

## 손목 관절과 발목 관절 손상 환자의 진단에 있어 응급 초음파의 유용성

분당제생병원 응급의학과

이성실 · 김동언 · 박득현 · 조현영 · 안성준 · 고찬영 · 신태용 · 김영식 · 하영록

— Abstract —

### The Utility of Emergency Ultrasound for Diagnosing Wrist and Ankle Injuries

Sung Sil Lee, M.D., Dong Un Kim, M.D., Deuk Hyun Park, M.D., Hyun Young Cho, M.D.,  
Seung Jun Ahn, M.D., Chan Young Kho, M.D., Tae Yong Shin, M.D.,  
Young Sik Kim, M.D., and Young Rock Ha, M.D.

*Department of Emergency Medicine, Bundang Jesaeng General Hospital, Korea*

**Purpose:** Ultrasound is of proven accuracy in abdominal and thoracic trauma and may be useful for diagnosing extremity injury in situations where radiography is not available, such as disasters and military and space applications. However, the diagnosis of fractures is suggested by history and physical examination and is typically confirmed with radiography. As a alternative to radiography, we prospectively evaluated the utility of extremity ultrasound performed by trained residents of emergency medicine (EM) one patient with wrist and ankle extremity injuries.

**Methods:** Initially, residents of EM performed physical examinations for fractures. The emergency ultrasound (EM US) was performed by trained residents, who used a portable ultrasound device with a 10- to 5-MHz linear transducer, on suspected patients before radiography examination. The results of emergency ultrasound and radiography and the final diagnosis were recorded, and correlations among them were determined by using Kappa's test.

**Results:** Thirty-nine patients were enrolled in our study. The average age was  $36.6 \pm 19.3$  years. There were radius Fx. (n=21), radius-ulna Fx. (n=1), ulna Fx. (n=1), and contusion (n=2) injuries among the wrist injury and lat.-med. malleolar Fx. (n=13), lat. malleolar Fx. (n=6), and med. malleolar Fx. (n=3) injuries among the ankle injury. Comparing EM US with radiography, we found the sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value of EM US for Fx. diagnosis to be 100%, 66.7%, 97.3%, 100% and those of radiography to be 97.2%, 100%, 100%, and 75%, respectively. Kappa's test for a correlation between the Fx. diagnosis of EM US and the final diagnosis of Fx was performed, and Kappa's value was 0.787 ( $P = 0.004$ ).

**Conclusion:** EM US for Fx. can be performed quickly and accurately by EM residents with excellent accuracy in remote locations such as disaster areas and in military and aerospace applications. EM US was as useful as radiography in our study and had a high correlation to the final diagnosis of Fx. Therefore, ultrasound should performed on patients with extremity injury to determine whether extremity evaluation should be added to the FAST (focused abdominal sonography trauma) examination. (J Korean Soc Traumatol 2007;20:130-137)

**Key Words:** Emergency ultrasound, Wrist and ankle injury, Fracture

\* Address for Correspondence : **Young Rock Ha, M.D.**

Department of Emergency Medicine, Bundang Jesaeng General Hospital, Korea  
255-2, Seohyun-dong, Bundang-gu, Sungnam-city, Gyunggi-do, Korea  
Tel : 82-31-779-0107, Fax : 82-31-779-0839, E-mail : rocky66@dmc.or.kr

접수일: 2007년 11월 4일, 심사일: 2007년 11월 22일, 수정일: 2007년 12월 3일, 승인일: 2007년 12월 10일

## 1. 서 론

외상에 의한 사지 골절은 진단 방법으로 손상 역학에 대한 문진과 신체 검사가 시행되어야 하며 전통적으로 단순 방사선 검사로 확인이 되어왔다.(1) 응급센터에 내원하는 사지 손상 환자 중 발목 관절 손상 환자가 흔한 빈도를 보이고 있고 여가 활동으로 인라인 스케이트, 스노우보드 등의 스포츠를 즐기는 인구가 늘어나면서 그로 인한 손목 관절 손상도 늘어나고 있다.(2) 대부분의 골절은 단순 방사선 검사만으로도 진단이 가능하지만 각종 재해 등의 대량 환자 발생시나 단순 방사선 촬영이 불가능한 전쟁, 항공 등의 제한된 특수 상황에서는 확인 검사로서의 방사선 검사 사용에 제한이 있게 된다.(3) 이런 상황에서 초음파 검사가 진단의 도구로서 적절히 이용될 수 있다면 외상 처치에 있어서 초음파 검사의 유용성과 가치가 더욱 확대될 것이다. 최근 연구에 의하면 초음파를 이용하여 무릎과 발 외상 환자의 진단 및 전상방 종골 돌기(anterosuperior calcaneal process) 골절까지 진단을 할 수가 있고 골절 손상후 치료 결과를 초음파 검사를 이용하여 확인을 할 수 있다는 연구들이 보고 되고 있다.(4-6) 이에 저자들은 본원 응급센터로 내원한 사지 손상 환자 중 외관상으로 손목 관절과 발목 관절의 골 변형이 저명하지 않지만 신체 검사에서 의미있는 압통을 보이는 골절 의심 환자에게 초음파 검사와 단순 방사선 검사를 시행하여 초음파 검사가 골절의 진단 도구로서의 임상적 유용성이 있는지에 대해 평가하고자 한다.

## II. 대상과 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 2006년 7월 1일부터 2006년 8월 30일까지 2개월 동안 분당 제생병원 응급센터에 외상에 의하여 손목 관절과 발목 관절의 동통으로 응급센터에 내원한 환자 중 8세 이상 80세 이하 연령의 환자로 생체 징후가 안정적이고 신체 검사에서 골절이 의심스러운 환자를 대상으로 하였고 그 중에 개방성 골절의 경우, 외관상 저명한 골 변형이 있는 경우, 내원 전에 골절을 진단받은 경우, 추적 관찰이 불가능하여 확인이 되지 않는 경우를 제외하고 총 39명을 대상으로 본 연구를 시행하였다.

### 2. 연구 방법

응급 초음파 시행자는 본원 응급의학과 전공의로서, 본 연구 시행 전에 2주 동안 골절 확인을 위한 응급 초음파의 목적, 시행 방법, 초음파 검사상 골 피질의 정상 소견,

초음파 검사상 골절 확인 소견(피질 불연속, 피질 골편 상승)에 대한 교육을 받았다. 외상으로 인하여 손목 관절과 발목 관절의 동통으로 응급센터에 내원한 환자에 대해 신체 검사를 시행한 후 골절이 의심스러운 환자를 대상으로 응급 초음파를 시행하였다. 응급 초음파 시행자는 응급 초음파를 시행한 후 골절 유무를 기록하였고 그 후 단순 방사선 검사를 시행하여 방사선 검사상 골절 유무도 기록하였다. 마지막으로 두 검사의 골절 유무를 최종 골절 진단과의 비교하여 기록하였다.

응급 초음파 시행 방법은 대상 환자의 최대 압통 부위를 중심으로 종스캔 및 횡스캔을 시행하여 초음파 검사상 골절 확인 소견인 피질 불연속이나 피질 골편 상승 소견 유무를 확인하는 것이고 초음파 탐촉자는 SonoSite® 180PLUS (SonoSite Inc., Washington, USA)

5-10 MHz transducer를 사용하였다. 기록지에 초음파 진단 소견, 단순 방사선 진단 소견, 연령, 수상 기전, Injury severity score (ISS)를 기록하였다. 통계 방법은 응급 초음파 검사의 골절 진단과 최종 골절 진단과의 일치율을 알아보기 위해 Kappa 통계를 이용하였고 P값 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의하다고 정의하였다.

## III. 결 과

2개월의 연구 기간 동안 총 39명의 환자가 연구 대상에 포함되어 손목 관절 및 발목 관절부의 응급 초음파와 단순 방사선 검사를 시행 받았다. 환자의 평균 연령은  $36.6 \pm 19.3$ 세였고 성비는 남자 23명(69%), 여자 18명(31%)이었다. 손상 부위별로는 손목 관절 손상 25명(64%), 발목 관절 손상 14명(36%)이었다. 손목 관절 손상 25명중 요골 골절 21명(84%), 요척골 골절 1명(4%), 척골 골절 1명(4%), 타박상 2명(8%) 이었고 발목 관절 손상 14명중 외내과 골절 6명(46%), 외과골 골절 4명(30%), 내과골 골절 3명(23%), 타박상 1명(1%) 이었다(Table 1).

응급 초음파 검사는 손목 관절과 발목 관절에서 시행하였고 초음파상 피질 불연속이나 피질 골편 상승 소견을 골절 확인 소견으로 하였다(Fig. 1). 응급 초음파 검사상 손목 관절 손상 환자 25명 중 23명(92%), 발목 관절 손상 환자 14명 중 14명(100%)이 골절로 진단되었다. 단순 방사선 검사의 골절 확인은 본원 진단 영상의학과 전문의의 판독으로 확인되었고 손목 관절 손상 환자 25명중 23명(92%), 발목 관절 손상 환자 14명중 12명(85%)이 골절으로 확인되었다(Fig. 2). 손목 관절과 발목 관절의 손상 부위는 응급 초음파 검사의 피질 불연속이나 피질 골편 상승의 골절 확인 소견을 확인한 부위와 단순 방사선 검사에서 골절이 확인되었던 부위를 서로 비교하여 확인하였다.(Fig. 3, 4) 이중 발목 관절 손상 환자 중에 응급 초음파

검사에서는 골절로 진단되었으나 단순 방사선 검사에서 골절 확인이 되지 않은 환자 1명, 응급 초음파 검사에서 골절로 진단되었고 내원 초기 단순 방사선 검사에서 골절로 확인이 되지 않았지만 3일째 추적 관찰 중 단순 방사선 검사에서 골절로 확인된 환자 1명이 있었다(Fig. 5).

최종 골절 진단과 응급 초음파 검사의 골절 진단을 비교한 결과, 진양성 36예, 위양성 2예, 진음성 1예, 위음성 0예였고 최종 골절 진단과 단순 방사선 검사의 골절 진단 비교에 대한 진양성 35예, 위양성 3예, 진음성 0예, 위음성 1예이었다(Table 2). 최종 골절 진단과 비교하여 응급 초음파 검사의 골절 진단에 대한 통계 결과는 민감도 100%, 특이도 66.7%, 양성 예측도 97.3%, 음성 예측도 100%였고 단순 방사선 검사의 골절 진단의 결과는 민감도 97.2%, 특이도

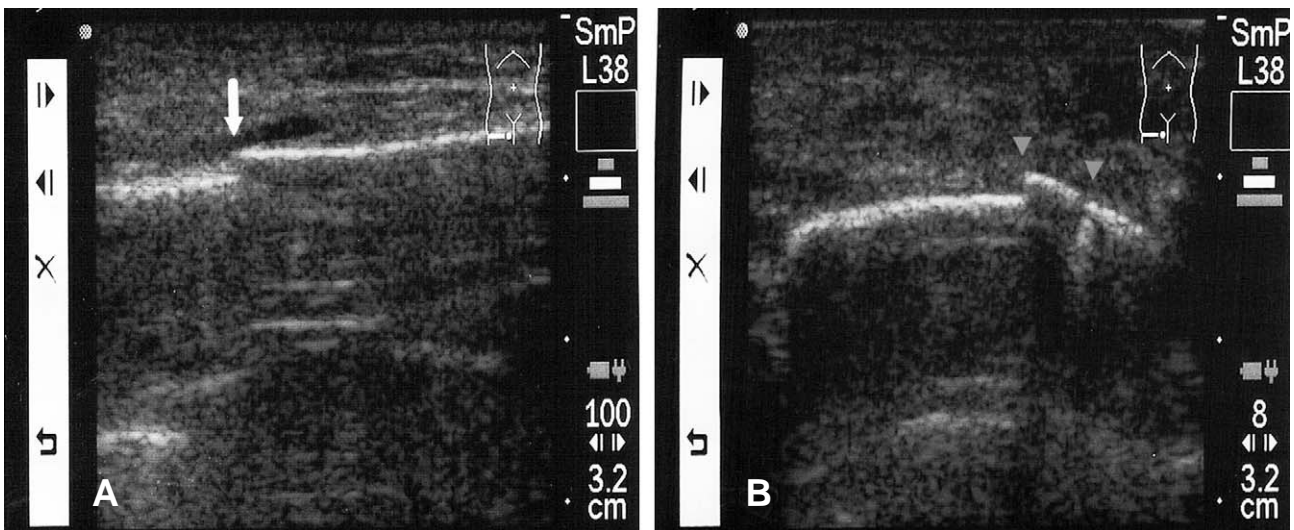
100%, 양성 예측도 100%, 음성 예측도 75% 였다(Table 3). 응급 초음파 검사의 골절 진단과 최종 골절 진단과의 일치율을 알아보기 위해 시행한 카파 분석에서 Kappa 값은 0.787(P=0.004)이었다(Table 4).

#### IV. 고 찰

응급 사지 외상 환자에 있어서 응급센터에서의 일반적인 절차는 초기 문진 및 신체 검사 후에 전통적인 확진 검사로, 의심되는 부위에 대한 여러 장의 단순 방사선 촬영으로 이어진다.(1) 하지만 재해 등으로 대량 환자가 발생한 경우와 같이 방사선 검사가 오래 지연되거나 전쟁,

**Table 1.** Clinical and demographic characteristics in wrist and ankle injury

결 과		
총 환자수		39 명
평균 연령		36.6±19.3 세
성비 (남/여)		22 / 17
손 상 종 류		
손목 관절 (25명)	요골 골절	21 명
	요척골 골절	1 명
	척골 골절	1 명
	타박상	2 명
	발목 관절 (14명)	외내과골 골절
	외과골 골절	4 명
	내과골 골절	3 명
	타박상	1 명



**Fig. 1.** The confirmed view of the fracture on the emergency ultrasound (A) cortical discontinuity (arrow) (B) cortical fragment elevation (head arrow).

항공등의 단순 방사선 검사가 불가능한 특수 상황, 또는 임신등과 같은 방사선 검사를 절제해야 하는 경우에는 단순 방사선 검사를 대체하거나 믿을 만한 선별 검사 방법이 필요하다. 환자의 상태가 타박상인지, 단순 염좌인지 또는 골절인지에 대한 정확한 접근이 환자의 적절한 처치와 치료에 영향을 미칠 수 있어 임상적으로 유용한 대체 검사의 존재는 응급의학과 의사에게 매우 고무적인 상황이라 할 수 있다.

응급 사지 외상 환자를 대상으로 응급 초음파 검사와 방사선 검사를 시행한 연구는 그전에 시행되었고 본 연구와 비교해 볼때 본 연구에서는 사지 중에서 손목, 발목을 주로 다루었지만 그 전의 연구에서는 대퇴골, 견에 이르는 등의 좀 더 많은 부위에서 연구가 시행되었고 각 부위에서의 응급 초음파의 민감도, 특이도 등이 이루어졌으며 각 부위에서의 응급 초음파의 정확도는 거의 94%에 이르렀다.(7) 하지만 본 연구에서는 응급 초음파의 민감도, 특이도와 더

불어 최종 진단과 비교한 응급 초음파의 골절 진단과 최종 진단과의 일치 여부를 비교하였고 일치율은 Kappa 값 0.787(P=0.004)을 보이는 통계학적 의미있는 수치를 보였고 그 전 연구에서 언급되지 되지 않았던 응급 초음파 검사의 골절 진단에 있어서 단순 방사선 검사와 비교했을때 크게 다르지 않는 높은 진단율을 보여주었다.

응급 초음파를 이용한 골절 진단 방법의 임상적 유용성에 대한 검증을 위해 시행한 본 연구 결과에서 연구자들은 손목 관절과 발목 관절의 골절 진단에 있어 응급 초음파 검사가 단순 방사선 검사와 비교하여 골절 진단율에 있어 통계학적으로 차이가 없었으며 최종 골절 진단과 비교하여 매우 호의적인 일치율을 보여준다는 것을 확인할 수 있었다. 2주 동안 골 피질의 정상 소견과 골절에 대한 초음파 소견을 교육받은 응급의학과 전공의가 환부의 최대 압통 부위를 중심으로 종 스캔 및 횡 스캔을 시행하여 피질 불연속이나 피질 골편 상승의 골절 소견의 유무를

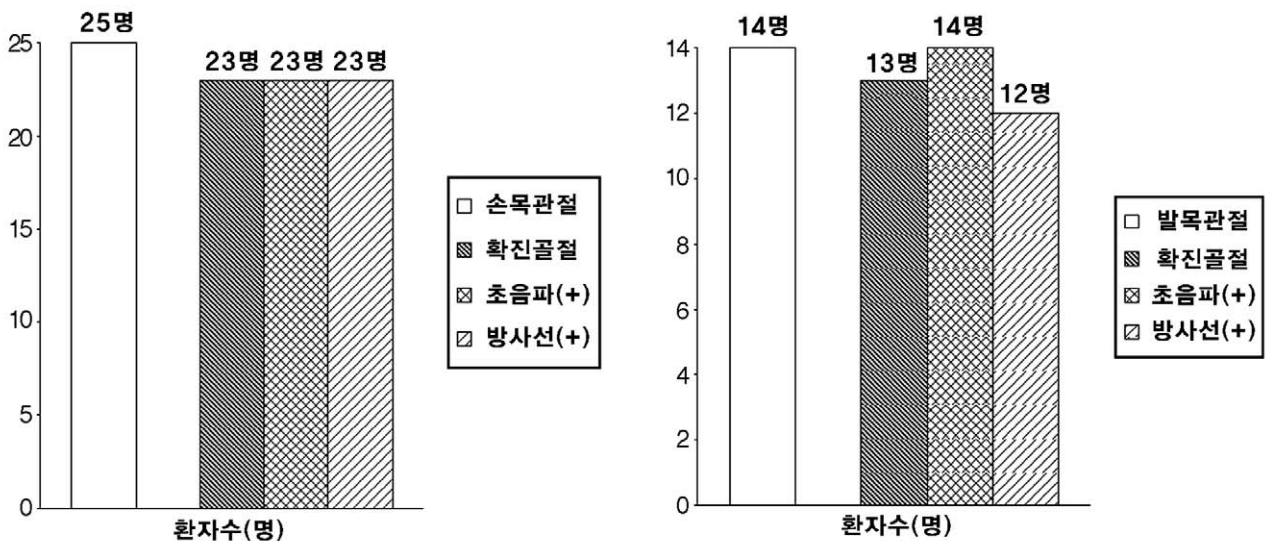


Fig. 2. (A) Final Fx vs EM US vs Radiography in wrist joint (B) Final Fx vs EM US vs Radiography in ankle joint.

Table 2. \*TP, †FP, †TN, §FN in EM US vs Radiography

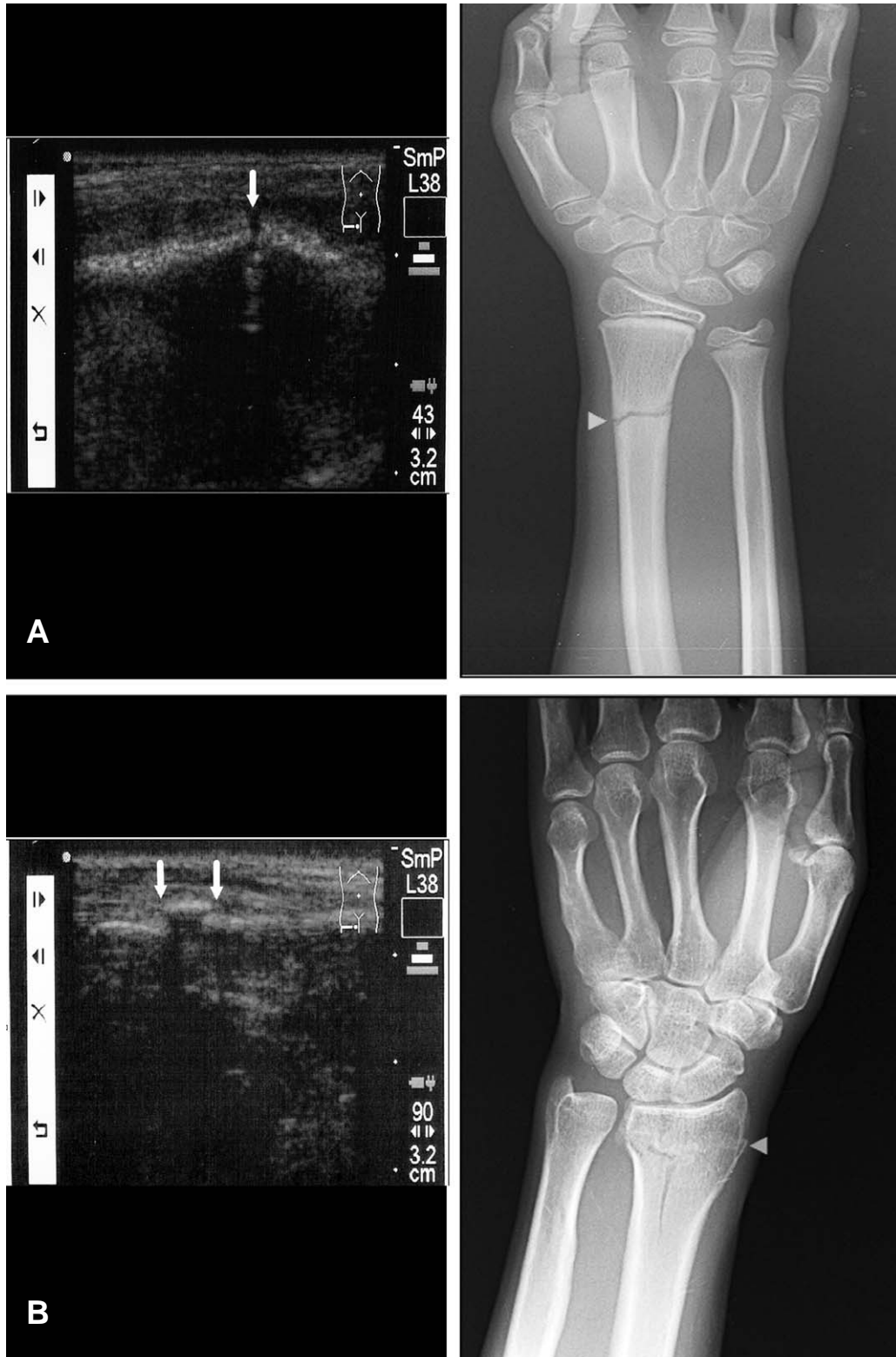
	True positive	False positive	True negative	False negative
EM US	36	2	1	0
Radiography	35	3	0	1

\* TP = true positive, † FP = false positive,  
 † TN = true negative, § FN = false negative

Table 3. Sensitivity, specificity, \*PPV, †NPV in EM US vs Radiography

	Sensitivity	Specificity	*PPV	†NPV
EM US	100%	66.7%	97.3%	100%
Radiography	97.2%	100%	100%	75%

\* PPV = positive predictive value, † NPV = negative predictive value



**Fig. 3.** The view of the wrist joint fracture on the emergency ultrasound (A) There is the confirmed view of the wrist joint fracture , cortical discontinuity (arrow), on the emergency ultrasound, then the fracture was confirmed by simple radiography (head arrow). (B) There is the confirmed view of the Colles' fracture , cortical fragment elevation (arrow), on the emergency ultrasound, then the fracture was confirmed by simple radiography (head arrow).



**Fig. 4.** The view of the ankle joint fracture on the emergency ultrasound (A) There is the confirmed view of the ankle joint fracture, cortical discontinuity (arrow), on the emergency ultrasound, then the fracture was confirmed by simple radiography (head arrow). (B) There is the confirmed view of the ankle joint fracture, cortical fragment elevation (arrow), on the emergency ultrasound, then the fracture was confirmed by simple radiography (head arrow).

어렵지 않게 확인할 수 있었다는 것이다. 그리고 임상적으로 골절이 확진되지 않은 외상 환자에서 신체검진 후에 연이어 고주파 탐촉자 초음파를 사용함으로써 보다 신속하게 임상적 판단을 내릴 수 있었다.

초음파 검사가 비골 골절에 대해 고해상도를 지닌 진단 검사법이라는 연구 결과가 있었고 다발성 손상 환자에서의 미세한 골절을 진단이 가능하다는 연구 결과(8,9) 및 5~10 MHz의 고주파 탐촉자 초음파 검사가 신생아 쇄골 골절 환자에서 단순 방사선 검사와 비교하여 골절 진단율에 있어 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지 않았다는 연구 보고와 흉골 골절 환자 진단에 있어서도 단순 방사선 검사와 큰 차이를 보이지 않았다는 연구 보고도 있었다.(10,11) 또한 초기에 단순 방사선 검사에서 진단하지 못했던 발목 발목 관절 손상 환자에서의 골절 진단이 초음파 검사에 의해 확진된 연구 결과도 있었다.(12) 본 연구에서도 내원 초기 단순 방사선 검사에서 골절로 확진이 되지 않았지만 응급 초음파 검사에서 골절로 진단되었고 손상 후 3일째 추적 관찰 중 단순 방사선 검사에서 골절로 확진된 환자 1명이 있었다. 하지만 초기 단순 방사선 검사시 발목 관절의 내과골 골절 여부를 확인하기 위해 시행된 방사선 검사로 전후면, 측면, Mortise 면 촬영만을 시행하였고 양측 사면 촬영까지 시행하지 않았다는 제한점이 있고 이 때문에 초기 방사선 검사에서 내과골 골절을 진단하지 못했을 가능성을 완전히 배제할 수 없었다.

본 연구에서 시행한 응급 초음파 검사는 쉽게 습득하여 진단할 수 있다는 점에서 임상적으로 매우 매력적이라고

할 수 있고 고주파 탐촉자 초음파를 이용하여 외상 환자 중에 많은 부분을 차지하는 손목 관절과 발목 관절 손상 환자에서 피질의 해부학적 구조를 손쉽게 영상으로 보면서 환측이 아닌 정상 피질 소견과 비교하여 골절 소견을 확인할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 외상 환자 진단 및 처치에서 응급 초음파는 인대와 건의 파열의 유무나 폐 기흉의 유무를 확인을 하는 데에도 유용하고 효과적으로 사용될 수 있으므로,(7,13) 응급 센터에 내원한 외상 환자의 경우 시행하는 복부 FAST 검사(focused abdominal sonography trauma)와 더불어 흉부 초음파와 사지 응급 초음파 검사를 시행하여 기흉이나 골절 유무까지 확인할 수 있는 좀 더 영역이 확대된 응급 외상 초음파 검사, 즉 FASTER 검사(focused abdominal sonography trauma extremity respiratory)가 이루어져 한다.

마지막으로 본 연구는 단일 센터에서 이루어졌다는 것과 환자군이 39명으로 너무 적었다는 것이 제한점이 되고 검사자간의 신뢰성에 대해 언급이 되지않은 점도 다른 제한점으로 들 수 있다. 그리고 각 검사자는 이중 맹검을 위해 최선을 다하였지만 환자를 선택할 때 선택 편견을 완전히 배제할 수 없었다는 문제점을 갖고 있다.

## V. 결 론

타박상이나 염좌와 임상적으로 구분되지 않는 손목이나 발목 관절 부위의 골절 진단에 있어서 응급 초음파 검사를 시행하여 손쉽게 골절 유무를 진단할 수 있었고 방사



**Fig. 5.** There is the case, which was the view of the ankle joint fracture on the emergency ultrasound (arrow), but was confirmed by initial simple radiography, then was confirmed by F/U 3 days` simple radiography (head arrow).

선 검사가 가용되지 않거나 힘든 상황에서 초음파 검사가 유용하게 이용될 수 있으리라 생각된다. 또한 과밀화된 응급센터에서 좀 더 신속한 임상적 판단을 제공해주는 유용한 선별검사라도 의미 있다고 하겠다.

## REFERENCES

- 1) Rizoli SB, Boulanger BR, McLellan BA, Sharkey PW. Injuries missed during initial assessment of blunt trauma patients. *Accid Anal Prev* 1994;26:681-6.
- 2) Parmelee-Peters K, Eathorne SW. The wrist: common injuries and management. *Prim Care* 2005;32:35-70.
- 3) Raymond CA. When medical help is really far away. *JAMA* 1988;259:2343-4.
- 4) Clement H, Grechenig W, Peicha G, Grechenig S. Ultrasound diagnosis in knee and foot trauma. *Orthopade* 2002;31:332-5.
- 5) Boutry N, Vanderhofstadt A, Peetrons P. Ultrasonography of anterosuperior calcaneal process fracture: report of 2 cases. *J Ultrasound Med* 2006;25:381-5.
- 6) Glinkowski W, Gorecki A. Clinical experiences with ultrasonometric measurement of fracture healing. *Technol Health Care* 2006;14:321-33.
- 7) Dulchavsky SA, Henry SE, Moed BR, Diebel LN, Marshburn T, Hamilton DR, et al. Advanced ultrasonic diagnosis of extremity trauma: the FASTER examination. *J Trauma* 2002;53:28-32.
- 8) Hunter JD, Mann CJ, Hughs PM. Fibular fracture: detection with high resolution diagnostic ultrasound. *J Accid Emerg Med* 1998;15:118-24.
- 9) Ward WG, Nunley JA. Occult orthopaedic trauma in the multiply injured patient. *J Orthop Trauma* 1991; 5:308-12.
- 10) Katz R, Landman J, Dulitzky F, Bar-Ziv J. Fracture of the clavicle in the newborn. *J Ultrasound Med* 1988;7:21-3.
- 11) Hendrich C, Finkewitz U, Berner W. Diagnostic value of ultrasonography and conventional radiography for the assessment of sternal fractures. *Injury* 1995;26:601-4.
- 12) Wang CL, Shieh JY, Wang TG, Hsieh FJ. Sonographic detection of occult fractures in the foot and ankle. *J Clin Ultrasound* 1999;27:421-5.
- 13) Dulchavsky SA, Schwarz KL, Kirkpatrick AW, Billica RD, Williams DR, Diebel LN, et al. Prospective evaluation of thoracic ultrasound in the detection of pneumothorax. *J Trauma* 2001;50:201-5.