

종골 골절의 전산화 단층촬영에서 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위의 평가

배서영 · 신이경* · 김종오* · 이정희 · 이철우 · 신재홍

국립의료원 정형외과, 이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실*

목 적: 전산화 단층촬영 (CT)을 이용한 종골 골절의 분류법이 후방 관절 골편의 전위 정도를 잘 보여주는지와 CT 영상 관찰로 전위 정도를 평가할 수 있는지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 77예의 종골 골절을 CT 영상으로 Sanders 등 기존의 분류법에 의해 분류하고 측면 단순 방사선 사진에서 후방 관절 골편의 시상면 전위각을 측정하였다. CT 축상 영상 중 종골 체부 해면골 내부에서 피질골이 관찰되는 이미지 수를 기록하여 각 수치 간에 유의한 상관성이 있는지 알아보았다.

결 과: 기존의 분류법은 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위의 정도를 잘 나타내지 못하였으나 피질골 음영이 관찰되는 CT 이미지 수는 전위 정도와 유의한 상관관계를 보였다.

결 론: 기존의 CT에 의한 종골 골절의 분류는 후방 관절의 시상면 회전 전위의 정도를 잘 표현하지 못하며, 종골 체부 내에 피질골이 관찰되는 CT 이미지 수로 이를 보완할 수 있을 것으로 사료된다.

색인 단어: 종골, 골절 분류, 전산화 단층촬영, 후방 관절, 회전 전위, 시상면

Evaluation of Rotational Displacement of the Posterior Facet on the Sagittal Plane in Computed Tomographic Images of Calcaneal Fractures

Su-Young Bae, M.D., Yi-Kyoung Shin*, M.D., Jong-Oh Kim*, M.D., Jung-Hee Lee, M.D.,
Churl-Woo Lee, M.D., Jae-Hung Shin, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, National Medical Center, Seoul, Korea,
Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea*

Purpose: To find out whether or not the computed tomographic (CT) classification systems of the calcaneal fracture are efficient in illuminating displaced posterior facet fragment and the degree of displacement can be evaluated by analyzing serial CT images.

Materials and Methods: Seventy-seven hundred calcaneal fractures were classified by CT classification systems including Sanders classification, and the sagittal rotation angle of the posterior facet fragment was measured on the plain lateral radiograph. Among the serial axial CT images, a number of images with the cortical bone embedded in the cancellous portion were recorded and any significant relationship between each data were evaluated.

Results: The conventional CT classification systems are rather insufficient in illuminating the extent of sagittal rotatory displacement. However, the number of CT images in which the cortical radiodensity was observed showed a significantly related with the degree of displacement.

Conclusion: The conventional CT classification of the calcaneal fractures is unsatisfactory in expressing the degree of sagittal rotatory displacement of the posterior facet fragment; this problem may be alleviated by observing the number of axial CT images in which cortical radiodensity was revealed within the calcaneal body.

Key Words: Calcaneus, Fracture classification, Computed tomographs, Posterior facet, Rotational displacement, Sagittal plane

통신저자: 이 철 우

서울시 중구 을지로 6가 18-79

국립의료원 정형외과

Tel : 02-2260-7187, 7198 · Fax : 02-2278-9570

E-mail : chuklee@unitel.co.kr

Address reprint requests to : Churl-Woo Lee, M.D.

Orthopaedic Department, National Medical Center 18-79, Ulchiro 6-ga, Chung-ku, Seoul 100-799, Korea

Tel : 02-2260-7187, 7198 · Fax : 02-2278-9570

E-mail : chuklee@unitel.co.kr

*본 논문의 요지는 2004년도 대한족부족관절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

서 론

종골 골절의 분류는 주로 전산화 단층촬영 영상을 기본으로 한 분류 체계를 사용하여 골절의 모양과 전위 여부를 정확하고 이해하기 쉽게 기술하려 하고 있지만^{4,5,14,16)} 전산화 단층촬영을 기본으로 하는 기존의 분류 체계들은 후방 관절 골편의 전위를 정확히 기술하는 데는 한계가 있는 것으로 보인다. 이에 저자들은 종골 골절에서 기존의 분류 체계에 의해 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위 정도가 잘 평가되는지와 전산화 단층촬영에서 후방 관절 골편의 시상면 전위가 어떻게 표현되는가를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1996년부터 2004년까지 종골 관절내 골절로 내원하였던 환자 중 전산화 단층촬영을 시행하였던 77예의 수술전 측면

단순 방사선 사진과 전산화 단층촬영의 축성 (axial) 및 준관상면 (semi-coronal) 영상을 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

1) 전산화 단층촬영에 의한 분류

각 골절을 전산화 단층촬영의 준관상면 영상을 가지고 Sanders 분류 체계 (Fig. 1A)¹⁴⁾에 따라 I, II, III, IV형으로, Crosby-Fitzgibbons 분류 체계 (Fig. 1B)⁴⁾에 따라 I, II, III형으로 분류하여 기록하였다.

2) 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위각의 측정

각 골절의 측면 단순 방사선 사진에서 후방 관절 골편의 관절면 피질골 음영이 이루는 호의 중심을 수직으로 지나가는 선을 그리고 거골의 후방 관절 관절면 피질골 음영이 이루는 호의 중심을 수직으로 지나가는 선을 그려 이 두 선이 이루는 각을 측정하여 '후방 관절 골편의 시상면 회전 전위각'이라 하여 기록하였다 (Fig. 2).

3) 전산화 단층촬영 축성 영상에서 피질골 음영의 관찰

각 골절의 전산화 단층촬영 축성 영상에서 종골 체부의

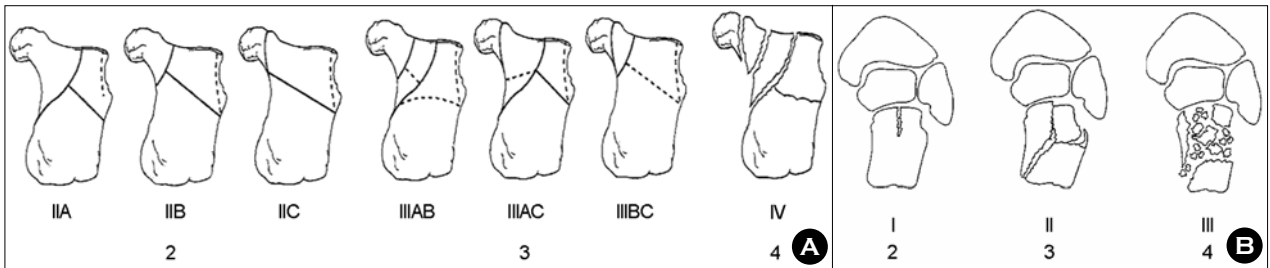


Fig. 1. (A) Sanders classification system expressed in figures. (B) Crosby-Fitzgibbons classification system.



Fig. 2. Rotational displacement of the posterior facet fragment on the sagittal plane is measured by the angle between the two lines perpendicular to the arcs of posterior facet of calcaneus and talus.

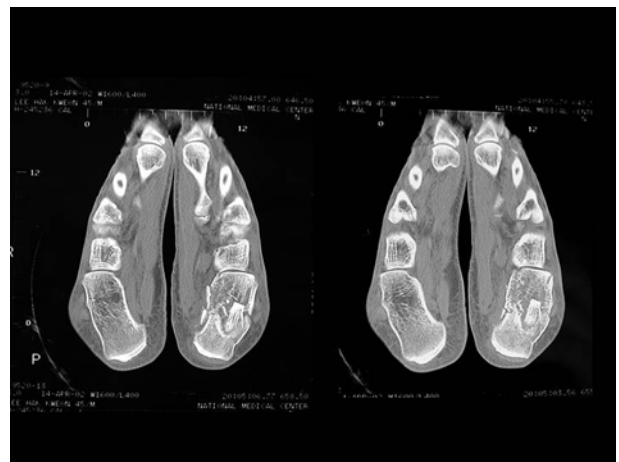


Fig. 3. Cortical radiodensity which is embedded in the calcaneal cancellous body reveals the rotational displacement of the posterior facet fragment on the sagittal plane.

바깥쪽 경계가 드러나는 영상 중에서 종골 체부를 이루는 해면골 음영 내부에 피질골 음영 (Fig. 3)이 관찰되는 영상의 수를 세어 기록하였다. 이때 전산화 단층촬영 영상은 3 mm의 간격으로 시행한 축성 이미지 중 종골 체부 절단면이 비교적 직사각형의 형태로 관찰되는 영상을 대상으로 하였다.

4) 통계적 검정

Sanders분류에 따라 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위 각 크기에 유의한 차이가 있는지와 두 수치 간에 유의한 상관관계가 있는지를 ANOVA와 Spearman 상관계수로 알아보았다. 같은 방법으로 Crosby-Fitzgibbons분류와 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위각 크기간의 관계를 알아보았다. 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위각의 크기와 전산화 단층촬영 축성 영상에서 관찰한 피질골 음영의 영상 수와의 관계를 Spearman 상관계수를 통해 알아보았다 (SPSS Inc. version 11.5).

결 과

1. 전산화 단층촬영에 의한 분류와 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위각의 크기

Sanders분류와 Crosby-Fitzgibbons분류는 각 단계별로 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위 정도에 차이가 있었다 (ANOVA, $p<0.001$). 그러나 Sanders분류법의 I, II단계와 III, IV단계 사이에는 차이가 있으나, I단계와 II단계 사이에는 유의한 차이가 없었으며 III단계와 IV단계 사이에도 유의한 차이가 없었다.

Spearman 상관계수로 알아본 두 분류 체계에 의한 분류와 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위 정도 사이에는 모두 양의 상관관계가 있었고 (Fig. 4A, B) Pearson 상관계수는 Sanders분류에서 0.611, Crosby-Fitzgibbons분류에서 0.643이었다.

2. 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위각과 전산화 단층촬영 축성 영상에서 관찰한 피질골 음영의 영상 수와의 관계

Spearman 계수로 알아본 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위각과 전산화 단층촬영 축성 영상에서 관찰한 피질골 음영의 영상 수와의 관계는 선형적인 양의 상관관계를 보였고 (Fig. 4C) 상관계수는 0.891이었다.

고 찰

종골 골절의 복잡한 해부학적 양상을 정확히 관찰하고 이해하기 위해 전산화 단층촬영의 이용은 이미 보편화되었다^{1,4,9,13,15,17}). 따라서 다양한 종골 골절의 분류 체계도 전산화 단층촬영 영상을 근간으로 하는 Crosby-Fitzgibbons분류법⁴⁾

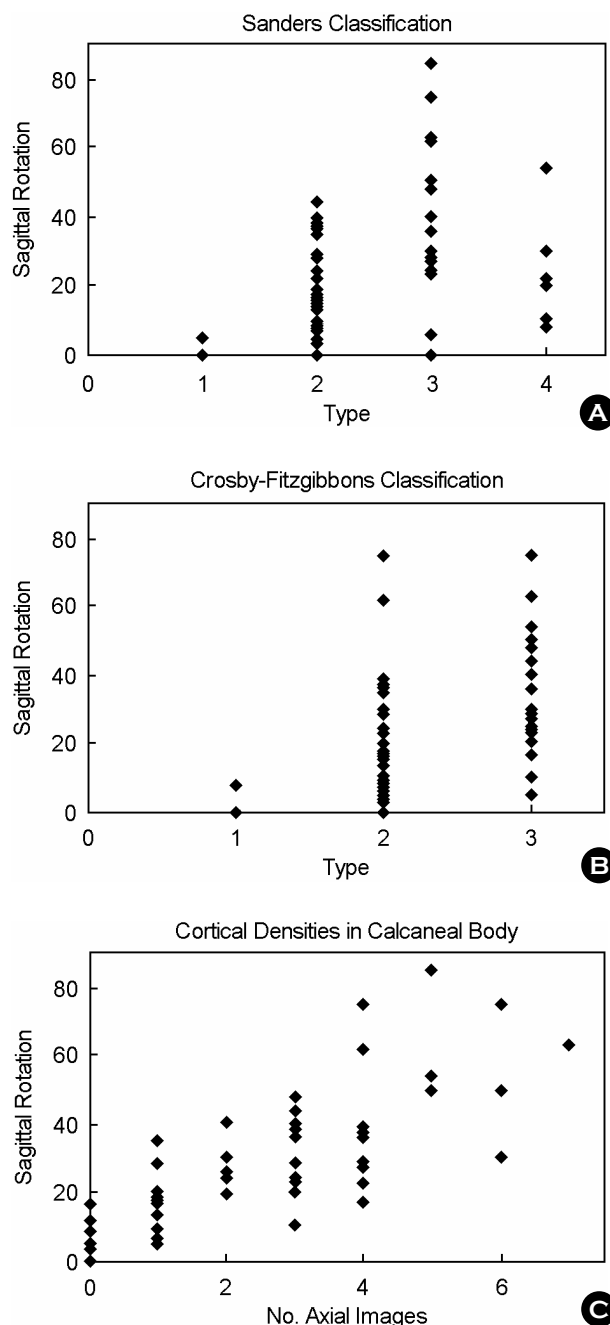


Fig. 4. Distribution chart of sagittal rotation of the posterior facet (degree) by the fracture type by the Sanders classification system (A) and by the Crosby-Fitzgibbons classification system (B). The distribution chart of sagittal rotation of the posterior facet (degree) by the number of the axial images in which the cortical radiodensity embedded within the cancellous body of the calcaneus shows positive correlation between the two values.

이나 Sanders분류법¹⁴⁾, OTA분류법¹⁶⁾, de Souza분류법⁵⁾ 등이 골절 분류 체계의 주류를 형성해 왔고, 준관상면 영상 (semi-coronal image)에서 관찰되는 후방 관절의 골절이나 전위 여부가 주된 관심의 대상이었다. 특히 Sanders분류법은 치료

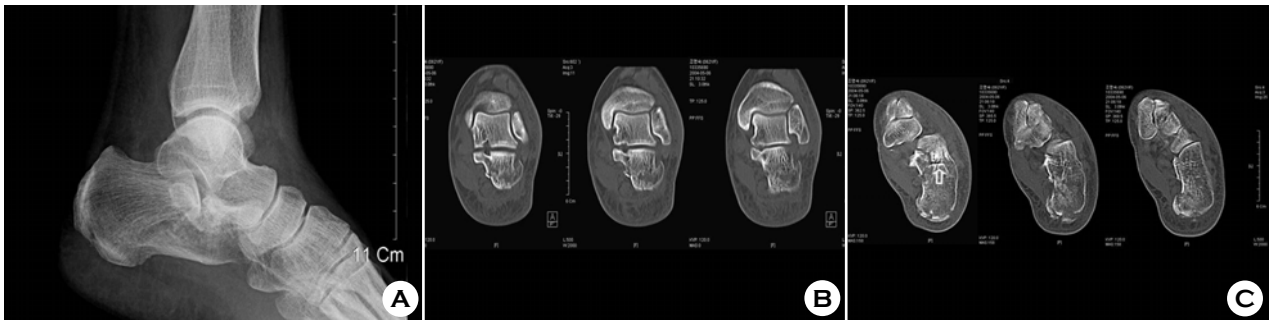


Fig. 5. (A) Radiograph of 63 year-old female. Fracture was classified into Sanders type IIB with minimal displacement (B). But, the cortical density within the cancellous body of the calcaneus (arrow) illuminates the rotational displacement of the posterior facet fragment on the sagittal plane.

예후가 골절 유형과 일치하지 않는다거나²⁾ 종입방 관절의 골절 침범을 기술할 수 없다는 단점이 지적된 바 있으나¹³⁾ 여전히 주된 분류 체계로 광범위하게 쓰이고 있다^{9,11,13,15,17)}.

그러나 종골 골절에 대하여 보다 적극적인 수술적 치료가 이루어지고^{8,11,17)} Sanders분류법 등의 골절 분류와 골절 예후 및 기능과 큰 연관성을 찾지 못하거나²⁾, 실제로 수술 중에 정복이 요구되는 후방 관절 골편의 전위나 분쇄 정도가 Sanders분류 유형과 일치하지 않는 경우를 발견하기도 한다. 기존에 쓰이는 Crosby-Fitzgibbons분류법이나 Sanders분류법은 후방 관절에 대한 관상면 영상을 분석하여 분쇄의 정도 또는 모양을 기술한 방식이기 때문에 종으로 일어난 골절과 전위 여부는 파악하기 용이하다. 그러나 실제로 종골 골절의 복잡한 해부학적 양상을 살펴보면 후방 관절면의 골편은 단순한 종적 전위가 아니라 후외측 관절 골편은 더 심하게 분쇄되고 골편의 전면은 심하게 함몰될 뿐 아니라 시상면을 따라 전후 방향으로 회전 전위가 일어나게 된다^{3,6,7)}. 이렇게 일어나는 후방 관절의 불일치 (incongruity)는 골절을 입체적으로 재구성하지 않으면 잘 드러나지 않기 때문에 일부에서는 삼차원 혹은 나선 전산화 단층촬영의 이용을 추천하기도 하지만^{10,12)} 일반적인 이용이 어렵다는 단점이 있다.

본 연구에서도 기존의 방법으로 골절을 분류한 결과 비교적 분류 체계가 단순한 Crosby-Fitzgibbons분류법에서는 각 유형 간의 시상면 회전 전위 정도에 차이가 보였으나 Sanders분류법은 I형과 II형 사이, III형과 IV형 사이에 유의한 차이가 없었고 이는 기존의 분류방법이 후방 관절 골편의 회전 전위 정도를 잘 표현하지 못함을 의미한다. 이러한 기존 분류 체계의 단점은 분류와 예후와의 연관성이 떨어지는 원인이 될 수 있다.

종골의 축성 영상 (axial image)에서 종골 체부 단면이 사각형에 가깝게 관찰되는 영상들 중 피질골 골편이 성긴 해면골조직 내부에서 관찰되는 영상의 수, 즉 후방 관절 외측 골편이 시상면에서 회전 전위되어 해면골 내부에 함입된 영

상의 수는 회전 전위가 일어나 함입된 정도를 표현하므로 이 갯수는 연구 결과에서 나타난 것처럼 회전 전위각과 매우 뚜렷한 선형 상관관계를 갖는다. Spearman 상관계수로 관찰한 회전 전위각과 각 분류 체계의 상관성도 양의 상관관계를 보 이기는 했으나 상관계수 0.611, 0.643으로 피질골을 관찰한 영상의 수와의 상관계수인 0.891과는 큰 차이가 있다. Fig. 5. 에서 보는 것처럼 후방 관절의 골편이 큰 경우 준관상면 영상에서는 전위가 미미한 Sanders IIB의 골절로 판단되지만 (Fig. 5B) 축성 영상에서 해면골 내에 피질골 음영이 관찰되며 (Fig. 5C) 이는 후방 관절의 대부분을 차지하는 골편이 회전 전위되어 있음을 나타낸다.

이처럼 기존의 분류 체계를 그대로 답습하는 경우 후방 관절면의 진정한 의미의 불일치 (incongruity)를 간과할 수 있기 때문에 분류 체계의 보완이 필요하며, 전산화 단층촬영의 축성 단면으로부터 피질골 음영을 간단히 세는 것만으로도 시상면 회전 전위가 존재하면서도 숨어 있는 관절면 전위 정도를 기술하고 수술의 구체적인 계획을 수립하는데 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

종골 관절내 골절에서 후방 관절 골편의 시상면 회전 전위는 준관상면 전산화 단층촬영에서는 잘 드러나지 않아 기존의 분류 체계로는 후방 관절의 참된 일치 (true congruity) 여부를 표현하기 어렵다. 따라서 전산화 단층촬영 축성 영상에서 피질골 음영을 종골 체부의 해면골 음영 내에서 관찰하여 그 갯수를 세는 방법은 기존의 분류 체계를 보완할 수 있는 좋은 대안으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Allon SM and Mears DC: Three-dimensional analysis of

- calcaneal fractures. *Foot Ankle*, **11**: 254-263, 1991.
- 2) **Buckley RE and Meek RN**: Comparison of open versus closed reduction of intraarticular calcaneal fractures: a matched cohort in workmen. *J Orthop Trauma*, **6**: 216-222, 1992.
- 3) **Burdeaux BD**: Reduction of calcaneal fractures by McReynolds medical approach technique and its experimental basis. *Clin Orthop*, **177**: 87-103, 1983.
- 4) **Crosby LA and Fitzgibbons T**: Computed tomography scanning of acute intra-articular fractures of the calcaneus. A new classification system. *J Bone Joint Surg*, **75-B**: 183-195, 1990.
- 5) **de Souza LJ**: Fractures and dislocations of the foot. In: Gustilo RB, Kyle RF, Templeman DC, eds. *Fractures and dislocations*, vol 2, St. Louis: CV Mosby: 1119-1217, 1993.
- 6) **Ebraheim NA, Biyani A, Padanilam T and Paley K**: A pitfall of computed tomographic imaging in evaluation of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int*, **17-8**: 503-505, 1996.
- 7) **Ebraheim NA, Sabry FF, Hama S and Elgafy H**: Congruity of the subtalar joint in tongue fracture of the calcaneus: and anatomical study. *Foot Ankle Int*, **21-8**: 665-668, 2000.
- 8) **Hong GS, Chung ES and Chee SK**: CT classification and surgical treatment of intra-articular fracture of the calcaneus. *J Korean Fracture Soc*, **10-1**: 91-98, 1997
- 9) **Kim HJ, Ha KI, Yoon JR, et al**: Usefulness of CT scan in treatment of calcaneal fracture. *J Korean Fracture Soc*, **16-4**, 2003.
- 10) **Linsenmaier U, Brunner U, Schoning A, et al**: Classification of calcaneal fractures by spiral computed tomography: implications for surgical treatment. *Eur Radiol*, **13-10**: 2315-2322, 2003.
- 11) **Park SR, Kim HS, Kang JS, Lee WH and Park JS**: Treatment of intraarticular calcaneal fracture. Based on CT classification and comparison of treatment. *J Korean Fracture Soc*, **12-1**: 103-112, 2003.
- 12) **Prasarthitha T and Sethavanitch C**: Three-dimensional and two-dimensional computerized tomographic demonstration of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int*, **15-4**: 262-273, 2004.
- 13) **Roh JY, Bae SY and Kim SD**: Computed tomographic classification and operative treatment of intraarticular calcaneal fractures. *J Korean Foot Ankle Soc*, **6-2**: 149-155, 2002.
- 14) **Sanders R**: Intraarticular fractures of the calcaneus: present state of the art. *J Orthop Trauma*, **6**: 252-265, 1992.
- 15) **Shim JI, Kim TS, Lee SJ, Lee SH, You CM and Kim YB**: The classification and management of intraarticular calcaneal fracture based on computed tomography. *J Korea Fracture Soc*, **9-3**: 742-749, 1996.
- 16) **Spiegel PG**: Fracture dislocation compendium. *J Orthop Trauma*, 10-suppl **1**: 109-113, 1996.
- 17) **Yim JI, Kim BH, Chung HY and Choi WS**: Operative treatment of intra-articular fractures of the calcaneus by Sanders classification. *J Korean Fracture Soc*, **8-3**: 628-636, 1995.