

쇄골 골절의 골유합 평가에 있어서 초음파의 유용성

경상대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

문동규 · 박형빈

The Usefulness of Ultrasonography in the Evaluation of Clavicle Fracture Healing

Dong Kyu Moon, M.D., Hyung Bin Park, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

Purpose: This study was conducted to determine the usefulness of ultrasonography in evaluating callus formation in radiologically suspected nonunion or delayed union of clavicle fractures during conservative management.

Materials and Methods: Six male patients and one female patient (average age: 38.3 years; range: 7 to 70 years), whose conservatively managed clavicle fractures were suspected of nonunion or delayed union, were examined with ultrasonography. If callus formation was detected, the patient continued to receive conservative management. If callus formation was not detected, the patient received operative management.

Results: Six patients, in whom callus formation was observed ultrasonographically, continued to receive conservative management. The final simple radiographies of their fractures showed complete unions. One patient, in whom no callus formation was observed ultrasonographically, received operative management. In that patient, there was no operative finding of any fracture healing.

Conclusion: Ultrasonography is a useful tool for evaluating callus formation in clavicle fractures suspected of nonunion or delayed union during conservative management. Ultrasonography can be used to avoid unnecessary surgery.

Key Words: Clavicle fracture, Callus formation, Nonunion, Delayed union, Ultrasonography

서 론

쇄골 골절은 모든 골절의 2.6~4%를 차지하는 흔한 골절로 과거에는 비수술적으로 치료하는 경우 불유합율이 1% 미만이었으나 최근에는 교통사고와 같은 고에너지 손상의 빈도가 증가하여 보존적인 치료 후 불유합율이 15% 이상으로 보고되고 있다.¹⁻⁵⁾ 반면 쇄골 골절의 수술적 치료 후 불유합율은 과거

에는 4.6%에 이르렀으나 수술 술기의 발달과 내고정물의 발달로 최근에는 2.0~2.2%로 낮게 보고되고 있다.⁶⁾ 이를 바탕으로 쇄골 골절의 수술적인 치료가 과거에 비하여 증가하고 있지만 그럼에도 불구하고 많은 경우 쇄골골절치료에서 비수술적 치료가 우선 고려되기도 한다.^{1,6)}

비수술적 치료를 시행 받은 쇄골 골절 환자 중 소아의 경우 수상 후 3~6주 경 골유합이 일어난다고 하며, 성인의 경우 수상 후 6~8주 경 임상적으로 골유합이 일어나고 12주 경 방사선학적으로 골유합 소견이 나타난다고 보고되고 있다.^{7,8)} 쇄골 골절 후 소아의 경우 6주 이상, 성인의 경우 8주 이상 보존적 치료를 시행하였음에도 임상적으로 골유합 여부

통신저자: 박 형 빈

경상남도 진주시 강남로 90

경상대학교병원 정형외과, 건강과학연구원

Tel: 055-750-8688, Fax: 055-761-9477

E-mail: hbinpark@gnu.ac.kr

가 의심스럽고 단순 방사선학적 검사에서 가골 형성이 관찰되지 않아 향후 지연 유합이나, 불유합의 발생 가능성이 높은 경우 수술적 치료를 시행할 것인지 아니면 조금 더 기다려 볼 것인지를 결정하는 것은 흔히 경험하게 되는 임상적 과제이다.

초음파 검사는 단순 방사선 검사보다 골절의 가골 형성 여부를 확인하는데 높은 민감도를 가지고 있을 뿐 아니라 동적 검사가 가능하여 골유합 진행 여부를 파악하는데 단순방사선 검사에 비하여 우수한 장점이 있다고 알려져 있다.⁹⁾ 본 연구에서는 쇄골 골절을 보존적으로 치료받은 환자들 중 골유합 진행 여부가 불확실한 경우 초음파 검사가 쇄골 골절에서도 유용한 골유합 예측 검사가 될 수 있는지를 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

2008년 1월부터 2010년 2월까지 타 병원으로부터 전원 되었거나, 본원에서 쇄골 골절로 진단되어 보존적 치료를 시행 받은 환자들 중 단순 방사선 검사상 최소 6주 이상 경과하여도 가골 형성이 관찰되지 않아 지연 유합이나, 불유합이 의심된 환자 7명을 대상으로 초음파를 시행하여 가골 형성 유무 및 골절부위 가동성 유무를 확인하였다. 초음파 검사상 가골 형성이 관찰되고 가동성이 없다고 판단되는 경우 보존적 치료를 지속하여 단순 방사선 검사에서 골유합이 진행되는지 여부를 관찰 하였고, 가골이 관찰되지 않고 수상 후 16주 이상 경과한 환자에서는 불유합으로 진단하고 수술적 치료를 시행하였다.

연구대상 환자 7명중 남자는 6명, 여자는 1명이었고 평균 나이는 38.3세(7~70세)이었다. 쇄골 골절은 우측이 2예, 좌측이 5예였으며, 손상 받은 측이 우세수인 경우가 2예였다. 수상 원인으로는 교통사고가 4예, 넘어짐이 2예, 스포츠 손상이 1예였다. 1예의 스포츠 손상은 축구 경기 중 쇄골 골절이 발생하여 3개월 간 보존적인 치료를 받던 중 재골절이 발생한 경우였다. 수상 후 초음파를 시행 받을 때까지의 기간은 평균 11.4주(6~24주)였다.

초음파 기기는 iU22 xMATRIX Ultrasound System (Philips®, USA)을 이용하였고, 5~12MHz의 선형 탐침자를 이용하였다. 초음파 검사에서 골유합의 진행 여부는, 소아의 경우는 수상 후 최소 6주, 성인의 경우 수상 후 최소 8주 이상 진

행된 것을 고려하여 골절 경계면 사이에 주변의 근육 조직 보다 고에코 조직으로 관찰되는, 골화성 가골의 존재와 골절부위에 가동성이 없는 것으로 판단하였다(Fig. 1). 재골절 환자의 경우 처음 골절 후 발생한 가골은 주변의 피질골과 같은 정도의 에코를 보이는 반면 재골절 이후 새로 생성된 가골은 주변의 근육에 비하여 고에코로 나타나지만 피질골 보다는 저에코로 나타나는 소견을 바탕으로 재골절 후 가골 형성 여부를 판단하였다.

결 과

쇄골골절의 형태는 Robinson 분류 상 7예 모두 2B1형에 속하였고, 5예는 단순 전위 골절(simple displaced)이었으며, 2예는 설상분쇄 골절(wedge comminuted)이었다.³⁾ 교통사고와 같은 고에너지 손상을 받은 환자는 5예, 넘어짐과 같은 저에너지 손상을 받은 환자는 2예였다. 6예에서 초음파 검사상 가골 형성이 관찰되었고 가동성이 적은 것으로 판단되어 골유합이 진행중인 것으로 판단하였으며, 1예에서는 가골 형성이 관찰되지 않았고 골절부위의 가동성이 관찰되어 골유합이 진행되지 않는 것으로 판단하였다. 수상 후 초음파 검사상 가골 형성을 관찰 할 수 있었고 가동성이 적다고 판단한 6예는 추시 단순 방사선 검사상 가골 형성이 관찰되었고 최종 추시 소견상 골유합이 이루어진 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2). 하지만 초음파 검사상 가골 형성이 관찰되지 않았던 1예는 수상 후 24주가 경과하였고 단순 방사선 검사상 가골 형성을 관찰할 수 없어 불유합으로 판단하고 수술적 치료를 시행하였

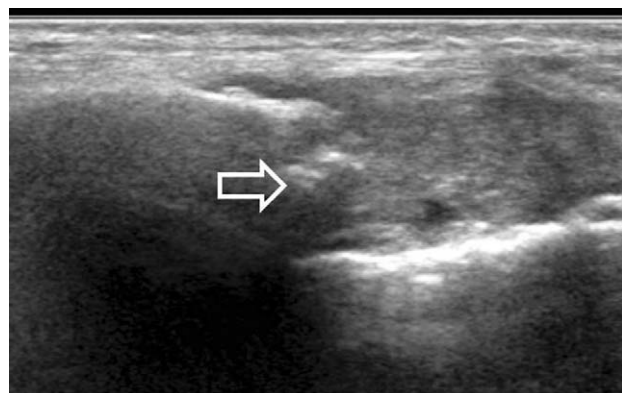


Fig. 1. Ultrasonographic finding of hyperechoic ossified callus formation (arrow).

고 수술 소견상으로도 불유합을 확인 할 수 있었다 (Fig. 3).

고 찰

쇄골 골절을 비수술적으로 치료를 받는 환자들에서 수술적 치료로 전환 해야 하는 경우는 불유합 또

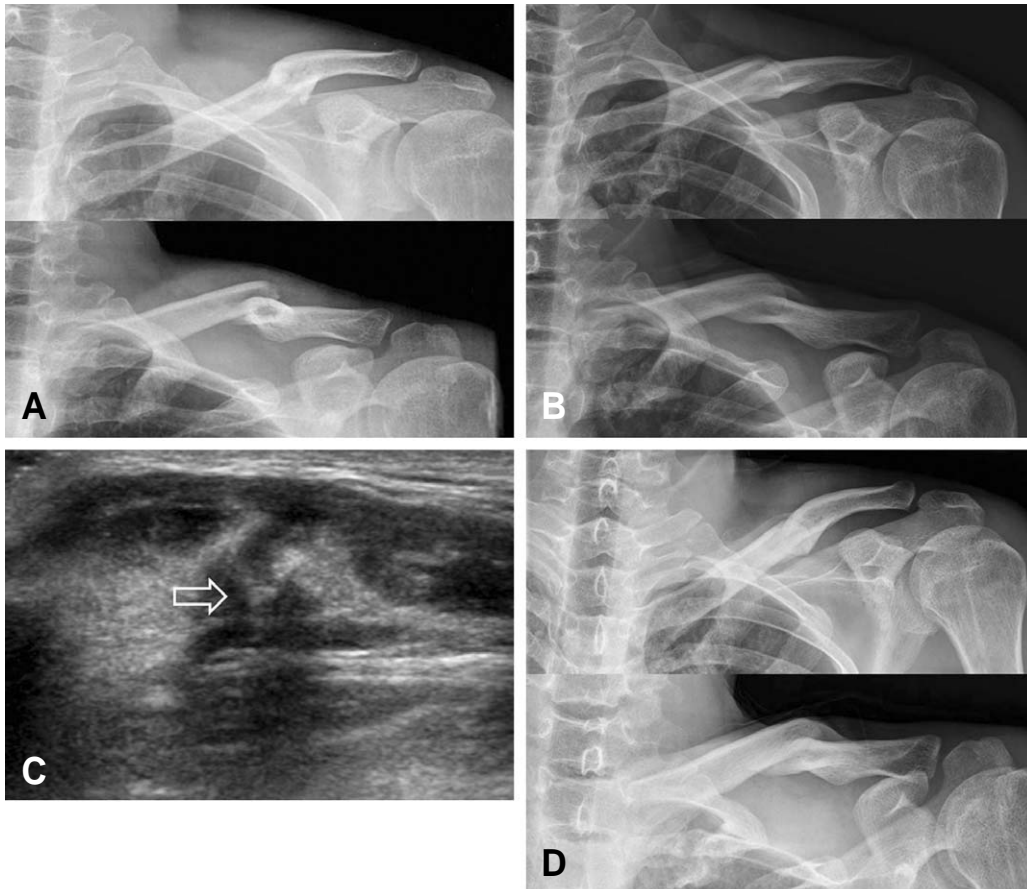


Fig. 2. A 37-year-old male patient confessed feeling pain in the left shoulder. (A) Initial X-ray showed Robinson classification type 2B1 midshaft fracture in the left clavicle. (B) 3 months later, there was no definite callus formation on the fracture site. (C) An ultrasonography of the fracture site revealed a hyperechoic tissue (arrow) which was considered to be ossified callus. (D) 6 months later, a simple X-ray showed bridging callus formation.



Fig. 3. A 47-year-old male patient came to the outpatient clinic 6 months ago. He was diagnosed with left clavicle fracture. (A) A simple X-ray showed callus formation but no bridging callus or bony contact. (B) An ultrasonography at the fracture site revealed no hyperechoic tissue or bridging callus.

는 부정 유합이 발생하거나 후기 신경혈관 문제가 발생하는 경우 등이다. 불유합은 일정 기간이 경과 하여도 임상적 또는 방사선학적으로 골절 치유가 나타나지 않는 경우로 정의하고 있지만, 저자들마다 그 기간에 대하여 16~24주 등으로 다양하게 정의하고 있다.^{10,11)} 보존적 치료를 받는 환자들 중 추시 방사선 검사상 지연유합 또는 불유합이 의심되는 경우 수술여부의 결정은 쉽지 않은 과제이다.

동물을 대상으로 한 연구에 의하면 골절의 정상 유합과정에 따른 초음파 영상학적 소견은 처음 1주일 동안은 혈중부위가 균질한 저에코 또는 무에코로 관찰 되고 이후 1주일 간 비균질하게 변하며 이후 3~4주에는 초기 골화성 가골이 고에코로 나타나기 시작하여 5~6주에는 가골의 성숙으로 더욱 고에코로 관찰 되고 6주 이후 균질한 고에코 영역으로 관찰 된다고 알려져 있다.¹²⁾ 그리고 Moed 등^{13,14)}은 초음파상 골유합의 정의를 고에코를 나타내는 가골이 최소 세 방향에서 골절 부위에 나타나는 경우로 정의 하였을 때 동물 실험에서 초음파 검사로는 평균 5.6주에 골유합 소견을 관찰할 수 있었으나 단순 방사선학적인 골유합은 7.3주에 나타났다고 보고하였다. 임상 연구에서는 경골 골절에서 골수강 내 금속 정 수술 후 골유합이 이루어진 환자들 중에서 6주와 9주에 초음파 검사를 실시해 32예는 6주에 그리고 6예는 9주에 골유합이 진행되었음을 확인하였으나 방사선학적인 골유합을 확인하는데 평균 19주가 걸려 초음파 검사가 단순 방사선 검사보다 조기에 가골 형성 및 골유합의 진단이 가능하다고 하였다. Matsuyama 등¹⁵⁾은 초음파를 이용하여 골절부위의 가동성을 측정하였고 골유합이 진행함에 따라 골절부위의 가동성이 적어지는 반면 불유합이 발생한 경우 골절부위의 가동성의 감소가 일어나지 않는 것을 확인하였다. 이들 저자들은 초음파 검사가 단순 방사선 검사상 골절 유합의 증거가 확인 되기 전에 초음파 검사로 골절 유합 가능성을 예측하고 이를 바탕으로 이차적인 처치의 필요성 여부를 결정하는데 유용한 검사라고 하였다. 저자들은 이들 연구 결과를 토대로 초음파 검사시 동적 검사를 시행하여 골절부의 압통 정도 및 골절부위 가동성 여부를 확인하고 수상 후 최소 6주 이상 경과한 것을 감안하여 고에코의 골화성 가골이 양측 골절단 사이에 존재하는 지 여부를 확인하였다. 골절부위 가동성이 없고 고에코의 골화성 가골이 관찰 되는 경우 골유합이

진행되고 있는 것으로 판단하고 보존적 치료를 지속하여 모든 예에서 단순 방사선학적 검사에서 골유합이 이루어진 것을 확인 할 수 있었고, 불유합으로 진단된 1예에서는 초음파에서 가골형성이 관찰 되지 않았고, 골유합이 이루어진 경우에 비하여 가동성이 큰 것을 확인 할 수 있었다. 컴퓨터 단층 촬영 또한 가골 형성 유무를 용이하게 확인 할 수 있어 불유합의 진단에 유용한 검사로 알려져 왔으나 정적인 검사로 골절부위의 가동성이나 골절부위 압박에 따른 통증의 유무를 확인 할 수 없다는 점과 방사선 피폭량이 단순 방사선 검사에 비하여 상당히 많다는 점 등의 단점이 있다. 반면, 초음파 검사는 동적 검사로 골절부위의 가골 형성 뿐 아니라 가동성 여부를 확인할 수 있다는 점과 방사선 피폭에 대한 우려가 전혀 없다는 장점이 있다.⁹⁾ 그리고 최근 도플러 초음파를 이용한 연구에서 골절부위로 공급되는 혈액량을 확인한 결과 불유합의 경우 골절부위로 공급되는 혈액량이 정상 골유합이 진행되고 있는 경우에 비하여 현저히 적다고 보고하고 있다.¹⁶⁾ 초음파 검사는 기존의 검사법에 도플러 초음파를 추가하면 골절의 치유 과정의 생리학적 국소인자를 추가로 평가할 수 있어 골유합 여부를 평가하는데 있어서 단순방사선 검사나 컴퓨터 단층 촬영에 비하여 더욱 유용한 검사법이라고 생각한다.¹⁶⁾ 초음파 검사의 단점으로 검사자의 숙련도에 따라 검사의 정확도 및 검사시간이 좌우되고, 환자의 협조 정도가 진단의 정확도에 관여한다는 것 등이 지적되고 있지만, 숙련된 검사자의 경우라면 이러한 단점은 충분히 극복 가능한 것으로 판단한다.¹⁷⁾

본 연구는 적은 증례 수, 초음파상 가골 형성 여부 및 가동성 여부를 정량화하여 골유합과의 직접적인 상관 관계를 제시하지 못하였다는 점, 그리고 불유합의 초음파적 진단 기준을 제시하지 못하였다는 것이 제한점으로 이 부분은 추후 연구가 이루어야 할 부분으로 생각한다.

결론

초음파 검사는 보존적 치료를 받는 쇠골 골절 환자에서 임상적 및 방사선학적으로 불유합 또는 지연 유합이 의심되는 경우 가골 형성을 평가하는데 있어 유용한 검사 방법으로 불필요한 수술을 피하는 데 기여할 수 있을 것으로 생각한다.

참고문헌

1. **Neer, CS, 2nd.** *Nonunion of the clavicle.* *J Am Med Assoc*, 1960;172:1006-11.
2. **Rowe, CR.** *An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures.* *Clin Orthop Relat Res*, 1968;58:29-42.
3. **Robinson, CM.** *Fractures of the clavicle in the adult. Epidemiology and classification.* *J Bone Joint Surg Br*, 1998;80(3):476-84.
4. **Robinson, CM and DA Cairns.** *Primary non-operative treatment of displaced lateral fractures of the clavicle.* *J Bone Joint Surg Am*, 2004;86-A(4):778-82.
5. **Brinker, MR, TB Edwards and DP O'Connor.** *Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture.* *J Bone Joint Surg Am*, 2005;87(3):676-7.
6. **Zlowodzki, M, BA Zelle, PA Cole, K Jeray and MD McKee.** *Treatment of acute midshaft clavicle fractures: systematic review of 2144 fractures: on behalf of the Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group.* *J Orthop Trauma*, 2005;19(7):504-7.
7. **Rockwood, CA, JH Beaty and JR Kasser.** *Rockwood and Wilkins' fractures in children. 7th ed.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.620-9.
8. **Bucholz, RW, CA Rockwood and DP Green.** *Rockwood and Green's fractures in adults. 7th ed.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.1106-41.
9. **Weiss, DB, JA Jacobson and MA Karunakar.** *The use of ultrasound in evaluating orthopaedic trauma patients.* *J Am Acad Orthop Surg*, 2005;13(8):525-33.
10. **Simpson, NS and JB Jupiter.** *Clavicular Nonunion and Malunion: Evaluation and Surgical Management.* *J Am Acad Orthop Surg*, 1996;4(1):1-8.
11. **Jeray, KJ.** *Acute midshaft clavicular fracture.* *J Am Acad Orthop Surg*, 2007;15(4):239-48.
12. **Risselada, M, M Kramer, H de Rooster, O Taeymans, P Verleyen and H van Bree.** *Ultrasonographic and radiographic assessment of uncomplicated secondary fracture healing of long bones in dogs and cats.* *Vet Surg*, 2005;34(2):99-107.
13. **Moed, BR, EC Kim, M van Holsbeeck, et al.** *Ultrasound for the early diagnosis of tibial fracture healing after static interlocked nailing without reaming: histologic correlation using a canine model.* *J Orthop Trauma*, 1998;12(3):200-5.
14. **Moed, BR, S Subramanian, M van Holsbeeck, et al.** *Ultrasound for the early diagnosis of tibial fracture healing after static interlocked nailing without reaming: clinical results.* *J Orthop Trauma*, 1998;12(3):206-13.
15. **Matsuyama, J, I Ohnishi, R Sakai, et al.** *A new method for evaluation of fracture healing by echo tracking.* *Ultrasound Med Biol*, 2008;34(5):775-83.
16. **Caruso, G, R Lagalla, L Derchi, A Iovane and A Sanfilippo.** *Monitoring of fracture calluses with color Doppler sonography.* *J Clin Ultrasound*, 2000;28(1):20-7.
17. **Hurley, ME, GD Keye and S Hamilton.** *Is ultrasound really helpful in the detection of rib fractures?* *Injury*, 2004;35(6):562-6.

국문초록

목적: 보존적인 치료를 시행 받은 쇄골 골절 환자 중 단순 방사선학적 검사에서 가골 형성이 관찰 되지 않아 지연유합이나 불유합이 의심되는 경우 초음파 검사가 가골 형성여부를 확인하는 검사로서 유용한 가를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 쇄골 골절로 진단되어 보존적인 치료를 시행 받았으나, 불유합 또는 지연 유합이 의심되는 여섯 명의 남자와 한 명의 여자 환자(평균 38.3세; 범위: 7~70세)를 대상으로 초음파를 시행하였다. 초음파 검사상 가골 형성이 관찰된 경우는 보존적 치료를 지속하였고, 가골 형성이 관찰 되지 않은 경우는 수술적 치료를 시행하였다.

결과: 초음파 검사상 가골 형성을 관찰 할 수 있었던 6예는 보존적인 치료를 지속하여 최종 추시 단순 방사선 검사상 골유합을 확인 할 수 있었다. 초음파 검사상 가골 형성이 관찰되지 않았던 1예는 수술적 치료를 시행하였으며, 수술소견상 골유합 소견을 관찰할 수 없었다.

결론: 초음파 검사는 보존적 치료를 받는 쇄골 골절 환자에서 임상적 및 방사선학적으로 불유합 또는 지연 유합이 의심되는 경우 가골 형성을 평가하는데 있어 유용한 검사 방법으로 불필요한 수술을 피하는 데 기여할 수 있을 것으로 생각한다.

색인단어: 쇄골 골절, 가골 형성, 불유합, 지연유합, 초음파 검사