대한방사선의학회지 2001;44:513 - 522

족관절 인대: 절단족의 단순 MR 과 MR 관절조영술의 비교[1]

유재성 · 이상용 · 이정민 · 한영민 · 정경호 · 김종수

목적: 족관절 인대의 평가를 위해 단순 MR 영상과 MR 관절조영술을 비교하여 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 8예의 절단족으로 단순 MR 영상과 MR 관절조영술을 실시하였다. 단순 MR 영상은 1.5 - T 자가공명영상기기를 이용하여 T1 강조영상으로 축상면, 관상면, 시상면 영상을 얻었다. MR 조영제는 gadopentetate dimeglumine을 생리식염수와 1:250으로 희석하여 6 - 10 ml 양을 사용하였으며 단순 MR 영상과 같은 방법으로 T1 강조영상을 얻었다. 각각의 족관절 인대의 단순 MR 영상과 MR 관절조영술 영상과 쌍을 이루어 5점까지의 점수를 매겼다. 두 영상간의 차이를 비교하기 위해 Wilcoxon singed - rank test를 이용해 분석하였다 ($p<0.05$). 두 개의 절단족을 해부 하여 족관절 인대와 MR 영상을 비교하였다.

결과: 외측부 인대 중 전거비인대, 후거비인대는 MR 관절조영술이 단순 MR 영상에 비해 좀더 나은 결과를 보였고 종비인대는 차이가 없었다. 내측부 인대 중 전경거인대, 후경거인대는 관절강내 조영제가 인대의 내측면을 팽창시킴으로 더 잘 보였다. 후거비인대와 하횡인대 또한 조영제가 인대와 인접한 피질골과 인대을 분리시킴으로 더 잘 보였다. 또한 MR 관절조영술은 후과간인대 평가에 매우 유용하였다. 거비인대, 경거인대, 스프링인대, 경스프링인대는 MR 관절조영술이 나은 결과를 보이지 않았다.

결론: 족관절 인대의 평가에 있어서 MR 관절조영술이 단순 MR영상에 비해 좀더 유용하다. MR 관절조영술은 족관절 인대를 해부학적으로 좀더 세밀하고 정확하게 보여줄 수 있다.

족관절의 염좌는 축구나 농구와 같이 달리기와 점프, 방향전환이 급한 운동 중 발생하는 손상 중 가장 흔하며 특히 외측부 인대가 좀더 흔하게 다친다 (1 - 3). 족관절의 측부 인대 손상을 입은 대부분의 환자들은 특별한 합병증 없이 회복된다. 그러나 치료를 받지 않거나 잘못된 치료를 받은 환자들은 매우 심각한 합병증이 생길 수 있다. 합병증으로는 조기에 발생한 외상 후 관절염(posttraumatic arthritis), 만성 족관절 불안정 등이 생길 수 있다 (2, 4, 5). 급성 측부 인대 손상 후 10 - 20% 환자가 결국 만성 족관절의 불안정으로 인하여 수술을 받게된다.

이제까지의 족관절인대 손상 정도의 평가는 단순 X 선 검사, 스트레스 X 선 검사(stress radiography), 관절조영술에 의해 평가되어져 왔다 (6, 7). 그러나 이러한 전통적 방법들은 족관절 염좌의 평가에 있어서 임상의의 가장 적절한 치료 방법을 결정하는데 필요한 손상의 정도, 손상의 위치, 손상된 인대와 다른 인대와의 연관성에 대해 정확한 평가가 어려웠다. 이에 반해 단순 MR 영상은 정상과 손상된 인대를 정확히 알 수 있으며 또한 손상의 위치, 동반되어 손상된 다른 관절, 그리고 관절 주변 연부조직 등을 평가 할 수 있다. 그러나 족관절 주변 인대는 대부분 골과 붙어있어 인대의 내측면을 단순 MR 영상에서는 알기 어려운 단점이 있다 (6 - 19).

관절내 구조물과 관절낭의 MR 영상평가에 있어서 관절액이 도움이 될 수 있다. MR 관절조영술은 관절내에 조영제를 주입하여 이러한 관절액 효과를 배가시킨다. 특히 관절액이 없을 수 있는 아급성 및 만성손상 환자의 평가에 있어서 유용하다 (3, 20 - 22). MR 관절조영술은 관절강을 조영제로 부풀림으로써 관절내 구조물 및 관절낭을 좀더 잘 보이게 함으로 상완와관절, 슬관절과 같은 다양한 관절질환 평가에 사용되고 있는 유용한 진단 기술이다.

이제 까지의 연구들은 단순 MR 영상에서의 족관절 구조물들에 대한 기술이 대부분을 이루고 있으며 단순 MR 영상과 MR 관절조영술을 직접 비교한 연구는 없었으며 MR 관절조영술에 의해 변화된 발목 관절 구조물에 대한 연구도 많지 않다.

이에 절단족을 이용하여 정상적인 족관절 인대의 단순 MR

[1]전북대학교병원 진단방사선과
이 논문은 2001년 2월 15일 접수하여 2001년 4월 6일에 채택되었음.

영상과 MR 관절조영술 사이에 차이가 있는가를 알아보았다.

대상과 방법

인체의 절단족 8예를 대상으로 하였으며 남자가 4예, 여자가 4예였으며 나이는 32세에서 79세까지 분포하였고 평균나이는 59세였다. 절단 원인으로는 버거스 병(Buerger's disease)이 2예, 괴사성 근막염이 2예, 만성 골수염이 1예, 폐쇄성 죽상경화증(atherosclerosis obliterance)이 1예, 대퇴골 골종양이 1예, 외상으로 인한 혈관 손상이 1예였다. 절단 시 족관절 주변 인대의 손상과 관련된 임상 기록은 없었다. 모든 예에서 족관절 전후 사진과 측면 사진을 얻어 퇴행성관절염 유무 등을 판정하였으나 이상이 발견된 예는 없었다. 절단족은 절단 직후 -70℃로 보관하였다.

MR 영상을 얻기 전 상온에서 24시간 녹인 후 촬영하였다. MR 영상은 1.5T 자기공명영상기기(Magnetom Vision, Siemens, Erlangen, Germany)를 이용하였으며 슬관절용 코일(knee coil)을 이용하였다. 절단족은 코일 내에 위치시킨 후 족배굴곡(dorsiflexion)을 약 10°-20°시키고 압박패드을 이용해 고정하였다. 조영제를 주입하기 전에 축상면, 시상면, 관상면을 따라 T1 강조영상(TR/TE 600/20 msec)으로 단순 MR 영상을 얻었다. 촬영조건은 절편두께 3 mm, 절편 간 간격은 0.3 mm, 행렬수 192×256, 영상획득 수 2 회, 영상영역은 축상면과 관상면이 120 mm, 시상면은 220 mm 이었다. 단순 MR 영상을 얻은 후 투시실로 옮겨 투시 유도 하에서 족관절을 족저굴곡(plantar flexion)을 시킨 후 전방경골건(anterior tibial tendon) 내측으로 24G 바늘을 넣었다. 바늘이 관절강 내에 정확히 들어갔는지 알기 위해 비이온성 조영제(Ultravist 300®, Schering, Germany) 0.5 ml를 주입하였다. 시술 중에 공기가 관절강 내로 들어가지 않도록 조심하였다. MR 조영제는 gadopentetate dimeglumine을 생리 식염수와 1:250 으로 희석하여 사용하였으며 주입도중 관절강 내 저항이 느껴지면 중단하였다. 사용한 조영제의 양은 6-10 ml이며 평균 8.6 ml 이었다. 조영제 주입 후 바로 MR 촬영실로 옮겨 단순 MR 영상과 똑같은 자세와 방법으로 T1 강조영상을 얻었다. 관상면을 따라 지방억제기법을 이용하여 T1 강조영상을 추가로 얻었다.

족과 족관절 주변 연부조직의 정상 해부학을 알기 위해 8예 중 2예를 선택하여 해부를 실시하였다. 건이나 인대 전반적인 파악을 위해 단면을 얻지 않고 (9, 13) 피부 박리부터 시작하여 층별로 진행하는 해부를 실시하였다 (11).

단순 MR 영상과 MR 관절조영술 영상의 비교를 위해 한 명의 근골격계 방사선과 전문의와 한 명의 방사선과 3년차 전공의가 합의하에 판독하였다. 각각의 인대에 대해 1점에서 5점까지 점수를 주었는데 명확히 확인이 가능하며 전장을 볼 수 있는 경우를 5점, 확인은 가능하나 전장이 보이지 않는 경우를 4점, 존재여부를 알 수 있으나 명확하지 않은 경우를 3점, 불분명하여 추론이 불가능한 경우를 2점, 전혀 보이지 않는 경우를 1점으로 하였다. 분석은 인대 각각에 대해 축상면, 시상면, 관상면 영상 각각에 대해 이루어 졌다. 단순 MR 영상과 MR 관절조영술과의 비교는 Wilcoxon signed rank test를 통하여 분석하였으며 p 값이 0.05 이하인 경우 의의 있다고 판단하였다.

결 과

절단족 8예 모두에서 관절강 내에 조영제가 정확하게 주입되었다. 1예에서 후거골하관절(posterior subtalar joint) 내로 조영제가 들어갔으며 1예에서는 장족무지굴근 건초(tendon sheath of the flexor hallucis tendon)와 장족지굴근 건초(ten-

Table 1. Conventional MR and MR Arthrography Results of Ankle Ligaments in 8 Amputated Specimens

	Conventional MR			MR arthrography		
	Axial	Coronal	Sagittal	Axial	Coronal	Sagittal
Lateral Collateral						
Ant. Talofibular*	4.1±0.9	2.8±0.8	2.3±0.7	4.8±0.7	4.3±0.7	3.7±0.7
Post. Talofibular*	4.1±1.1	3.7±1.0	3.5±0.9	4.5±0.9	4.8±0.3	4.3±0.5
Calcaneofibular	2.1±0.8	3.1±1.4	1.2±0.4	2.2±0.8	3.7±1.3	1.2±0.4
Medial Collateral						
Tibionavicular	2.6±0.7	2.5±0.5	1.5±0.7	3.2±0.7	3.2±0.7	1.8±1.4
Tibiospring	3.6±0.9	4.7±0.7	2.3±0.9	3.6±0.9	5.0±0.0	2.5±1.1
Tibiocalcaneal	2.5±0.7	4.2±1.3	1.3±0.5	2.5±0.7	4.3±1.1	1.3±0.5
Spring	4.0±0.5	4.1±1.1	3.8±0.9	4.0±0.5	4.1±1.1	4.1±0.6
Ant. Tibiotalar*	1.3±0.7	2.6±0.9	1.0±0.0	1.4±0.7	4.5±0.7	1.0±0.0
Post. Tibiotalar*	3.2±0.7	3.1±0.9	2.0±0.9	4.5±0.7	4.7±0.4	2.5±1.1
Distal tibiofibular						
Ant. Tibiofibular	4.0±0.7	2.8±1.1	1.6±0.7	4.2±0.8	2.8±1.1	1.6±0.7
Post. Tibiofibular*	4.0±0.7	3.3±1.1	1.5±0.7	5.0±0.0	3.5±1.1	1.5±0.7
Inf. Transverse*	4.2±1.3	3.2±0.8	3.2±1.2	4.8±0.8	4.6±0.5	3.5±1.1

Note. - Numbers are mean±standard deviation.
Ant. = anterior, Post. = posterior, Inf. = inferior
* - MR arthrography was higher ($p < 0.05$) than conventional MR on Wilcoxon's signed rank test.

don sheath of the flexor digitorum longus tendon) 내로 조영제가 들어갔다. 비골근 건초 내로 조영제가 들어간 예가 1예 있었는데 비골하소골(os subfibulale)이 동반되어 있었다. 비골과 비골하소골 사이는 약 2 mm정도 벌어져 있었으며 조영제가 들어가 있었다. 6예에서 하방의 경골과 비골사이에 있는 활액막낭(synovial recess)내로 조영제가 찼다. 단순 MR 영상과 MR 관절조영술 영상에서 족관절 인대의 점수는 Table 1에 표시 하였다.

외측부 인대(Lateral Collateral Ligament)

전거비인대(anterior talofibular ligament)는 낮은 신호강도의 삼각 또는 편평한 띠로 보이며 원위 비골의 외측과 전하분절에서 기시하여 전내측으로 주행하여 거골의 외측경부의 전외측면에 부착한다. 단순 MR 영상에서는 인대 중앙부위가 두꺼워져 보이나 MR 관절조영술에서는 조영제에 의해 족관절의 팽창으로 얇아지므로 좀더 명확하게 파악할 수 있었다 (p<0.001)(Fig. 1). 축상면에서 전장을 볼 수 있었으나 관상면 영상에서는 인대의 상하 관계를 파악하는데 도움이 되었다.

후거비인대(posterior talofibular ligament)는 원위 비골의 내측면과 후면에서 기시하여 상방, 내측, 후방으로 주행하여 외측 거골 결절(tubercle)의 후면에 부착한다. 단순 MR 영상보다 MR 관절조영술에서 좀더 명확하게 보였다 (p<0.001). 축상면과 관상면 영상에서 전장을 확인할 수 있었다. MR 관절조영술 영상에서 조영제가 후거비인대 내로 새어 들어가는 소견을 2 예에서 볼 수 있었다 (Fig. 2). 2예 중 1예에서 해부하여 후거비인대 조직을 얻어 병리 소견을 관찰하였는데 인대의 퇴행성 변화로 인하여 인대 섬유다발의 분리에 의해 인대 내부로 조영제가 새어 들어간 것으로 생각 할 수 있었다 (Fig. 2D).

종비인대(calcaneofibular ligament)는 낮은 신호강도의 균일한 얇은 띠로 보이며 외측과 후면에서 기시하여 단비골근건(peroneus brevis tendon)과 장비골근건(peroneus longus tendon)보다 깊게 후내측으로 주행하여 종골의 후외측면에 부착한다. 단순 MR 영상과 MR 관절조영술 사이에 차이는 없었다. 종비 인대는 종골 부위에서는 얇으나 비골쪽으로 향하면서 두꺼웠다. 관상면 영상에서 전장을 가장 잘 볼 수 있으며 축상면 영상에서는 종골 주변의 단면을 볼 수 있었다 (Table 2).

내측부 인대(Medial Collateral Ligament)

경주골인대(tibionavicular ligament)는 내측과 전방 소구(colliculus)에서 기시하여 주상골의 내측면에 붙는다. 단순 MR

Table 2. Appearance of the Lateral Collateral Ligament on T1-weighted Spin-Echo Images

Ligament	Best Imaging Plane	Width	Multiple Fascicles	Signal Intensity Pattern	Comments
Anterior talofibular	Axial	Thin	No	Homogenous	Con. MR < MRA
Posterior talofibular	Axial, Coronal	Thick	Yes	Inhomogenous	Con. MR < MRA
Calcaneofibular	Coronal	Thin	No	Homogenous	Con. MR = MRA

Con. MR : Conventional T1-weighted spin-echo MR image.
MRA : MR arthrography

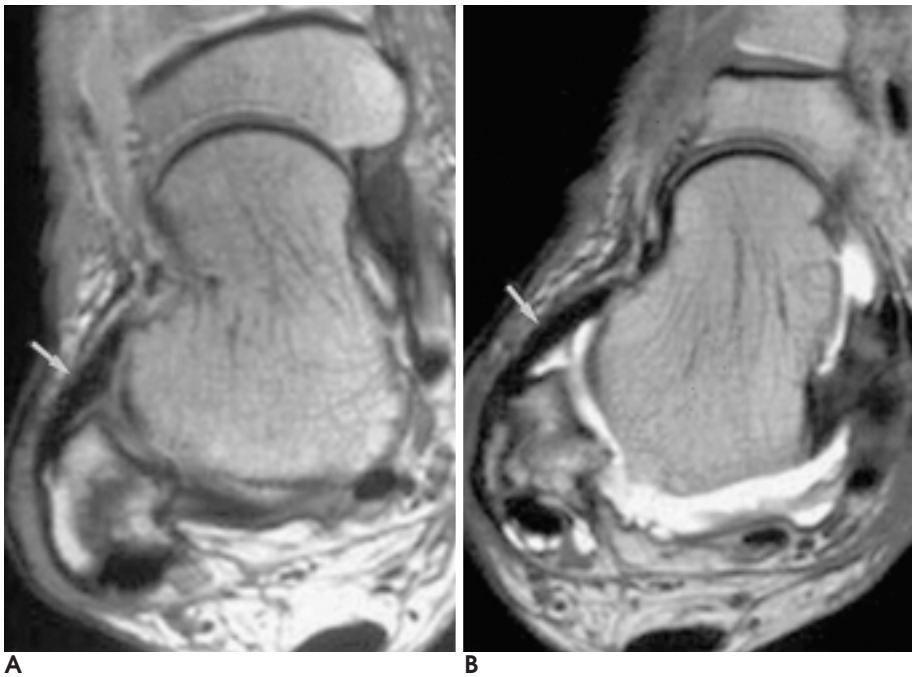

Fig. 1. Anterior talofibular ligament
A. Axial T1-weighted image before injection of contrast media into the joint shows the anterior talofibular ligament. Central portion of the ligament (arrow) appears to be thickened
B. Axial T1-weighted image after injection of contrast media into the joint shows the anterior talofibular ligament (arrow). Note the disappearance of thickening of the ligament due to the bulging of the ankle joint.

영상과 MR 관절조영술 간의 차이는 없었으며 축상면 영상에서 확인이 가능하였다. 관절강 내의 조영제 때문에 MR 관절조영술에서는 인대가 밖으로 팽창되었다.

경종인대(tibiocalcaneal ligament)는 1 mm정도의 얇은 구조물이며 내측과 전방 소구에서 기시하여 재거돌기(sustentaculum tali)에 붙는다. 단순 MR 영상과 MR 관절조영술 간의 차이는 없었으며 관상면 영상에서 가장 잘 볼 수 있었다.

경스프링인대(tibiospring ligament)는 내측부인대 중 2번째로 크며 내측과 전방 소구에서 기시하여 경종인대의 바로 앞부분에서 스프링인대의 상방에 붙는다. 경종인대보다 두껍게 보였으며 관상면 영상에서 가장 잘 보였다. 단순 MR 영상과 MR 관절조영술 간의 차이는 없었으며 관절강 내 조영제와의 접촉도 없었다.

전경거인대(anterior tibiotalar ligament)는 내측과 후방 소구에서 나와 거골의 경부에 붙는다. 관절강 내 조영제가 인대의 내측면을 밀어 MR 관절조영술이 단순 MR 영상보다 월등히 나은 결과를 보였다 (p<0.011). 관상면이나 축상면 영상에서 발견할 수 있었으나 관상면 영상에서 가장 잘 보였다 (Fig. 3).

후경거인대(posterior tibiotalar ligament)는 내측부 인대 중 가장 두꺼우며 내측과 후방 소구에서 나와 거골 내측 결절의 상방에 붙는다. MR 관절조영술이 단순 MR 영상보다 나은 결과를 보였다 (p<0.017). 전 예에서 인대는 여러 개의 섬유다발로 구분되어 보였다. 후거비인대와 같이 인대 내로 조영제가 들어가는 소견이 2예에서 보였다. 관절강 내 조영제가 인대의 내측면을 팽창시킴으로 인대가 관절강과 떨어져 인대의 상태를 파악하는데 도움이 되었다 (Fig. 4).

스프링인대(족저종주인대, spring ligament, plantar calcaneonavicular ligament)는 재거돌기의 아랫면에서 기시하여 주상골 결절의 하내측면에 붙는다. 두꺼운 삼각형 모양이며 내측면은 후방경골건의 부착부위와 결합되어 구분이 어려웠다. 단순 MR 영상과 MR 관절조영술 간의 차이는 없었으며 축상

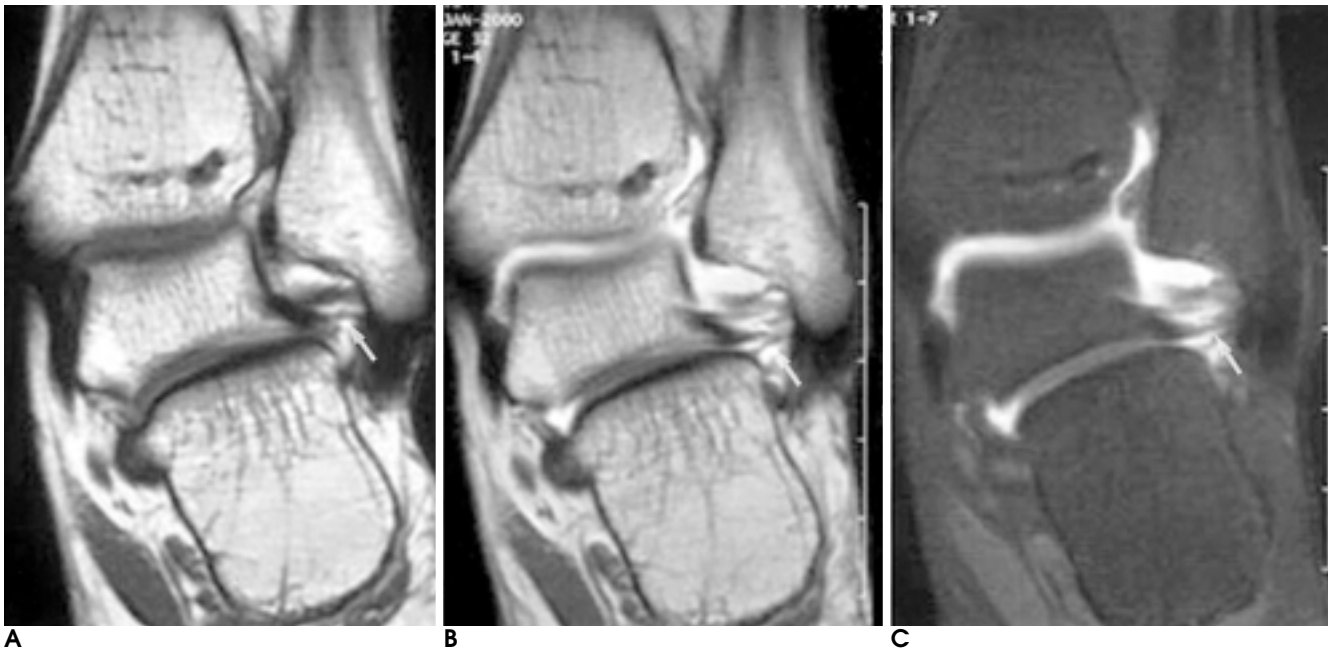

Fig. 2. Posterior talofibular ligament
A. Conventional coronal T1-weighted MR image at the level of posterior talofibular ligament reveals heterogeneous signal intensity in the ligament (arrow).
B. T1-weighted MR image after administration of the contrast media into the joint shows intravasation of the contrast material into the ligament (arrow).
C. Fat-suppressed MR image also shows intravasation of the contrast media into the ligament (arrow).
D. Photograph of the posterior talofibular ligament demonstrates separation of the fascicles of the ligament due to the tendon degeneration (H & E stain, ×40).

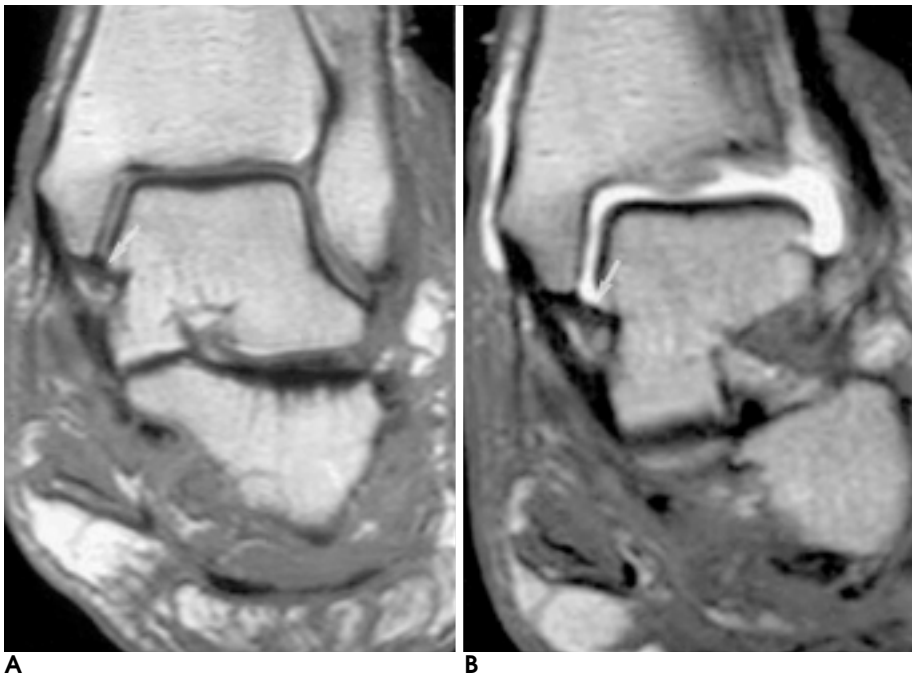

Fig. 3. Anterior tibiotalar ligament
A. Conventional coronal T1-weighted image shows the anterior tibiotalar ligament (arrow). But differentiation of the anterior tibiotalar ligament from the joint capsule is not possible.
B. Coronal MR arthrogram shows the well-demarcated inner margin of the tibiotalar ligament (arrow) by contrast media.

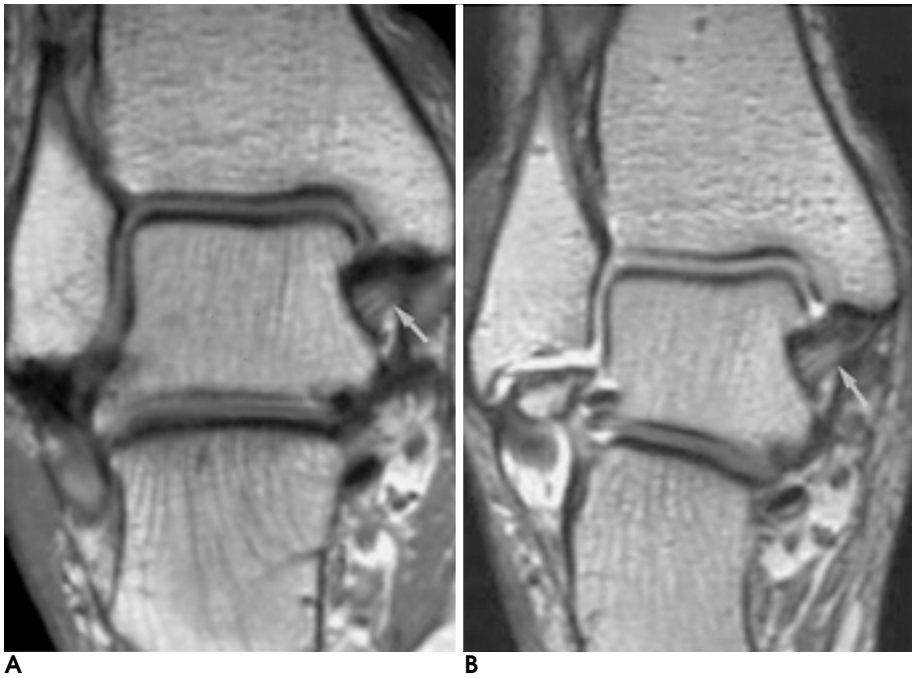

Fig. 4. Posterior tibiotalar ligament
A. Conventional coronal T1-weighted image demonstrates heterogeneous signal intensity of the posterior tibiotalar ligament (arrow).
B. Coronal MR arthrogram shows well-demarcated inner margin of the ligament by contrast media (arrow).

면에서 전장을 가장 잘 볼 수 있었으나 시상면 영상에서도 상방내측 부분을 잘 볼 수 있었다. 인대의 하방부분은 5예에서 축상면 영상에서 명확하게 찾을 수 있었다. 인대는 거골두 부위를 감싸면서 진행하고 있어 물결 모양(wavy appearance)으로 보였다 (Table 3).

원위경비인대결합(Distal Tibiofibular Syndesmosis)

전하경비인대(Anterior inferior tibiofibular ligament)는 외측과 전방에서 기시하여 상방 내측으로 주행하여 경골의 전외측 결절에 부착한다. 단순 MR 영상과 MR 관절조영술 간의 차이는 없었다. 그러나 6예에서 경골과 비골 사이로 조영제가 활액막낭 내에 채워짐으로 전하경비인대의 내면을 조영제가 감싸 인대의 상태를 파악하는데 도움이 되었다 (Fig. 5).

후하경비인대(posterior inferior tibiofibular ligament)는 외측과 후면에서 기시하여 상방사위로 주행하여 경골의 후외측 결절에 부착한다. 후하경비인대의 하방 안쪽으로 두꺼워진 부분을 하횡인대(inferior transverse ligament)라 한다. 하횡인대는 MR 영상에서 신호강도가 매우 낮고 균일하게 보였으며 대부분 축상면에서 잘 보였고 관상면 영상에서도 볼 수 있었다 (Fig. 6). 시상면 MR 영상에서는 두꺼운 하횡인대가 경골

Table 3. Appearance of the Medial Collateral Ligament on T1-weighted Spin-Echo MR Images

Ligament	Best Imaging Plane	Width	Multiple Fascicles	Signal Intensity Pattern	Comments
Anterior tibiotalar	Coronal	Thin	No	Homogenous	Con. MR < MRA
Posterior tibiotalar	Axial, Coronal	Thick	Yes	Inhomogenous	Con. MR < MRA
Tibionavicular	Axial	Thin	No	Homogenous	Con. MR = MRA
Tibiocalcaneal	Coronal	Thin	No	Homogenous	Con. MR = MRA
Tibiospring	Coronal	Thick	No	Homogenous	Con. MR = MRA
Spring	Axial, Sagittal	Thick	Yes	Inhomogenous	Con. MR = MRA

Con. MR : Conventional T1-weighted spin-echo MR image.
MRA : MR arthrography.

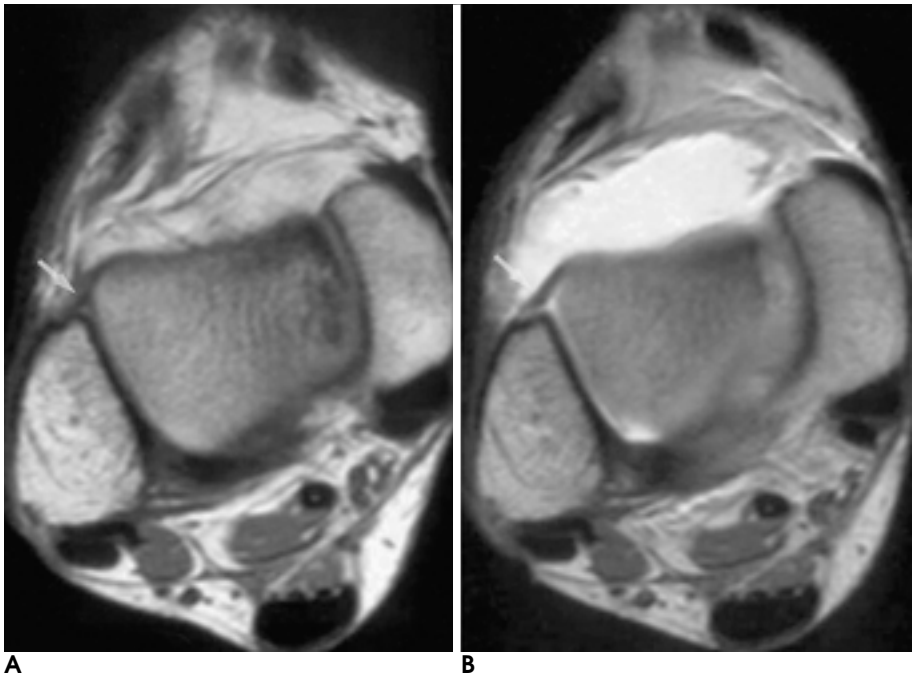

Fig. 5. Anterior tibiofibular ligament
A. Conventional axial MR image at the level of the talar dome shows heterogeneous signal intensity of the anterior tibiofibular ligament (arrow).
B. Axial MR arthrogram shows well-demarcated inner and outer margins of the anterior inferior tibiofibular ligament by contrast media (arrow).

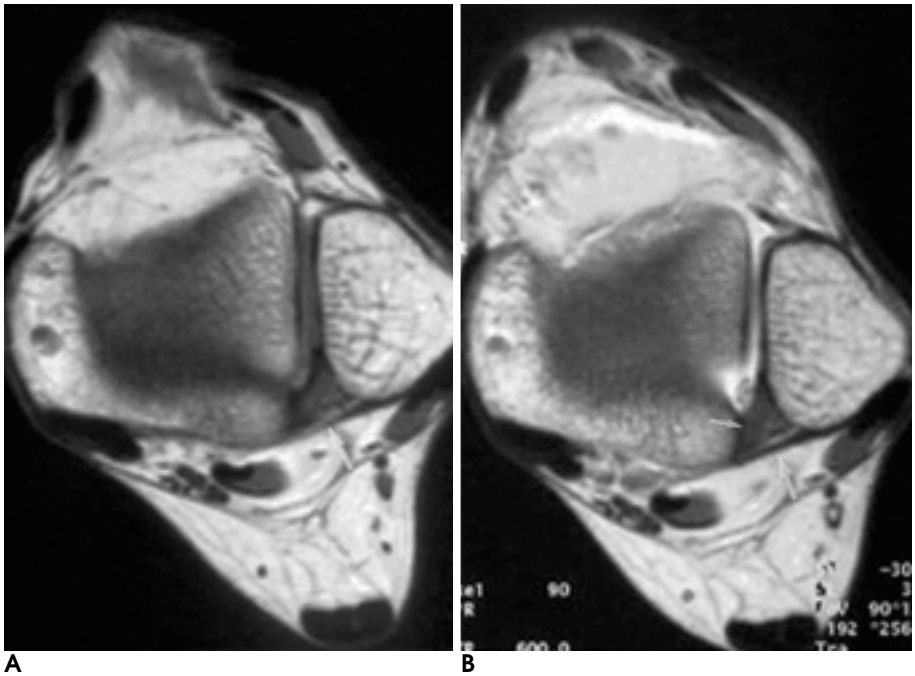

Fig. 6. Posterior tibiofibular and inferior transverse ligaments
A. Conventional axial T1-weighted image demonstrates the thick posterior tibiofibular ligament (arrow).
B. Axial MR arthrogram shows two ligaments and intervening high signal intensity. Thin superficial portion is the posterior tibiofibular ligament (long arrow) and thick deep portion is the inferior transverse ligament (short arrow).

후면에 붙어 있는 소견으로 보이나 후하경비인대는 구분해서 볼 수 없었다. 특히 MR 관절조영술 영상에서 이 2개의 인대 사이로 조영제가 싸고 있어 하횡인대와 후하경비인대를 명확하게 구분할 수 있었다 (Table 4).

후과간인대(posterior intermalleolar ligament)는 정상변주로서 비골과와(fibular malleolar fossa) 상방모서리에서 기시하여 내측과 후면모서리에 붙는다. 이 인대는 하횡인대와 후거비인대의 사이를 가로질러 주행한다. 단순 MR 영상에서는 1예에서도 보이지 않았으나 MR 관절조영술에서는 7예 (88%)에서 확인할 수 있었다 (Fig. 7). 가장 잘 보이는 단면은 관상면이며 전장을 한 단면에서 확인할 수 있었고 인대의 두께는 1 - 2 mm 내외였다.

고 찰

족관절의 관절조영술은 외측부 인대 손상을 평가하기 위한 검사 방법으로 오랫동안 이용되어 왔다 (23 - 27). Van Dijk 등 (28)의 보고에서는 관절조영술의 특이도와 민감도가 71%, 96%로 외측부 인대 손상을 아는데 매우 유용한 검사법이라 하였다. 그러나 족과 족관절의 다른 부분 손상을 동시에 알 수 없다는 점과 손상된 관절낭이나 건초가 혈액이나 찌꺼기 등에 의해 막힘으로 위음성을 나타낼 수 있어 문제점으로 제기되었다.

1980년대 후반부터 MR을 이용하여 족과 족관절 주변의 연부조직과 골의 상태를 파악하기 위한 많은 연구가 있었다 (6 - 19). Anzilotti 등 (29)의 연구에 의하면 MR 검사를 한 후 47%에서 진단이 바뀌었으며 치료 방향이 달라진 경우는 34%로서 MR 영상 검사가 정확한 진단과 치료 과정을 결정하는데 중요한 역할을 담당한다고 보고 하였다. 또 Chandnani 등 (20)은 만성 족관절 불안정이 있는 환자의 MR 검사 결과 민감도는 50%, 특이도는 인대의 종류에 따라 83 - 100%를 보였으며 Kreitner 등 (30)은 92%의 정확도를 보였다고 하였다.

관절 조영술과 MR 영상을 결합시킨 MR 관절조영술은 관절 내 MR 조영제를 주입하여 관절낭을 부풀리면 관절 주위 인대의 손상을 좀더 정확히 평가할 수 있다는 가정하에 시행한 연구들이 있었다 (3, 20 - 22). Chandnani 등 (20)이 손상 환자를 대상으로 연구한 결과를 보면 정확도가 82 - 100%로 다른 검사법보다 나은 검사법이라고 하였다. 그러나 관절 조영술은 침습적인 검사법이고 검사의 시간이 증가한다는 단점이 지적되었다.

MR 관절조영술 영상을 분석할 때 고려해야할 중요한 소견은 정상 변이이다 (3, 24). Haller 등 (24)은 20%에서 장족무지굴근 건초와 장족지굴근 건초내에 조영제가 차며 간혹 후거골하관절에도 조영제가 들어갈 수 있다고 보고하였다. 본 연구

Table 4. Appearance of the Distal Tibiofibular Syndesmosis on T1-weighted Spin-Echo Images

Ligament	Best Imaging Plane	Width	Multiple Fascicles	Signal Intensity Pattern	Comments
Anterior tibiofibular	Axial	Thin	No	Inhomogenous	Con. MR = MRA
Posterior tibiofibular	Axial, Coronal	Thin	No	Inhomogenous	Con. MR < MRA
Inferior transverse	Axial, Coronal	Thick	Yes	Homogenous	Con. MR < MRA

Con. MR : Conventional T1-weighted spin-echo MR image.
MRA : MR arthrography

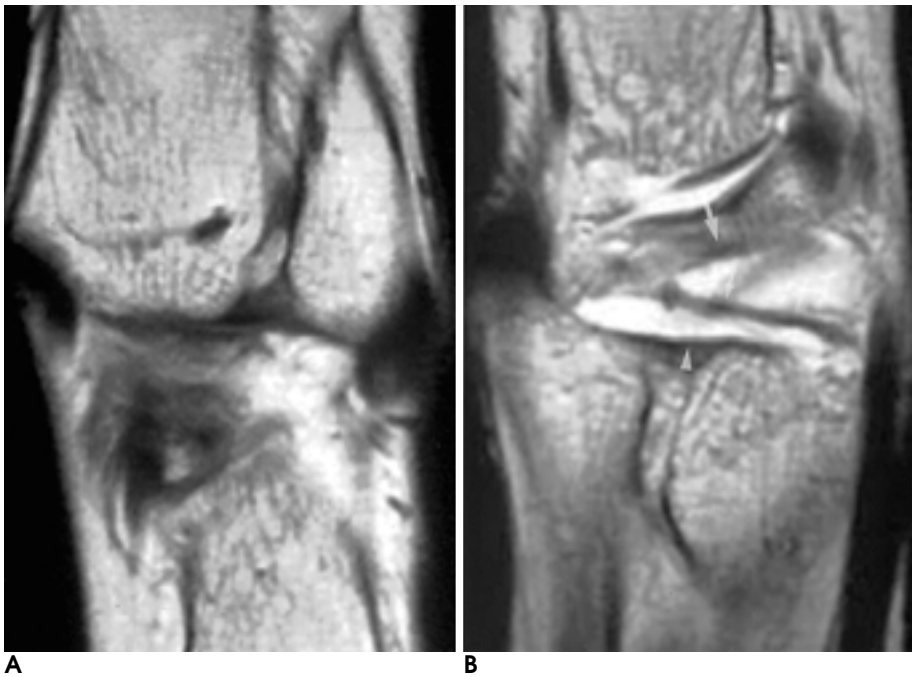

Fig. 7. Posterior intermalleolar ligament
A. The posterior intermalleolar ligament is not shown on conventional coronal T1-weighted image.
B. Coronal MR arthrogram demonstrates the intermalleolar ligament (short arrows) interposed between the inferior transverse ligament (arrowhead) and posterior talofibular ligament (long arrow).

에서도 장족지굴근 건초 내로 1예, 후거골하관절 내로 1예에서 조영제가 들어갔다. 족관절 관절조영술 해석의 중요한 요소가 인대 손상이 있을 때 조영제가 주변 건초 내로 들어가는 소견이므로 이런 변이를 알고 있음으로써 오판독을 줄일 수 있다.

종비인대의 손상이 있을 때 조영제가 비골근 건초 내로 새어 들어간다는 사실은 알려져 있다 (3, 23). 그러나 본 연구의 예에서는 종비인대의 손상이 없음에도 불구하고 조영제가 비골근 건초 내로 들어갔다. Hasegawa 등 (31)의 비골하소골을 대상으로 한 연구에서 족관절 불안정과 관련이 있음을 보고하였다. 본 증례에서도 비골근 건초 내로 조영제가 새어 들어간 것은 종비인대의 손상보다는 만성적인 비골하소골의 불안정으로 인하여 비골근 건초가 손상을 입은 것으로 생각된다.

외측부 인대중에서 전거비인대와 후거비인대는 MR 관절조영술에서 좀더 명확히 보였는데 이는 관절강내에 넣은 조영제가 인대와 같은 신호강도를 보이는 피질골과 인대를 분리시키므로써 인대의 내측면을 명확하게 구분해주기 때문인 것으로 판단된다. 족관절의 자세에 따라 인대가 굴곡되어 일부분이 두껍게 보일 수 있는데 MR 관절조영술은 관절낭이 팽창되므로 이런 문제로 인한 오판독을 줄일 수 있다. 그러나 과도하게 팽창된 관절낭은 인대를 감싸기도 함으로 시상면에서 관절강내 이물로 생각할 수 있으므로 판독시 주의를 요한다 (22). 종비인대의 단순 MR 영상과 MR 관절조영술과의 차이가 없는 근거는 종비인대가 관절낭 밖에 있는 구조물이기 때문에 관절강내에 있는 조영제가 종비인대의 내측면에 닿지 않기 때문이다 (20). 후거비인대는 단순 MR 영상이나 MR 관절조영술에서 매우 다양하게 보였다. 특히 조영제 주입 후 인대 사이로 조영제가 들어가는 현상은 인대 내 손상으로 오인될 수 있으므로 주의해야 한다. Muhle 등 (13)의 연구에 의하면 T1 강조영상에서 부분적으로 높은 신호강도를 보인 부분을 내부의 지방조직 때문으로 해석하였으나 본 연구에서는 인대 내 퇴행성 변화가 진행되면서 섬유다발이 분리되어 나타난 소견으로 추정되었다.

Lee 등 (22)에 의하면 MR 관절조영술은 내측부 인대 검사에 경종인대를 제외하고는 거의 도움이 되지 않는다 하였으나 본 연구에서는 전경거인대와 후경거인대를 관찰하는데 MR 관절조영술이 결정적인 도움이 되었다. MR 관절조영술에서 조영제가 인대의 내측면과 닿아 있어 인대를 관절강과 떨어지도록 하여 인대의 손상을 명확히 파악하는데 도움이 될 것으로 추정된다.

전하경비인대, 후하경비인대는 과골막(interosseous membrane)과 함께 족관절의 유지에 중요한 구조물이다 (32). MR 관절조영술 영상에서 경골과 비골 사이로 팽창된 활액막낭 내로 조영제가 차면 경비인대 내측면을 명확하게 구분지을 수 있어 도움이 되었다. 전하경비인대는 MR 영상에서 일부분의 신호강도가 불규칙하게 보여 인대의 파악에 어려움이 있었다.

최근에 족관절의 후방 감입증후군(posterior impingement syndrome)의 한 원인으로 후과간인대를 제시한 연구가 있다 (15, 22). 후방 감입증후군은 빈번하게 심한 족저굴곡을 하는 무용수에서 발생하는 질환이다. 후과간인대는 후경비인대와 후거비인대 사이에 있는 구조물로 해부학 연구에서는 56%에서 보였으나 단순 MR 영상에서는 19%에서만 확인이 가능하였다 (15). 본 연구에서는 88%(7예)에서 보였는데 이는 MR 관절조영술로 인하여 관절낭이 팽창되므로 발견율이 높아진 것으로 추정된다. 후과간인대 발견율이 해부학 연구보다 높은 이유로 이 인대가 매우 얇아 해부 도중 발견되지 않았을 가능성이 높다고 판단되었다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 살아있는 사람을 대상으로 하지 않고 절단족을 이용하여 환자의 검사와 완전히 동일하지 않다는 점이다. 둘째, 대상군이 적어 얻어진 결과를 일반화하기에는 부족함이 있다. 그러나 가능하면 일정한 경향을 기술하려고 노력하였고 앞으로 정상 성인의 소견과 손상이 있는 환자들의 영상 소견을 종합하여 관찰된 결과들을 검토해 나갈 계획이다. 셋째, 족관절 주변에 문제가 없는 군을 대상으로 하였기 때문에 손상이 있는 환자에서는 결과가 다르게 나올 수 있다. 그러나 본 연구는 검사방법 간의 비교 연구가 일차적 목적이었고 정상 소견에 대한 광범위한 지식의 축적이 비정상군의 감별에 도움이 된다고 생각한다.

결론적으로 MR 관절조영술은 족관절 주변 인대 내측면을 분명하게 구분지어 보여주므로 인대 평가에 도움이 되는데 특히 전거비인대, 후거비인대, 전경거인대, 후경거인대 검사에 도움이 되었다. 또한 정상변이 구조물이며 최근 임상적 중요성이 대두되고 있는 후과간인대의 검사에도 도움이 되었다.

참 고 문 헌

1. Kannus P, Renstrom P. Treatment for acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, cast, or early controlled mobilization. *J Bone Joint Surg [Am]* 1991;73-A(2):305-312
2. Karlsson J, Lansinger O. Lateral instability of the ankle joint. *Clin Orthop* 1992;276:253-261
3. Helgason JW, Chandnani VP. MR arthrography of the ankle. *Radiol Clin North Am* 1998;36:729-38
4. Peters JW, Trevino SG, Renstrom PA. Chronic lateral ankle instability. *Foot Ankle* 1991;12(3):182-91
5. Rijke AM, Jones B, Vierhout PA. Injury to the lateral ankle ligaments of the athletes. *Am J Sports Med* 1988;16:256-259
6. Noto AM, Cheung Y, Rosenberg ZS, Norman A, Leeds NE. MR imaging of the ankle: normal variants. *Radiology* 1989;170:121-4
7. Miller TT, Bucchieri JS, Joshi A, Staron RB, Feldman F. Pseudodefect of the talar dome: an anatomic pitfall of ankle MR imaging. *Radiology* 1997;203:857-8
8. Link SC, Erickson SJ, Timins ME. MR imaging of the ankle and foot: normal structures and anatomic variants that may simulate disease. *AJR Am J Roentgenol* 1993;161:607-612
9. Kneeland JB, Macrandar S, Middleton WD, Cates JD, Jesmanowicz A, Hyde JS. MR imaging of the normal ankle: correlation with anatomic sections. *AJR Am J Roentgenol* 1988;151:117-123
10. Kier R, Dietz MJ, McCarthy SM, Rudicel SA. MR imaging of foot and ankle tumors. *Magn Reson Imaging* 1993;11:149-162
11. Schneck CD, Mesgarzadeh M, Bonakdarpour A, Ross GJ. MR imaging of the most commonly injured ankle ligaments. Part I. Normal anatomy. *Radiology* 1992;184(2):499-506

12. Schneck CD, Mesgarzadeh M, Bonakdarpour A. MR imaging of the most commonly injured ankle ligaments. Part II. Ligament injuries. *Radiology* 1992;184(2):507-512
13. Muhle C, Frank LR, Rand T, et al. Collateral ligaments of the ankle: high-resolution MR imaging with a local gradient coil and anatomic correlation in cadavers. *Radiographics* 1999;19:673-683
14. Rubin DA, Towers JD, Britton CA. MR imaging of the foot: utility of complex oblique imaging planes. *AJR Am J Roentgenol* 1996;166: 1079-1084
15. Rosenberg ZS, Cheung YY, Beltran J, Sheskier S, Leong M, Jahss M. Posterior intermalleolar ligament of the ankle: normal anatomy and MR imaging features. *AJR Am J Roentgenol* 1995;165:387-390
16. Erickson SJ, Smith JW, Ruiz ME, et al. MR imaging of the lateral collateral ligament of the ankle. *AJR Am J Roentgenol* 1991;156:131-136
17. Klein MA. MR imaging of the ankle: normal and abnormal findings in the medial collateral ligament. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 162:377-383
18. Rubin DA, Tishkoff NW, Britton CA, Conti SF, Towers JD. Anterolateral soft-tissue impingement in the ankle: diagnosis using MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1997;169:829-835
19. Farooki S, Yao L, Seeger LL. Anterolateral impingement of the ankle: effectiveness of MR imaging. *Radiology* 1998;207:357-360
20. Chandnani VP, Harper MT, Ficke JR, et al. Chronic ankle instability: evaluation with MR arthrography, MR imaging, and stress radiography. *Radiology* 1994;192:189-194
21. Mayer DP, Jay RM, Schoenhaus H, Ruiz S. Magnetic resonance arthrography of the ankle. *J Foot Surg* 1992;31(6):584-587
22. Lee SH, Jacobson J, Trudell D, Resnick D. Ligaments of the ankle: normal anatomy with MR arthrography. *J Comput Assist Tomogr* 1998;22:807-813
23. Dory MA. Arthrography of the ankle joint in chronic instability. *Skeletal Radiol* 1986;15(4):291-294
24. Haller J, Resnick D, Sartoris D, et al: Arthrography, tenography, and bursography of the ankle and foot. *Clin Podiatr Med Surg* 1988; 5:893-909
25. Bleichrodt RP, Kingma LM, Binnendijk B, Klein JP. Injuries of the lateral ankle ligaments: classification with tenography and arthrography. *Radiology* 1989;173(2):347-349
26. Raatikainen T, Putkonen M, Puranen J. Arthrography, clinical examination, and stress radiograph in the diagnosis of acute injury to the lateral ligaments of the ankle. *Am J Sports Med* 1992;20(1):2-6
27. 한문희. 족관절 염좌의 관절조영술. *대한방사선의학회지* 1985;21: 610-617
28. van Dijk CN, Bossuyt PM, Marti RK. Medial ankle pain after lateral ligament rupture. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78(4):562-56728.
29. Anzilotti K Jr, Schweitzer ME, Hecht P, Wapner K, Kahn M, Ross M. Effect of foot and ankle MR imaging on clinical decision making. *Radiology* 1996; 201:515-517
30. Kreitner KF, Ferber A, Grebe P, Runkel M, Berger S, Thelen M. Injuries of the lateral collateral ligaments of the ankle: assessment with MR imaging. *Eur Radiol* 1999; 9:519-524
31. Hasegawa A, Kimura M, Tomizawa S, Shirakura K. Separated ossicles of the lateral malleolus. *Clin Orthop* 1996;330:157-6531
32. Miller CD, Shelton WR, Barrett GR, Savoie FH, Dukes. Deltoid and syndesmosis ligament injury of the ankle without fracture. *Am J Sports Med* 1995;23(6):746-750

J Korean Radiol Soc 2001;44:513 - 522

Ankle Ligaments: Comparison of MR Arthrography with Conventional MR Imaging in Amputated Feet[1]

Jae Sung Yoo, M.D., Sang Yong Lee, M.D., Jeong Min Lee, M.D., Young Min Han, M.D., Kyung Ho Chung, M.D., Chong Soo Kim, M.D.

[1]*Department of Diagnostic Radiology, Chonbuk National University Hospital*

Purpose: To compare magnetic resonance (MR) arthrography with conventional MR imaging in the evaluation of ankle ligaments.

Materials and Methods: Eight freshly amputated human feet underwent conventional MR imaging and MR arthrography. For the former, 1.5-T magnets in the axial, coronal and sagittal planes were used, and T1-weighted sequences were obtained. Following the injection of 6 - 10 ml of diluted contrast media (Gd-DTPA 1:250), T1-weighted images were obtained in the same positions as conventional MR images. Paired conventional MR imaging and MR arthrography of each ankle ligament were rated on a five-point scale, and to reflect inter-group differences a Wilcoxon singed-rank test was used to compare the different measurements ($p < 0.05$). In two ankles, MR images of the ligaments were correlated with ankle dissection.

Results: Anterior and posterior talofibular ligaments were more clearly revealed by MR arthrography than by conventional MR imaging, while calcaneofibular ligaments showed no difference between these two modalities. With regard to deltoid ligaments, visualization of the anterior and posterior tibiotalar ligament was much improved when contrast material was used to outline the ligament's articular aspect. Visualization of the posterior inferior tibiofibular ligament and inferior transverse ligament were also improved when the use of contrast material provided delineation of the articular side of the ligaments and separated them from adjacent bone. In addition, MR arthrography was very useful for identification of the posterior intermalleolar ligament, though its use did not enhance visualization of the calcaneofibular, tibiocalcaneal, spring or tibiospring ligaments.

Conclusion: MR arthrography accurately revealed the anatomic details of ankle ligaments, and may therefore be more useful than conventional MR imaging for evaluation of these structures.

Index words : Ankle, anatomy
Ankle, MR
Ankle, arthrography

Address reprint requests to : Sang Yong Lee, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Chonbuk National University Hospital, 634-18 Keumam-dong, Chonju-shi, Chon Buk, 561-712, Korea.
Tel. 82-63-250-1152 Fax. 82-63-272-0481