

## 소아 대퇴골 골절부 신생골생성에 대한 연구 —초음파와 단순 방사선촬영의 비교연구—

한림대학교 의과대학 정형외과학교실 및 방사선과학교실\*\*

박인현 · 이기병 · 송경원 · 이진영 · 민현식\* · 임효근\*\*

= Abstract =

### Ultrasonographic Evaluation of Osteogenesis at the Femoral Fracture Site in Children: Comparative Study with Plain Film

In Heon Park, M.D., Kee Byoung Lee, M.D., Kyung Won Song, M.D., Jin Young Lee, M.D.,  
Heun Sik Min, M.D.\* and Hyo Keun Lim, M.D.\*\*

Department of Orthopaedic Surgery and Radiology,\*\* College of Medicine, Hallym University

A prospective study was performed in 17 children with femoral shaft fracture to evaluate a value of ultrasonography in the aging process of hematoma around fracture site and early detection of periosteal new bone formation.

State and resoving process of the hematoma, which would be important in the early healing process of the fracture, were well demonstrated by ultrasonography. Periosteal new bone formation was detected in ultrasonography 3-15 days earlier than plain X-ray in all cases.

The results show that ultrasonography is a useful technique for the evaluation of hematoma and early detection of new bone formation at the fracture site in patient with femoral shaft fracture.

## 서 론

소아 장관골 골절에서 신생골 발견의 진단방법으로 단순 방사선촬영이 골절부 신생골 발견의 일반적인 방법이 되어왔지만 신생골 생성의 조기발견 방법은 될 수 없다. 또한 전산화단층촬영 및 자기공명영상등의 여러 첨단 진단방법도 초기 신생골 생성의 조기 진단방법은 되지 못하고 있으며 초음파검사가 골절의 치유과정 중 혈종의 육아조직 및 유골조직 형성단계에서 신생골 생성의 조기발견과 신생골의 상태를 확인하는데 아주 유용하다고 Young등<sup>12)</sup>은 최근 보고하고 있다.

저자들은 소아 장관골 골절에 있어서 골절 치유과정의 초기에 중요한 역할을 하는 골절주위 혈종의 생성 및 흡수과정과 신생골생성의 조기발견에 있어서 간편하고, 방사선 피폭이 없는 초음파검사의 유용성을 확인코자 보존적

치료를 하였던 1989년 3월에서 1990년 5월까지의 어린이 대퇴골 골절 17례를 초음파검사와 단순 방사선촬영으로 추시관찰후 그 결과를 분석하여, 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

본원에 입원하여 피부건인술 내지 골건인술 등의 보존적 요법을 시행한 17례의 소아 대퇴골 골절 환자를 대상으로 하였다. 성별 분포는 남아가 10명, 여아가 7명이며 연령은 2세에서 13세사이로 평균 7세였고 골절원인은 교통사고가 11례, 추락사고가 3례, 실족사고가 2례, 직접적인 외상에 의한 골절이 1례였다(Table 1).

골절의 부위는 근위부가 3례, 간부가 9례, 원위부가 5례였고 골절의 양상은 횡골절이 10례, 사선형 골절이 4례, 나선형 골절이 2례, 분쇄골절이 1례였다(Table 2).

### 2. 방법

본 논문의 요지는 1990년 제 34차 추계학술대회에서 구연되었음.

초음파검사는 5MHz 및 MHz 선형탐촉자 (linear array transducer)를 갖춘 장비인 Aloks SSD 630 및 ATL UM-4를 사용하였으며 골절 부위를 주로 종단 탐색하였으며 필요한 경우 횡단 탐색도 시행하였다. 초음파 검사를 골절 인술 및 피부견인술을 유지한 상태에서 수상일 이후 제 3일째에 기초검사로 시행한 후 5일, 7일, 10, 14일, 17일, 21일, 24일, 28일과 28일이후로는 1주일 간격을 원칙으로 단순 방사선촬영상 가교성가골 (bridging callus)이 관찰될 시기까지 추시관찰 하였으며 초음파검사를 하는 당일, 검사가 끝난 후 단순 방사선촬영을 전후면 및 측면 촬영을 하였다.

초음파검사에서는 골절주위의 혈종의 여부

**Table 1. Cause of Injury in 17 Femoral Fractures**

Cause of Injury	Number	Percent (%)
Traffic Accident	11	64.7
Fall from Height	3	17.6
Slip Down	2	11.8
Direct Blow	1	5.9

및 형태, 크기, 에코의 정도, 그리고 신생골 여부를 분석하였으며 초음파검사후에 시행한 단순방사선촬영과 비교하였다. 전례에서 신생골 생성 여부에 대한 확인은 추적초음파검사에서 의 변화와 단순 방사선촬영에 입각하였다. 초음파검사상 신생골생성의 기준은 수상후 3일째에 시행한 기본검사에서 보이지 않았던 발상 (mottled) 혹은 작은 점상 (patch)의 고에코성 구조가 골절부위에 관찰되며, 후방으로 음영감쇄가 동반되어있는 경우에 국한하였으며 추적초음파검사 및 단순 방사선촬영으로 비교 확인하였다.

## 결 과

### 1. 증례분석(Table 2)

#### 2. 결과

##### 1) 골절주위의 혈종

17례 중 초음파 검사에서 혈종이 관찰되었던 경우가 16례이며 혈종의 모양은 난원형 (ovoid)이 12례였으며 그외는 원형 (round)이었다. 크기는 최대장경이 3-8cm으로 평균 5cm

**Table 2. Case Analysis of 17 Femoral Fractures**

Case	Age/ Sex	Diagnosis	Mode of Injury	1st callus on US (day)	1st callus on X-Ray (day)
1	6/M	Rt. F. Distal Transverse Fx	T.A.	15	21
2	8/M	Rt. F. Mid. Transverse Fx	T.A.	17	21
3	3/F	Lt F. Mid. Spiral Fx	F.D.	9	20
4	10/M	Lt F. Prox. Oblique Fx	S.D.	13	25
5	7/F	Lt F. Mid. Oblique Fx	T.A.	10	17
6	11/F	Rt F. Distal Transverse Fx	T.A.	11	16
7	9/F	Lt F. Mid. Transverse Fx	T.A.	21	34
8	13/M	Rt F. Distal Spiral Fx	T.A.	14	19
9	11/F	Rt F. Prox. Transverse Fx	T.A.	11	17
10	3/M	Lt F. Distal Oblique Fx	F.D.	7	15
11	2/M	Rt F. Mid. Transverse Fx	F.D.	7	15
12	6/F	Lt F. Mid Transverse Fx	D.B.	13	21
13	7/F	Rt F. Prox. Transverse Fx	T.A.	17	21
14	5/M	Rt F. Mid. Transverse Fx	T.A.	7	15
15	8/M	Lt F. Distal Oblique Fx	S.D.	14	17
16	7/F	Lt F. Mid. Transverse Fx	T.A.	10	15
17	6/M	Rt F. Mid. Comminuted Fx	T.A.	10	17
Average					

\*T.A.:Traffic Accident, F.D.:Fall Down, S.D.:Slip Down D.B.:Direct Blow US:Ultrasonography

**Fig. 1.** Longitudinal scan of femoral fracture site. (A) On third day sonogram, 4.6cm sized ovoid shaped slightly echogenic complex hematoma containing cystic component in the central portion, which suggested liquefied area, was noted around fracture site. (B) On seventh day sonogram, the hematoma showed decreased in size and echogenicity.

이었다. 혈종은 16례에서 3일째 기초검사에서 모두 발견되었으며 3일째 혈종은 주위근육층보다 에코가 강하게 나타났으며 일부 혈종내부에는 액화 (liquefaction)된 낭성부분도 포함되어 있었다. 추적검사상 대개 5일에서 7일째부터 혈종의 크기가 현격히 감소되면서 에코도 감소되었고 혈종의 완전한 소실은 혈종의 크기에 따라 1주에서 3주정도가 걸렸다 (Table 1-A, B).

## 2) 신생골 생성

골절부위에서 가골 형성은 단순방사선상으로는 15-34일 (평균 19일)에, 초음파검사상으로는 7-21일 (평균 12일)에 처음 발견되어 초음파검사가 단순방사선촬영보다 3-15일 빨리 관찰되었다 (Fig. 2).

초음파 검사상 초기 가골의 소견은 처음에는

기초검사상 (base line study)에서 보이지 않던 발상 에코도 (mottled echogenic foci)들이 골절 부주위에서 관찰되었고 추시관찰에서는 시간이 지남에 따라 점상모양 (patchy), 곡선상 (curvilinear), 가교성가골 (bridging callus)형태로 보였으나 단순 방사선촬영상으로는 초음파검사에서 보였던 점상 및 발상시기에서는 가골이 보이지 않았고 곡선상시기에서 관찰되기 시작하였다 (Fig. 2. A-G).

## 고 찰

최근 급격히 증가하는 산업재해, 교통사고 및 기타 여러사고에 의해 각종 장관골 골절의 빈도가 증가하면서 예기치 않은 불유합, 지연유합의 빈도도 증가하는 추세이다. 이에 따라 골절의 조기 치유과정과 그 진단방법은 골절의 치유과정이 지연되거나 불유합되는 과정에서 향후 치료방침 설정과 불유합 방지에 있어서 중요한 요소가 된다.

장관골 골절의 치유과정은 여러 이론이 있으나 삼단계 치유과정 즉 염증기, 복원기, 재형성기로 나누며 염증기에서는 골절이 유발되면서 많은 미세혈관이 출혈되어 골절단과 골막사이에서 혈종이 형성되며 응혈괴의 상태가 된다. 이때 손상된 골막, 연부조직이 괴사되면서 형성된 괴사조직의 축적으로 강한 염증성 반응을 일으켜 유합과정이 시작된다. 복원기의 전반기에서는 혈종이 흡수되면서 섬유아세포의 증식과 혈관신생을 동반한 육아조직이 혈종괴를 대체한다. 이때 골원세포에 의해 초기 신생가골이 골조직을 가지지 않은 상태로 형성되며, 복원기의 후반기에서는 초기 미성숙 섬유골이 골편단사이를 연결시키며 연골내골화의 과정을 거친다. 재형성기에서는 미성숙된 가골이 파골세포에 의해 흡수가 되면서 완전한 골유합에 의한 고질화가 일어나 골성가골을 형성하는 골절유합이 이루어진다.<sup>1)</sup> Fawcett<sup>4)</sup>, Han 및 Holmstedt<sup>5)</sup>은 대개 골절 부위에서 출혈이 있고 이 출혈 부위에 섬유아세포와 모세혈관이 침입한 뒤 활발히 증식·발육하여 전가골 단계의 육아조직을 형성하고 이 육아조직이 단단해짐에 따라 그 내부에 섬유 연골성 가골이 생겨 골파편을 굳게 결합시킨다고 한다. 이어서 골막과 골 내막의 안쪽 층으로부터 골아 세포가 나타나서 골성 가골로 대체되고, 치밀골로 바뀌면서 골절 내부의 구축변화가 발생하면서 완전

**Fig. 2.** Serial ultrasonographic images showing evolution of callus (a-e) and comparative plain films (f, g) (A) No callus in base line study (3rd day) (B) Mottled shape (5th day) (C) Patchy shape (10th day) (D) Curvilinear shape (12th day) (E) Bridging callus (18th day) (F) No callus in plain film (12th day) (G) Evident callus (arrow head) in plain film (18th day).

한 골절 치유가 된다고 하였으며, Mineo와 Mizuno등<sup>7,8)</sup>은 골절 부위의 혈종이 골절부의 고정에 중요하며, 잠재적 골형성 능력이 있다고 병리 조직학적으로 증명하였고, Cruess와 Dumont<sup>3)</sup>의 이론에 의하면 초기 골절 유합에서 혈종이 골절부의 '고정에 중요한 역할을 한다'고 하였으며, 혈종은 혈관이 자라고 세포가 침윤하기 위한 조직의 외곽구조를 형성한다고 한다. 단순 방사선상의 골절의 치유 과정은 X-선 상으로 골편단의 탈석회화 단계, 골막성 가골화 단계, 골내막성 가골 단계, 골세주의 재형성 단계로 구분되는데, 육아 조직 및 유골형성 단계에서의 초기 골편단의 탈석회화가 수상 1-2주후에 단순 방사선상 증명될시 치유가 정상적으로 진행된다는 조기징후라고 할 수 있으나 골유합이 된다는 보장은 없으며 석회화된 골막성가골이 나타나야만 단순 방사선 소견상 의의가 있다고 한다.

골절의 유합에 영향을 미치는 전신성요인은 여러가지가 있으며 골절유합을 촉진하는 요소로는 충분한 영양, 말초신경마비, 성장호르몬, 갑상선호르몬, calcitonin, insulin, 적량의 vitamin A와 vitamin D, 지속적인 미량의 전기자극 등이 있으며 골절유합을 지연시키는 요소에는 빈혈, 만성 소모성질환, bone wax, 지연된 정복, 당뇨 거세, 감염등이 있는데, 방사선조사는 골절유합을 지연시키고 초음파는 골절유합을 촉진시키는 요소로 작용한다.

따라서 단순 방사선촬영은 피폭 방사선의 위해와 골성가골이 되기전의 가골의 발견에 대한 제한이 있으며, 현재 유용되고 있는 전산화 단층촬영과 자기 공명영상등의 첨단 진단방법도 초기 신생골발견에는 많은 제약이 있다. 그러나 골절후의 초기 상태 파악은 향후 치료방침 및 골절치유과정에 중요 요소로 작용한다.<sup>1,10)</sup> 이에 Ricciardi등<sup>9)</sup>은 Hoffmann 외고정술로 치료한 골절환자에서 초음파를 이용하여 초기 신생골을 단순 방사선 촬영보다 초기에 발견할 수 있었다고 하였고 Young등<sup>12)</sup>은 Ilizarov Limb Lengthening 환자의 신생골생성에 있어서 단순 방사선 촬영은 상당량의 신생가골이 형성되어야 신생골을 발견할 수 있으나 초음파는 초기에 고에코성 부위로 정확하고 자세히 신생골을 발견할 수 있었다고 한다.

저자들의 경우 골절후 추시관찰에서 골절의 삼단계 치유과정, 즉 염증기, 복원기, 재형성기 중에서 신생혈관을 동반하는 육아조직이 생기

는 복원기의 초기에 중요한 역할을 하는 혈종의 생성 및 소실을 정확히 알 수 있었고, 또한 신생골의 분포, 배열 및 증가를 단순 방사선 촬영보다 초기에 정확히 볼 수 있었다. 초음파의 판독 기준은 혈종과 신생골 및 골성 신생골을 초음파가 투과하지 못하여 발생하는 고에코성 부위로 신생골 생성을 양성으로 하였으며 이러한 결과로, 종래의 단순 방사선 촬영은 초기 신생골 발견에 유용한 방법이 될 수 없고 비침습성 진단방법인 초음파검사가 소아장관골 골절후 반복적이며 간단한, 초기 골절상태를 알 수 있는 진단방법이며 또한 성인의 지연 및 불유합 골절에서도 골절후 골절의 조기신생골을 초기에 발견함으로써 치료방침을 세우는데 유용하고 권장할만한 진단방법이라고 사료된다.

## 결 론

본원에 입원, 보존적 치료를 한 17례의 어린이를 대상으로 골절주위혈종의 생성과 흡수과정의 확인 및 신생골 생성의 조기발견에 있어서 초음파검사의 유용성을 알아보기 위해서 단순 방사선촬영과의 비교분석을 한 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 초음파검사로 단순 방사선 촬영에서 관찰할 수 없는 초기 골절치유에 중요한 혈종의 생성 및 흡수과정을 잘 볼 수 있었다.
2. 초음파검사로 초기 신생골을 단순 방사선 촬영에 비해 3일에서 15일 먼저 발견할 수 있었다.
3. 초음파의 추시 관찰은 방사선의 피폭없이 반복적으로 신생골의 생성상태와 분포를 정확히 초기 파악함으로써 치료방법을 세울 수 있었다.

이상의 결과로써 초음파검사는 소아 대퇴골 골절에서 골절주위의 혈종의 생성여부와 흡수과정을 관찰하는데 있어서 뿐만 아니라 초기 신생골생성을 초기에 발견하여 향후 치료방침을 세우는데 유용한 비침습성 진단방법으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) 대한정형외과학회편저:정형외과학, 제3판, pp. 341-349, 1989.
- 2) 문장호, 임효근, 함은재, 주인옥, 배상훈, 윤종섭:간내혈종의 초음파소견. 대한방사

선의학회잡지, 25-3:444-450, 1989.

- 3) Cruess R.L. and Dumont J.: *Current concepts fracture healing. The Canadian J. of Surg.*, 18:403-413, 1975.
- 4) Fawcett, D.W.: *A textbook of histology. 11th Ed.*, W.B. Saunders, Philadelphia, pp. 216-231, 1986.
- 5) Han, S.S. and Holmstedt, J.O.V.: *Human microscopic anatomy. 1st Ed.*, McGraw-Hill Book Company, New York, pp. 123-129, 1981.
- 6) Manual of Ultrasound: V.V. Medtech, International Inc. Roger C. Sanders: *Clinical sonography. 1st Ed.*, pp. 27-34, Boston, Little, Brown and company, 1984.
- 7) Mineo, K., Mizuno, K. and Sumi, M.: *Osteogenic potential of hematoma in fracture healing-transplantation of hematoma under the periosteum of the parietal bone. Kobe J. Med Sci.*, 34:31-47, 1988.
- 8) Mizuno, K., Mineo, K. and Tachibana, T.: *Role of hematoma in the fracture healing. Abstract from the 5th International Congress on Bone Morphometry. 53:1988.*
- 9) Ricciardi, L., Perissinotto, A. and Visentin, E.: *Ultrasonography in the evaluation of osteogenesis in fractures treated with Hoffmann external fixation. Ital. J. Orthop. Traumatology*, 12(2):185-189, 1986.
- 10) Rockwood, C.A. Jr. and Green, D.P.: *Fractures in adults. 2nd Ed.*, pp. 147-155, Philadelphia, J.B. Lippincott company, 1984.
- 11) Simons, D.J.: *Biology of fracture healing in normal and metabolic bone disease. Abstract from the 5th International Congress on Bone Morphometry, 53:1988.*
- 12) Young, W.R., Kosrtubiak, I.S., Resnik, C.S. and Paley, D.: *Sonographic evaluation of bone production at the distraction site in Ilizarov limb-lengthening procedures, Am. J. of Radiology*, 154:125-128, 1990.