

## 인공물을 이용한 연조직의 초음파 검사

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 정형외과

김 정 만

### Sonographic Examination of the Soft Tissue Using Artifacts

Jung-Man Kim M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Seoul St. Mary's Hospital,  
The Catholic University of Korea, College of Medicine, Seoul, Korea

The artifacts in sonography is not always harmful. Sometimes it is beneficial for the evaluation of the water contents of the soft tissue and estimating the degree of inflammation and character of the regenerated tissue indirectly using artifacts such as acoustic shadowing and the enhanced transmission. It can also be useful to evaluate the possibility of aspiration of the calcifies masses by knowing of the contents of the water among them. Unlike the MRI it is useful to get real time informations with low cost in diagnosis and treatment of the soft tissue disease usinf artifacts in sonography.

**Key Words:** Soft tissue, Artifact, Sonography

관절 질환의 검사에 초음파의 이용은 유용하다. 초음파가 골 밑의 구조물을 볼 수 없다는 단점이 있음에도 불구하고 연조직의 모양을 상세히 볼 수 있고, 그 연조직의 조직학적 특성과 초음파의 인공물의 생성 과정을 이해하면 조직의 성격을 비교적 상세히 파악할 수 있다. 정형외과 영역에서 쓰는 회색자 초음파(grey-scale ultrasonography)의 해상도가 300  $\mu\text{m}$  미만까지에 이르므로<sup>3)</sup> 자기 공명 영상으로도 파악할 수 없는 정보를 얻을 수 있다. 우리가 자기 공명 영상을 통해서 많은 지식을 얻지만 비용이 많이 들고 색상으로 얻을 수 있는 정보가 없으므로 제한된 정보만 얻게 되는 경우가 있다. 예를 들어 자기 공명 영상은 조직 손상 후의 치유 과정을 알아볼 수 없으며, 석회 침착을 볼 수는 있으나 석회화

된 조직의 성상을 파악하는 것은 불가능하다. 또 자기공명영상(MRI)이나 컴퓨터단층촬영(CT)은 수술이나 이물질등으로 인해 체내에 들어간 금속이 있을 경우 인공물이 생겨 주위의 연조직을 정확하게 관찰할 수 없는데 비해 초음파는 이것을 정확하게 관찰할 수 있다는 장점이 있다<sup>5)</sup>. 초음파는 이러한 것을 가능하게 하므로 비용이 저렴하기만 한 것이 아니라 때로는 자기 공명 영상으로 파악할 수 없는 정보를 얻을 수 있다. 이 글에서는 지면 관계상 모든 초음파상 인공물을 다 설명할 수는 없으므로 연조직의 수분 함량에 따라 초음파 상이 달라지는 점을 이용하여 조직의 상태를 파악하는 방법만을 설명하고자 한다.

Fig. 1에서 슬관절의 활막 제거술 후 6주째에 슬관절 외측에서 슬개 상 주머니를 초음파로 종축(long axis)로 관찰하였을 때 대퇴사두근 아래에 활액막 제거술 후 만들어진 반흔 조직과 여전히 수분 함량이 많은 부종을 함유한 조직이 있을 것이다. 초음파 검사상 이러한 조직을 직접 구별할 수는 없겠으나 그 조직이 초음파를 잘 통과시키지 않는 조

통신저자: 김 정 만

서울특별시 서초구 반포동 505  
가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 정형외과  
Tel: 02-2258-2837, Fax: 02-595-1700  
E-mail: osjmk@korea.com

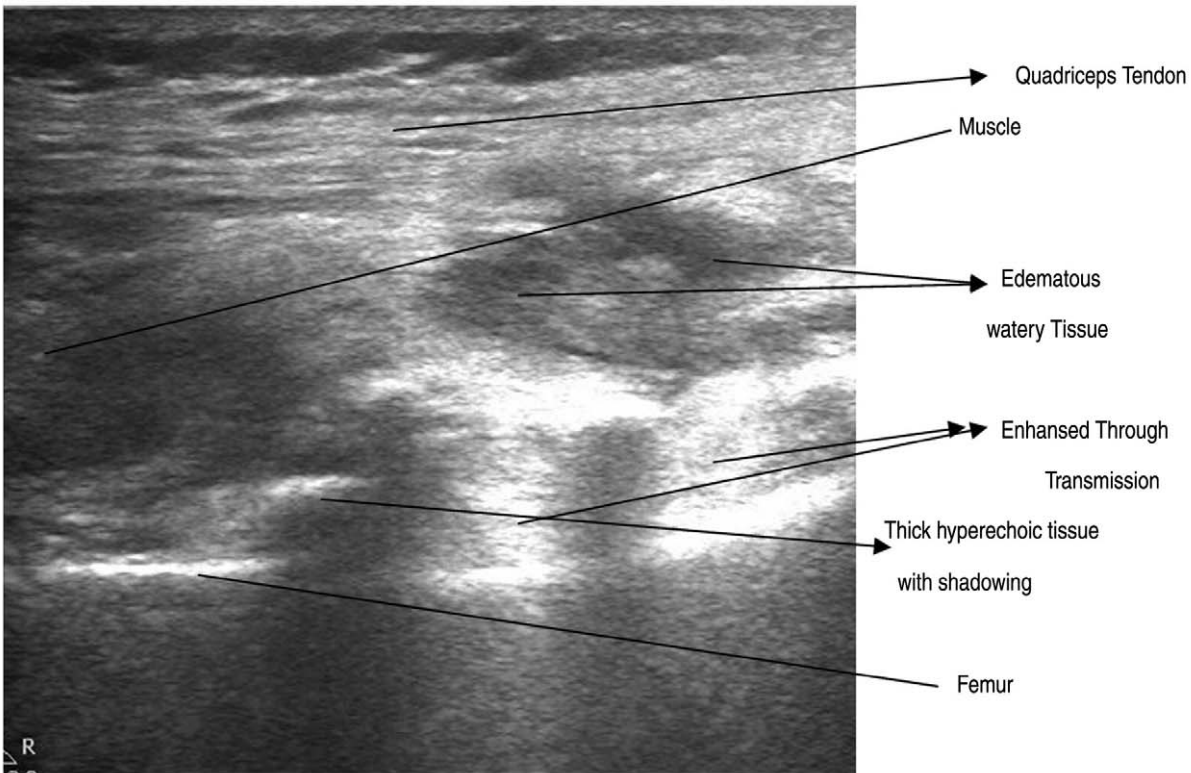


Fig. 1. Suprapatellar pouch of the right knee 6 weeks after arthroscopic synovectomy.

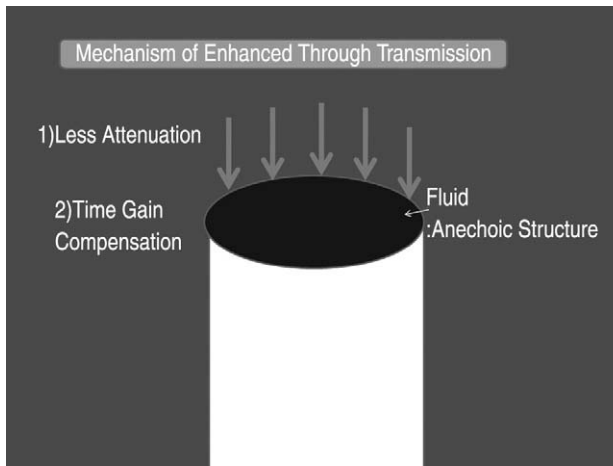


Fig. 2. Mechanism of enhanced through transmission

직이면 그러한 조직 밑에 생기는 음향 그림자(acoustic shadowing)가 생기므로 이것을 보고 간접적으로 파악할 수 있고<sup>5)</sup>, 반대로 음향 저반사를 보이면서(검게 나타남) 그보다 깊은 곳에 증가된 통과상(enhanced transmission)을 보여 희게 보이면 그 조직이 수분이 많은 조직임을 알 수 있다.

Fig. 2에서는 증가된 통과상이 만들어지는 기전을 설명하고 있다. 먼저 수분 함량이 많으면 초음파의

통과시 무반사(anechoic)가 되므로<sup>5)</sup> 결국 감쇠(attenuation)가 적어 많은 음파가 통과하기 때문에 희게 나타난다. 이에 덧붙여 통과를 증강시키는 기전이 하나 더 있다. 소위 시간 얻기 보상(time gain compensation)이라는 것이다. 그 원리는 표면 음향 반사(echo)는 심부보다 최대 106배 강한테 이것을 잘 처리하지 않으면 깊은 물체의 이미지가 잘 보이지 않게 되므로 이를 보상하기 위해 균등히 하는 기법을 쓰다 보니 깊이 있는 조직에서 반사가 더 많이 일어나서 더 희게 나타나는 것이다<sup>10,11)</sup>.

초음파는 액체가 모인 것에 매우 예민한 상을 보인다<sup>1)</sup>. 그러므로 이를 이용해 관절의 염증이 관절삼출액을 형성했는지 단순히 조직이 수분을 많이 가지고 있는지, 치유 과정에 있는지를 어느 정도 가늠할 수 있다.

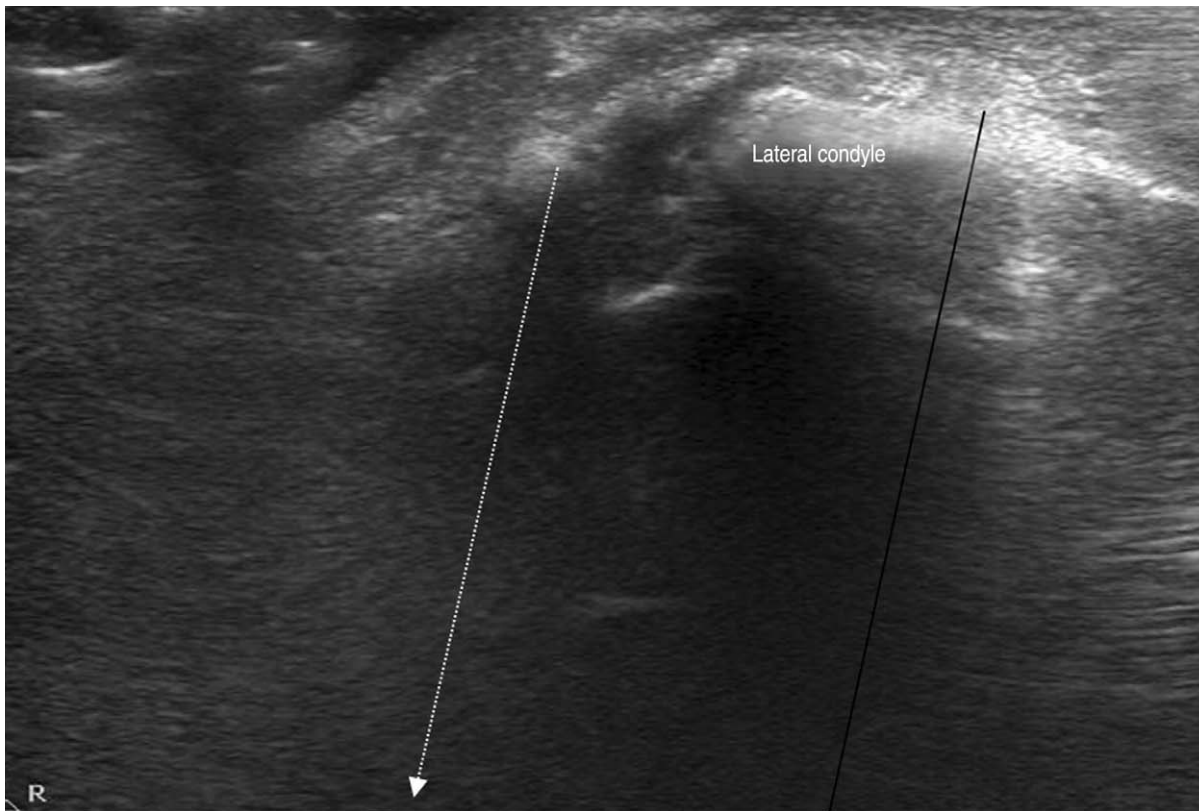
이렇게 음향 그림자와 증가된 통과상이라는 인공물의 원리를 이용하면 목표하고 있는 물질의 수분 함량을 알 수 있어 조직의 성질을 파악할 수 있다. 즉 흔히 볼 수 있는 연조직의 석회화 상을 볼 때 단순 방사선 사진만 보거나 자기 공명 영상을 보고는 이 석회화가 쉽게 흡수될 것인지 혹은 흡인시 용이하게 흡인될 수 있는지를 알 수 없으나 초음파를 이용하면 이러한 상황을 예측할 수 있다.



Fig. 3. Calcification at lateral condylar area

주관절에 생긴 석회화를 가지고 풀이를 해 보자. Fig. 3의 단순 방사선 사진에서는 석회화가 모두 고 밀도로 보이므로 그 성질을 분별할 수 없다. 즉 이 석회화가 수분이 없이 단단한 석회화 덩어리인지, 아니면 수분이 많아 걸죽한 죽 같은 상태여서 흡수도 잘되고 흡인시 쉽게 흡인될 것인지도 알 수 없다.

즉 Fig. 3에서는 석회화 각 부분에 대한 조직학적 성상의 수분 함량의 정도를 알 수 없으나, Fig. 4에서는 같은 환자의 석회화를 초음파로 관찰한 것으로 써 음향 그림자가 있는 부분은 수분 함량이 적은 단단한 석회화 덩어리일 것이고, 증강된 음향 통과상을 보이는 부분은 수분 함량이 많은 부분으로 쉽게 흡인될 수 있는 부분이라는 것이다. 증가된 음영 부분에서 음향 그림자가 나타나지 않은 것은 석회 가루의 크기가 작아 광선폭 인공물 (beam width artifact)을 보이기 때문으로 여겨지며<sup>3)</sup> 여기에 수분 함량이 많아 증강된 음향 투과가 보이는 이중 기전이 작용한 것으로 보인다. 광선폭 인공물이란 초



Thick hard calcification with acoustic shadowing

Fine granules of soft watery calcification with enhanced transmission

Fig. 4. Sonographic findings of calcification at elbow, shown in Fig 3.

음파의 폭보다 작은 폭을 가진 물체는 그림자가 생기지 않는 것을 말한다. 이런 현상은 근골격계에서 흔히 볼 수 있으며, 만일 그림자가 보이지는 않으나 매우 음향 반사가 큰 초점이 보이면 이것이 석회 침착일 수도 있다는 것을 염두에 두어야 한다<sup>3)</sup>. 수분이 없는 고반사 초점 (highly echogenic focus)의 석회는 음향그림자(acoustic shadowing)를 보이는데 이는 인체 내의 서로 다른 조직의 경계면에서 음향 저항(acoustic impedance)의 차이가 클 때 반사파는 크고 투과파는 작게 되어 두 경계면의 후부에서는 음향 그림자가 나타나기 때문이다. 골, 장관내 가스, 담석, 석회화 등에서 이러한 현상을 볼 수 있다<sup>1)</sup>.

견관절에서 흔히 보이는 대결절 직상부 극상근에 생긴 석회화를 치료하는 과정에서 이러한 인공물의 원리를 이용하면 편리하다. 본 증례는 석회화가 Fig. 5의 단순 방사선 영상과 Fig. 6의 초음파 사진에 보이는 바와 같이 비교적 견고한 석회 덩어리임이 예측된다. 예측한대로 초음파 인도(guided) 하에 흡인을 시행하였으나 흡인되지 않았다. 환자의 통증이 심하였기 때문에 석회를 부분적으로라도 제거할 필요가 있었으므로 체외충격파요법(ESWT)를 시행하였더니 Fig. 7과 같이 석회화의 고반사 반사체의 크기와 반사 강도가 많이 줄어들어 미세한 분말과 같이 변했음을 알 수 있었다. 결국 비록 전부

제거하지는 못하였으나 절반 이상 쉽게 흡인 할 수 있었고 환자의 증상은 매우 호전되었다.

이러한 연조직의 석회화는 carbonate apatite crystals가 침착하는 것이다. 견주관절에서는 특히 극상건(supraspinatus tendon)의 대결절 부착부에서 1 cm 근위부인 소위 임계 지역(critical zone)에 호발한다<sup>7)</sup>. Uhthoff와 Loehr에 의하면 석회화는 3기로 나눌 수 있다<sup>9)</sup>. 형성기(formative phase), 휴식기(resting phase), 그리고 마지막으로 흡수기(resorptive phase)이다. 형성기와 휴식기는 쉴 때나 움직일 때도 다양한 정도의 통증이 있을 수도 있으나 대개는 아프지 않다. 방사선 상에서는 주변의 한계가 명확하고, 서로 분리된 양상을 보인다. 이때 초음파로 검사하면 깊은 곳에 상당한 음향그림자가 발생한다<sup>4)</sup>. 또한 이때는 매우 딱딱하고 분필 같으므로 흡인이 어렵다<sup>7)</sup>. 마지막 흡수기에는 대부분 통증이 있으며 칼슘 결정체가 근처에 있는 건봉하 점액낭에 흘러들어가므로 아주 심한 통증을 호소하고 움직임이 어렵다. 이 기는 대략 2주 정도 지속된다. 환자는 어느날 갑자기 참지 못할 심한 통증을 호소하면서 병원을 찾아오게 되며 이때 방사선 소견은 주위와의 경계가 명확하지 않다. 초음파 소견은 음향그림자가 잘 생기지 않는다<sup>4)</sup>. 흡인해 보면 칼시움이 매우 연하며 현탁액(slurrylike) 같은 밀도를 보인다. (Louis) 칼슘 침착이 통증을 일으키면서도 단단한 경우 이것을 잘게 부수는 작업이 필요할 수도 있다. 이 경우에 많이 쓰이는 것이 체외충격파이다. 이것만을 사용하여도 많은 예에서 칼슘을 잘게 부숨으로써 좋은 임상적 결과를 얻었다고 하였으나<sup>2,8)</sup> 본



Fig. 5. Calcification of rotator cuff on x-ray



Fig. 6. Initial sonography showing a few large hyperechoic calcified mass.



**Fig. 7.** Sonographic appearance of calcification after ESWT. The hyperechoic shadow became a little bit hypoechoic, representing breaking down of the calcific mass into more fine granules. Aspiration of part of calcium was performed and the pain subsided.

증례에서와 같이 잘게 부순 다음 흡인도 가능하며 이때 초음파로 그것을 확인할 수 있다.

## 결 론

초음파의 인공물은 진단에 해롭기만 한 것이 아니다. 때로는 이 인공물을 이용하면 관찰 대상 조직의 수분 함량을 알 수 있어 조직의 염증 정도나 치유 조직의 성격 등을 간접적으로 파악할 수 있다. 또 석회화 덩어리의 수분 함량을 알 수 있으므로 흡인 가능 여부를 미리 짐작할 수 있어 체외충격파 등의 사용 필요성도 예측할 수 있다. 이를 이용하면 자기공명 영상과 달리 저렴한 비용으로 실시간으로 진단 및 치료에 사용할 수 있어 편리하다.

## 참고문헌

1. **Bureau NJ, Chhem RK, Cardinal E:** *Musculoskeletal infections: US manifestations. RadioGraphics, 19: 1585-1592, 1999.*
2. **Daeke W, Kusnierczak D, Loew M:** *Long-term effects of extracorporeal shockwave therapy in chronic calcific tendinitis of the shoulder. J Shoulder Elbow Surg, 11: 476-480, 2002.*
3. **Erikson SJ:** *High resolution imaging of the musculoskeletal system. Radiology, 205: 593-618, 1997.*
4. **Farin PU:** *consistency of rotator-cuff calcifications. Observations on plain radiography, sonography, computed tomography, and at needle treatment. Invest Radiol, 31: 300-304, 1996.*
5. **Jacobson JA, Lax MJ:** *Musculoskeletal sonography of the postoperative orthopaedic patient. Sminar in musculoskeletal Radiol, 6: 67-77, 2002.*
6. **Joh JH:** *Vascular ultrasonography. Principle, Practice, Plethysmography. 1<sup>st</sup> ed, Seoul, Gabon Medical Book Service: 32, 2007.*
7. **Louis LJ.:** *Musculoskeletal ultrasound intervention: Principles and advances. Radiol Clin N Am, 46: 515-533, 2008.*
8. **Rompe JD, Zoellner J, Nafe B:** *Shock wave therapy versus conventional surgery in the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder. Clin Orthop Relat Res, 387: 83-89, 2001.*
9. **Uthhoff HK, Loehr JW:** *Calcific tendinopathy of the rotator cuff: Pathogenesis, diagnosis, and management. J Am Acad Orthop Surg, 5: 183-191, 1997.*
10. **Van Holsbeeck MT, Introcaso JH:** *Musculoskeletal ultrasound. St Louis, 2nd ed, Mosby, : 9-21, 2001.*
11. **Zagzebski JA:** *Essentials of ultrasound physics. 1st ed, St Louis, Mosby: 123-147, 1996.*

### 국문초록

초음파의 인공물은 진단에 해롭기만 한 것이 아니다. 때로는 음향그림자, 증가된 통과상등의 인공물을 이용하면 관찰 대상 조직의 수분 함량을 알 수 있어 조직의 염증 정도나 치유 조직의 성격 등을 간접적으로 파악할 수 있다. 또 석회화 덩어리의 수분 함량을 알 수 있으므로 흡인 가능 여부를 미리 짐작할 수 있어 체외충격파 등의 사용 필요성도 예측할 수 있다. 이를 이용하면 자기공명영상과 달리 저렴한 비용으로 실시간 정보를 얻음으로써 연조직의 진단 및 치료에 사용할 수 있어 편리하다.

**색인 단어:** 연조직, 인공물, 초음파