 있는 경우를 제4형으로 하였다. 각 형은 다시 거골하 관절을 침범하는 골절선의 방향에 따라 A, B, C로 세분하였다(Fig. 3).

6. 치료방법

저자들의 경우 Sanders등³⁰⁾의 제Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ형에 대해서 가능한한 관절면의 정확한 정복을 얻으려 하였으며, 제Ⅱ형(16례) 골절의 경우 수술적 정복을 10례에서 시행하였고, 도수 정복 및 경피적 핀 내고정을 4례, 석고 붕대 고정을 2례에서 시행하였다. 제Ⅲ형의 경우 전례(9례)에서 수술적 정복술을 시행하였으며, 제Ⅳ형 6례의 경우 3례에서는 수술적 정복술을 시행하였으며, 3례에서는 도수정복 및 석고 붕대 고정을 시행하였다(Table 1).

결 과

저자들은 거골하 관절을 침범한 종골 골절 31례에 대해 술전 전산화 단층 촬영을 시행하고 Sanders등³⁰⁾의 분류방법을 이용하여 종골골절을 분류한 바 다

Table 1. Methods of treatment

Methods	Sanders' Type			
	I	II	III	IV
Closed reduction with internal fixation/cast	0	6	0	3
Open reduction	0	10	9	3
Total	0	16	9	6

음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 31례중 제1형 골절은 없었으며, 골절선이 하나이며, 골편이 두개인 제Ⅱ형 골절이 16례이었다. 이중 Ⅱ A형이 7례, Ⅱ B형이 4례, Ⅱ C형이 5례를 차지하였고 골절선이 둘이며 골편이 세개인 제Ⅲ형 골절은 9례로 Ⅲ BC형이 4례, Ⅲ AB형이 3례, Ⅲ AC형이 2례를 차지하였다. 마지막으로 분쇄가 심한 제Ⅳ형 골절은 6례를 차지하였다(Fig. 4, 5, 6, 7).

고 찰

종골은 족근골중 가장 크고 체중을 지지해주며 보행시에는 체중이동을 촉진시키는 도약판으로의 역할을 담당한다. 종골 골절은 족근골 골절중 가장 빈도가 높을 뿐 아니라 전체 골절 중 그 빈도가 1-2%^{9, 28)}이며 그중 전위된 관절내 골절이 약 60-75%^{5, 9, 16)}를 차지한다고 알려져 있으며 해부학적으로 매우 복잡하여 골절 치료 및 예후 판정에 기본이 되는 골절양상을 정확하게 파악하는 것이 힘든 것으로 알려져 있다. 그러나 최근 전산화 단층 촬영을 통한 종골골절의 이해를 위하여 많은 연구^{6, 9, 11, 12, 17, 18, 32)}가 이루어져 종전의 단순 방사선학적 검사를 통해 얻을 수 없

Fig. 3. A,B. The sanders' classification is based on the numbers of fractured segment(Type I, II, III, IV) and direction of the fracture line involving posterior articular facet of the calcaneus(Type A,B,C)

Fig. 4. A. 30° semicoronal C.T. scan clearly shows not only the fracture line involving midportion of the posterior articular facet, but also decreased calcaneal height and bulging of the lateral wall.
 B. This diagram well illustrates the fracture line, which divides the posterior articular facet into two fragments. By the Sanders classification, this fracture type can be classified into Type IIB
 C. On post operative C.T. scan, incongruency of the posterior articular facet is identified, which was not well demonstrated by simple roentgenograms previously.

Fig. 5. A,B. The displaced intraarticular fracture of the Sanders type IIC is well demonstrated on C.T. scan and diagram.
 C. Postoperative reduction state of the articular surface is well confirmed by C.T. scan.

있던 정보를 얻게 되었으며, 이를 통해 종골골절, 특히 관절내 골절에 대한 골절 양상의 이해와 분류가 가능하게 되었다.

해부학적^{6, 18, 22, 30)}으로 종골은 거골 및 입방골과 관절면을 가지며 그 구조는 큰 관절의 종골체(body)와 재거돌기(sustentaculum tali)로 구성되어 있으며 재거 돌기는 거골 경부를 내측에서 지지하고 거골과는 골간인대 및 삼각 인대로 연결되어 있다. 또한 종골 상부의 전반에는 거골과 관절하는 3개의 관절면(전, 중, 후)이 있으며, 이중 후방 거골하 관

절면은 치료 및 예후에 가장 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있고 주된 체중부하 관절면으로 가장 크고 종골의 장축과 45도에서 50도 방향으로 경사져 있으며 평면에서 60도의 각을 형성한다. 중 거골하 관절면은 다소 오목하면서 종골 장축에 60도의 각을 형성하고 평면에서 30도의 각을 형성한다. 전방 및 중간 관절면은 내측에 위치하며 외측으로 거골동(sinu tarsus)의 바닥을 형성하고 입방골과 관절을 형성한다. 이러한 종골의 해부학적 특성으로 인해, 종골을 포함하여 복합골절을 단순 방사선학적으로

Fig. 6. A,B. This calcaneal fractures can be classified into Sanders Type IIIAB(Lt.) and IIA(Rt.) on C.T. and diagram.

C. On postoperative C.T. scan, mild incongruency of the posterior articular facet in type IIIAB is well identified.

Fig. 7. A. Severely comminuted fracture pattern is seen on C.T. scan.
B. This fracture pattern can be classified into Sanders type IV

이해하기는 힘들며, 따라서 정확한 골절의 이해와 합당한 치료방법의 선택에 혼란이 따를 것으로 사료된다.

종전의 단순 방사선학적 검사 방법으로는 족근 관절의 전후면, 측면 촬영 및 종골 측면(axial view) 촬영 등이 종골골절의 이해에 많은 도움을 주었다. 측면 사진상에는 Böhler³⁾의 용기결절-관절각(tuber-joint angle)과 Gissane²²⁾의 십자각을 통해 관절면의 상태를 측정하였으며, 종골 측면 촬영을 통해 종골 조면(tuberosity)과 재거돌기 및 어느 정도의 후방 거골하 관절면의 상태를 알 수 있었다. 그러나, 관절내 골절인 경우 상기 기본적인 촬영 방법 이외에 Broden³⁾, Isherwood¹⁴⁾ 등에 의해 제시된 사면 촬영이 필요하지만 불행히도 신전골절을 가진 환자에서는 동통이나 사지 손상으로 인해 촬영에 필요한 자세를 얻을 수 없는 경우가 많아 만족스러운 영상을 얻기가 곤란한 경우가 많다.

그러나 최근 전산화 단층촬영을 통해 종골 골절을 이해하려는 많은 시도가 이루어져 왔고 이를 통해 기존의 단순 촬영에서 얻을 수 없었던 많은 정보¹²⁾ 즉, 주된 골절편의 수와 양상, 재거돌기의 크기 및 전위정도, 후방 거골하 관절의 전위정도, 종골 조면의 전위, 전방돌기의 골절 등을 얻을 수 있게 되었다. 전산화 단층 촬영방법^{9,31)}으로는 크게 satittal scan, horizontal or aixal scan, coronal scan, tuberosity or semicoronal scan으로 대별할 수 있다(Fig. 8).

Fig. 8. Varified C.T. scanning methods were introduced for the understanding of the fracture pattern of the intraarticular calcaneal fracture.

Guyer등⁹⁾에 의하면 axial scan상에서는 후방 거

골하 관절의 하부와 종골 입방공간 관절의 침범여부 및 종골 폭의 변화를 잘 볼수 있으며, coronal scan의 경우 후방 거골하 관절의 상부와 재거돌기의 함몰 및 종골 조면의 폭과 높이의 변화, 족모지 굴곡건과 비골건의 impingement 등을 잘 보여준다. 반면 Segal등³¹⁾은 semicoronal scan의 경우 coronal scan에 비하여 큰 차이는 없으나 거골하 관절 특히, 후방 및 중간 거골하 관절에 대하여 수직인 영상을 얻을 수 있다는 장점이 있다고 하였다. Sagittal scan⁹⁾의 경우 후방 거골하 관절의 침범여부와 종골 입방공간 관절의 침범여부, 종골의 높이 변화 등을 잘 보여준다. 이러한 여러가지 전산화 단층촬영 방법중에 저자들은 후방 거골하 관절의 해부학적 중요성과 평면에 대해 60도의 각을 형성하는 구조적 특징을 감안하여 후방 거골하 관절에 수직인 영상을 얻을 수 있는 30도semicoronal section을 주로 이용하여 후방 거골하 관절에 대해 만족할만한 영상을 얻을 수 있었다. 그러나 30도 semicoronal section은 관구의 방향이 종골 입방공간 관절에 대해 평행하기 때문에 이관절의 침범 여부를 잘 확인하기가 어려워 단순 전후방 단순사진을 통해 확인하여야 하였으며 필요에 따라 axial scan을 촬영한 경우도 3례가 있었다. 상기 전산화 단층 촬영방법 및 단순 방사선학적 검사를 통한 종골 골절양상의 이해를 기본으로 하여 여러저자들에 의해서 치료방법 및 예후 결정의 지침으로써 많은 분류법이 소개되었다. 그러나 종골 골절 특히 관절내 골절에 대한 통일된 분류법이 없어 치료방법의 선택과 결과 비교에 있어서 어려움이 있는 것 또한 사실이다.

1931년 Böhler³⁾에 의해 처음으로 종골골절의 분류가 소개된 이후 1952년 Essex-Lopresti⁷⁾가 이를 관절내 골절과 관절외 골절로 정립하였으며 관절내 골절을 다시 설상형(tongue type)과 함몰형(joint depression type)으로 분류하여 경피적 정복술 및 수술적 정복술의 지침으로 삼았다. 이후 1975년 Soeur와 Remy³³⁾는 종골 시상부(thalamic portion)의 침범여부에 따라 이분(two part), 삼분(three part) 골절로 분류하였다. 이러한 분류방법은 단순 방사선학적 검사에 의한 분류방법으로써 단순 방사선학적 영상의 한계가 있으며 이로 인해 학자들간에 골절의 분류에서부터 치료방법에까지 의견이 분분한 것 또한 사실이다. 그러나 최근에는 전산

화 단층촬영을 이용하여 종골골절, 특히 거골하 관절에 대한 풍부한 영상을 바탕으로 한 분류방법이 소개되고 있으며 Sanders등³⁰⁾의 후방 거골하 관절의 전산화 단층촬영을 통한 분류방법에 이르게 되었다.

종골골절의 치료는 거골하 관절을 침범하지 않는 경우 대부분 보존적 치료방법으로써 만족스러운 결과를 얻을 수 있으나 거골하 관절을 침범한 경우에 대해서는 여러 학자간에 의견이 분분하며 그 결과에 대해서도 항상 일치하는 것이 아니다. 거골하 관절을 침범하는 종골 골절의 치료방법은 크게 골절의 정복없이 조기운동을 시키는 방법^{1, 2, 16, 20, 26, 29)}, 도수정복 및 내고정^{3, 7, 13, 24)}, 수술적 정복^{4, 19, 21, 25, 27, 34)}, 일차적 관절 고정술^{8, 10, 15, 23, 35)} 등 많은 방법이 적용되어 왔다. Sanders등³⁰⁾의 경우 전위가 없는 제Ⅰ형 골절에서는 석고붕대 고정과 조기운동 등의 보존적 치료, 제Ⅱ형 골절에서는 수술적 정복, 제Ⅲ형에서는 수술적 정복이나 조기 관절 유합, 제Ⅳ형 골절인 경우 한정된 일차적 관절 고정술을 통하여 만족스러운 결과를 얻을 수 있다고 하였으며, 저자들의 경우 전산화 단층 촬영을 통한 Sanders등³⁰⁾의 분류방법에 따라 골절을 분류후 치료를 한 결과 제Ⅱ형(16례) 골절의 경우 수술적 정복을 10례에서 시행하였고, 도수정복 및 경피적 핀 내고정을 4례, 석고고정을 2례에서 시행하였다. 제Ⅲ형의 경우 전례(9례)에서 수술적 정복을 시행하였으며, 제Ⅳ형 6례에 대해서는 수술적 정복이 3례, 도수정복 및 석고고정을 3례에서 시행하였다. 그러나 저자들은 치료결과에 대한 추시는 하지 않았지만, 치료방법을 선택함에 있어서 어떤 방법을 선택하던지 전산화 단층 촬영과 단순 방사선학적 검사를 통한 거골하 관절의 해부학적 골절양상의 이해가 기본이라 생각하며, 이러한 의미에서 전산화 단층촬영은 기존의 단순방사선학적 검사를 통해 얻을 수 없었던 많은 정보를 제공해 주어 관절내 골절을 이해하는데 많은 도움을 주며, 특히 전산화 단층촬영을 통한 후방거골하 관절에 대한 Sanders등³⁰⁾의 분류는 종골 관절내 골절에 있어서 치료방법의 선택 및 예후판정에 있어 많은 도움을 줄 것으로 사료되었다.

요 약

저자들은 1992년 1월부터 1992년 12월까지 경복

대학교 부속병원 정형외과에서 종골 골절로 내원하여 전산화단층 촬영을 시행한 23명 31례에 대하여 최근에 발표된 Sanders의 종골 관절내 골절에 대한 분류방법을 이용하여 분류한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Sanders등³⁰⁾의 분류법에 따른 종골 골절의 분류상 제Ⅰ형 골절은 없었으며, 제Ⅱ형 골절이 16례, 이중 ⅡA형이 7례, ⅡB형이 4례, ⅡC형이 5례이었다. 제Ⅲ형 골절은 9례로 ⅢBC형이 4례, ⅢAB형이 3례, ⅢAC형이 2례이었다. 제Ⅳ형 골절은 6례이었다.
2. Sanders등³⁰⁾의 분류법에 따라 치료방법을 분류한 결과 제Ⅱ형(16례) 골절의 경우 10례에서 수술적 정복을 시행하였고, 도수정복 및 경피적 내고정을 4례, 석고붕대 고정을 2례에서 시행하였다. 제Ⅲ형 골절은 전례(9례)에서 수술적 정복, 제Ⅳ형 6례에 대해서는 수술적 정복이 3례, 도수정복 및 석고고정을 3례에서 시행하였다.
3. 저자들은 Sanders등³⁰⁾의 종골 관절내 골절 분류방법이 후방거골하 관절의 해부학적 골절양상의 이해에 많은 도움을 주며, 치료방법의 선택 및 예후판정에 있어서도 도움을 줄 수 있을 것으로 사료되었다.

REFERENCES

- 1) **Barnard L** : Non-operative treatment of fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg*, 45-A : 865-867, 1963.
- 2) **Barnard L and Odegrad JK** : Conservative approach in the treatment of fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg*, 52-A : 1689, 1970.
- 3) **Böhler L** : Diagnosis, pathology and treatment of fractures of os calcis. *J Bone Joint surg*, 13 : 75-89, 1931.
- 4) **Burdeaux BD** : Reduction of calcaneal fractures by the McReynolds medial approach technique and is experimental basis. *Clin Orthop*, 117 : 82-102, 1983.
- 5) **Cave EF** : Fractures of the os calcis : The problem in general. *Clin Orthop*, 30 : 64-66, 1963.
- 6) **Crosby LA and Fitzgibbous T** : Computerized tomography scanning of acute intraarticular frac-

- tures of the Calcaneus. *J Bone Joint Surg*, 72-A : 852-859, 1990.
- 7) **Essex-Lopresti P** : The mechanism, reduction technique, and results in fractures of os calcis. *Brit. J. Surg*, 39 : 395-419, 1952.
 - 8) **Giachino AA and Uthoff HK** : Intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg*, 71-A : 784-787, 1989.
 - 9) **Guyer BH, Levinsohn EM, Fredrickson BE, Bailey GL and Formikell, Michael** : Computed tomography of calcaneal fractures : Anatomy, pathology, dorsimetry and clinical relevance. *Am. J. Roentgenol*, 145 : 911-919, 1985.
 - 10) **Harris RI** : Fractures of os calcis : Treatment by early subtalar arthrodesis. *Clin Orthop*, 30 : 100-110, 1963.
 - 11) **Heger, Leos, Wulff, Krister** : Computed tomography of the calcaneus : Normal anatomy. *Am. J. Roentgenol*, 145 : 123-129, 1985.
 - 12) **Heger, Leos, Wulff, Krister and Seddigi, M.S.A.** : Computed tomography of the calcaneus. *Am. J. Roentgenol*, 145 : 131-137, 1985.
 - 13) **Hermann OJ** : Conservative therapy for fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surgery*, 19 : 709-716, 1937.
 - 14) **Isherwood I** : A radiological approach to the subtalar joint. *J Bone Joint Surg*, 43-B : 566-574, 1961.
 - 15) **Kalamohi A and Evans JG** : Posterior subtalar fusion : A preliminary report on a modified Gallie's procedure. *J Bone Joint surg*, 59-B : 287-289, 1977.
 - 16) **Lance EM, Carey EJ and Wade PA** : Fractures of the os calcis-treatment by early mobilization. *Clin Orthop*, 30 : 76-90, 1963.
 - 17) **Lowrie IG, Finlay DB, Brenkel IJ and Gregg PJ** : Computerized tomographic assessment of the subtalar joint in calcaneal fractures. *J Bone Joint Surg*, 70B(2) : 247-250, 1988.
 - 18) **Martinez S, Hewzenberg JE and Apple JS** : computed tomography of the hindfoot. *Orthop. Clin. North. Am*, 16(3) : 481-497, 1985.
 - 19) **Maxfield JE and Mc-Dermott FJ** : Experiences with the Palmer open reduction of fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg*, 37-A : 99-106, 1955.
 - 20) **McLaughlin HL** : Treatment of late complications after os calcis fractures. *Clin Orthop*, 30 : 111-115, 1963.
 - 21) **McReynolds IS** : The case of operative treatment of fractures of the os calcis. In controversies in orthopedic surgery, 235-254, Edited by Leach, R.E. Moaglund, F.T. and Riseborough, E.J. Philadelphia, W.B Saunders, 1982.
 - 22) **Michael H, M.A., M.ch, F.R.C.S** : Anatomic considerations in injuries of the calcaneus. *Orthop. Clin. North. Am*, 4(1) : 179-183, 1973.
 - 23) **Noble J and Mcquillan WM** : Early posterior subtalar fusion in the treatment of fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg*, 6-B : 93, 1979.
 - 24) **Omoto H, Sakurade K, Sugi M and Nakamura K** : A new method of manual reduction of intra-articular fractures of the calcaneus. *Clin Orthop*, 177 : 104, 1983.
 - 25) **Palmer I** : Mechanism and treatment of fractures os calcis. *J Bone Joint Surg*, 30-A : 2-8, 1948.
 - 26) **Parkes JC** : Nonreductive treatment for fractures of the os calcis. *Orthop. Clin. North Am*, 4 : 193-195, 1973.
 - 27) **Ross SDK and Sowerby MRR** : The operative treatment of fractures of the os calcis. *Clin Orthop*, 199 : 132-143, 1985.
 - 28) **Rowe CR, Sakellarides HT, Freeman PA and Sorbie C** : Fractures of the os calcis. A long-term follow-up study of 146 patients. *J.A.M.A*, 184 : 920-923, 1963.
 - 29) **Salma R, Benamara A and Weissman SL** : Functional treatment of intra-articular fractures of the calcaneus, *Clin Orthop*, 115 : 236-240, 1976.
 - 30) **Sanders R. et al** : Trauma to the calcaneus and its tendon. In disorders of the foot and ankle. 2333-2338, Jahss, M.H.(ed) W.B. Saunders Co. Philadelphia, 1991.
 - 31) **Segal D, Marsh JL and Leiter B** : Clinical application of computerized axial tomography (CAT) scanning of calcaneus fractures. *Clin*

Orthop, 199 : 114-123, 1985.

- 32) **Smith RW and Staple TW** : Computerized tomography(CT) scanning technique for the hindfoot. *Clin Orthop*, 177 : 34-38, 1983.
- 33) **Soeur R and Remy R** : Fractures of the calcaneus with displacement of the thalamic protion. *J Bone Joint Surg*, 57 : 413-421, 1975.
- 34) **Stephenson JR** : Treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus using medial and lateral approaches, internal fixation and early motion. *J Bone Joint Surg*, 69-A : 115-130, 1987.
- 35) **Thompson KR and Friesen CM** : Treatment of comminuted fractures of the calcaneus by primary tripl arthrodesis. *J Bone Joint Surg*, 41-A : 1423-1436, 1959.