



급성 족근과 골절 환자에서 시행한 컴퓨터 단층촬영 영상의 유용성

전숙하*, 배서영, 안수형, 정형진, 우승훈

인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과학교실, *국립중앙의료원 정형외과

Usefulness of Computed Tomography in Patients with Acute Malleolar Fracture

Suk-Ha Jeon, Su-Young Bae, Soo-Hyung Ahn, Hyung-Jin Chung, Seung-Hun Woo

Department of Orthopaedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine,

*Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: We compared plain radiographs with computed tomography (CT) images to evaluate the usefulness of preoperative CT in acute ankle malleolar fracture in terms of accuracy of diagnosis and planning of operative strategy.

Materials and Methods: A retrospective analysis was conducted on 210 cases of malleolar fracture treated at our institute for which plain radiograph and CT were obtained preoperatively. Observers had reviewed plain radiographs and recorded fracture classification, anatomical diagnosis, extent and configuration of fractures and then subsequently reviewed CT images. Records from each image were compared and information regarding the differences in fractures was assessed.

Results: Fractures were notably changed in appearance in 88 cases (41.9%) and diagnosis changed in 30 cases (14.3%). According to the change of diagnosis and fracture appearances, the operative strategy was changed in 15 cases (7.1%) including incision, order of reduction, and target of fixation.

Conclusion: CT could be a useful adjunctive imaging tool in addition to the plain radiograph in planning of operative treatment for acute malleolar fracture in terms of estimating exact configuration, extent of fractures and even newly revealed hidden fractures.

Key Words: Ankle, Malleolar fracture, Computed tomography

서론

족근 관절은 기립 및 보행 시 체중을 부하하는 기능적으로 중요한 관절이며, 관절 주변에 관절 인대 등 복잡한 연부조직 구조를 동반하여 골절 시 정확한 진단과 적절한 치료가 이루어지지 않으면 상당한 기능 장애를 초래하기도 한다. 이런 이유로 가장 흔한 골절 중 하나인 족근과 골절에서 골절의 형태와 범위를 정확히 판단하고자 단순 방사선 사진 외에 추가적으로 컴퓨터 단층촬영

(computed tomography)을 시행하는 경우가 많은데, 이의 시행 여부는 집도의의 경험이나 선호도 혹은 단순 방사선 사진의 화질 등 다양한 요인들에 의해 결정되고 있을 뿐¹⁾ 시행 여부의 결정에 도움을 줄 만한 일치된 의견이나 지침은 없는 실정이다. 또한 컴퓨터 단층촬영은 비용적 측면과 방사선 피폭 측면에서 환자에게 부담이 될 수 있는 검사로, 이에 대한 유용성을 이해시킬 수 있는 객관적 정보가 있다면 시행 여부 결정에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 이에 본 연구는 가장 흔한 관절 내 골절인 급성 족근과 골절에서 시행하는 컴퓨터 단층촬영이 임상적으로 얼마나 유용한 정보를 제공하는지 알아보고자 하였다.

Received October 14, 2015 Revised November 4, 2015 Accepted November 6, 2015

Corresponding Author: Su-Young Bae

Department of Orthopaedic Surgery, Inje University Sanggye Paik Hospital,

1342 Dongil-ro, Nowon-gu, Seoul 01757, Korea

Tel: 82-2-950-1399, Fax: 82-2-950-1398, E-mail: youngos@paik.ac.kr

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2015 Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2009년 1월부터 2014년 7월까지 인제대학교 상계백병원에서 수술적 치료를 시행하였던 267명의 급성 족근과 골절 환자 중 족관절 전후면, 측면 및 모티스 촬영(mortise view)상의 단순 방사선 사진 및 컴퓨터 단층촬영을 시행한 210명 환자를 연구 대상으로 하였으며, 동일 기관의 연구윤리위원회(Institutional Review Board)로부터 승인을 받고 후향적으로 연구하였다. 필론(Pilon) 골절 및 탈구가 동반된 골절은 제외하였으며 환자의 평균 나이는 47.2±15.8세(18~79세), 성별 분포는 남자가 112예, 여자가 98예였고 양측성 골절 환자는 없었다.

2. 연구 방법

단순 방사선 사진 및 컴퓨터 단층촬영을 모두 시행한 환자들의 영상을 대상으로 하였으며 picture archiving communication system에서 Marosis M-view 5.4 (Marotech, Seoul, Korea)를 이용하였다. 두 명의 전문의(S.Y.B., S.H.W.)가 단순 방사선 사진만을 관찰하여 Lauge-Hansen 분류법에 의한 수상 기전, 해부학적 진단, 골절 양상과 추가 골절선의 위치, 수술 계획에 대해 상호 토의 후 기록하였고, 컴퓨터 단층촬영 영상을 추가로 분석하여 단순 방사선 사진만으로 판단하였을 경우와 마찬가지로 수상 기전, 해부학적 진단, 골절 양상과 추가 골절선의 위치, 수술 계획을 토의 및 판정하여 컴퓨터 단층촬영 영상 검토 후 추가의 발견이나 진단의 변경, 혹은 수술계획의 변경 등이 있었는지 기록하였고 이를 분석하였다.

1) Lauge-Hansen 분류법에 의한 수상 기전의 판정

단순 방사선 사진과 컴퓨터 단층촬영 영상에서 각각 Lauge-Hansen 분류법에 따라 수상 기전을 판정하였다. 판정은 각 예에서 단순 방사선 사진에서 판정한 후 이어서 컴퓨터 단층촬영 영상에서 판정하는 순서로 시행하였으며, 회외-내전(supination-adduction), 회내-외전(pronation-abduction), 회외-외회전(supination-external rotation), 회내-외회전(pronation-external rotation)으로 분류하고 각각의 분류에 따른 단계(stage)도 명기하여 컴퓨터 단층촬영 영상 검토 전 후의 변화 여부를 비교하였다.

2) 해부학적 진단명의 판정

단순 방사선 사진과 컴퓨터 단층촬영 영상에서 각각 내과, 외과, 혹은 후과의 단독 골절만 있는 경우, 양과 골절(외과와 내과 골절이 같이 있는 경우, 내과와 후과 골절이 같이 있는 경우, 외과 및 후과 골절이 같이 있는 경우) 및 삼과 골절로 분류하여 컴퓨터 단층촬영 영상 검토 전후 진단명의 변화 여부를 확인하였다.

3) 골절 양상 및 추가 골절선의 판정

분쇄 골절, 감입된 골편, 관절 내 골편 등의 유무를 단순 방사선 사진과 컴퓨터 단층촬영 영상에서 판정하여 컴퓨터 단층촬영 영상 검토 전후의 변화 여부를 비교하였고 원위 경비관절 전열성 골절 골편인 Chaput-Wagstaffe 골편이나 추가의 골절선 유무를 단순 방사선 사진과 컴퓨터 단층촬영 영상에서 각각 판정하여 기록하였다.

4) 수술 계획의 변화

단순 방사선 사진만으로 판단했던 수술 계획이 컴퓨터 단층촬영 영상 검토 후 변화가 생긴 경우, 즉, 내고정이 필요한 위치나 고정 목표가 되는 골편의 수가 달라지는 경우, 접근법이나 정복 순서의 변경 등이 생긴 경우를 파악하였으며 새로운 골절선(외과, 내과, 후과)이 발견된 경우, 고정이 필요한 Chaput-Wagstaffe 골편이 발견된 경우, 관절 내 유리체 혹은 골절 정복 전에 제거가 필요하다고 판단되는 감입 골편이 발견되는 경우 등으로 구분하여 기록하였다.

결 과

수상 기전 자체가 달라지는 경우는 없었으나 각 수상 기전의 단계(stage)가 달라지는 경우가 22예(10.5%)였다. 그 중 회외-외회전 수상 기전으로 분류된 경우 중 2단계에서 4단계로 분류가 바뀐 경우가 12예로 가장 많았고 2단계에서 3단계로 분류가 바뀐 경우가 1예였다. 이 외에 회외-내전 1단계에서 2단계로 분류가 변화한 경우가 4예, 회내-외회전 3단계에서 4단계로 변화한 경우가 5예였다 (Table 1).

Table 1. Changes of Lauge-Hansen Classification after Reviewing Computed Tomography (CT) Images

Classification	Plain radiograph only	Plain radiograph +CT	Case
SA I	10	6	Stage I→II: 4 cases
II	5	9	
SER I	0	0	Stage II→III: 1 case Stage II→IV: 12 cases
II	45	32	
III	3	4	
IV	112	124	
PA I	3	3	Stage III→IV: 5 cases
II	1	1	
III	2	2	
PER I	0	0	
II	0	0	
III	8	3	
IV	10	15	
Direct injury	11	11	
Total	210	210	

Values are presented as number of cases.

SA: supination-adduction, SER: supination-external rotation, PA: pronation-abduction, PER: pronation-external rotation.



Figure 1. (A) No definite posterior malleolus fracture was seen in plain radiograph. (B) Posterior malleolar fracture gap was revealed by computed tomography.

해부학적 진단명이 바뀐 경우는 30예(14.3%)로 단순 방사선 사진에서 외과 골절만 관찰되었다가 컴퓨터 단층촬영 영상에서 후과 골절(posterior malleolar fracture)이 추가로 발견된 경우가 17예로 가장 많았으며(Fig. 1), 양과 골절(bimalleolar fracture)의 경우에도 후과 골절이 새롭게 발견되는 경우가 9예 있었다(Table 2).

단순 방사선 사진에서 발견되지 않았던 골편이 발견되거나 새로운 골절선이 보이는 등 골절 양상이 달라진 경우도 상당수 존재했다. 단순 방사선 사진에서 외과 단독 골절 55예 중 감입 골절편(incarcerated fragment)이 추가로 발견된 경우가 5예, 관절 내 골편 및 Chaput-Wagstaffe 골편이 추가로 발견된 경우가 각각 4예와 6예였으며, 새로운 골절선이 발견된 경우도 17예 확인되었다. 외과 및 내과 골절이 동시에 있는 양과 골절 16예에서 감입 골절편이 발견된 경우가 4예, 관절 내 골편 및 Chaput-Wagstaffe 골편이 발견된 경우가 각각 1예와 4예, 새로운 골절선이 발견되는 경우가 9예 확인되었다. 외과 및 후과 동시 골절 30예에서 감입 골절이 발견되는 경우가 6예였다. 삼과 골절의 경우 79예 중 감입 골절이 발견되는 경우가 7예, 관절 내 골편이 발견된 경우가 12예, Chaput-Wagstaffe 골편이 발견된 경우가 13예였으며 새로운 골절선이 발견된 경우는 없었다(Table 3).

이처럼 단순 방사선 사진에서 발견하지 못했던 새로운 골편이나 골절선이 관찰되는 등 컴퓨터 단층촬영 영상 관찰 후 골절 양상이 달라진 경우는 88예(41.9%)였고 감입 골편 등으로 정복 순서의 계획이 바뀌는 경우를 제외하고 새로 발견된 골편이나 Chaput-Wagstaffe 골편에 추가적인 고정が必要하다고 판단되는 고정 목표 변경의 수술 방법 변동(Fig. 2)이 15예로 전체의 7.1%였다.

고 찰

족근 관절은 신전 및 굴곡 시 격자의 관절면이 밀접하게 접촉하

Table 2. Changes of Anatomic Diagnosis of Malleolar Fractures after Reviewing Computed Tomography (CT) Images

Diagnosis	Plain radiograph only	Plain radiograph +CT
Unimalleolar fracture		
Medial	20	20
Lateral	55	38
Posterior	1	1
Medial+lateral	16	7
Bimalleolar fracture		
Medial+posterior	9	9
Lateral+posterior	30	47
Trimalleolar fracture	79	88
Total	210	210

Values are presented as number of cases.

여 관절 결합을 유지하는 복잡한 구조로, 외상 시 관절면의 손상이 호발하며 이를 정확히 정복하지 않으면 외상성 관절염의 위험성이 높아 다른 관절 내 골절보다 정교한 해부학적 정복이 필요하다. 컴퓨터 단층촬영 영상은 골절 부위와 범위, 관절 내 골편 등에 대한 자세한 정보를 제공하기 때문에 적절한 수술 계획 수립에 유용하다.²⁾ Magid 등³⁾은 13명의 족관절 골절 환자에서 시행한 단순 방사선 사진과 컴퓨터 단층촬영 영상을 분석하였는데 이 중 5명(38.5%)에서 컴퓨터 단층촬영 영상을 바탕으로 처음의 수술 계획을 수정하였다고 보고하였으며, 본 연구에서는 골절 양상이 달라진 경우가 41.9%, 정복과 더불어 고정 목표가 변경된 골편이 발견된 경우만 15예(7.1%)에 달했다.

의견의 차이가 있으나 족관절 측면 방사선 사진만으로도 후과 골편의 크기를 정확히 파악하는 것이 가능하다는 연구도 있으며,^{4,5)} 컴퓨터 단층촬영이 수술 계획 수립에 결정적 역할을 한다는 것은 아니지만 후과 골절의 형태나 크기 파악에 매우 우수하다는 주장도 있다.^{4,6)} Ferries 등⁵⁾은 족관절 삼과 골절에서 단순 방사

Table 3. Additional Findings after Reviewing Computed Tomography (CT) Images

Additional finding	Diagnosis				Total
	Lateral malleolar fracture	Medial+lateral malleolar fracture	Lateral+posterior malleolar fracture	Trimalleolar fracture	
Incarcerated fragment	5	4	6	7	22
Intrarticular loose body	4	1	0	12	17
Chaput-Wagstaffe fragment	6	4	0	13	23
Additional fracture line	17	9	0	0	26

Values are presented as number of cases.

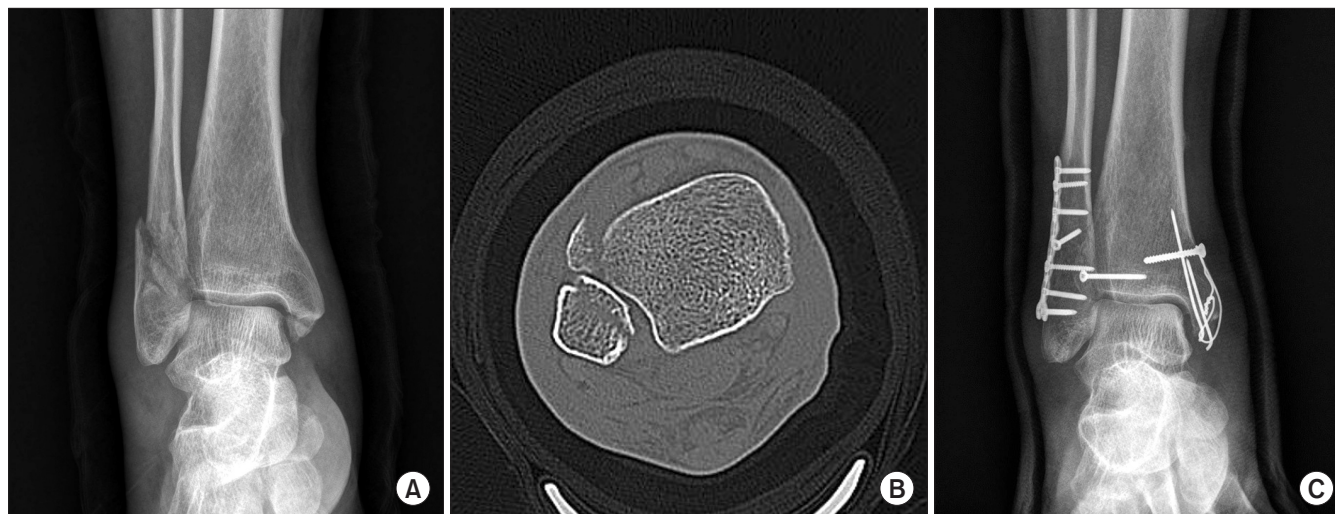


Figure 2. (A) Other fracture line was missed by initial plain radiograph. (B) Additional Chaput tubercle fracture was found after reviewing the axial view of computed tomography image. (C) Chaput tubercle fragment was fixed with one 2.7 mm cortical screw.

선 사진과 컴퓨터 단층촬영 영상에서 후과 골편의 크기 측정치는 상관관계가 적으며 측정치의 차이는 평균 22%였다고 보고하였고, 단순 방사선 사진상 측정치의 54%에서 25% 이상의 측정오차가 있었다고 하였다. 즉, 후과의 골절 또는 전위가 있을 때 컴퓨터 단층촬영 영상에서는 발견되나 단순 방사선 사진에서는 발견되지 않는 경우가 통계적으로 유의하게 확인되었다. 이는 후과 골편의 전위나 크기를 정확히 측정하기 위해서 컴퓨터 단층촬영이 필요함을 의미하며 이들의 연구는 삼과 골절(trimalleolar fracture)만을 대상으로 하였다는 한계점이 있다. Black 등⁷⁾은 본 연구에서와 같이 컴퓨터 단층촬영 영상이 급성 족근과 골절의 수술 계획 수립에 유용하다고 보고하였는데 컴퓨터 단층촬영 후 24%의 증례에서 수술적 치료 방침이 변경되었다고 보고하였다. 본 연구에서는 협의의 수술적 치료 계획 변경, 즉 고정 골편이 변경된 경우만으로 한정하여 수술 계획 변경이 필요한 경우가 7.1%였다. 이 비율은 마치 이전의 연구보다 추가적 정보 발견 빈도가 떨어지는 것처럼 보이지만 실제로는 고정 골편의 개수가 달라지는 경우만을 수술 계획이 변경된 경우로 포함시켰기 때문에 발생한 차이로, Black 등⁷⁾의 연구에서처럼 감입 골편, 관절 내 골편을 제거하는 술기, 원위 경비관절 고정 등을 이 범주에 포함시키면 본 연구에서도 그 비율이 34%로,

오히려 더 크다고 할 수 있다. 또한 기존의 연구들에서 밝힌 것처럼 후과 골편의 크기나 전위에 대한 추가의 정보뿐 아니라 단순 방사선 사진에서 미처 발견되지 않는 후과 골절선이나 내과 및 외과의 추가 골절 과급 양상까지도 다수 발견되어 진단명을 재고하게 하고, 인대 손상 등 동반 손상의 여부에 대해 세심한 주의를 기울이게 되는 등 더 다양한 정보를 제공함을 알 수 있었다.

본 연구를 통해 단순 방사선 사진만으로는 족근과 골절의 진단과 범위 및 골절 형태를 정확히 파악하기는 어렵다는 결론을 얻었다. 이 연구 결과는 모든 족근과 골절 환자에서 컴퓨터 단층촬영을 해야 한다고 제시하는 것은 아니다. 그러나 수술적 치료를 고려하는 족근과 골절 환자의 수술 전 계획, 정확한 진단 등을 위해서는 골절의 형태나 범위를 정확히 파악하고, 수술 중 당면할 수 있는 문제들을 예측하며, 발생 가능한 합병증을 설명하고, 동반 연부조직 손상 여부에까지 관심을 기울이는 데 컴퓨터 단층촬영 영상이 분명히 유용하다는 것을 시사한다.

본 연구의 한계점으로는 족근과 골절 시 단순 방사선 사진과 컴퓨터 단층촬영을 동시에 시행했던 환자들만을 선별하여 연구 대상으로 포함시킨 후향적 연구로서, 연구 대상 선정에 있어 선택 편의(selection bias)를 배제할 수 없다는 점이 있다. 또한 맹점 방식

(blind controlled study)이 아니라 연구자가 단순 방사선 사진과 컴퓨터 단층촬영 영상을 순차적으로 관찰하였기 때문에 단순 방사선 사진보다는 컴퓨터 단층촬영 영상으로부터 당연히 더 많은 정보를 얻을 수 있으리라는 전제를 바탕으로 진행되었다는 점이다.

결론

족근과 골절에서 단순 방사선 사진에 추가하여 시행한 컴퓨터 단층촬영 영상은 단순 방사선 사진에서는 발견하기 어려웠던 골절 선이나 골편, 유리체 등에 대한 추가적인 정보를 제공하여 족근과 골절 환자에게 정확한 진단과 더불어 치료 계획을 세울 수 있도록 도와주는 유용한 방법이라고 판단된다.

REFERENCES

1. Irwin TA, Lien J, Kadakia AR. Posterior malleolus fracture. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21:32-40.
2. Phisitkul P, Ebinger T, Goetz J, Vaseenon T, Marsh JL. Forceps reduction of the syndesmosis in rotational ankle fractures: a cadaveric study. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94:2256-61.
3. Magid D, Michelson JD, Ney DR, Fishman EK. Adult ankle fractures: comparison of plain films and interactive two- and three-dimensional CT scans. *AJR Am J Roentgenol.* 1990;154:1017-23.
4. Büchler L, Tannast M, Bonel HM, Weber M. Reliability of radiologic assessment of the fracture anatomy at the posterior tibial plafond in malleolar fractures. *J Orthop Trauma.* 2009;23:208-12.
5. Ferries JS, DeCoster TA, Firoozbakhsh KK, Garcia JF, Miller RA. Plain radiographic interpretation in trimalleolar ankle fractures poorly assesses posterior fragment size. *J Orthop Trauma.* 1994; 8:328-31.
6. Haraguchi N, Haruyama H, Toga H, Kato F. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:1085-92.
7. Black EM, Antoci V, Lee JT, Weaver MJ, Johnson AH, Susarla SM, et al. Role of preoperative computed tomography scans in operative planning for malleolar ankle fractures. *Foot Ankle Int.* 2013;34:697-704.