



스포츠 손상의 영상진단

Imaging Diagnosis of Sports Injury

윤 영 철 | 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 영상의학과 | Young Cheol Yoon, MD

Department of Radiology, Samsung medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Corresponding author: Young Cheol Yoon

E-mail: ycyoon@skku.edu

Received April 6, 2010 Accepted April 20, 2010

Abstract

Increased number of population participating in sports results in unavoidably increase of incidence of sports injury. It also causes a rise of total healthcare expenditure. Because the technology of a variety of imaging modalities and treatment for sports injury is rapidly developed, an up-to-date knowledge on technology is critical for the sports physician. Advances in areas of nuclear medicine, magnetic resonance imaging, ultrasonography, and multi-detector computed tomography, provides a variety of options to physician in the process of patient evaluation. Therefore, they should be aware of strength, limitation, indications, contraindications, and diagnostic accuracy of diagnostic tools.

Keywords: Sports medicine; Radiology; Magnetic resonance imaging; Computed tomography; Ultrasound

핵심용어: 스포츠 의학; 영상의학; 방사선; 자기공명영상; 전산화단층촬영; 섬광조영술

서론

소 득수준의 증가와 함께 일반인들의 스포츠 활동 빈도가 점차 증가함에 따라 스포츠 손상의 빈도도 증가하고 있다. 또한 직업 스포츠인의 과학적 관리에 대한 관심의 증가와 운동능력 손실 정도의 객관적 평가 및 재활기간 예측의 필요성 등이 증가함에 따라 스포츠의학에서 영상검사에 대한 비중이 점차 증가하고 있다. 하지만 모든 경우에 영상검사가 필요한 것은 아니며, 일반적으로 임상적으로 진단이 불확실하며 영상검사의 결과가 치료방침에 영향을 주는

경우, 전신질환의 가능성을 배제해야 하는 경우, 임상진단은 명확하나 병변의 범위와 합병증 발생 유무가 불확실할 경우, 치료실패의 원인이 불확실할 경우, 법적 문제를 포함하여 질환의 존재 유무 및 경과를 객관적으로 증명할 필요가 있는 경우, 그리고 수술 전 병변의 위치를 파악하여 수술계획을 수립하기 위해 영상검사가 필요하다. 한편 영상검사 방법은 점차 다양해지고 빠른 속도로 발전하고 있으므로 각 검사방법의 장단점, 적응증 그리고 환자의 비용부담 및 편의성, 그리고 안전문제 등을 고려하여 적절한 영상검사를 선택해야 하겠다[1~3].



Figure 1. A patient with calcaneal stress fracture. (A) A lateral foot plain radiograph shows no definite fracture line on calcaneus. (B) Whole body bone scintigraphy shows increased uptake at right hind foot area.

영상의학과 의사에게 검사의뢰의사가 제공하는 환자정보는 매우 중요한데, 이는 최적의 영상검사를 설계하는데 바탕이 된다. 예를 들면, 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI)의 경우 적절한 시퀀스(sequence)를 선택과 조영증강 검사 여부를 결정하는데 가장 중요한 요소이다. 뿐만 아니라 감별진단의 폭을 줄일 수 있으며, 때로는 병변의 발견에 결정적인 단서가 되기도 한다. 따라서 정확한 환자정보의 제공은 영상검사 종류 선택과 더불어 진료에 큰 영향을 미친다[3].

일반 X-선 검사(Plain Radiography)

이 검사방법은 적은 비용으로 전체적인 해부학적 정보를 제공하며 방사선 피폭선량도 비교적 적다. 임상소견과 일반 X-선 검사소견 만으로도 치료방침을 설정하는데 충분한 경우도 많으며, 골절(fracture)이나 피로골절(stress fracture), 부골(accessory ossicle)의 유무와 상태, 골막반응(periosteal reaction), 관절 배열상태(joint alignment) 이상, 관절강 내 액체저류(joint effusion), 뼈와 관절의 이상

소견 뿐 아니라 석회화 병변이나 이물질(foreign body) 유무 등 연부조직의 이상소견의 이상소견을 전반적으로 평가하는데 필수적이다[1]. X-선 검사에서 환자의 증상에 부합하는 이상소견을 발견하지 못한 경우도 많은 가능성 있는 손상의 종류나 질환을 배제할 수 있으므로 시간과 비용의 낭비라 여길 필요가 없으며 오히려 X-선 검사 없이 고비용의 영상검사를 시행하는 경우 중요한 오류를 범할 가능성이 있다. 따라서 이는 X-선 장비를 이용할 수 있다면 가능한 모든 경우에 가장 먼저 시행되어야 한다[1, 3].

핵의학검사

동위원소 골스캔(Isotope bone scans)은 골모세포 활성화도(osteoblastic activity)를 반영하는 기능적 검사로 전신의 골형성 부위의 분포를 영상화한다. 스포츠 의학분야에서 골스캔은 피로골절의 진단에 가장 흔히 쓰이는데, 일반 촬영으로는 발병 후 10일에서 21일 정도 경과 후 양성소견을 보이는데 반해 발병 후 수 일 이내의 매우 이른 시기에 양성소견을 보여 조기진단 및 조기치료에 큰 도움을 줄 수 있으며

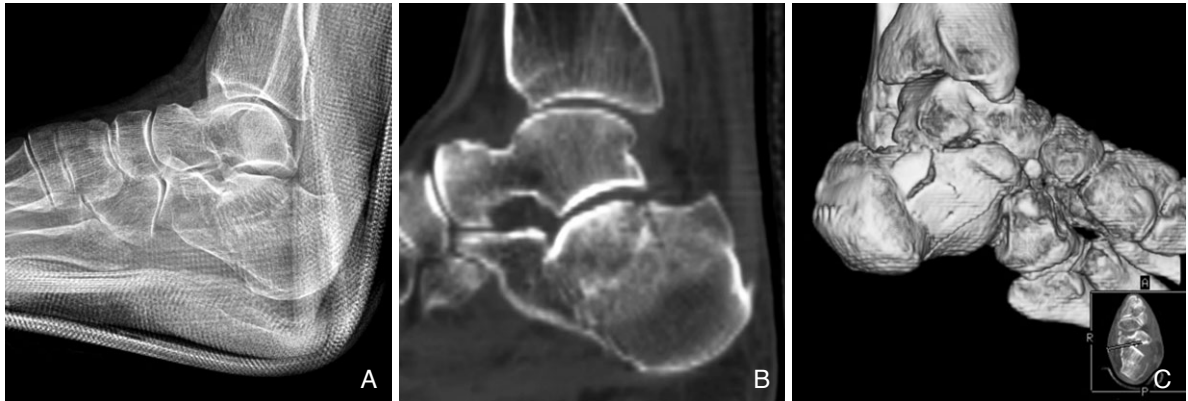


Figure 2. A patient with intra-articular calcaneal fracture. (A) A lateral foot plain radiograph shows suspicious vertical radiolucent fracture line at calcaneal body. (B) Sagittal reformatted CT image clearly shows the fracture line extending to subtalar joint. (C) Three-dimensional (3D) image with surface shaded technique (SSD) shows multiple fracture lines at a glance.

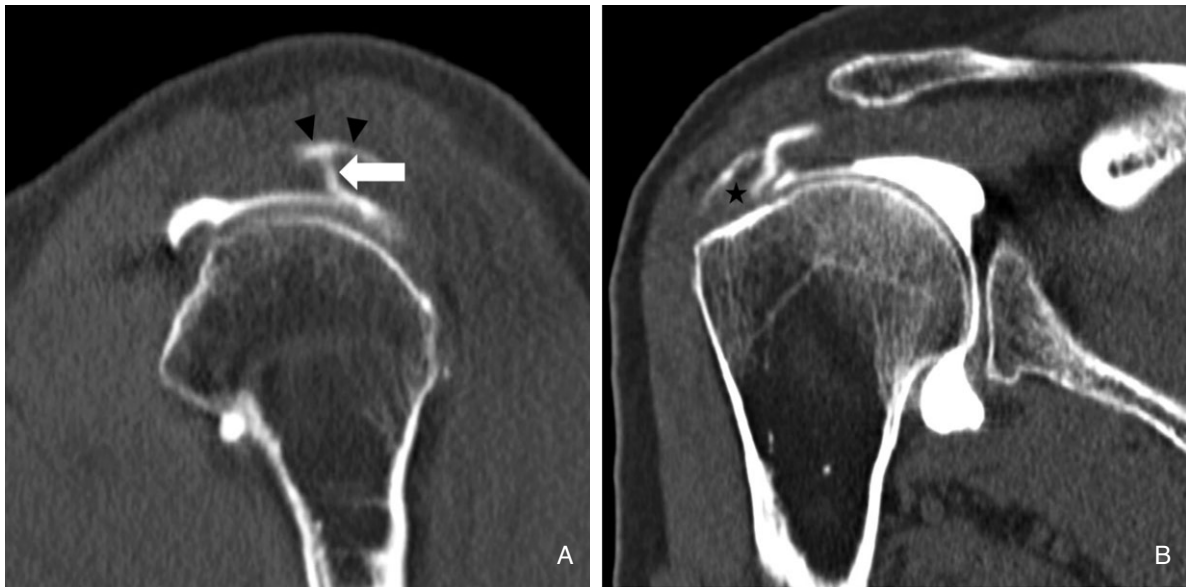


Figure 3. A patient with full-thickness tears of supraspinatus tendon. Oblique sagittal reformatted (A) and oblique coronal reformatted (B) image of shoulder CT arthrography show contrast material which injected into glenohumeral joint traverse (arrow) the supraspinatus tendon (asterisk) and reach to subacromial-subdeltoid bursa (arrowheads).

이러한 조기진단은 치료성적에도 영향을 미친다(Figure 1). 운동선수의 무릎관절 통증의 원인감별을 위해 사용되기도 하는데, 골스캔에서 통증부위의 섭취증가가 보이는 경우 과 부하에 의한 반월상 연골(meniscus) 손상이 통증의 원인일 가능성이 있다[4]. 골화근육염(myositis ossificans)을

포함한 이소성골화(heterotopic ossification) 병소의 수술을 계획할 때, 골스캔은 병변의 골화 성숙 정도를 알기 위해 사용된다[5]. 외측 위관절염(lateral epicondylitis), 아킬레스건염(Achilles tendonitis), 그리고 족저근막염(plantar fasciitis) 등 힘줄(tendon)이나 인대(ligament)의

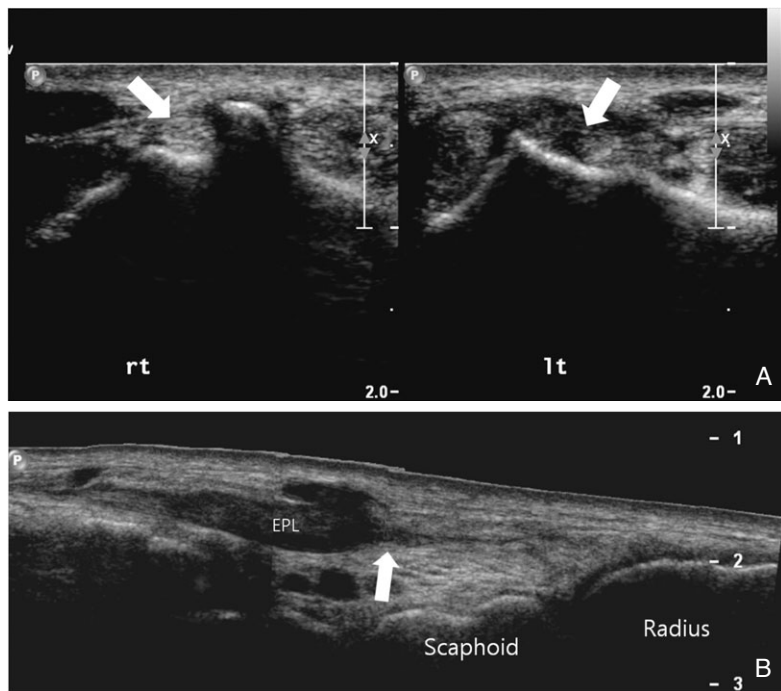


Figure 4. A patient with complete tear of extensor pollicis longus tendon (EPL) A. Transverse sonography at the level of distal radius shows empty right third extensor compartment (arrows). B. extended field of view image shows swollen distal part of EPL which disrupted at scaphoid level.

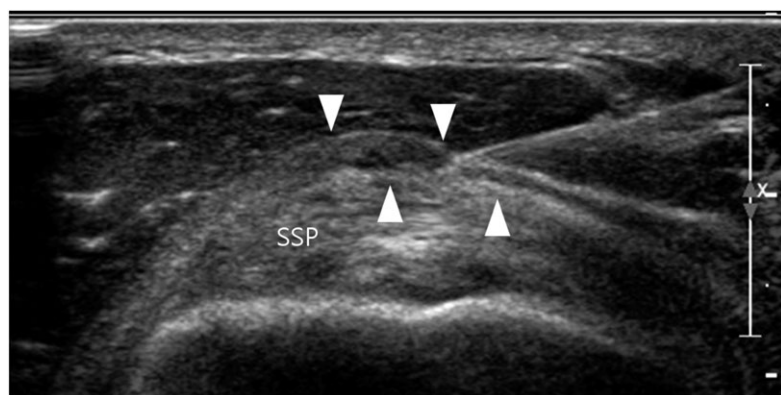


Figure 5. US guided subacromial injection procedure. Needle tip is located between mildly thickened subdeltoid bursal wall (arrowheads).

골부착부 염증성 병변(enthesisopathy) 도 골스캔을 이용하여 병변의 분포를 잘 볼 수 있다[4]. 이 외에도 골종양(bone tumor), 골괴사(osteonecrosis), 그리고 반사교감신경이상

증(reflex sympathetic dystrophy)의 진단에도 도움이 된다. 이처럼 골스캔은 다양한 질환의 진단에 매우 높은 민감도 및 음성예측도를 보여 선별검사(screening test)로서 장점이 있으며 특이도가 낮고 자세한 해부학적 형태를 보여주지 못하는 한계가 있다[3, 4, 6~9].

전산화단층촬영 (Computed Tomography)

CT는 일반 X-선 검사에 비해 조직간 대조도가 우수하며 단면영상(cross sectional image)을 제공하는 검사법이며 검사장비와 관련기법의 눈부신 발전에 힘입어 고해상도의 원하는 2차원 평면영상을 자유자재로 얻을 수 있다. 피질골(cortical bone)이나 골소주(trabecular architecture)의 이상이나 석회침착을 동반하는 질환의 진단, 특히 주관절(elbow joint)나 수근관절(wrist joint)과 같이 복잡한 구조를 가진 관절의 평가에 매우 유용하다. 일반 X-선 영상에서 골절이나 골수염, 혹은 골종양이 의심되는 경우, CT는 골절선, 유리체(loose bodies), 분쇄골절 여부, 뼈 조각의 위치 등을 명확히 보여주므로 치료 계획을 수립하는데 큰 도움이 되며 이외에도 3차원 입체영상을 구현하여 복잡한 골절이나 인공삽입물(prosthesis)에 의한 합병증에 대한 수술계획을 수립하는데 중요한 역할을 한다(Figure 2)

[1, 3, 5]. 이 외에도 조영제를 주입하여 관절강 내 세밀한 구조의 이상여부를 판별하기 위한 관절조영 CT (CT arthrography), 그리고 심부병변에 대한 조직검사나 주사 등 진단 및 중재적 시술의 도구로도 이용된다

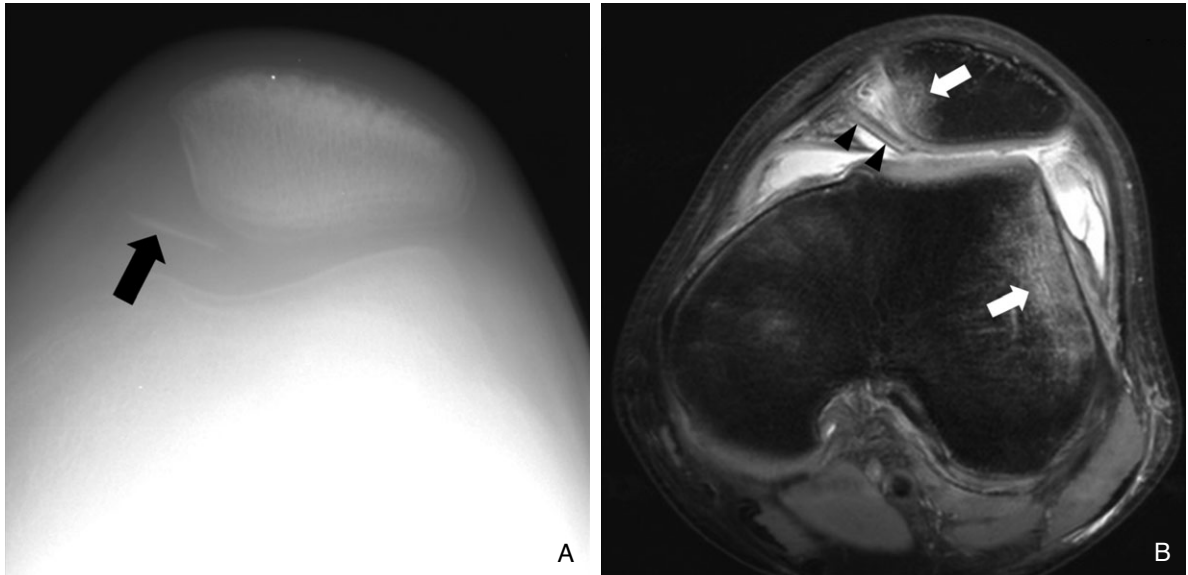


Figure 6. A patient with transient patellar lateral subluxation. (A) Patellar skyline view of right knee shows linear increased opacity parallel to medial patellar facet (arrow) representing osteochondral fracture fragment. (B) Transaxial image of saturated proton density weighted MR image shows subchondral bone marrow contusion at medial patellar facet and lateral femoral condyle (arrows) and osteochondral fracture fragment from medial patellar facet (arrowheads).

(Figure 3)[10].

CT 검사 시 고려해야 할 사항으로 가장 중요한 것은 방사선량(radiation dose)이다[1]. 사지(extremity)에 대한 CT 검사는 비교적 안전하지만, 어깨관절이나 고관절은 방사선에 민감한 조직(어깨관절은 갑상선, 고관절은 생식선)과 가까이 위치하므로 특히 소아의 경우 주의가 필요하며, 수술 후 영상검사의 횟수를 가능한 한 줄여야 한다[10].

초음파검사(Ultrasonography)

초음파검사는 많은 장비가 필요하지 않아 간편하고 안전하며 비교적 가격이 저렴한 검사방법으로서, 검사자가 환자의 통증호소부위를 직접 확인하고 자세변화의 관절의 움직임, 그리고 근육의 수축과 이완 등 역동적 검사법(dynamic evaluation)을 적용하면서 실시간으로 시행할 수 있는 장점이 있다. 최근에 이루어진 초음파 검사장비와 소프트웨어의 발전으로 인해 질 높은 영상을 얻을 수 있어 근육, 인대, 그리고 힘줄 등 비교적 표층부에 위치한 병변을 잘 볼 수 있어,

이들 구조물의 손상이나 질환이 의심될 때 그 유무를 판별하는 일차적 맞춤검사 도구로서 이용된다[11~16].

정상근육은 초음파검사상에서 근육섬유들이 새의 깃털모양으로 배열된 모습인데 이러한 모양이 변형되거나 없어진 경우 손상이나 질환을 의심할 수 있다. 일반적으로 손상된 근육 주변에 저에코의 혈종이 있어, 환자의 통증부위에 이와 같은 소견이 있으면 비교적 쉽게 진단할 수 있다. 또한 역동적 검사를 이용하여 파열된 근육의 벌어진 틈의 크기를 정확히 측정할 수 있으므로 수술 여부의 결정에 중요한 역할을 할 수 있다[14]. 설상 후 수 시간 이내에는 근육손상이 잘 안 보일 수 있으므로 주의를 요한다. 이는 초기의 출혈이 근육과 비슷한 에코로 보이기 때문이다[14]. 건과 인대의 손상의 진단은 스포츠 의학영역의 초음파 검사처방의 가장 흔한 원인일 것이다. 어깨관절, 주관절, 발목관절의 건과 인대는 스포츠 활동 중 흔히 손상되는 부위이며 초음파 검사로 비교적 정확히 진단할 수 있다. 정상인대와 건은 고에코의 가느다란 섬유다발이 평행하게 배열된 모습으로 보이며, 이러한 모양이 끊어지거나 변형되었을 경우 이상소견으로 간



Figure 7. A patient of medial meniscus horizontal tear. Proton density weighted coronal (A), sagittal (B), and transaxial (C) images show intrameniscal linear high signal intensity area which extend to inferior articular surface (arrows in A and B, arrowheads in C), and multilocular fluid-like high signal intensity area representing parameniscal cysts (arrow in C).

주한다(Figure 4)[16]. 검사하고자 하는 구조물이 가장 긴장(stretching)되는 자세에서 검사를 시행하는 것이 중요하며 급성손상의 경우 연결이 없거나 두꺼워지고 주변 연부조직의 부종이나 혈종을 동반하며, 도플러(Doppler) 검사에서 혈액공급이 증가된 소견을 보인다. 만성손상은 인대나 건이 보이지 않거나 매우 얇아져 보이며, 때로는 반흔조직 형성으로 인해 두꺼워질 수도 있다. 역동적 검사를 시행하여 부분파열인지 완전파열인지를 판별하고, 찢김 골절(avulsion fracture)의 동반유무 및 파열근위부의 위치를 알 수 있어 치료계획 수립에 도움이 된다[16]. 점액낭이나 건막 내 공간 등에 스테로이드 주사가 필요한 경우 힘줄에 직접 주사되지 않도록 주의해야 하는데, 이러한 경우 초음파는 유용한 유도방법이다(Figure 5). 실시간으로 바늘의 위치를 확인할 수 있고 색조 도플러 기법을 응용하여 주사액이 퍼지는 모습을 직접 볼 수도 있다. 이 외에도 결절종이나 혈종의 흡인, 관절천자 등의 유도방법으로도 쓰인다[3, 14].

한편, 초음파 검사의 단점은 시야가 좁고 깊이 위치한 구조물과 관절 내 구조물을 잘 볼 수 없는 점, 그리고 무엇보다도 검사자의 능력에 따라 결과가 좌우된다는 점이다. 경험이 부족한 검사자에 의해 잘못 진단되어도 MRI 등 다른 검사를 시행하지 않으면 이를 확인하기 어려우므로 반드시 충분한 수련과 경험을 쌓는 것이 필요하다[12, 14, 16].

자기공명영상(MRI)

MRI는 뼈와 관절, 그리고 연부조직 등 사지(extremity)의 모든 조직을 자세히 평가할 수 있는 매우 뛰어난 비침습적 진단도구이다. 이는 병변의 깊이에 상관없이 비교적 넓은 영역을 다양한 평면을 이용하여 객관적이며 포괄적으로 보여주며 방사선 노출에 의한 위험이 없다는 장점을 지니고 있다[3, 16]. 최근 10 여년 간에 걸친 고자장 장비의 상용화와 촬영하는 부위에 알맞게 제작된 코일의 사용, 그리고 영상획득기법의 발전에 힘입어 고해상도의 우수한 화질을 가진 영상을 비교적 짧은 시간에 얻을 수 있게 되었다[17, 18].

MRI가 뼈의 무기질(mineral)은 잘 보여주지 못하지만 골수(bone marrow)의 이상을 수반하는 경우, 예를 들면 골연골 손상(osteochondral injury), 골괴사(osteonecrosis), 골멍(bone bruising), 일과성 고관절 골다공증(transient osteoporosis of the hip), 병변을 뚜렷하게 보여준다. 이러한 질환에 대한 MRI의 민감도는 골스캔과 필적하면서도 정확한 해부학적 위치 및 침범부위의 경계를 잘 구분할 수 있다(Figure 6)[3]. 근육, 힘줄, 그리고 인대 등의 손상여부 및 손상 정도와 범위도 정확히 진단할 수 있는데, 특히 초음파 검사로 잘 볼 수 없는 무릎관절의 십자인대 등에 대해서는 일차적 진단도구로 선택할 수도 있다. 완전파열인 경우 근위부와 원위부 사이의 거리를 정확히 판정할 수 있어 수

술계획에 도움이 된다. 하지만 완전파열과 고도의 부분파열 간의 감별은 쉽지 않으며 구분능력은 초음파 검사와 비교하여 별 차이 없다^{3, 12, 17}. 관절연골(articular cartilage)이나 반월상연골(meniscus)과 같은 섬유성연골(fibrous cartilage)의 평가에도 MRI는 1차적 진단도구인데, 무릎관절과 발목관절에서 잘 발생하는 박리성 골연골염(osteochondritis dissecans)이나 반월상연골 혹은 손목관절의 삼각섬유성연골(triangular fibrous cartilage) 손상의 진단에 중요한 역할을 담당한다(Figure 7). 무릎관절 이상유무를 판단하기 위해 가장 흔히 사용되며 인대 및 반월상연골 손상에 대한 민감도 및 특이도가 모두 90%를 상회한다. 최근 어깨관절 및 주위 연부조직 손상의 평가를 위한 검사빈도가 증가하고 있으며 이에 대한 진단능력도 영상검사 중 가장 우수하다^{1, 17, 18}.

MRI의 단점은 검사시간이 길고 다른 영상검사와 비교하여 비용이 높은 점이다. 근골격계 영상진단을 위해 시행하는 MRI 검사는 대개 30분에서 45분 가량 소요되므로 환자의 인내심이 필요하며, 검사시간이 길어짐에 따라 움직임에 의한 인공물 등이 발생할 확률이 높아지므로 영상검사의 결과에 악영향을 미칠 수 있다. 검사비용은 기관에 따라, 그리고 보험적용 여부에 따라 달라지나, 일반적으로 CT나 초음파 검사에 비해 비싸다. 폐쇄공포증이 있거나 체내에 심장 박동기나 뇌동맥 결찰 클립 등이 있는 경우에는 금기에 해당한다^{17, 18}.

결론

최근 20 여 년에 걸친 영상의학의 발전으로 인하여 복잡한 해부학적 구조를 가진 근골격계의 병변을 정확하고 비 침습적인 방법으로 진단할 수 있게 되었다. 골절이 의심되는 경우는 일반 X-선 검사, 골스캔, 그리고 CT 검사 순으로 진행하며, 표층부의 연부조직 손상이 의심되는 경우는 일반 X-선 검사, 초음파 검사, 그리고 필요한 경우 MRI 검사의 순서로 진행한다. 또한 골수의 병변이나 심층부의 연부조직 손상이 의심되는 경우는 일반 X-선 검사, 그리고 MRI 검사의 순서로 진행되는 것이 일반적이다. 하지만 스포츠 의학 영역의

개개의 질환이나 손상을 진단하기 위한 영상검사의 순서는 각 환자의 의학적 상태와 재정적 상태, 이용 가능한 검사장비 및 인력 등에 의해 결정되어야 하므로 일률적으로 적용할 수는 없다. 그러므로 각 검사방법의 장단점과 적응증을 이해하고 해부학적 지식과 병태생리적 지식을 잘 활용하여 적절한 방법으로 정확한 진단에 이르도록 노력해야 하겠다.

REFERENCES

1. Coris EE, Zwygart K, Fletcher M, Pescasio M. Imaging in sports medicine: an overview. *Sports Med Arthrosc* 2009; 17: 2-12.
2. Berrington de Gonzalez A, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet* 2004; 363: 345-351.
3. Orchard JW, Read JW, Anderson IJ. The use of diagnostic imaging in sports medicine. *Med J Aust* 2005; 183: 482-486.
4. Leffers D, Collins L. An overview of the use of bone scintigraphy in sports medicine. *Sports Med Arthrosc* 2009; 17: 21-24.
5. Coris EE, Higgins HW, 2nd. First rib stress fractures in throwing athletes. *Am J Sports Med* 2005; 33: 1400-1404.
6. Humphreys SC, Eck JC, Hodges SD. Neuroimaging in low back pain. *Am Fam Physician* 2002; 65: 2299-2306.
7. Sanderlin BW, Raspa RF. Common stress fractures. *Am Fam Physician* 2003; 68: 1527-1532.
8. Lim MR, Yoon SC, Green DW. Symptomatic spondylolysis: diagnosis and treatment. *Curr Opin Pediatr* 2004; 16: 37-46.
9. Carek PJ, Dickerson LM, Sack JL. Diagnosis and management of osteomyelitis. *Am Fam Physician* 2001; 63: 2413-2420.
10. Buckwalter KA. Current concepts and advances: computerized tomography in sports medicine. *Sports Med Arthrosc* 2009; 17: 13-20.
11. Munshi M, Davidson M, MacDonald PB, Froese W, Sutherland K. The efficacy of magnetic resonance imaging in acute knee injuries. *Clin J Sport Med* 2000; 10: 34-39.
12. Megliola A, Eutropi F, Scorzelli A, Gambacorta D, De Marchi A, De Filippo M, Faletti C, Ferrari FS. Ultrasound and magnetic resonance imaging in sports-related muscle injuries. *Radiol Med* 2006; 111: 836-845.
13. Campbell RS, Grainger AJ. Current concepts in imaging of tendinopathy. *Clin Radiol* 2001; 56: 253-267.
14. Allen GM, Wilson DJ. Ultrasound in sports medicine-a critical evaluation. *Eur J Radiol* 2007; 62: 79-85.
15. Khan KM, Forster BB, Robinson J, et al. Are ultrasound and

- magnetic resonance imaging of value in assessment of Achilles tendon disorders? A two year prospective study. Br J Sports Med 2003; 37: 149-153.
16. Kijowski R, De Smet AA. The role of ultrasound in the evaluation of sports medicine injuries of the upper extremity. Clin Sports Med 2006; 25: 569-590, viii.
 17. Ahn JM, El-Khoury GY. Role of magnetic resonance imaging in musculoskeletal trauma. Top Magn Reson Imaging 2007; 18: 155-168.
 18. Gold GE, Hargreaves BA, Beaulieu CF. Protocols in sports magnetic resonance imaging. Top Magn Reson Imaging 2003; 14: 3-23.



Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 스포츠 손상에 대한 서론적 소개와 영상의학적 진단방법인 일반 X-선 검사, 핵의학검사, 전산화단층촬영, 초음파검사, 자기공명영상에 대하여 적응증, 장·단점과 영상소견을 기술하였다. 스포츠 인구의 증가와 함께 스포츠 손상도 증가하고 있으며 이에 대한 정확한 진단에 영상의학적 검사가 필수적이므로 이에 대해 체계적인 설명을 하고 있다. 스포츠 손상의 영상의학적 검사는 비교적 전문적인 지식을 요하는 분야로 이 부분에 대한 영상의학적 지식을 전달하는데 의미가 있으며 실제 임상에서 스포츠 손상이 있을 때 의심하는 질환에 따라 적절한 영상검사를 선택하여 정확한 진단을 하는데 도움이 되는 논문이다.

[정리: 편집위원회]