



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**AYAK BİLEĞİ ANTEROLATERAL KAPSÜLOLİGAMENTÖZ
KOMPLEKS VE RESESİN SONOARTROGRAFİK
DEĞERLENDİRMESİ VE MR ARTROGRAFİK KORELASYONU**

**DR. SELİN KESKİN
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

DÜZCE-2025



**T.C.
DÜZCE İNİVERTSITE
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**AYAK BİLEĞİ ANTEROLATERAL KAPSÜLOLİGAMENTÖZ
KOMPLEKS VE RESESİN SONOARTROGRAFİK
DEĞERLENDİRMESİ VE MR ARTROGRAFİK KORELASYONU**

**DR. SELİN KESKİN
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**PROF. DR. HAYRİ OĞUL
TEZ DANIŞMANI**

**DOÇ. DR. DERYA GÜÇLÜ
TEZ DANIŞMANI**

DÜZCE-2025

TEŞEKKÜR

Tezimin tüm aşamalarında verdiği destek için değerli hocam Prof. Dr. Hayri OĞUL ve Doç. Dr. Derya GÜÇLÜ'ye, asistanlık eğitimim boyunca her zaman bilgi ve tecrübelerini paylaşıp destek ve güvenlerini hissettiren değerli hocalarım Prof. Dr. Ömer ÖNBAŞ, Prof. Dr. Elif Nisa ÜNLÜ, Doç. Dr. Hasan Baki ALTINSOY, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali ÖZEL, Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Feyyaz NALDEMİR ve Dr. Öğr. Üyesi Büşra HAS'a,

Çalışma arkadaşı olmaktan ziyade birlikte çok güzel anılar biriktirdiğim, hep yanımda hissettiğim değerli araştırma görevlisi arkadaşlarıma, beş yıl süresince birlikte çalıştığım değerli radyoloji teknisyenlerimiz, hemşirelerimiz, sekreterlerimiz ve girişimsel radyoloji ekibine,

Destek ve güvenlerini her daim arkamda hissettiğim, hayallerime giderken yanımdan hiç ayrılmayan annem Filiz ÇINAR'a, babam Süleyman ÇINAR'a, kardeşim Oğulcan ÇINAR'a, mutluluk sebebim oğlum Poyraz KESKİN'e ve her zaman yanımda olan eşim Volkan KESKİN'e,

Sonsuz teşekkürlerimle...

10.03.2025

Selin KESKİN

ÖZET

Amaç: Bu çalışmamızda, ultrasonografi (USG) ve sonoartrografi yöntemlerini manyetik rezonans artrografi (MRA) ile karşılaştırarak ayak bileği eklemi anterolateral reses ve kapsülogamentöz kompleksin patolojilerini saptama ve tanımlamadaki katkılarını araştırmayı amaçladık.

Materyal ve metot: Kasım 2023 ile Ocak 2024 tarihleri arasında hastanemizin Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı veya Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine başvuran kronik ayak bileği ağrısı şikayeti bulunan, fizik muayenede ayak bileği anterolateral yapılarında patolojiden şüphelenilen ve artrografi endikasyonu bulunan 40 hastaya USG, Sonoartrografi ve MRA yapıldı. USG ve sonoartrografik incelemede, anterior talofibular ligaman (ATFL) bütünlüğü, hasar var ise parsiyel veya komplet şeklinde tiplendirilmesi, anterolateral eklem kapsülünde kalınlaşma varlığı, var ise nodüler veya diffüz olarak sınıflandırılması, anterolateral eklem resesinde obliterasyon varlığı iki ayrı radyolog tarafından birbirinden bağımsız olarak değerlendirildi. MRA görüntülerinde anterolateral reses patolojilerinin tanısı radyologların konsensusu ile konuldu. USG ve sonoartrografi inceleme için altın standart MRA kabul edilerek sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları hesaplandı. Gözlemciler arası uyum istatistikî olarak değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmaya 23'ü erkek, 17'si kadın toplam 40 olgudan elde edilen USG, sonoartrografi ve MRA incelemeleri dahil edildi. Herbir hasta her üç tetkike de sahipti. Sonoartrografinin iki gözlemci için sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk oranları, eklem kapsülünde %58-47, %90-86, %75-68, anterolateral reseste %45-46, %93-93, %80-80 ve ATFL'de %67-67, %94-94, %90-90 olarak bulundu. USG verilerinde eklem kapsülü, anterolateral reses ve ATFL için gözlemciler arasında önemli derecede uyum saptandı. Sonoartrografik incelemede ise eklem kapsülü ve anterolateral reses için gözlemciler arası neredeyse mükemmel uyum ve ATFL için mükemmel uyum vardı.

Sonuç: Bizim çalışmamız sonoartrografinin anterolateral eklem resesi ve kapsülogamentöz komplekste patolojiyi tanımlamada yüksek hassasiyet, özgüllük ve gözlemciler arası uyum ile tanı için ucuz, ulaşılabilir bir alternatif olabileceğini gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Sonoartrografi, Manyetik Rezonans Artrografi, Anterior Talofibular Ligament, Ayak Bileği İnstabilitesi, Anterolateral İmpingement

ABSTRACT

Objective: Our study aims to evaluate the diagnostic contribution of ultrasonography (USG) and sonoarthrography in detecting and characterizing pathologies of the anterolateral recess and capsuloligamentous complex of the ankle joint, using magnetic resonance arthrography (MRA) as a reference approach.

Materials and Methods: Between November 2023 and January 2024, USG, sonoarthrography, and MRA examinations were performed on 40 patients who presented to the Orthopedics and Traumatology or Physical Medicine and Rehabilitation Department of our hospital with chronic ankle pain with the exhibition of suspicious pathologies in the anterolateral structures of the ankle joint upon physical examination and met the indications for arthrography. In all three imaging modalities, the integrity of the anterior talofibular ligament (ATFL) was assessed, and if a lesion was present, it was classified as either partial or complete. Additionally, thickening of the anterolateral joint capsule, if detected, was categorized as nodular or diffuse, and the presence of obliteration in the anterolateral joint recess was evaluated. Two independent radiologists interpreted the images separately. Sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV), and diagnostic accuracy were calculated, by considering MRA as the gold standard. Interobserver agreement was also statistically analyzed.

Findings: Examinations of three methods which are ultrasonography (USG), sonoarthrography and MRA of 40 cases (23 males and 17 females) were included in the study. MRA was designated as the gold standard. The sensitivity, specificity, and diagnostic accuracy rates of sonoarthrography for the joint capsule were 58-47%, 90-86%, and 75-68%, respectively; for the anterolateral recess, these values were 45-46%, 93-93%, and 80-80%, respectively; and for the ATFL, they were 67-67%, 94-94%, and 90-90%, respectively. In USG data, substantial interobserver consistency was observed for the joint capsule, anterolateral recess, and ATFL. In sonoarthrographic examination, there was almost perfect interobserver consistency for the joint capsule and anterolateral recess, while perfect consistency for the ATFL was observed.

Conclusion: Our findings indicate that sonoarthrography is a cost-effective and accessible alternative imaging modality with high sensitivity, specificity, and

interobserver consistency in the assessment of anterolateral recess and capsuloligamentous complex pathologies of the ankle joint.

Keywords: Sonoarthrography, Magnetic Resonance Arthrography, Anterior Talofibular Ligament, Ankle Instability, Anterolateral Impingement



İÇİNDEKLER

ÖZET	
ABSTRACT.....	
KISALTMALAR/SİMGELER DİZİNİ	
TABLolar DİZİNİ	
ŞEKİLLER DİZİNİ	
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	
1.1. Giriş.....	
1.2. Amaç	
2. GENEL BİLGİLER	
2.1. Ayak bileği eklemının anatomisi.....	
2.1.1. Ayak bileği eklemine katılan kemik yapılar.....	
2.1.2. Ayak bileği eklem kapsülü.....	
2.1.3. Ayak bileği eklemi komşulukları.....	
2.1.4. Ayak bileği eklemi ligamentleri.....	
2.2. Klinik Tablolar.....	
2.2.1. Sıkışma sendromları.....	
2.2.2. Osteokondral lezyonlar	
2.2.3. Ayak bileği travmaları	
2.2.4. Serbest cisim	
2.2.5. Sinoviyal patolojiler	
2.3 Ayak bileği eklemının görüntülenmesi	
2.3.1. Direkt grafi.....	
2.3.2. Ultrasonografi (USG).....	
2.3.3. BT ve BT artrografi (BTA).....	
2.3.4. MR ve MR artrografi (MRA).....	
3. GEREÇ VE YÖNTEM	
3.1. Hasta Seçimi.....	
3.2. USG Eşliğinde enjeksiyon tekniğimiz	
3.3. USG ve sonoartrografi tekniğimiz.....	
3.4. MRA Tekniğimiz	
3.5. Görüntülerin Değerlendirilmesi	
3.6. İstatiksel Analiz.....	
4. BULGULAR.....	
4.1. Hastaların Değerlendirilmesi	
4.2. Olgu Örnekleri	

5. TARTIŞMA
6. SONUÇ.....
7. KAYNAKLAR



KISALTMALAR/SİMGELER DİZİNİ

ALİ: Anterolateral impingement

ATFL: Anterior talofibular ligament

BT: Bilgisayarlı tomografi

BTA: Bilgisayarlı tomografi artrografi

FA: Flip angle

FOV: Field of view

GE: Gradient eko

KFL: Kalkaneofibular ligament

MRA: Manyetik rezonans artrografi

MRG: Manyetik rezonans görüntüleme

Msn: Milisaniye

OCD: Osteokondritis dissekans

PACS: Picture Archiving and Communication Systems

PTFL: Posterior talofibular ligament

RF: Radyofrekans

SE: Spin eko

SF: Serum fizyolojik

T: Tesla

T1A: T1 ağırlıklı

T2A: T2 ağırlıklı

PPD: Pozitif prediktif değer

NPD: Negatif prediktif değer

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. κ değerin yorumlanması

Tablo 2. Ayak bileği eklemde eklem kapsülü, anterolateral reses ve ATFL değerlendirme verilerinin gözlemciler arası uyumu

Tablo 3a. Her bir gözlemcinin ayak bileği eklem kapsülü değerlendirirken USG ve Sonoartrografi verilerinin kendi içinde değerlendirilmesi

Tablo 3b. Her bir gözlemcinin ayak bileği eklemi anterolateral reses değerlendirirken USG ve Sonoartrografi verilerinin kendi içinde değerlendirilmesi

Tablo 3c. Her bir gözlemcinin ATFL değerlendirirken USG ve Sonoartrografi verilerinin kendi içinde değerlendirilmesi

Tablo 4a. Gözlemci 1'in değerlendirdiği eklem kapsülüne ait USG ve Sonoartrografik incelemenin istatistiksel analizi

Tablo 4b. Gözlemci 2'in değerlendirdiği eklem kapsülüne ait USG ve Sonoartrografik incelemenin istatistiksel analizi

Tablo 5a. Gözlemci 1'in değerlendirdiği anterolateral reses'in USG ve Sonoartrografik incelemenin istatistiksel analizi

Tablo 5b. Gözlemci 2'in değerlendirdiği anterolateral reses'in USG ve Sonoartrografik incelemenin istatistiksel analizi

Tablo 6a. Gözlemci 1'in değerlendirdiği ATFL'nin USG ve Sonoartrografik incelemenin istatistiksel analizi

Tablo 6b. Gözlemci 1'in değerlendirdiği ATFL'nin USG ve Sonoartrografik incelemenin istatistiksel analizi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Resim 1. Ayak ve ayak bileği kemikleri

Resim 2a. Sağ ayak bileğine eklem içine dilüe metilen mavisi enjeksiyonu sonrasında lateral malleol ve medial malleol boya enjekte edilmesinin lateralden görünümü

Resim 2b. Sağ ayak bileğine eklem içine dilüe metilen mavisi enjeksiyonu sonrasında lateral malleol ve medial malleol boya enjekte edilmesinin medialden görünümü

Resim 3. Lateral kolleteral bağ kompleksi

Resim 4. Ayak bileğinin osteoartiküler diseksiyonunda anterolateral kesimde ligamentler

Resim 5. Medial kollateral bağ kompleksi

Resim 6. Osteokondral lezyon evrelerinin şematik sunumu

Resim 7. MRG temelli talar OCD sınıflamasının şematik gösterimi

Resim 8. Ayak bileğinin AP, mortise ve lateral projeksiyonda grafi serisi

Resim 9. A. Tibiotalar eklem mesafesinde uzanan ince lineer ekojen iğne trasesi (kırmızı ok) ve iğne ucu (sarı ok) gösterilmiştir. B. Enjeksiyon sonrası anterolateral reses düzeyinde eklem distansiyonu gösterilmiştir.

Resim 10. Artrografik inceleme için kullanılan malzemeler ve USG kılavuzluğunda enjeksiyon uygulama pozisyonu

Resim 11. Sonoartrografik olarak ayak bileği anterolateral reses ve kapsüloligamentöz kompleksin değerlendirilmesi

Resim 12: Olgu 1, 50 yaşında kadın hastada ATFL bütünlüğü korunmuş ancak kalın ligament

Resim 13: Olgu 2, 21 yaşında erkek hastanın tekrarlayan mikrotravmalara bağlı ATFL'de bütünlük kaybı olmaksızın kalınlaşma ve ödemli

Resim 14: Olgu 3, 25 yaşında erkek hastada ATFL komplet rüptür ve ligament talar-fibular uçta retraksiyon, eklem kapsülünde kalınlaşma ve anterolateral reseste impingement

Resim 15: Olgu 4, 28 yaş erkek hastada tibiotalar eklem anterolateral resesinde eklem kapsülünde düzensizlikler ve membranöz yapılar

Resim 16: Olgu 5, 31 yaş erkek hasta anterolateral reses düzeyinde ATFL ve eklem kapsülünde kalınlaşma ve sinyal artışı



1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Giriş

Ayak bileği eklemi, vücut ağırlığının taşınması, ağırlığın aktarımı, denge ve hareket süreçlerine uyumlanma sırasında görev almaktadır. Ayak bileği eklemi aslında talokrural eklemi ifade etmekte olup talofibular, tibiotalar ve fibulotalar eklemlerden yani bir eklem kompleksinden oluşur. Ginglimus tipli bir eklem olmasına karşılık eklem kompleksi sagittal düzlemde plantar-dorsifleksiyon, aksiyel düzlemde abduksiyon-addüksiyon ve koronal düzlemde inversiyon-eversiyon hareketlerini yapabilmektedir. Bu hareketlerin subtalar ve tibiotalar eklemlerdeki hareket kombinasyonları, supinasyon için plantar fleksiyon, inversiyon, addüksiyon ve pronasyon sırasında dorsifleksiyon, eversiyon, abduksiyon hareketi birlikte gerçekleşir (1-6).

Tibiotalar eklem, distal tibia ve fibula ile talus arasındaki bağlantıyı oluşturur. Tibiotalar eklem kapsülü tibia, malleoller ve talusa bağlanır. Ayak bileği eklemi üç grup bağ ile desteklenmektedir. Lateral kollateral bağlar; ATFL ve posterior talofibular ligamentler (PTFL) ve kalkaneofibular ligamentten (KFL) oluşur. Lateral kollateral bağlar eklem inversiyona ve varus gerilmelerine direnci sağlar. ATFL ve PTFL sırasıyla plantar ve dorsifleksiyon sırasında yüksek gerilme kuvvetlerine dayanır (2, 3). Ayak bileği burkulması gibi inversiyon yaralanmaları sırasında sıklıkla hasar görürler. Ayak bileği eklemi medialde, medial kollateral bağlar; anterior ve posterior tibiotalar ligamentleri, tibionaviküler ligamenti ve tibiokalkaneal ligament komponentlerinden oluşan yelpaze şeklinde deltoid ligament tarafından desteklenir. Eversiyon hareketi ile valgus streslerine direnci sağlar. Tibiofibular sindesmoz, tibia ve fibula arasındaki hareketi sınırlar ve kemik uçları arasındaki stabiliteyi korur. Anterior tibiofibular ligament, posterior tibiofibular ligament ve interosseöz tibiofibular ligamentler olmak üzere üç grup bağ ile desteklenir (1-6).

Ayak bileği yaralanmaları aktif bireyler ve sporcularda yaygın karşılaşılmaktadır. En sık inversiyon tipi yaralanmalar görülür. Ayak bileği inversiyonuyla ilişkili olarak ATFL hasarı, peroneal tendon yırtıkları, peroneal retinakulum hasarı, kalkaneofibular bağ hasarı ve talusta osteokondritis dissekans olası sonuçlardır. Bağ hasarı izole olabileceği gib birkaç bağın birlikte hasarlanması da sıklıkla görülür. Kronik dönemde sıkışma sendromu, travma sonrası dejeneratif artrit izlenebilir.

Bu süreçler kronik lateral ayak bileği ağrısı ve instabiliteye sebep olarak fonksiyon kaybı ve hareket kısıtlılığı ile birlikte ayak bileği ağrısının önemli bir sebebidir (1-6).

Anterolateral impingement/sıkışma sendromu (ALİ), kronik lateral ayak bileği ağrısının yaygın bir nedenidir. ATFL ve/veya tibiofibular ligamanların hasarlanmasıyla ilişkili olarak anterolateral reeste proliferatif sinovit, fibrotik skar dokusunu ve bu dokuların organize formu olan ‘meniskoid lezyon’ izlenebilir. Hastalar ayak bileği anterolateral kesiminde ağrı şikayeti tanımlar. Fizik muayenede bu lokalizasyonda palpasyonla hassasiyet saptanabilir. Konvansiyonel-stres radyografileri ve BT bulguları genellikle normaldir. MRG bu seviyede T1AG’de düzensizlik ve sinoviyal proliferasyon ile skar dokusunu temsil eden hipointens doku artışı izlenir. Fizik tedavi ve konservatif tedavi ilk seçenek olmakla birlikte yeterli klinik sonuç alınamayan olgularda artrografi, artroskopi ve cerrahi planlanması bir seçenek olabilir (40, 41, 42, 43).

1.2 Amaç

Bu çalışmada amacımız klinik olarak kronik ayak bileği ağrısı ve instabilite şikayeti olan hastalarda konvansiyonel MRG’ye alternatif olarak daha ucuz ve minimal invaziv bir yöntem olan sonoartrografik incelemenin tanısal değerini saptamaktır. Çalışmada sonoartrografik verileri altın standart olarak alınan MRA bulguları ile karşılaştırarak sonoartrografinin ayak bileğinde anterolateral kesim yapılarının tanımlanma, patolojisini saptama ve karakterizasyonda yeterliliğini tespit etmektir.

2. GENEL BİLGİLER

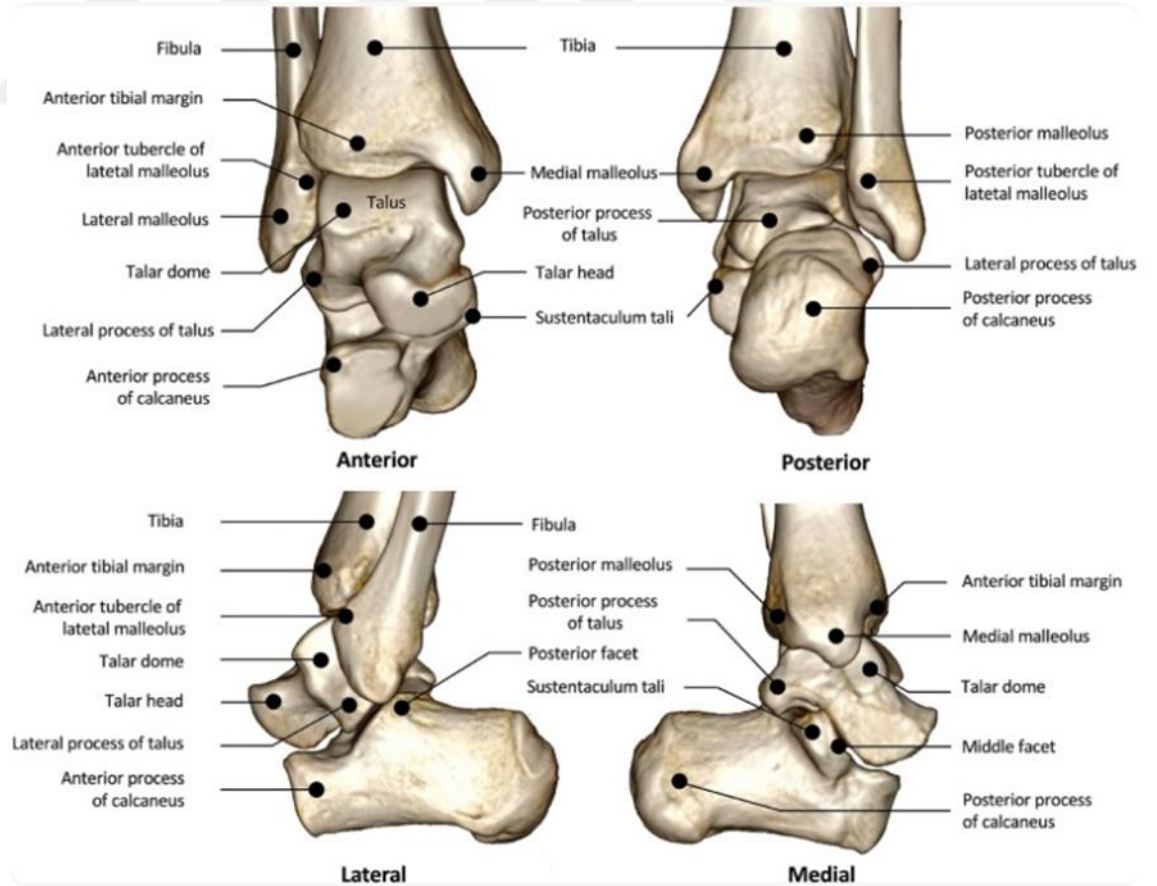
2.1 Ayak Bileği Eklemine Anatomisi

Ayak bileği eklemi, vücut ağırlığının taşınması, yük aktarımı, denge ve hareket süreçlerine uyumlanma sırasında görev almaktadır. Ayak bileği eklemi birkaç eklemden oluşan kompleks halindeki talokrural eklemi ifade eder. Tibia ve fibula distal ucu ile talus tarafından oluşturulan bir eklemdir. Tibiotalar düzeyde makara gibi hareket eden ancak hareket açıklığı çok daha geniş ve yüksek ağırlık taşıma kapasitesine sahip bir eklemdir. Tibia ve fibula distali arasında sindezmoz tipinde eklem mevcuttur (1, 2, 3).

Ayak bilek hareketleri çoğunlukla tibiotalar ve subtalar eklem hareketleri ile sağlanır. Ginglimus tipinde bir eklem olup temel hareketleri tek eksenle fleksiyon ve ekstansiyondur. Ancak ayak bileği eklemi primer hareketlerinde rotasyon olmamasına rağmen ayak bilek ekseninin oblik konumda olması nedeniyle sekonder olarak rotasyon hareketi gerçekleşir. Bu rotasyon yürüme hareketinin sağlanabilmesi için dorsifleksiyonda 10 ve plantar fleksiyonda 20 dereceye kadar gereklidir. Bu sayede inversiyon ve eversiyon hareketleri oluşur (1, 2). Ayak bileği eklemi stabilitesi kemik ve bağ kompleksleriyle sağlanmaktadır (1).

2.1.1 Ayak Bileği Eklemine Katılan Kemik Yapılar

Medial malleol, lateral malleol, tibial plafond ve talus eklemeye katılan temel kemiklerdir (Resim 1). Bu yapılarda ligamentlerin orijin-insersiyon düzeyleri ve kas yapılarına ait çok sayıda iz ve oluk bulunmaktadır (1).



Resim 1. Ayak ve ayak bileği kemikleri (98)

2.1.1.1 Tibia

Tibia distal kesimde gövde hacmine kıyasla genişleyerek tibial plafonu oluşturur. Ağırlığın %85'inin aktarımını ve taşınmasını sağlar. Bu seviye distalinde ise mediale uzanarak medial malleol oluşur. Talus ile eklem yüzünü arttıran konveks kesimde anterior ve posterior kollikulusa sırasıyla deltoid ligamentin yüzeyel ve derin lifleri tutunur (1, 3).

2.1.1.2 Fibula

Fibula vücut ağırlığının yalnızca %15'inin aktarımından sorumlu olup esas fonksiyonu mortiste lateral duvarı oluşturmaktır. Fibula distalde lateral malleol adını alırken sindezmozik bir eklemlerle tibia ve distalde ise talusla eklemlerleşir. Lateral malleolun eklem yüzeyi konvektir.

2.1.1.3 Talus

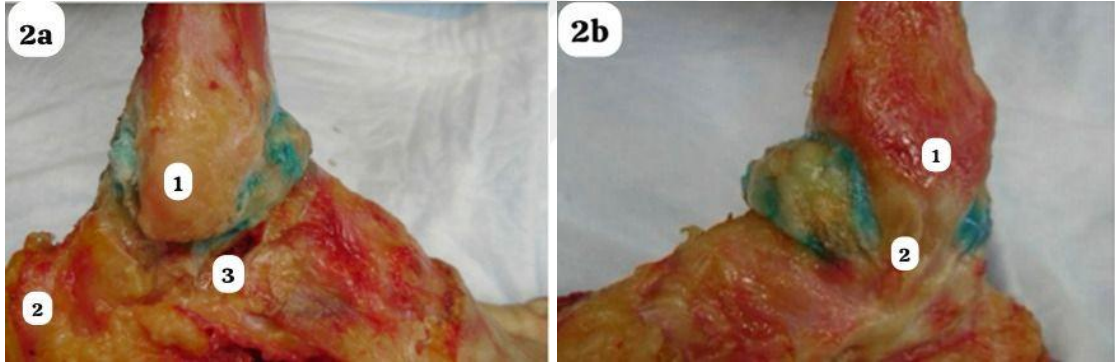
Talus proksimal yerleşimli ve ikinci büyük tarsal kemiktir. Tibia, fibula, navikula ve kalkaneus ile eklem yapar. Hiçbir kas bağlantısı yoktur. Kemik yüzeyinin %60'ı hyalin kıkırdak ile kaplıdır. Anatomik oryantasyon ve uyumlanmanın tibiotalar eklemlerde çok iyi olması sebebiyle bu seviyedeki kıkırdak incedir (kadın 1.11 mm ve erkek 1.35 mm). Ayak bileği eklemlindeki farklı bölgelerdeki kıkırdak tabakasının biyomekanik özelliklerinin analizinde, tibial kıkırdağın (1,19 MPa) talar kıkırdaktan (1,06 MPa) daha sert olduğu ve en yumuşak bölgelerin ise talus posterolateral (0,92 MPa) ve posteromedial (0,92 MPa) köşede olduğu gösterilmiştir (80). Kıkırdak kalınlığının az olması darbe maruziyetinde kıkırdak lezyonu ve komşu kemikte mikrokırıklara duyarlılığı arttırmaktadır. Eklem kıkırdağında hasar oluştuğunda subkondral kemik açığa çıkar ve bu seviyedeki kuvvet maruziyetleri skleroz, osteoliz, defekt ve kist gelişimleri ile karakterize osteokondral lezyonların oluşumu ile sonuçlanır. Osteokondral lezyonlar talar dome düzeyinde posteromedial veya anterolateral yerleşme eğilimindedir (1, 2, 4, 8).

Talus kare formunda, kubbeyi oluşturan ve talokrural eklemler katılan gövde, talonavikuler eklemler katılan baş ve ikisinin arasındaki boyun bölümlerinden oluşmaktadır. Talus büyük oranda kıkırdak ile kaplı olması sebebiyle vasküler desteği düşük olan bir kemik ancak boynu kıkırdak ile kaplı olmayıp vasküler yapıların giriş

noktasıdır. Vasküler desteğin düşük olması travma sonrası iyileşme sürecinde gecikmeye sebep olur.

2.1.2 Ayak Bileği Eklem Kapsülü

Eklem kapsülü tibia ve fibula distalinden başlayarak anteriorda talus boynuna kadar uzanan ve eklem bir diğer destekleyici anatomik elemanıdır. Eklem kapsülü gevşek ve ince bir yapıda olup iç yüzeyi sinoviya ile örtülüdür. Eklem kapsülünün en proksimal bağlantısı tibia anteriorunda, anteromedial (13,5 mm) yer almakta olup bunu posteromedial (8,7 mm) uzanım takip eder. Kapsül medial malleol üzerine uzanmamakta olup lateral malleole ise posteriorda 1mm'den az uzanımı bulunur (Resim 2a-2b). Eklem medialinde kapsül ve ligamentöz kompleksle ve posteriorda tibiofibular ligament ile birleşir (112).



Resim 2. Sağ ayak bileğine eklem içine dilüe metilen mavisi enjeksiyonu sonrasında lateral malleol ve medial malleol boya enjekte edilmesinin lateral ve medialden görünümü. **Resim 2a.** Lateral malleol (1), Kalkaneus (2), Subtalar eklem (3). **Resim 2b.** Medial Malleol (1), Deltoid ligament (2). (125)

2.1.3 Ayak Bileği Eklemi Komşulukları

Ayak bileği eklemine komşu yapılar anteriorda; tibialis anterior tendonu, ekstensör hallucis longus tendonu, ekstensör digitorum longus tendonları, peroneus tertius tendonu, tibialis anterior arter ve veni ile derin peroneal sinirdir. Lateral komşuluğunda; peroneus longus ve brevis tendonları vardır. Posteriorda; aşıl tendonu,

plantaris tendonu, tibial sinir, tibialis posterior arter ve veni, tibialis posterior tendonu, fleksor digitorum longus tendonu ve fleksor hallucis longus tendonları bulunmaktadır. Medialde ise posterior derin grup yapıları daha distalde ayak bileğinin medialine dönerek seyirlerine devam ederler.

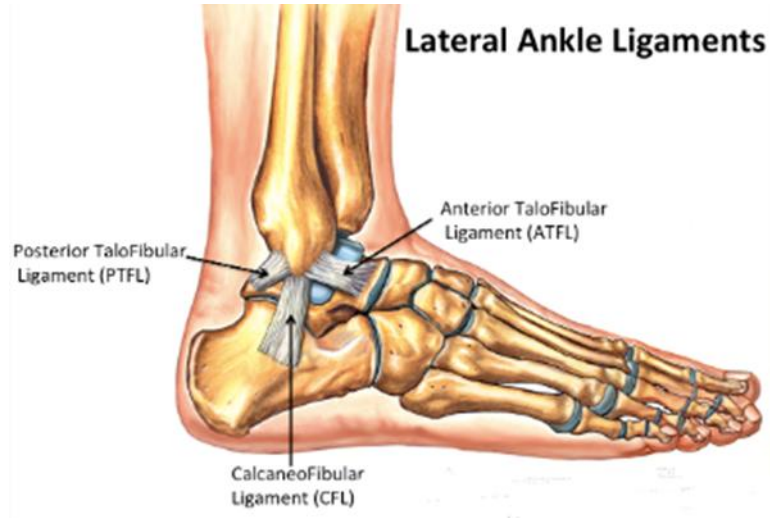
2.1.4 Ayak Bileği Eklemi Ligamentleri

Ayak bileği eklemine katılan kemik yapılar, eklem komponentleri ile korele üç grup bağ kompleksi ile stabilize edilir. Bunlar lateral kollateral bağ kompleksi, medial kollateral bağ kompleksi ve sindezmotik bağ kompleksidir. Bağ kompleksleri dışında medial ve lateral malleol arasında uzanan, posterior tibifibular ligament ile yakın ilişkide intermalleolar ligament vardır. Bu bağ bile yapan kişiler gibi zorlu dorsifleksiyon hareketinde hasarlanarak posterior sıkışma sendromuna sebep olabilir (50, 51).

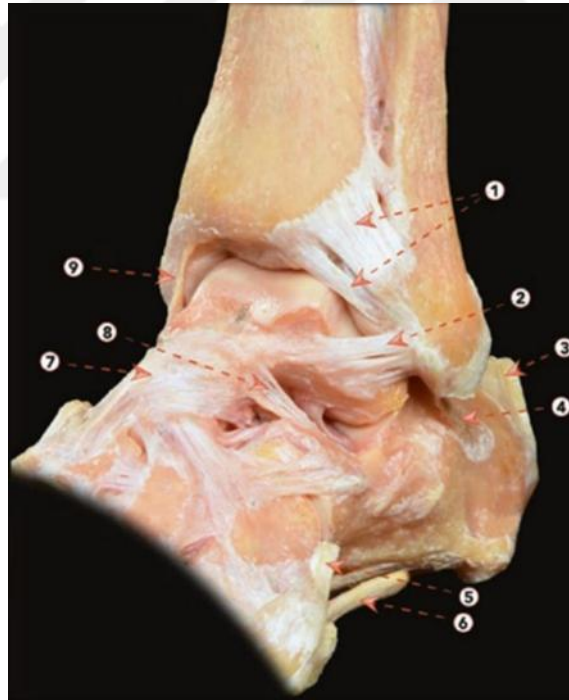
Spor yaralanmalarında ayak bileğini ilgilendiren durumlar ile sıklıkla (yaklaşık %10-30) karşılaşılrken olguların %85-90'ı lateral kollateral bağ kompleksi ile ilişkilidir (8). Lateral kollateral bağ kompleksi hasarlanmalarını sırasıyla sindezmotik bağ kompleksi yaralanmaları ve medial kollateral bağ kompleksinin izole yaralanmaları takip etmektedir. Yaralanma mekanizması sıklıkla plantar fleksiyonda iken inversiyon ve addüksiyonu ile olmaktadır. Tanı ve tedavi süreci uygun işlemeyen olgularda ilerleyen dönemlerde kronik ayak bileği instabilitesi, posttravmatik osteoartrit ve anterolateral sıkışma sendromu ortaya çıkabilir (8, 13, 16).

2.1.4.1 Lateral Kollateral Bağ Kompleksi

Lateral kollateral bağ kompleksi tibiotalar eklemının lateral planda stabilitesinden sorumludur. ATFL, PTFL ve KFL ligamentlerden oluşur (Resim 3-4) (44). Ayak nötral pozisyondayken ATFL ile KFL arasında sagittal planda 105° ve koronal planda 90-100° açı olur. Bu iki bağ birbirinden tamamen bağımsız olmayıp aralarında ark oluşturan bazı lifler vardır. Bu sebeple hareket sırasında KFL tıpkı ATFL inferior bandı gibi dorsifleksiyonda gevşek ve plantar fleksiyonda gergindir (52, 53).



Resim 3. Lateral kolletral bağ kompleksi; ATFL, PTFL ve CFL (119)



Resim 4. Ayak bileğinin osteoartiküler diseksiyonunda anterolateral kesimdeki ligamentler; anterior tibiofibular ligament(1), anterior talofibular ligament(2), aşıl tendonu(3), kalkaneofibular ligament(4), peroneus tertius ve longus tendonu(5, 6), dorsal talonaviküler ligamen(7), servikal ligament(8), deltoid ligament ön kısmı(9). (123)

2.1.4.1.1 Anterior Talofibular Ligament

ATFL fibula distal ucu ile talus boynu arasında uzanan, eklem kapsülü içerisinde yer alan, yaklaşık 6-10 mm genişlikte, yassı ve dörtgen bir bağıdır. Tek, çift, üç ve daha çok sayıda banda sahip çok sayıda varyasyonu görülebilmektedir. Ancak bant sayısındaki değişiklik ligamentin genişliğini ve fonksiyonunu önemli şekilde değiştirmemektedir. ATFL'de çok çeşitli varyasyonlar bildirilmesine rağmen sıklıkla superior ve inferior olmak üzere iki banttandır olduğu gösterilmiştir (45, 46). Bazı çalışmalarda tek bant gözlenen olgularda; aslında bağın iki banttandır olduğu ve tek bant görülen hastalarda superior bağda hasarlanma sonrası absorpsiyondan söz edilmektedir (46). Bu bantlar fibulada aynı veya yakın noktadan başlar, talusa yapıştığı kesimde ise bifid yapıdadır. İki bant ayak bileği eklemi hareketleri sırasında farklı çalışır; örneğin plantar fleksiyonda alt bant gevşek, üst bant gergin iken dorsifleksiyonda alt bant gergin, üst bant gevşektir. ATFL'nin iki bantı arasında perforan peroneal arterden gelen vasküler dallar ve bunun lateral malleolar arter ile anastomozu vardır (47). Bağ ayak nötr pozisyonda iken eklem aralığına göre horizontal seyirli iken plantar fleksiyonda bacak uzun aksına paralel konuma gelir. ATFL talusun anteriora yer değiştirmesini ve ayak bileğinin plantar fleksiyonunu kısıtlamaktadır (44).

ATFL ayak bileğinin en zayıf bağıdır ve spor yaralanmalarında sıklıkla hasarlanır. Bağ hasarlanması sıklıkla fibular insersiyon düzeyinde görülmekte olup bu durum bağ tutunma seviyesinin lateral talar kartilaja yakın olması ve bu düzeyde fibrokatilaj doku bulunması ile açıklanabilir (48). ATFL kapsül içerisinde bir bağ olması sebebiyle hasar durumunda kapsül yırtığı eşlik etmesi ve anterolateralde yumuşak dokuya eklem sıvısı ekstrevasyonu görülebilir.

Anterolateral reses, talokrural eklem anteriorolateralinde üçgen şekilli bir alandır. Posteromedialde tibia, anteriora ATFL, eklem kapsülü, anterosuperiora anterior inferior tibiofibular ligament, anteroinferiora kalkaneofibular ligament ve lateralde fibula ile sınırlanır. Sağlıklı bireylerde az miktarda sıvı içerebilir (70).

2.1.4.1.2 Posterior Talofibular Ligament

Lateral kollateral ligament kompleksinin en güçlü komponenti olan PTFL üçgen şekilli ve fibula distalinde posteromedial kesimden orijin alarak horizontal seyir gösterir.

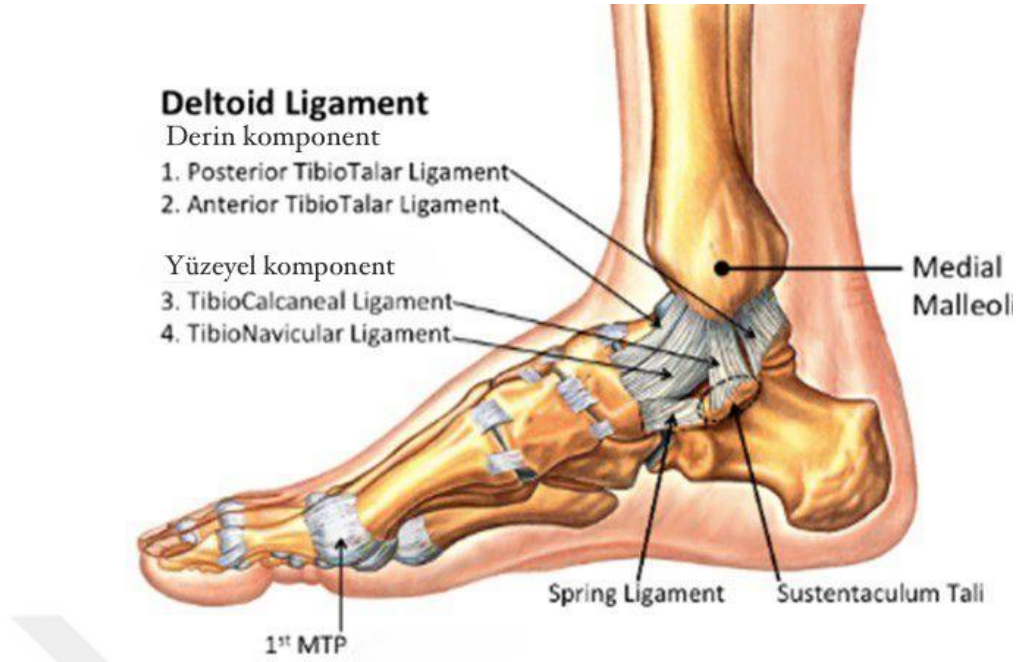
Multifasiküler olması sebebiyle yapışma yeri değişkenlik göstererek eklem yüzeyinin alt kenarı, lateral talar proçes veya os trigonum düzeyi olabilir.

2.1.4.1.3. Kalkaneofibular Ligament

Kalkaneofibular ligament ise fibula distal uç posteriordan, ATFL orijin düzeyi inferiorundan, başlayarak kalkaneusta posterior faset eklemin distaline oblik olarak uzananır. Bağın uzunluğu yaklaşık 2 cm olup lateral kollateral bağ kompleksinin en uzun üyesidir (44, 53). Ekstrakapsüler seyirli kord şeklinde kuvvetli bir bağıdır. Kompleksin diğer iki elemanından farklı olarak hem talokrural hem subtalar eklemi destekler. Ayağın inversiyonunu kısıtlayan, subtalar eklemin en önemli sabitleyici bağıdır. İnversiyon yaralanmalarında ATFL ile birlikte hasarlanabilirken, daha nadir olmak üzere posterior subtalar eklem yaralanmalarında izole yırtıkları ile karşılaşılabilir (2-6, 21, 55).

2.1.4.2 Medial Kollateral Bağ Kompleksi

Medial kollateral bağ kompleksi deltoid ligamentin yüzeysel ve derin olmak üzere iki bileşeninden oluşur (Resim 5). Yüzeysel grupta; medial malleol anteriorundan başlayan tibiospring bağ, tibionaviküler bağ ve tibiokalkaneal bağ yer alır. Derin grupta; medial malleol düzeyinde farklı lokalizasyonlardan orijin alan anterior tibiotalar bağ ve posterior tibiotalar bağdan oluşan iki grup halinde talusa tutunan bağlar yer alır (1, 23, 44). Medial kollateral bağ kompleksi talusun medialde kuvvetli bir destekleyicisi olup talus ve tibia arasında kuvvetlerin aktarımını sağlamaktadır. Tibiotalar ve subtalar eklemi kat etmesi sebebiyle deltoid bağ yaralanmaları ayak bileği kırıkları, lateral bağ kompleksi veya sindezmotik bağ kompleksi yaralanmaları ile birlikte görülür (19).



Resim 5. Medial kollateral bağ kompleksi (119)

2.1.4.3 Sindezmotik Bağ Kompleksi

Tibia ve fibulanın distal kısımları arasında bulunan sindezmotik eklem tibia ile fibulayı ayırmaya çalışan eksenel, rotasyonel ve translasyonel kuvvetlere direnen bağlar tarafından stabilize edilir. Sindezmotik bağ kompleksi distal tibia ve fibula arasında yer alır. Tibia ve fibulayı birbirine bağlayan anterior, posterior, transvers tibiofibular ve interosseöz olmak üzere dört gruptan oluşan ligament kompleksidir. Eklem orta kısmında tibia ve fibula, interosseöz ligamanın distalinde, dikdörtgen/oval bir girinti oluşturur. Bu girintiye sinoviyal saçak adı verilir ve yağ dokusu içerir. Bu doku ayak bileği hareketleri ile dorsifleksiyonda proximale retrakte olurken plantar fleksiyon sırasında aşağıya hareket eder. Ayak bileğinde hasarlanma sonrası kronik ağrı sebeplerinden biri olarak görülebilir (49).

Anterior tibiofibular bağ multifasiküler yapıya sahiptir. Sindezmotik bağlar arasında en zayıf olup rotasyonel yaralanmalardan en sık etkilenen grup üyesidir (8, 19, 20). Fasikülün yağ dokudan septa ile ayrılan inferior kesimi Basset'in ligamenti olarak adlandırılır. Bu kısım tibiofibular açığı sarar ve lateral talar köşe ile temas halindedir. Bağın yaralanması kronik süreçte anterolateral sıkışma sendromuna ve/veya temas

bölgesinde kartilaj hasarına sebep olabilir. Ayrıca tibiotalar ekleminde anterior-posterior translasyonun arttığı durumlarda sıkışması söz konusu olabilir (11, 12, 44).

2.2 KLİNİK TABLOLAR

2.2.1 Sıkışma (İmpingement) Sendromları

Eklem biyomekaniğinde yaşanan değişimlere sekonder kronik ayak bileği ağrısı ile prezente bir klinik tablodur. Etiyolojisinde hem kemik hem de yumuşak doku patolojileri yer almakta olup izole veya tekrarlayan mikrotravmaların sonucu olarak karşılaşılabılır (57, 63). Sıkışma sendromu omuzda subakromiyal ve kalçada femoroasetabuler sıkışma gibi diğer eklemlerde de görülen ve klinik şikayetlere sebep olan bir patolojidir. Ayak bileği ekleminde ise günümüzde daha fazla tanı alan ağrı ve fonksiyon kaybı sebeplerindendir. Anatomik olarak anterolateral, anterior, anteromedial, posterior ve posteromedial sıkışma olarak alt gruplara ayrılabilir (57, 58, 59). En sık görülenler sırasıyla; anterior, anterolateral ve posterior sıkışma sendromudur (71).

Anterolateral sıkışma (ALİ) ilk olarak 1950 yılında Wollin tarafından yazılan rapor ile anterior talofibular ligamentten kaynaklanan yumuşak dokunun eklem invazyonu olarak tanımlanmıştır (73). Anterolateral sıkışma sendromu kronik lateral ayak bileği ağrısının sebeplerinden biridir. Sıkışma sendromu tanısı büyük ölçüde klinik bir tanı olmasına rağmen görüntüleme bulgularının pozitifliği tanıyı destekler ve gerekli hasta popülasyonunda cerrahi planlamalara katkı sağlar (69). Anterolateral sıkışma tipik olarak kalınlaşmış sinovyum ve/veya fibrotik skardan oluşan yumuşak dokunun, anterolateral reeste yer kaplamasına bağlı kliniği ifade eder (62). Anterior inferior tibiofibular ligamanın kalınlaşması da sıkışmaya katkıda bulunabilir. Küçük gangliyonlar, osteofitler ve avülse kemik parçaları da anterolateral sıkışma sebeplerindendir (64). Sıklıkla ATFL ile ilişkili akut ve/veya tekrarlayan travmalar ile tetiklenen sinoviyal inflamasyon ile neticede hipertrofik sinoviyum ve fibröz doku artışı olur. Fibröz skar dokusu reeste yer kaplayan, üçgen formu yumuşak doku ‘meniskoid lezyon’ olarak adlandırılır (65). Ayırıcı tanıda peroneal tendon patolojileri, peroneal retinakulum yırtıkları, osteokondral lezyonlar, stres kırığı, osteoartrit ve intraartiküler serbest cisimler yer alır (64).

Hasta grubunda sıklıkla genç ve atletik bireyler bulunur. Tipik olarak kronik ayak bileği ağrısı, kısıtlı dorsifleksiyon hareketi ve şişlik başvuru şikayetidir (69). Mekanizmasında plantar fleksiyon ve inversiyon hareketi sırasında ATFL ve eklem kapsülünde hasarlanma bulunmaktadır. Mekanik instabiliteye sebep olmayan travmalarda da sinoviyal kalınlaşma, mikrohemorajiler ve fibrozis dokusu oluşumu sonucunda fonksiyonel instabilite görülebilir (65).

Görüntülemeye direk grafiler osteofitleri veya serbest cisimleri gösterebilir ancak sıkışma sendromu tanımlamak için yeterli değildir. BT ve konvansiyonel MRG'de inceleme sırasında eşlik eden effüzyon olmadıkça veya artrografi için enjeksiyon yapılmadıkça resesin değerlendirilmesi yetersiz olmakla birlikte konvansiyonel MRG'de sıkışma sendromundan şüphelenmek ve klinik şikayetleri açıklayabilecek diğer patolojilerin ekartasyonu mümkündür (63, 64, 69). Anterolateral resese protrüde yağ yastıkçığı, sinoviyal kalınlaşma veya fibrozis ile karışabilir. Bu karışıklık yağ baskılı sekanslar ile aydınlatılmalıdır (63). MRG'de reses düzeyinde T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens ve T2 ağırlıklı görüntülerde düşük veya orta sinyal özelliğinde anormal yumuşak doku veya ayak bileğinin anterolateral oluşunda fibröz bant varlığı izlenir. Bulguların yanı sıra osteofit oluşumu da gözlenebilir. Eklem boşluğuna kontrast madde enjeksiyonundan sonra yapılan BT ve MR incelemeleri, serbest cisimlerin ve osteokondritis dissekans (OCD) bulunan olguların değerlendirilmesi için en hassas görüntüleme yöntemleridir. Artrografik inceleme hem tanıda hem de artroskopi öncesinde ciddiyeti ve eşlikçi patolojileri belirlemek için iyi bir tercihtir (114).

Tibiotalar eklemden ALİ, MRA ile dört evreye ayrılmakla birlikte sinoviyumun skar dokusu, sinoviyal plikalar ve bantlar da tanımlanmıştır (114, 121).

Evre 1: Anterolateral reses normal görünümde

Evre 2: ATFL'de kalınlaşma

Evre 3: Anterolateral reseste fokal nodüler yumuşak doku artışı

Evre 4: Anterolateral reseste irregüler nodüler yumuşak doku artışı

Tedavide ilk seçenek olarak aktivite kısıtlanması-modifikasyonu ve nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçlar yer alır. Bunların yanı sıra destek olarak bantlama, ortezleme, fizik tedavi ile propriyosepsiyonel ve peroneal güçlendirme yer alır. Konservatif tedaviye yanıt alınamayan hastalarda steroid enjeksiyonu ve fenestrasyon bir seçenek olarak görülür. Sonraki aşamada ise lokalize sinovyal hiperplazi, fibröz bant, anterior tibiofibular ligament yırtığı ve lokal skarların tedavisinde artroskopi yer alır. Moustafa El-Sayed tarafından anterolateral sıkışma sendromu olan 25 hastada artroskopi sonucunda %65'inde sinovyal doku hiperplazisi, %10'unda anterior tibiofibular ligamanın anteriorunda fibröz bant, %15'inde anterior tibiofibular ligamanda yırtık ve %10'unda lokal skar dokusu bildirilmiş olup cerrahi olarak yumuşak dokuların debridmanı ile %85 gibi yüksek bir oranda semptomlarda iyileşme sağlandığı bildirilmiştir. Ayrıca anterior tibiofibular ligamentinde yırtık olan hastalarda cerrahi sonuçlarının daha kötü olduğu belirtilmiştir. (63, 64, 66, 71, 72).

Anterior sıkışma ayak bileği eklemi anteriorunda tibiotalar düzeyde tekrarlayan dorsifleksiyon stresine maruz kalan futbolcularda sık görülür. Morris bu sıkışma belirtilerini ilk olarak 1943'te sporcularda bildirmiştir. 1949'da McMurray, profesyonel futbolcularda sık görülen, talus boynu ve tibia distal anterior kesimdeki osteofitlerden kaynaklanan osseöz sıkışmayı “futbolcu ayak bileği”ni tanımlamıştır. Bu tanımlama 1957'de O'Donoghue tarafından diğer hasta popülasyonlarını da kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Ayak bileği ağrısı ve hareket kısıtlılığı klinik başvuru şikayetidir (57, 60, 71).

Anteromedial sıkışma sendromu ise nadir ve izole bir durumdur. Bu lokalizasyondaki patoloji deltoid ligamentin derin parçasının parsiyel yırtıklarında artmış bağ doku veya kalınlaşmış anterior tibiotalar bağdan kaynaklanan meniskoid lezyondan kaynaklanabilir. Bu kalınlaşmış bağ veya meniskoid lezyon, hipertrofik sinovyum ile birlikte, ayak bileğinin dorsifleksiyonu sırasında talusun anteromedial köşesine baskı yapar (62, 63, 64).

Posterior sıkışma sendromu plantar fleksiyon sırasında tibia distal kesim posterioru ile kalkaneus arasında sıkışmayı ifade eder. Bu düzeyde os trigonum için kompresyon riski vardır. Posterior sıkışma sıklıkla zorlu plantar fleksiyon hareketi yapan balerin ve dansçılarda görülür (57).

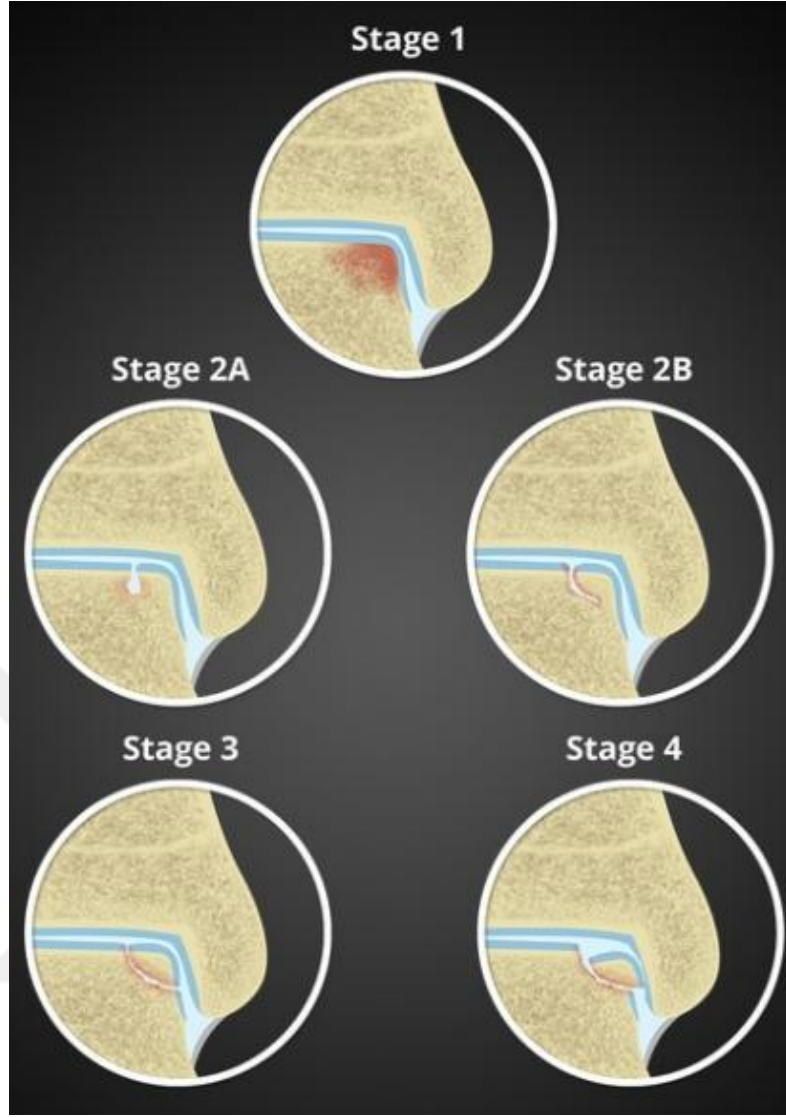
Posteromedial sıkışma sendromunda en nadir görülen sıkışma türüdür. Şiddetli inversiyon yaralanmasından sonra, deltoid ligamentin derin arka liflerinin talus ve medial malleol arasında sıkışmasıyla ortaya çıkar (64). Bulguların tibialis posterior tendon patolojilerinden ayrılması önemlidir (74).

2.2.2 Osteokondral Lezyonlar

Tek veya tekrarlı travmalar ile oluşan ve osteokondral parçanın komşu kemik dokudan farklı derecelerde ayrılması ile ifade edilen kırıklardır. Osteokondritis dissekans grubun alt üyesidir ve tanımlama olarak çocuk ve ergenlerde, en sık görülen travmatik olmayan lezyonları tanımlarken ve yetişkin travma hastalarında ise hem kırıkta hem de subkondral kemiği içeren osteokondral kırıklar terimini kullanmak daha doğru olarak değerlendirilir (80). Sıklıkla talus kubbesinde medial veya lateral tarafta görülürler. Yerleşim yeri travma sırasındaki pozisyonla da değişkenlik göstermektedir. Anterolateral talus kubbe lezyonları ayak bileğinin inversiyon ve dorsifleksiyon yaralanmalarından ve posteromedial lezyonlar ise inversiyon ve plantar fleksiyon yaralanmalarından kaynaklanır (78).

Talus ve tibial plafond osteokondral lezyonları izole olarak nispeten nadirdir. Genellikle diğer ayak bileği patolojileriyle birlikte görülür. Fiziksel aktif popülasyonda ayak bileği burkulmalarından sonra kronik ayak bileği ağrısı ile prezente olur (78). Ayak bileği eklemi vücudumuzda birim alanına düşen yük miktarı yüksek olan bir eklemdir. Bu sebeple küçük, stabil ve erken evre osteokondral lezyonların tanınması ve böylece ileri aşamaya geçiş, instabilite ve osteoartritin engellenebilmesi için erken tanınması önemlidir (78).

Talar osteokondral lezyonlar direk grafi ile değerlendirilirken Berndt ve Harty tarafından (1959) yapılan kırıkta bütünlüğü ve subkondral kemik fragmanının durumuna göre lezyonlar 4 evreye ayrılır (Resim 6). Takip eden yıllarda MRG, artroskopi, MR-artroskopi kombinasyonu ve BTA temelli pek çok evreleme yapılmıştır (115). Talar osteokondral lezyonların MRG temelli sınıflandırılmasında 5 evreye ayrılmış olup ilk 4 evrede a ve b sınıflandırması mevcuttur. İlk 4 evrede b sınıflarında, bulundukları evre lezyonuna ilave olarak kartilaj doku defekti eşlik etmektedir. Tanımlama Resim 7' da şematik olarak paylaşılmıştır. Bu evreleme sistemine göre evre 2b, 4b ve 5 instabil kabul edilmiştir (115).



Resim 6. Osteokondral lezyon evrelerinin şematik sunumu (Ref.)

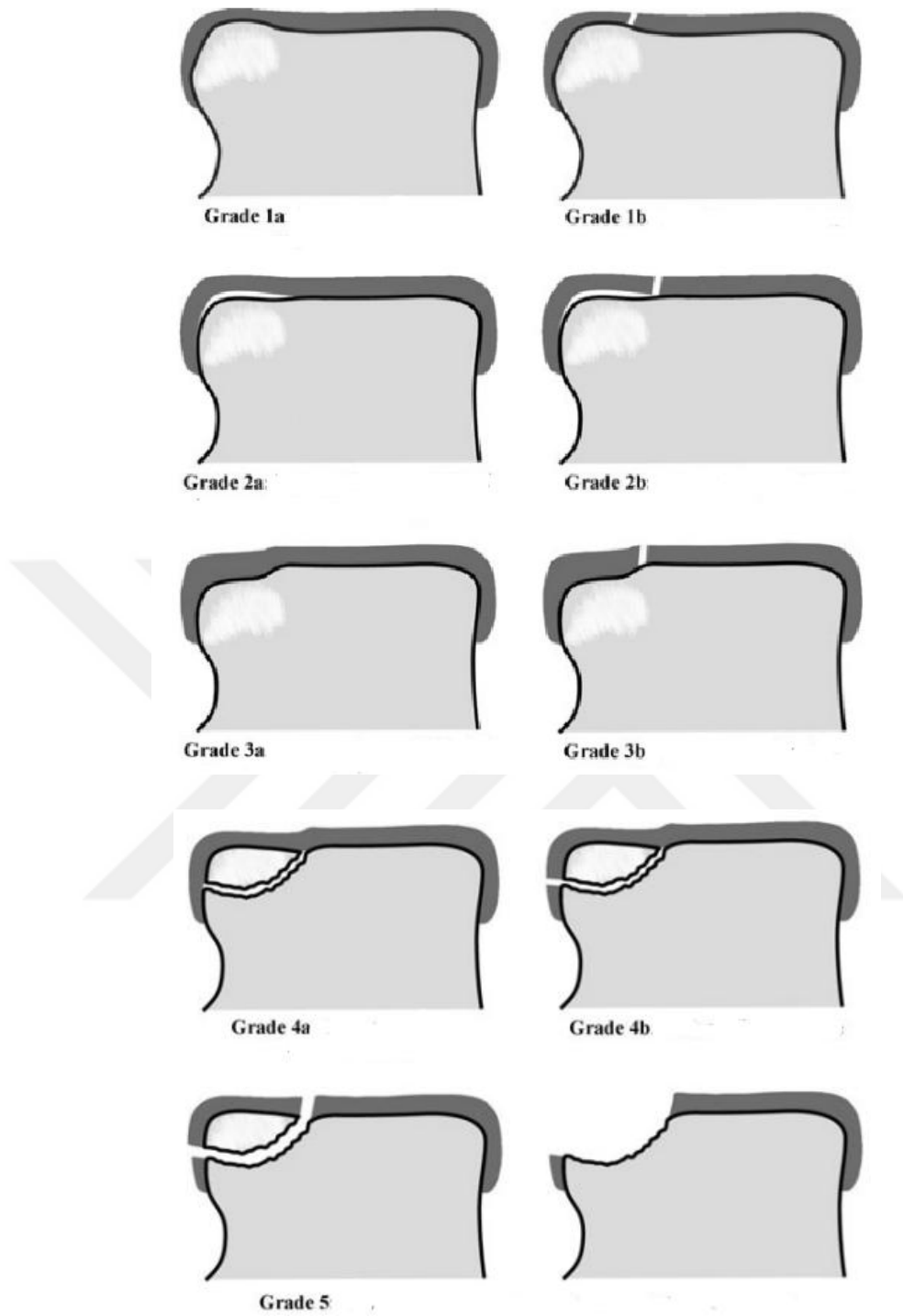
Evre 1. Küçük fokal subkondral kompresyon ve kemik iliği ödemi

Evre 2a. Subkondral kist

Evre 2b. Kısmi serbest parça (inkomplet kırık)

Evre 3. Deplase olmamış serbest parça (nondeplase komplet kırık)

Evre 4. Deplase serbest parça (deplase komplet kırık)



Resim 7. MRG temelli talar OCD sınıflamasının şematik gösterimi (120)

Evre 1a. Kartilaj doku intakt, subkondral alanda kollaps olmaksızın kemik iliği değişiklikleri

Evre 1b. Evre 1a lezyon gibi ancak eşlik eden kartilaj defekti mevcut

Evre 2a. Kartilaj doku intakt. Subkondral kollaps ve osteokondral ayrışma

Evre 2b. Evre 2a lezyon gibi ancak eşlik eden kartilaj defekti

Evre 3a. Osteokondral ayrışma olmaksızın subkondral kemikte kollaps ve eşlik edebilen kartilaj hipertrofisi

Evre 3b. Evre 3a lezyon gibi ancak eşlik eden kartilaj defekti mevcut

Evre 4a. Subkonral kemikte ayrışma varken kartilaj intakt

Evre 4b. Evre 4a lezyon gibi ancak eşlik eden kartilaj defekti

Evre 5. Komplet ayrışma gösteren kemik ve kartilaj doku ile karakterize osteokondral lezyon

Osteokondral lezyonlar değerlendirilirken pek çok görüntüleme yöntemi tercih edilir. Direkt grafiler ilk tercih olmakla birlikte lezyonun tanınması için yeterli olmayabilir. BT ve MRG sıklıkla tercih edilen ve tanıya yüksek katkısı olan (sırasıyla duyarlılık %81, %99 ve özgüllük %96, %96) modalitelerdir. BT Artrografi ve MR Artrografik incelemede ise kontrast maddenin kemik fragman altına ilerleyişi değerlendirilerek OCD stabilitesi daha iyi değerlendirilebilir (118). Ayrıca tanısal artroskopinin planlanmasına yardımcı olur. Osteokondral fragman stabilitesi değerlendirilirken fragman ile kemik arasındaki yüzeyin sinyal intensitesinin T2 ağırlıklı sekanslarda yüksek olması araya girmiş sıvıyı temsil edebileceği gibi granülasyon dokusu da yüksek sinyalli olabilir. Bu noktada MRA problem çözücü olup bu ara yüzeye kontrast madde geçmesi instabilite lehine değerlendirilir. Ara yüzey hipointens sinyal özelliğinde ise iyileşme lehine yorumlanır ve lezyon stabildir (77, 81, 83).

2.2.3 Ayak Bileği Travmaları

Ayak bileği burkulmaları birinci basamak ve acil servis başvurularının sık sebebidir. Görülme sıklığı yılda 1000 kişide 2,15 bildirilmiş olup bu oran genç-geç yetişkinlerde, basketbol başta olmak üzere spor yaralanmalarında daha yüksektir. Ayak bileği burkulması için en büyük risk faktörü ise daha önce geçirilmiş bir ayak bileği burkulması olarak bildirilmiştir. Spor yaralanmaları içerisinde de ayak bileği burkulmaları büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Başvuruda ağrı, yürümede güçlük, şişlik ve ekimoz başlıca şikayetlerdir.

Ayak bileği travmaları sıklıkla ayak plantar fleksiyonda iken ayağın inversiyonu ile birlikte addüksiyonu sırasında oluşur. Bu pozisyonlardaki travmaya olanak sağladığı için futbol, voleybol, basketbol, koşu, savunma sporları, bale ve dans aktiviteleri sırasında bağ hasarı oluşabilir. Akut ayak bileği yaralanması sporcuların haricinde günlük ve iş aktivitelerinde fonksiyonelliği etkileyen bir sorundur. Ayak bileği travmaları sıklıkla inversiyon sırasında olması sebebiyle lateral kollateral kompleks etkilenir ve sıklıkla grubun ana stabilizatör üyesi olan ATFL'nin hasarı ile karşılaşılır. Ayak bileği burkulmalarının %77'si lateral komponentin etkilendiği ve %73'ünde anterior talofibular bağ hasarı bildirilmiştir (28). Olguların bir kısmında KFL ve ATFL birlikte hasarlanırken izole KFL ve izole PTFL hasarı çok nadirdir. Lateral kollateral kompleks ardından ise ikinci sıklıkta sindesmoz bağ ve izole medial kompleks yaralanmaları izlenir.

Bağ hasarı değerlendirilirken 3 evrede sınıflanmaktadır.

Evre 1. Bağ bütünlüğünde ve sinyalinde bozulma olmaksızın bağ etrafındaki yumuşak dokuda ödem ve kanamaya bağlı sıvıya duyarlı sekanslarda sinyal artışı izlenir.

Evre 2. Zorlanmalarda bağın bütünlüğünde kısmi kayıp, bağda sinyal artışı, incelleme veya kontur düzensizliği görülebilir.

Evre 3. Bağda bütünlük kaybı, bazen kemikten ayrılma ve bağ içerisinde sıvı sinyali gösteren defekt izlenir.

Ayak bileği bağ yaralanmaları evre I (hafif), evre II (orta) ve evre III (şiddetli) olarak sınıflandırılır. Evre I yaralanmalarda yırtılma olmadan bağın gerilmesini tanımlamakta olup hafif bir şişlik ve hassasiyet vardır. Fonksiyon kaybı minimum ve iyileşme genellikle hızlıdır. Evre II yaralanmalarda bağların kısmi yırtılması, orta derecede şişlik, hassasiyet ve ağrı vardır. Hafif-orta derecede laksite, hareket kaybı fonksiyonel sakatlık vardır. Evre III yaralanmalarda ise morarma, şişlik ve ağrı ile birlikte bağların ve eklem kapsülünün yırtılmasını içerir. Bağ yırtılmasına bağlı olarak büyük fonksiyon kaybı ve laksite görülür. Evre III yaralanmalarda fraktürün dışlanması gerekir ve bu aşamada grafiler gereklidir (34, 35, 36).

ATFL akut yaralanmalarında (ilk 4 hafta), boyut ve sinyal değişiklikleri izlenir. Heterojen, ince-kalın veya elonge izlenebilir. İç yapısında ve periligamentöz alandaki ödem veya kanama sebebiyle sinyal değişiklikleri izlenir. Tam yırtıklarda ligament bütünlüğünde devamsızlık ve retraksiyon yanı sıra eşlik eden kapsül hasarı sebebiyle eklem sıvısının anterolateral yumuşak dokuya ekstrevasasyonu da görülebilir. Travmadan sonra 4-8 haftada ise düşük sinyalli granülasyon dokusunun gelişmesi ve buna sekonder kalınlaşma gibi kronik değişiklikler ortaya çıkabilir.

Ayak bileği burkulmalarında akut bağ yaralanmalarına genellikle klinik muayene ile tanı konulabilir ancak muayene bulguları belirsiz olan, ayak bilek instabilitesi bulunan olgular ve cerrahi tedavi edilmesi gerekebilecek sporcularda değerlendirme için MRG gerekli olmaktadır. Doğru tanı ve uygun tedavi uygulanmaz ise ileri dönemde kronik ayak bileği instabilitesi, posttravmatik osteoartrit ve anterolateral sıkışma sendromlarına yol açabilir.

2.2.4 Serbest cisim

Eklem içi serbest cisimler kemik, kırık veya her ikisinden oluşabilir. Radyografiler radyopak serbest cisimlerin tanınmasında faydalıdır. BTA osseöz serbest cisimlerin ve hava kabarcıklarının gösterilmesinde daha hassastır. Ancak, iyonize radyasyon bir dezavantajdır. MRA ise yüksek yumuşak doku rezolüsyonu sayesinde serbest cisimlerin, özellikle tendon komşuluklarındaki ve kondral serbest cisimlerin, tanısında en iyi görüntüleme tekniği olup MRG'ye kıyasla daha hassastır. Ancak MRA'da hava kabarcıklarının serbest cisimlerden ayrımı için konum ve görünümüne dikkat etmek gerekir (13, 116). Ayrıca serbest cismi taklit eden ve artroskopik özellikleri, eklem kırıkta defekt olmaması sayesinde os trigonum dislokasyonu olarak değerlendirilen olgu da bildirilmiştir (87).

2.2.5 Sinoviyal Patolojiler

Sinoviyal kondromatoziste çoklu ossifiye veya kalsifiye kırıkta nodüllerinin, pigmente villonodüller sinovitte hemosiderin birikintileri ile ilişkili sinoviyumun inflamatuvar proliferasyonunun ve artrofibroziste eklem içerisinde artmış yumuşak dokunun gösterilmesinde MRA yardımcı olmaktadır (13).

2.3 Ayak Bileğinin Görüntülenmesi

Ayak bileği görüntülenmesinde özellikle travama sonrası konservatif tedaviye yanıt alınmayan veya akut olmayan klinik tablolarda ağrı rehabilitasyonu sağlanamayan hastalarda uygun tedavi için doğru tanı öncelikli hedef olup doğru tanı araçları kullanılmalıdır (2, 8).

2.3.1 Direkt Grafi

Ayak bileği patolojilerinde ilk tercih edilmesi gereken görüntüleme yöntemi direkt grafilerdir. Ön-arka, lateral ve mortis grafisi (Resim 7) olmak üzere üç farklı projeksiyonda yapılmalıdır (88). Direkt grafiler ile fraktür, serbest cisim, yumuşak doku kalsifikasyonları, dejeneratif bulgular ve tümör gibi patolojiler saptanabilir. Ön-arka grafilerde özellikle medial veya lateral malleol distal uç avülsiyon fraktürleri ve talusun ostekondral lezyonları incelenebilir. Yan grafilerde tibiotalar eklem mesafesi yanı sıra talokalkaneal ve talonaviküler eklem de değerlendirilebilir. Mortis grafisinde ise ayak 20°- 30° iç rotasyonda iken ön-arka pozisyonda görüntüleme sayesinde özellikle distal tibiofibular sindesmozun değerlendirilmeye olanak sağlar.



Resim 8. Ayak bileğinin AP, mortise ve lateral projeksiyonda grafi serisi (88)

Standart çekim planları dışında kalkaneal grafi ve oblik grafi gibi spesifik patolojilere yönelik çekimler de yapılabilir. Ayrıca instabilitesi bulunan hastalarda ayağa belli pozisyonlarda stres uygulanarak stres grafipleri de çalışılmaktadır. ATFL hasarını değerlendirirken kullanılan ön çekmece stres grafişi ve lateral kollateral ligament kompleks hasarlarında talar tilt testi ile değerlendirme yapılabilir ancak çoklu bağ yaralanmalarında testlerinin tanıya katkıları düşük olmaktadır (2, 8, 40).

2.3.2 Ultrasonografi ve Sonoartrografi

USG, ayak bileğindeki patolojilerin teşhis ve tedavisinde güvenli, nispeten ucuz, kolay ulaşılabilir, sık tekrarlanabilen, dinamik incelemeye olanak sağlayan bir görüntüleme yöntemidir (2, 8, 94). Bu avantajları nedeniyle USG'nin ayak bileği patolojilerinin, özellikle bağ yaralanmalarının değerlendirilmesinde kullanımı giderek artmaktadır (95, 96). Ayak bileğinin USG ile incelemesinde anatomik yapılar ve varyasyonlarına hakimiyet, deneyimli uygulayıcı, yüksek çözünürlüklü probalar ve probun ayak bileği kıvrımlarına uyumunu arttırabilecek destekler ile inceleme kalitesini arttırmak için önemlidir (92). Ayak bileğinde USG deneyimli kişiler tarafında uygulandığında öncelikle tendon ve bağ patolojilerinin tanısında kullanılabilecek pek çok avantaja sahip pratik bir tanı yöntemidir. Tendonlarla ilgili patolojiler, bağ bütünlüklerinin değerlendirilmesi, bazı yumuşak doku patolojileri ve yabancı cisimlerde tanıya katkı sağlamaktadır (89). Ancak yerleşim yerinin derinliği sebebiyle osteokondral lezyonların değerlendirilmesine olanak sağlamamaktadır. USG teknolojik gelişmeler ışığında yüksek frekanslı ve yüksek çözünürlüklü probalar sayesinde küçük anatomik yapıların değerlendirilebilmesine olanak sağlamaktadır (8, 75, 90, 91).

USG sırasında hasta konforunu gözeterek şekilde pozisyon verilmesi hedeflenen anatomik bölge ve yapıların değerlendirilebilmesi için önemlidir. Medial, lateral, anterior ve posterior yaklaşımla inceleme yapılabilir (14). İnceleme sırasında değerlendirilmesi hedeflenen anatomik oluşum ve bölgeye göre uygun yaklaşım ve probun farklı anatomik işaretlere göre doğru konumlandırılması önem taşımaktadır. Ayak bileği USG ile değerlendirilebilen yapılar anteriorda tibiotalar eklem, anterior tibiofibular ligament, anterior talofibular ligament, kalkaneofibular ligament, deltoid ligament, peroneal tendonlar, aşil tendonu, fleksör hallucis longus tendonu ve plantar fasyadır (8, 14, 15).

Lateral yaklaşımda inceleme yapılırken lateral malleol komşuluğundaki peroneus brevis ve longus tendonu, prob transvers pozisyondayken supramalleolar, malleolar ve inframalleolar düzeylerdeki inceleme ile değerlendirilebilir. Ligamentlerden ise öncelikle anteriorda yer alan, lateral malleol ile talus boynu arasında uzanan ATFL prob transvers pozisyondayken ligament ile uyumlandırılarak gözlenebilir. KFL lateral malleol posterolateralinden değerlendirilebilir. PTFL ise lateral kompleksin üyesi olmasına rağmen yerleşimi sebebiyle posterior yaklaşımla daha iyi değerlendirilebilmektedir (14, 15).

Anterolateral reses, eklem kapsülü ve ATFL incelenirken ayak hafif plantar fleksiyonda ve gerek duyulduğu ölçüde ayak bileği lateral kesimini genişletecek şekilde bacadan açılarak anterolateral yaklaşım ile değerlendirilir. Bu açılma probun lineer yüzeyi ile ligament hattının uyumlanmasına katkı sağlar. Prob ayak bileği eklemi lateraline ve transvers düzlemde lateral malleol distaline yerleştirilerek ATFL optimal olarak değerlendirilebilir. ATFL fibula distalinden talusa uzanan bant tarzında ekojen lifler şeklinde izlenirken ligament posteriorunda az miktarda eklem sıvısı gözlenebilmektedir (8, 17).

Tendonlar değerlendirilirken anterior, posteromedial, posterolateral ve posterior olarak gruplanır. Anterior grupta medialden laterale sırasıyla; tibialis anterior, ekstansör hallucis longus, ekstansör digitorum longus ve peroneus tertius tendonları bulunur. Posterolateral grupta peroneus brevis ve longus tendonları yanı sıra ayak bileğinin en sık aksesuar kası olan peroneus quartus da görülebilir. Posteromedial grup tendonları önden arkaya; tibialis posterior, fleksör digitorum longus ve fleksör hallucis longus tendonu olarak yerleşir. Tibialis posterior tendonu grubun en güçlü olanıdır. Posterior grupta ise aşıl tendonu yer alır (75, 76, 77).

Ligamentlerin değerlendirilme sırasında gergin pozisyondayken ve kemik çıkıntılara göre probun modifikasyonuna izin verecek şekilde pozisyonlama tetkiki optimize eder ve incelemenin kalitesini artırır. Ayak pozisyonunda posterior grup bağlar incelenirken dorsifleksiyon tercih edilirken anterior-anterolateral grup bağların incelenmesinde ise plantar fleksiyon tercih edilir. Normal bir bağ sonografik olarak düzgün konturlu, hipoekoik, devamlılığı korunmuş ve tutunma düzeyleri görülebilir olmalıdır (92).

Tüm bu yaklaşımların yanında USG’de önce eklem kapsül içerisine serum fizyolojik veya seyreltilmiş kontrast madde solüsyonu enjeksiyonu ile sonoartrografik inceleme yapılabilir. Sonoartrografik inceleme diğer artrografik görüntüleme yöntemleri gibi eklem distansiyonu ile ligamentlerin daha izole olarak görülebilmesine ve bütünlüğünün daha net değerlendirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Sonoartrografik inceleme klostrofobi, kalp pili ve ayak bileğine yakın yerleşimli duyarlılık artefaktı sebebiyle inceleme kalitesini etkileyecek materyali bulunan, MRG için mutlak veya göreceli kontrendikasyonları olan hastalarda klinik pratikte kullanılabilir (13).

Ayak bileğinde USG’nin bir diğer kullanım alanı artrografik inceleme gibi tanısal veya tedavi amaçlı enjeksiyonlara rehberlik etmektir (93). Enjeksiyon tibiotalar, subtalar, midtarsal ve metatarsofalangeal eklemlere yapılabilir (94). Uygun endikasyonda ayak ve ayak bileğinde, eklem mesafesi, bağ ve tendon düzeylerine enjeksiyon bazlı tedaviler etkili ve düşük riskli bir seçenek olarak değerlendirilir (93, 94). Özellikle büyük osteofitler bulunan ve eklem mesafesinin dar olduğu hastalarda USG eşliğinde enjeksiyon faydalıdır. Görüntüleme kılavuzluğunda yapılan enjeksiyonlar, palpasyon kılavuzluğunda yapılan enjeksiyonlara kıyasla daha doğru sonuçlar vermekte ve daha iyi klinik sonuçlar elde edilmektedir (93).

2.3.3 Bilgisayarlı Tomografi ve BT Artrografi

Ayak bileği incelemesinde BT genellikle sorunun kemik orijinli olduğu düşünülen patolojilerde öncelikli tercihtir. Endikasyonlarında; osteokondral lezyonlar, serbest cisimler, tarsal koalisyon ve fraktürler yer almaktadır. Tetkikin radyasyon içermesi, ekipman gereksinimi ve maliyeti dezavantajlarıdır. Ancak direkt grafilerden üstünlüğü süperpozisyon problemi olmaması ve üç boyutlu rekonstrüksiyon yapılabilmesidir.

BTA ise intraartiküler kontrast madde enjeksiyona bağlı avantajların yanı sıra teknolojiye gelişmeler ile daha yüksek çözünürlük sayesinde daha küçük boyuttaki kartilaj lezyonlarının tespitinde iyi sonuçlar sağlamaktadır. Bu sebeple özellikle kartilaj lezyonlarının tedavi yaklaşımlarından fayda görebilecek hastalarda kullanımı önerilmektedir (123, 124).

2.3.4 Manyetik Rezonans Görüntüleme ve MR Artrografi (MRA)

MRG, güçlü bir magnet ile insan vücudunun yaklaşık %63'ünde yer alan hidrojen atom çekirdeklerini sinyal kaynağı olarak kullanarak, radyasyon kullanmadan yüksek çözünürlükte detaylı görüntülenmesini sağlayan güvenli bir görüntüleme tekniğidir. MRG'nin temelleri 1923 yılında Wolfgang Pauli'nin, çekirdekteki spin rezonans fenomenini keşfi ile atılmış ancak insan vücuduna uygulanması ilk kez 1973 yılında Paul Lauterbur tarafından gerçekleştirilmiş olup bundan sonraki gelişmeler hızla ilerlemiştir. MRG teknik olarak hidrojen atomlarının, güçlü bir manyetik alan içerisinde, kendilerini rezonansa uğratacak bir radyofrekans (RF) dalgası ile uyarılmasıyla elde edilen sinyallerin görüntüye dönüştürüldüğü doku kontrast rezolüsyonu yüksek radyolojik görüntüleme tekniğidir (97).

MRG, yüksek yumuşak doku rezolüsyonuna sahip olması, radyasyon bulundurmaması ve multiplanar görüntü elde etmeye olanak sağlaması sayesinde etkin bir görüntüleme yöntemidir. Ayak bileği MRG incelemeleri öncelikle bağ ve tendon patolojilerinin değerlendirilmesi için yapılmakla birlikte, diğer yumuşak doku patolojileri (sıkışma sendromları, tuzak nöropatiler, sinüs tarsi sendromu, sinovyal hastalıklar, enfeksiyonlar), kas, kemik, kırık patolojileri (kemik iliği ödemi, stres zedelenmeleri, osteokondral kırıklar, yetmezlik kırıkları, osteonekroz, osteomyelitler) ve birçok eklem patolojilerini de değerlendirilebilmektedir. Yüksek yumuşak doku rezolüsyonu sayesinde hasarlı bağ ve hasar derecesini, mikrotravmalarda intraligamentöz sinyal değişimlerini değerlendirebilmek mümkündür. MRG ciddi anlamda problem çözücü bir yöntem olmasına karşılık ayak bileğindeki gibi küçük bağların özellikle inkomplet yırtıklarında, eklem kapsülünün değerlendirilmesi ve kırık patolojilerinde yetersiz kalabilmektedir. Bu noktada ise MRA inceleme fayda sağlayacaktır (8, 9).

Eklem içerisine seyretilmiş paramanyetik kontrast madde enjeksiyonu sonrası yapılan MRG inceleme yani MRA ile kırık, ligament ve eklem kapsülü hakkında detaylı bilgi elde edilebilir. Eklem içi patolojilerin değerlendirilmesinde MRA omuz, kalça ve diz ekleminde sıklıkla kullanılsa da ayak bileği ekleminde kullanımı ve endikasyonları daha seyrekdir. Ancak doğru endikasyonda tanıya katkı sağlayabilmektedir. Günümüzde uygulama için kabul edilen endikasyonlar; bağ yaralanmaları, sıkışma sendromları, eklem içi serbest cisim, osteokondral lezyonlar-izole kartilaj hasarı ve kapsüler patolojilerdir. Bağ yaralanmalarında, ligamentlerin

görüntülenmesini iyileştirirken hasarın yaygınlığı ve ciddiyetini netleştirerek ameliyat öncesi planlamaya katkı sağlar. Ayrıca eşlik eden intra-artiküler patolojileri ve sıkışma sendromunu da aydınlatmaktır (8, 9).

MRA ile eklem mesafesinde artmış basınç sayesinde ligamentler izole hale gelmekte ve görülebilirliği artmaktadır. Ayrıca kıkırdak doku ve kontrollü kapsüller distansiyon sayesinde kapsül yapısı net değerlendirilebilir. Bir başka yararı ise sıkışma sendromlarında yüksek duyarlılığı ile tanıya katkı sağlamasıdır. Bununla birlikte MRA noninvaziv bir prosedürün hafif invazif bir prosedüre dönüştürmektedir. İşleme bağlı riskler yanı sıra artan maliyet ve zaman ihtiyacı klinik kullanımını sınırlamaktadır (8-11).

Artrografi indirekt veya direkt olmak üzere iki yöntemle yapılabilen bir görüntüleme prosedürüdür. Artrografi endikasyon dahilinde; omuz, kalça, diz, dirsek, el ve ayak bileği gibi pek çok eklem uygulanabilen ve her bir anatomik bölge için tanı ve tedaviye katkısı olan bir yöntemdir (9, 10, 11).

İndirekt MRA intravenöz yol ile verilen kontrast maddenin zamanla eklem içerisine difüzyonu sonucu elde edilen yarı artrografik T1 ağırlıklı görüntülerin elde edilmesiyle oluşur. Ancak indirekt MRA'da eklem çevresindeki dokuların vaskülarizasyonundan dolayı tüm dokular bir miktar kontrast tutulumu gösterdiğinden yanlış pozitif tanılara da sebep olabilir. Ayrıca kapsüller distansiyonun sağlanamaması önemli bir dezavantajdır. En önemli avantajı ise rehber görüntüleme yöntemlerine ve invaziv işleme gerek duyulmadan uygulanabilmesidir (9, 13).

Direkt MRA eklem içi patolojilerin saptanmasında kullanılan ve USG/floroskopi kılavuzluğunda eklem mesafesine dilüe bir paramanyetik kontrast madde enjeksiyonu ile eklem distansiyonu sağlandıktan sonra görüntülerin elde edilmesidir. Minimal invaziv bir işlem olmasına rağmen kıkırdak ve bağ patolojilerini göstermekteki katkısı sebebiyle kullanım sıklığı giderek artmaktadır. Yalnızca serum fizyolojik (SF) enjeksiyonuyla da dilüe gadolinyuma benzer eklem distansiyonu elde edilebilir ancak gadolinyumun intraartiküler yapıları görüntülemesinde katkısı daha yüksektir. Eklem içerisine verilen SF doğal eklem efüzyonu gibi T2A görüntülerde yüksek sinyal özelliği, T1A görüntülerde düşük sinyal özelliği gösterecektir. Bu durum eklem komşuluklarında yer alan ve benzer sinyal özelliğine sahip patolojik durumların tanımlanmasını ve ayırıcı tanısını kısıtlayabilir. Bu yöntemin avantajları ise SF'in inaktif ve ucuz bir madde olmasıdır (9, 13).

Direkt MRA olası komplikasyonları enfeksiyon, sinovit, kanama, vazovagal senkop ve kontrast maddeye bağılı yan etkiler ön görülmekle birlikte enfeksiyon ve anafilaksi gibi komplikasyonların çok düşük insidansla görüldüğü bilinmektedir. İşlem sonrası en sık komplikasyon ise medikasyon gerektirmeyen ve kendi kendini sınırlayan eklem ağrısı ve dolgunluk hissidir. Enjeksiyon sonrası gadolinyum eklem aralığından lenfatik ve venöz sistem ile temizlenerek üriner yol ile vücuttan uzaklaştırılır. Bu noktada gadolinyumun çok düşük dozlarda kullanılmasının da büyük katkısı olmakla birlikte nefrojenik sistemik fibrozis bildirilmemiştir (11, 13).

Direkt MRA'da enjeksiyon için paramanyetik kontrast maddenin 0.4 ml'si 100 ml SF ile karıştırılmakta ve böylece gadolinyumun seyreltme oranı 1:250 değerinde olmaktadır. Enjekte edilecek kontrast ve hazırlanan solüsyon miktarı işlem yapılacak eklem kapasitesine bağılı olarak farklılık göstermektedir. Enjeksiyon işleminden sonra kontrast madde absorbe olmadan ve kapsül distansiyonunun devam etmesi için MRA tetkikine en geç 30 dakika içerisinde başlanması önerilmektedir. Bazı çalışmalarda solüsyona epinefrin eklenerek emilimin geciktirildiği ve çekim-bekleme süresinin 1 saate kadar uzayabildiğinden söz edilmektedir (12, 13).

Uygulamanın iki aşaması; intra-artiküler enjeksiyon ve sonrasında görüntülerin elde edilmesidir. Enjeksiyon aşamasında kılavuz kullanılmadan, floroskopi, USG, MR veya BT kılavuzluğunda işlem yapılabilir (9-13).

İşlemden önce hastaya uygun pozisyon verilmesi, hastanın konforunu sağlayarak eklem güvenli erişimi kolaylaştırır. USG kılavuzluğundaki enjeksiyonlarda, iğne trasesini planlamak, hedef bölgeyi belirlemek ve kaçınılması gereken komşu nörovasküler yapıları ve tendonları işlem öncesi tarama ile belirlemek gereklidir. İğnenin, transdüserin uzun ekseninin orta hattına paralel olarak konumlandırılması ile iğnenin prosedür boyunca görülebilmeli ve böylece işlemin güvenliği sağlanmalıdır.

Tibiotalar eklem enjeksiyonunda 22 Gauge, 3,5 inç iğne kullanılmaktadır. Eklem mesafesine 4-7 cc kontrast solüsyon enjeksiyonu görüntüleme için yeterli distansiyonu sağlamaktadır. Uygulama için iki yaklaşım tercih edilebilir. Bunlardan ilki anteromedial yaklaşım olup ayak hafif plantar fleksiyonda iken anterior tibial tendon mediali veya ekstensör hallucis tendon lateralinin girişim bölgesi olarak seçilmesini ifade eder. İkinci olarak lateral mortis yaklaşımı ile fibula distal ucundan 5 mm kadar yukarı ve mediale yönelerek eklem aralığına ulaşılabilir. Wrigh ve ark. tarafından yapılan 15 olgu ile sınırlı

popülasyondaki çalışmasında lateral mortis ile enjeksiyon tercih edilmiş olup MRA incelemenin tanısal yeterliliğini olumsuz etkilememiştir (109). Tibiotalar enjeksiyon sırasında dorsalis pedis arter trasesi tercih edilen kılavuz yöntem ile belirlenerek uygulama alanı dışında bırakılmalıdır. Enjeksiyon sırasında direnç hissedilmemelidir (9-13).

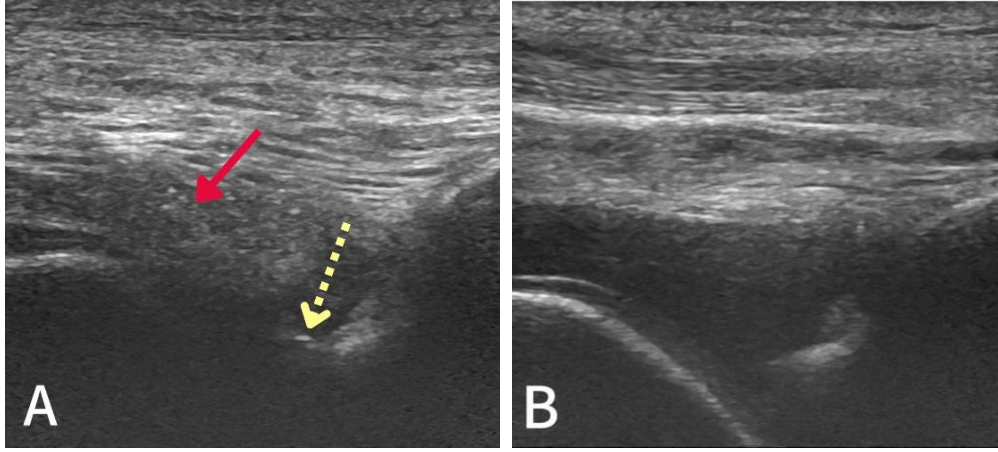
3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması; Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığı'ndan 16.10.2023 tarihli ve 2023/146 karar sayılı etik kurul onayı alınarak yapılmıştır.

3.1 Hasta Seçimi

Kasım 2023 ile Ocak 2024 tarihleri arasında hastanemizin Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı veya Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine başvuran ve kronik ayak bileği ağrısı şikayeti bulunan, ATFL hasarı, ALİ ve OCD açısından şüpheli olup MRA istenilen olgular çalışmaya dahil edildi.

Mevcut kriterleri taşıyan toplam 40 olgu USG, sonoartrografi ve MRA ile değerlendirildi. Olguların 9'unda artroskopi korelasyonu yapılabildi. Ayrıca çalışmaya dahil edilen hastaların 5'inin eş zamanlı BTA incelemesi mevcuttu. Çalışmaya dahil edilen tüm olguların cinsiyete göre yüzde dağılımı, genel ve cinsiyete göre yaş ortalamaları hesaplandı. Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri: fizik muayene, anamnez ve ayak bileği MRG verileri ile serbest cisim, OCD, ALİ, ATFL hasarı gibi ayak bileği artrografi çekim endikasyonu bulunan olgular olarak belirlendi. Hastaların çalışmadan dışlanma kriterleri: ayak bileğine yönelik cerrahi geçirmiş olmak, septik artritis şüphesinin olması, MRA çekim kalitesinin yetersiz olması veya masif kontrast madde ekstrevasyonu nedeniyle yeterli artiküler distansiyon sağlanamayan olgular ve hastaların kendi isteği ile çalışmaya katılmak istememesi olarak belirlendi.



Resim 9. A. Tibiotalar eklem mesafesinde uzanan ince lineer ekojen iğne trasesi (kırmızı ok) ve iğne ucu (sarı ok) gösterilmiştir. B. Enjeksiyon sonrası anterior reses düzeyinde eklem distansiyonu gösterilmiştir.

3.3 Ultrasonografi ve Sonoartrografi Tekniği ve Görüntü analizi

Enjeksiyon öncesinde ayak bileği anterolateral yapıları sonografik olarak değerlendirildi. Değerlendirme sırasında eklem kapsülü, ATFL bütünlüğü, anterolateral resesin genişliği ve eklem efüzyonu kontrol edildi. Enjeksiyon işleminin ardından ise vakit kaybı olmaksızın hasta aynı pozisyondayken ayak bileğinde yine anterolateral kesimine odaklı değerlendirme yapıldı. Hasta özelinde değişen kemik-yumuşak dokular ile kapsül-ATFL trasesi gibi anatomik yapılara uygun şekilde prob konumlandırıldı. İnceleme sırasında anterolateral kesimde eklem kapsülü kalınlaşma, kapsül bütünlüğü, perikapsüler koleksiyon varlığı, ganglion varlığı, reseste obliterasyon, ATFL’de bütünlük kaybı açısından değerlendirildi.

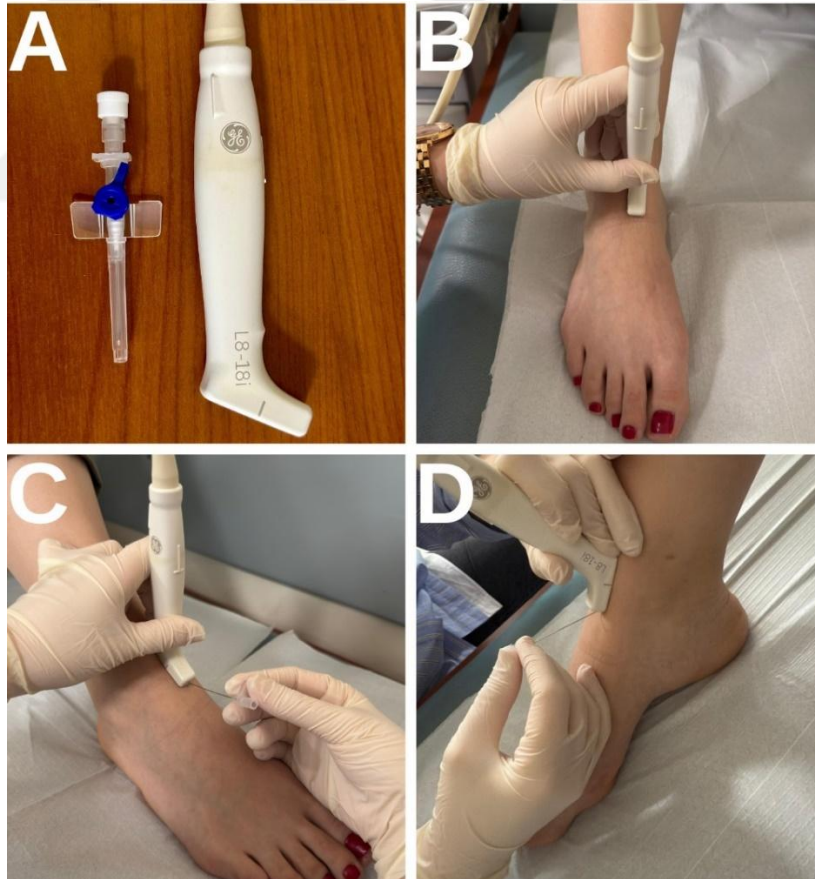
Normal eklem kapsülü ince düzgün hipoeoik yapıda izlendi. Patolojik durumlarda ise bütünlük kaybına ait düzensizlik, perikapsuler koleksiyon, kapsülde nodüler veya diffüz kalınlık artışı ile kapsül internal ekosunda heterojenite izlendi.

Anterolateral reses incelenirken enjeksiyon öncesi bu seviyede izlenen yağ planlarının sonoartrografik inceleme sırasında anteriora yer değiştirdiği görüldü. Bu

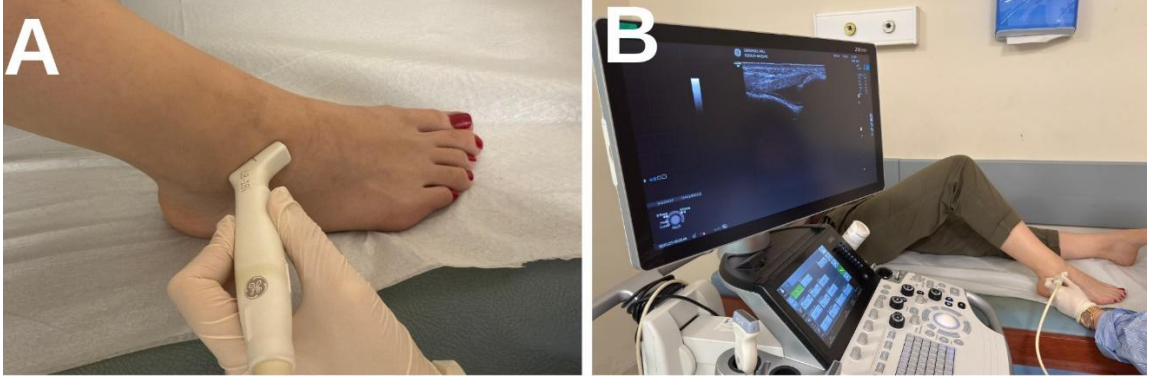
seviyede sebat eden ve resesi komplet veya inkomplet dolduran yumuşak dokular obliterasyon lehine değerlendirildi.

ATFL değerlendirilirken ligament devamlılığının korunup korunmaması, talar ve fibular tutunma yuzeylelerinin duzenli olup olmaması, internal ekosunun homojen ya da heterojen olması ve 3 mm'den daha kalın olup olmaması gozetildi. Bütünluk kaybı parsiyel ve komplet olarak değerlendirilirken, eşlik eden hasarın akut-subakut-kronik olmasına bağlı ekojenite değişimleri, heterojenitesi ve tutunma yuzeylelerinde eşlik eden avulse kemik fragman varlığı ve osteofit formasyonları açısından detaylı incelendi. Bütünluk kaybı olmaksızın ekojenite değişikliği veya kalınlık artışı izlenen olgularda bulgular kronik donemde mikrohasarlanma lehine yorumlandı.

İncelenen gozuntuiler kayıt altına alınarak daha sonra yeniden değerlendirme yapılabilmesi amacı ile Sectra Picture Archiving and Communication Systems (PACS) yazılımına aktarıldı (Sectra AB, Linköping, Sweden).



Resim 10. Artrografik inceleme için kullanılan malzemeler (A) ve USG kılavuzluğunda enjeksiyon uygulama pozisyonu (B-D)



Resim 11. Sonoartrografik olarak ayak bileği anterolateral reses ve kapsüloligamentöz kompleksin değerlendirilmesi

3.4 MRA Tekniğimiz

Enjeksiyon işlemini takip eden 30 dakika içerisinde hastalar MRG ünitesine alınarak 3T MRG cihazı ile (MAGNETOM Skyra, Siemens Healthcare, Erlangen, Germany) çekimleri yapıldı. MRA çekimlerinde 20 kanallı baş-boyun koili kullanıldı. MRA görüntüleri hasta supin pozisyonda ve incelenecek ayak nötral pozisyonda iken elde edildi.

MRA çekimlerinde; aksiyel yağ baskılı ve yağ baskısız T1 AG TSE (TR: 455 ms, TE: 22 ms), koronal yağ baskılı ve yağ baskısız T1 AG TSE (TR: 545 ms, TE: 22 ms), sagittal T2 AG TSE (TR: 4150 ms TE: 72 ms) ve sagittal VIBE (TR: 8 ms, TE: 4 ms) görüntüleri elde edildi. T1 AG TSE serilerde kesit kalınlığı 3 mm, kesit aralığı aksiyel plan görüntülerde 3.6 mm ve koronal plan görüntülerde 4 mm, FOV 12x18 cm ve matriks 200*448 seçilerek elde edildi. VIBE görüntüler için kesit kalınlığı 0.4 mm, FOV 14 cm, matriks 240*320 ve flip angle 10 derece olarak seçildi.

3.4 Görüntülerin Değerlendirilmesi

USG, Sonoartrografi ve MRA görüntüleme sonucu elde edilen veriler değerlendirme yapılabilmesi amacı ile Sectra Picture Archiving and Communication

Systems (PACS) yazılımına aktarıldı (Sectra AB, Linköping, Sweden). Hastaların USG ve sonoartrografi görüntüleri kas-iskelet konusunda deneyimli iki radyolog tarafından bağımsız olarak değerlendirildi. Değerlendirmeyi yapan her iki radyolog hastanın klinik bilgilerinden ve öncesinde elde olunan MRG bulgularından habersizdi. Her bir tetkikin değerlendirilmesi sırasında her hasta için ayak bileği anterolateral eklem kapsülü kalınlaşma olması, kapsül bütünlüğü, ganglion varlığı, anterolateral reseste obliterasyon varlığı, ATFL bütünlüğü ve morfolojik özellikleri değerlendirildi. Enjeksiyon öncesinde effüzyon varlığı da değerlendirilen parametreler arasına alındı.

Hastaların az bir kısmına artroskopik korelasyon yapılabilmesi sebebiyle altın standart olarak MRA kabul edildi. MRA görüntülerinde ayak bileği anterolateral yapılarına ait patolojilerde tanı her iki radyoloğun ortak kararı ve konsensusu ile konuldu. Daha sonra önceden kaydedilen USG ve sonoartrografi verileri MRA bulguları ile karşılaştırıldı.

3.5 İstatiksel analiz

USG-sonoartrografik incelenme ile MRA inceleme ölçümleri arası uyumun değerlendirmesinde istatistiksel analizler IBM SPSS v.22 (IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.) programı ile yapılmıştır. Sayısal veriler ortalama ve standart sapma, kategorik veriler sayı ve yüzde olarak gösterilmiştir. İşlem öncesi ve işlem sonrası değerlendirmelerin karşılaştırılmasında McNemar veya McNemar-Bowker testleri kullanılmıştır. Değerlendiriciler arası uyumun ve yöntemler arası uyumun incelenmesinde Kappa istatistiği hesaplanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

Tablo 1. κ değeri tablodaki gibi yorumlanabilir.

κ Değeri	Yorum
<0	Hiç uyum yok
0,0-0,20	Uyum yok/kötü uyum
0,21-0,40	Zayıf uyum
0,41-0,60	Orta düzeyde uyum
0,61-0,80	Orta/Önemli derecede uyum
0,81-0,90	Önemli/Neredeyse mükemmel uyum
>0,90	Mükemmel düzeyde uyum

4. BULGULAR

4.1 Hastaların Değerlendirilmesi

Çalışmaya dahil edilen 40 hastanın 17'si (%42,5) kadın ve 23'ü (%57,5) erkekti. 17 (%42,5) hastanın sağ ve 23 (%57,5) hastanın sol ayak bileği değerlendirildi. Olguların yaş aralığı 19-68, yaş ortalaması $35,38 \pm 12,5$ idi.

Tüm hasta verileri iki radyolog tarafından prospektif olarak değerlendirildi. Olgularda eklem içi enjeksiyon öncesi ve sonrasında; ayak bileği USG görüntüleri anterolateral kesim eklem kapsülünde kalınlaşma, kapsülün bütünlüğü, perikapsüler sıvı varlığı, ganglionlar, anterolateral reseste obliterasyon, ATFL bütünlüğünün korunması, kalınlık artışı açısından iki gözlemci tarafından bağımsız olarak değerlendirildi. Sonografik ve sonoartrografik veriler arasında istatistiksel farklılıklar ve her iki gözlemci arasındaki uyum ayrı olarak değerlendirildi. Tüm veriler MRA altın standart kabul edilerek yorumlandı.

Çalışmamızda yer alan 40 hastanın, MRA ile 19'unda (%47,5) eklem kapsülünde kalınlaşma, 11'inde (%27,5) anterolateral reseste yumuşak doku ve 6'sında (%15) ATFL'de bütünlük kaybı mevcuttu. Gözlemci 1'in değerlendirdiği USG ile 8 (%20) olguda eklem kapsülünde kalınlaşma, 2 (%5) olguda anterolateral reseste obliterasyon ve 8 (%20) olguda ATFL'de bütünlük kaybı saptandı. Sonoartrografi incelemesinde ise 13 (%32,5) olguda eklem kapsülünde kalınlaşma, 7 (%17,5) olguda anterolateral reseste obliterasyon ve 13 (%32,5) olguda ATFL'de bütünlük kaybı saptandı. Gözlemci 1 için USG ile sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk oranı sırasıyla eklem kapsülü için %37, %95, %68, anterolateral reses için %18, %100, %78 ve ATFL için %33, %97, %88 olarak hesaplandı. Sonoartrografide sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk oranı sırasıyla eklem kapsülü için %58, %95, %68, anterolateral reses için %54, %93, %80 ve ATFL için %67, %94, %90 olarak hesaplandı. Gözlemci 2'nin USG verilerinde 9 (%22,5) olguda eklem kapsülünde kalınlaşma, 4 (%10) olguda anterolateral reseste obliterasyon ve 8 (%20) olguda ATFL'de bütünlük kaybı saptandı. Sonoartrografi incelemesinde ise 12 (%30) olguda eklem kapsülünde kalınlaşma, 7 (%17,5) olguda anterolateral reseste obliterasyon ve 13 (%32,5) olguda ATFL'de bütünlük kaybı saptandı. Gözlemci 2 için

USG ile sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk oranı sırasıyla eklem kapsülü için %37, %90, %65, anterolateral reses için %18, %93, %73 ve ATFL için %50, %94, %88 olarak hesaplandı. Sonoartrografiye sensitivite, spesifite ve tanısal doğruluk oranı sırasıyla eklem kapsülü için %47, %86, %75, anterolateral reses için %46, %93, %71 ve ATFL için %67, %94, %90 olarak hesaplandı.

Ayak bileği ekleminde eklem kapsülü, anterolateral reses ve ATFL'nin USG ve sonoartrografik değerlendirilmesinde her bir gözlemcinin kendi içinde değerlendirilmesinde; Gözlemci 1 için sırasıyla $p=0,063$, $p=0,063$, $p=0,250$ ve Gözlemci 2 için $p=0,250$, $p=0,250$, $p>0,999$ değerleri elde edilmiş olup istatistiksel anlamlı farklılık saptanmamıştır (Tablo 3a, 3b, 3c).

Hastaların USG ve sonoartrografik değerlendirilmesinde gözlemciler arası uyum verileri de hesaplanmıştır (Tablo 2). USG'de gözlemciler arasında eklem kapsülü, anterolateral reses ve ATFL değerlendirmesinde her bir parametre için önemli derecede uyum vardı (κ : 0,776- $p<0,001$, κ : 0,643- $p<0,001$, κ : 0,724- $p<0,001$). Sonoartrografik değerlendirmede ise eklem kapsülü ve anterolateral reses değerlendirmesinde neredeyse mükemmel uyum ve ATFL incelenirken mükemmel düzeyde uyum vardı (κ : 0,826- $p<0,001$, κ : 0,827- $p<0,001$, κ : 1,000- $p<0,001$). Bulgular Sonoartrografi ile değerlendirmenin gözlemciler arası uyumda artış sağladığını göstermektedir.

Tablo 2. Ayak bileği ekleminde eklem kapsülü, anterolateral reses ve ATFL değerlendirme verilerinin gözlemciler arası uyumu

	USG
Eklem kapsülü	κ : 0,776; %95 GA: 0,535-1,000; $p<0,001$ (Önemli derecede uyum)
Anterolateral reses	κ : 0,643; %95 GA: 0,192-1,000; $p<0,001$ (Önemli derecede uyum)
ATFL	κ : 0,724; %95 GA: 0,366-1,000; $p<0,001$ (Önemli derecede uyum)
	Sonoartrografi
Eklem kapsülü	κ : 0,826; %95 GA: 0,636-1,000; $p<0,001$ (Neredeyse mükemmel uyum)
Anterolateral reses	κ : 0,827; %95 GA: 0,594-1,000; $p<0,001$ (Neredeyse mükemmel uyum)
ATFL	κ : 1,000; %95 GA: 1,000-1,000; $p<0,001$ (Mükemmel düzeyde uyum)

Tablo 3a. Her bir gözlemcinin ayak bileği eklem kapsülü değerlendirirken USG ve Sonoartrografi verilerinin kendi içinde değerlendirilmesi

Gözlemci 1		Sonoartrografi Eklem Kapsülü		
USG Eklem kapsülü		Normal	Kalınlaşma	Toplam
	Normal	27	5	32
	Kalınlaşma	0	8	8
	Toplam	27	13	40
Gözlemci 2		Sonoartrografi Eklem Kapsülü		
USG Eklem kapsülü		Normal	Kalınlaşma	Toplam
	Normal	28	3	31
	Kalınlaşma	0	9	9
	Toplam	28	12	40

Tablo 3b. Her bir gözlemcinin ayak bileği eklemi anterolateral reses değerlendirirken USG ve Sonoartrografi verilerinin kendi içinde değerlendirilmesi

Gözlemci 1		Sonoartrografi Anterolateral reses		
USG Anterolateral reses		Normal	Obliterasyon	Toplam
	Normal	33	5	38
	Obliterasyon	0	2	2
	Toplam	33	7	40
Gözlemci 2		Sonoartrografi Anterolateral reses		
USG Anterolateral reses		Normal	Obliterasyon	Toplam
	Normal	33	3	36
	Obliterasyon	0	4	4
	Toplam	33	7	40

Tablo 3c. Her bir gözlemcinin ATFL değerlendirirken USG ve Sonoartrografi verilerinin kendi içinde değerlendirilmesi

Gözlemci 1		Sonoartrografi ATFL		
USG ATFL		İntakt	Rüptür	Toplam
	Normal	34	3	37
	Rüptür	0	3	3
	Toplam	34	6	40
Gözlemci 2		Sonoartrografi ATFL		
USG ATFL		İntakt	Rüptür	Toplam
	Normal	34	1	35
	Rüptür	0	5	5
	Toplam	34	6	40

Tablo 4a. Gözlemci 1'in değerlendirdiği eklem kapsülüne ait USG ve Sonoartrografi verilerinin sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları

Gözlemci 1		MRA							
USG Eklem kapsülü		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	20	12	32	0,37	0,95	0,88	0,63	0,68
	(+)	1	7	8					
	T	21	19	40					
		MRA							
Sonoartrografi Eklem kapsülü		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	19	8	27	0,58	0,90	0,85	0,70	0,75
	(+)	2	11	13					
	T	21	19	40					

Tablo 4b. Gözlemci 2'in değerlendirdiği eklem kapsülüne ait USG ve Sonoartrografi verilerinin sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları

Gözlemci 2		MRA							
USG Eklem kapsülü		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	19	12	32	0,37	0,90	0,78	0,61	0,65
	(+)	2	7	9					
	T	21	19	40					
		MRA							
Sonoartrografi Eklem kapsülü		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	18	10	28	0,47	0,86	0,75	0,64	0,68
	(+)	3	9	12					
	T	21	19	40					

Tablo 5a. Gözlemci 1'in değerlendirdiği anterolateral reses'in USG ve Sonoartrografi verilerinin sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları

Gözlemci 1		MRA							
USG Anterolateral reses		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	29	9	38	0,18	1,00	1,00	0,76	0,78
	(+)	0	2	2					
	T	29	11	40					
		MRA							
Sonoartrografi Anterolateral reses		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	27	6	33	0,45	0,93	0,71	0,81	0,80
	(+)	2	5	7					
	T	29	11	40					

Tablo 5b. Gözlemci 2'in değerlendirdiği anterolateral reses'in USG ve Sonoartrografi verilerinin sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları

Gözlemci 2		MRA							
USG Anterolateral reses		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	27	9	36	0,18	0,93	0,50	0,75	0,73
	(+)	2	2	4					
	T	29	11	40					
		MRA							
Sonoartrografi Anterolateral reses		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	27	6	33	0,46	0,93	0,71	0,81	0,80
	(+)	2	5	7					
	T	29	11	40					

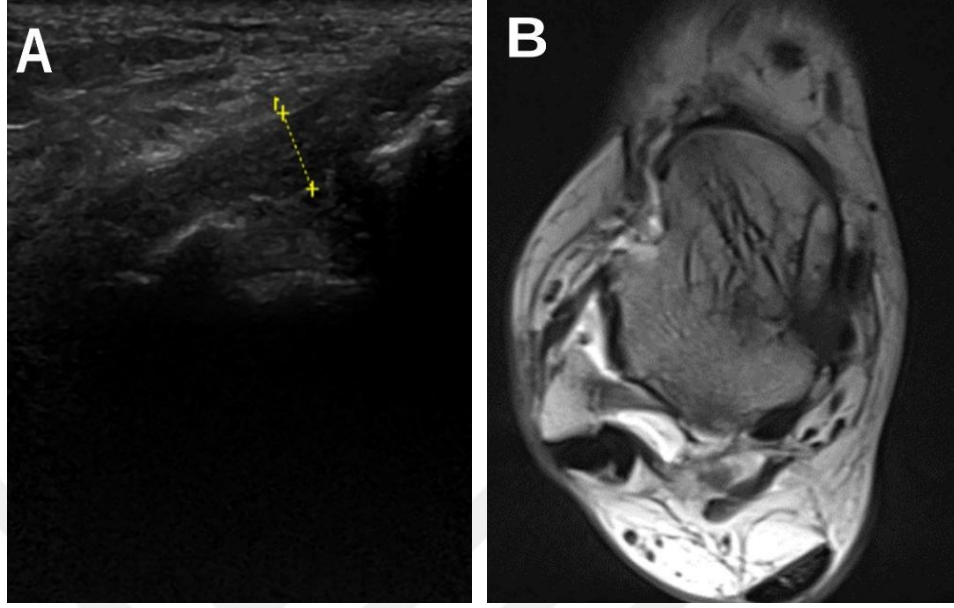
Tablo 6a. Gözlemci 1'in değerlendirdiği ATFL'nin USG ve Sonoartrografi verilerinin sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları

Gözlemci 1		MRA							
USG ATFL		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	33	4	37	0,33	0,97	0,67	0,89	0,88
	(+)	1	2	3					
	T	34	6	40					
		MRA							
Sonoartrografi ATFL		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	32	2	34	0,67	0,94	0,67	0,94	0,90
	(+)	2	4	6					
	T	34	6	40					

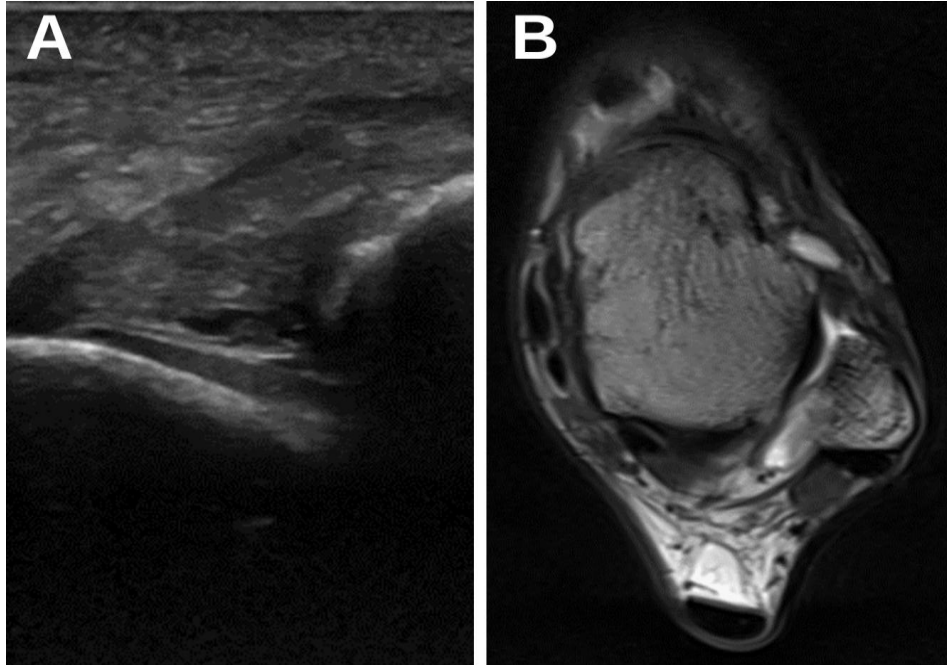
Tablo 6b. Gözlemci 1'in değerlendirdiği ATFL'nin USG ve Sonoartrografi verilerinin sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk oranları

Gözlemci 2		MRA							
USG ATFL		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	32	3	35	0,50	0,94	0,60	0,91	0,88
	(+)	2	3	5					
	T	34	6	40					
		MRA							
Sonoartrografi ATFL		(-)	(+)	T	Sensitivite	Spesifite	PPD	NPD	T.D.O
	(-)	32	2	34	0,67	0,94	0,67	0,94	0,90
	(+)	2	4	6					
	T	34	6	40					

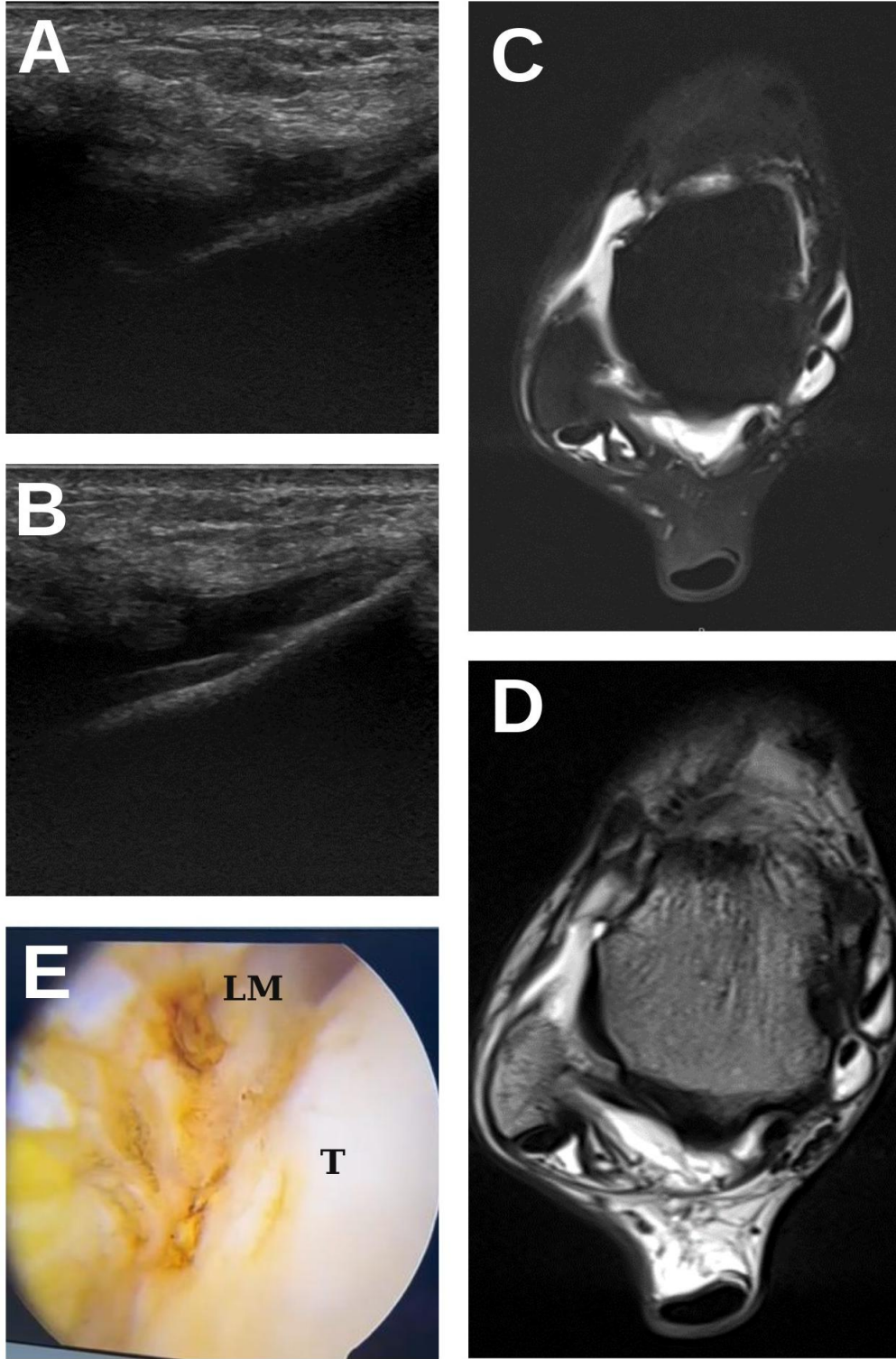
4.2 Olgu Örnekleri



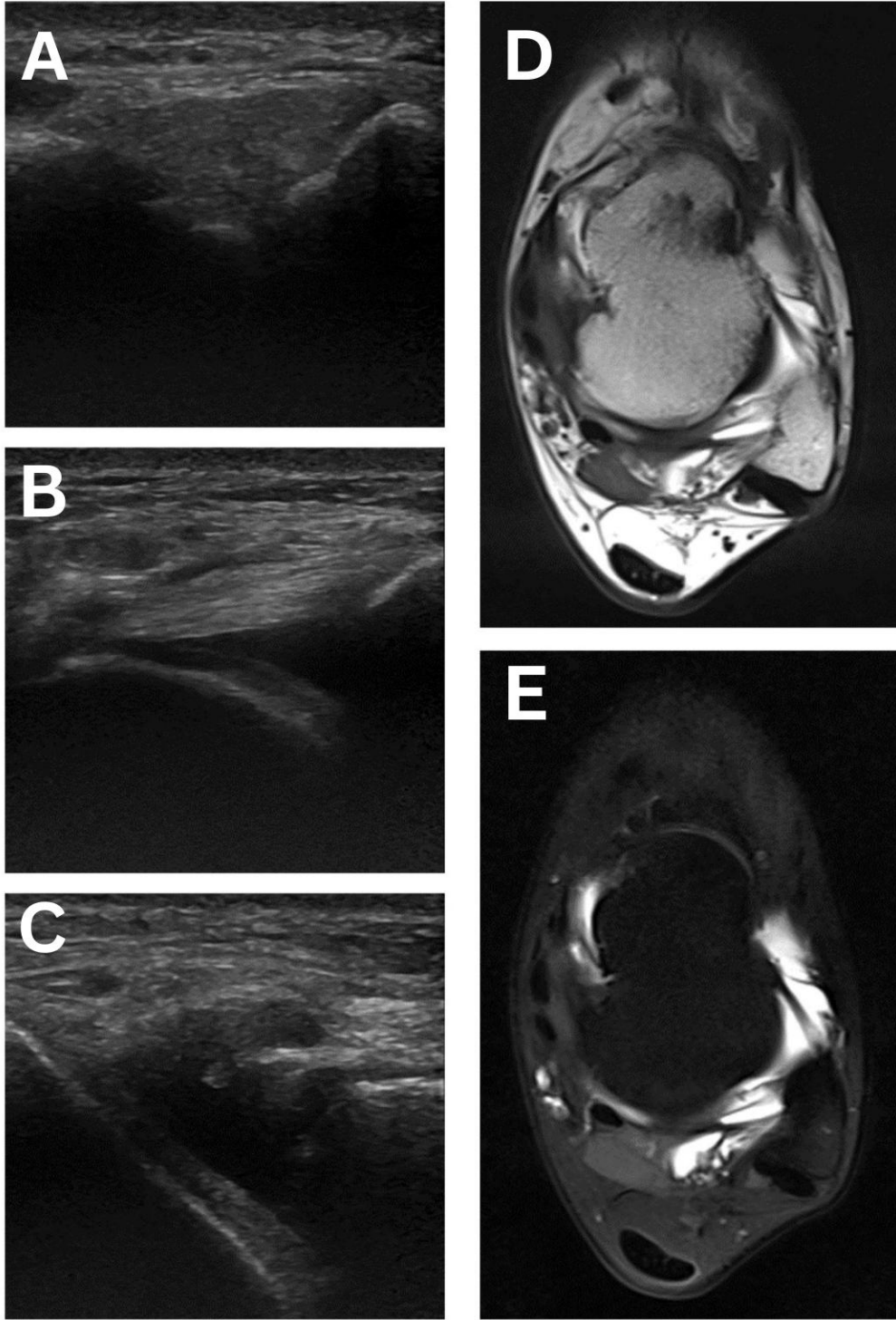
Resim 12: Olgu 1, 50 yaşında kadın hastada ATFL bütünlüğü korunmuş ancak ligamentte kalınlaşma (3,7mm). (A) sonoartrografi, (B) aksiyel plan yağ baskısız T1A MRA.



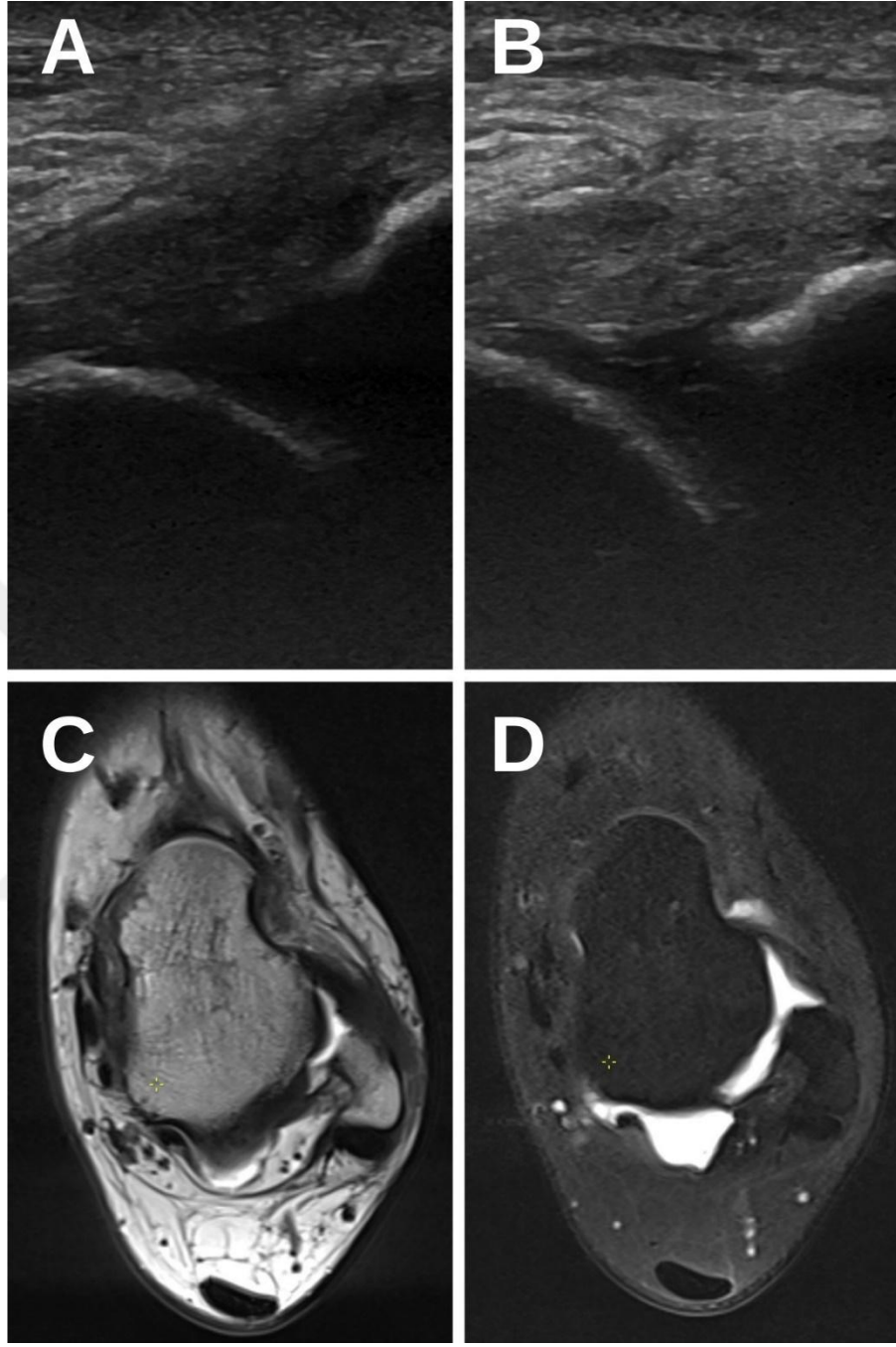
Resim 13: Olgu 2, 21 yaşında erkek hastanın tekrarlayan mikrotravmalara bağlı ATFL'de bütünlük kaybı olmaksızın kalınlaşmış ve ödemli görünüm. (A) sonoartrografi, (B) aksiyel plan yağ baskısız T1A MRA.



Resim 14: Olgu 3, 25 yaşında erkek hastada ATFL komplet rüptür ve ligament talar-fibular uçta retraksiyon, eklem kapsülünde kalınlaşma ve anterolateral reeste impingement. (A) USG, (B) sonoartrografi, (C-D) aksiyel plan yağ baskılı ve yağ baskısız T1A MRA, (E) artroskopi LM: lateral malleol T: Talus.



Resim 15: Olgu 4, 28 yaş erkek hastanın sonoartrografi ve MRA'sinde tibiotalar eklem anterolateral reses eklem kapsülünde düzensizlikler ve membranöz yapılar izleniyor. ATFL intakt görünümündedir. (A) USG, (B-C) sonoartrografi, (D-E) aksiyel plan yağ baskısız ve yağ baskılı T1A MRG.



Resim 16: Olgu 5, 31 yaş erkek hastanın görüntülerinde anterolateral reses eklem kapsülünde ve ATFL’de kalınlaşma izleniyor. Bulgular ALİ ile uyumludur. (A) USG, (B) sonoartrografi, (C-D) aksiyel plan yağ baskısız ve yağ baskılı T1A MRG.

5. TARTIŞMA

Ayak bileği eklem kompleksi her biri hareketi kolaylaştıran çok sayıda kemik ve eklemlerden oluşarak alt ekstremitenin zemin ile etkileşimini sağlar. Fonksiyonu yürüyüş ve günlük yaşam aktiviteleri için vazgeçilmez bir gerekliliktir. Ayak bileği eklemi oluşturulan ve setekleyen kemikler, kaslar ve ligamentler normal yürüyüşte vücut ağırlığının yaklaşık beş katı, koşu gibi aktiviteler sırasında ise vücut ağırlığının on üç katına kadar kuvvet taşıyabilmesine karşılık eklem yüksek derecede stabilite ile çalışmasını sağlar. Ayrıca kalça veya diz gibi büyük eklemlerle karşılaştırıldığında, osteoartrit gibi dejeneratif süreçlere çok daha az duyarlı olduğu ancak travma sonrası osteoartrit gelişiminin daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir.

Ayak bileği burkulması ve bağ yaralanması, akut spor yaralanmalarında en sık karşılaşılan klinik problemdir. Bir çalışmada, araştırmaya dahil edilen 70 spor türünün 24'ünde, spor yaralanmaları arasında %14 oran ile en sık etkilenen eklem ayak bileği olduğu gösterilmiştir (24). Ayak bileği bağ hasarının Amerika Birleşik Devletleri'ndeki kolej atletizminde en yaygın yaralanma olduğu bildirilmiştir (25). Hong Kong'da bir spor yaralanmaları kliniğine başvuran hastalarda en sık görülen yaralanma bölgeleri; diz (%27,3-50,5) ve ayak bileği (%16,8-24,7) olarak bildirmiştir (26). Maraton yarışlarında, 580 koşucu üzerinde yapılan başka bir çalışmada, yaralanmaların %33,9'unun diz ve %20,9'unun ayak bileğinde olduğu rapor edilmiştir (27). Ayak bileği burkulması olan sporcular üzerinde yapılan yerel bir araştırmada hastaların koşu (%25), raket sporları (%20), top oyunları (%19) ve futbol (%14) ile ilgilendiği raporlanmıştır (29).

Ayak bileği hasarlanmalarından sonra stabilitenin kaybı ile sık karşılaşılmaktadır. Fonksiyonel instabilite; mekanik, nörolojik, kas kuvvetleri ve yapısal faktörlerin etkileşimini içeren karmaşık bir süreçtir. Hasarlanan bağların laksitesi, propriyoseptif eksiklik, peroneal kas zayıflığı ve subtalar instabileden bir veya birkaçı kombinasyon halinde fonksiyonel instabilitenin sebebi olabilir (34). Akut bağ yırtılmasından sonra hastaların yaklaşık %20'sinde kronik ayak bileği instabilitesi geliştiği ancak %10'ndan az kısımda stabilizasyon cerrahisine ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (34, 37). Kronik instabilitesi olan hastalarda cerrahi tedavi öncesinde peroneal kas güçlendirme ve koordinasyon eğitimi ile hastaların %50'den fazlası fonksiyonel stabilitenin elde edilebildiği gösterilmiştir (34, 38, 39).

Ayak bileği hasarında sıklıkla karşılaşılan ATFL yaralanması kronik ayak bileği instabilitesinin en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Konservatif tedaviye yanıt vermeyen hastalarda ATFL onarımına yönelik operasyon önerilebilmektedir. Bir çalışmada ultrasonun, bağ ve diğer yumuşak doku yaralanmalarını teşhis etmek ve hasarı ölçmek için en hassas araçlardan biri olduğu hipotez edilerek cerrahın ATFL yaralanmasında prosedür seçimine yardımcı olmak için USG verilerine dayalı yeni bir ATFL yaralanma sınıflandırması geliştirilmiştir. USG sırasında intakt ligament, uzun eksende lateral malleolün ön kısmından talusun ön kısmına uzanan, ince, anizotropik doğrusal bir bant olarak tanımlanır. Ligamentin bağlandığı kemik yüzeyler pürüzsüzdür. Hasarlı bağ yapısında fibular tarafta hasar (grup 1 ve 2), talar tarafta hasar (grup 3 ve 4), absorbe olmuş ligament (grup 5) ve kombine hasar (grup 6) olmak üzere tiplendirme yapılmıştır (31). Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz veriler bu hipotez doğrultusunda değerlendirildiğinde ATFL hasarı olan 6 olgudan, gözlemci 1 tarafından USG ile 3'ü ve gözlemci 2 tarafından 5'i saptanabildi. Sonuçlar ATFL hasarında USG için ortalama bir sensitiviteye sahip iken yüksek spesifite dikkati çekmektedir.

Ayak bileği ağrısı ile kliniğe başvuran hastalarda görüntüleme yöntemlerine sıklıkla başvurulmaktadır. Radyolojik görüntüleme yöntemlerinden direkt grafi, BT ve MRG modaliteleri uygun klinik ön tanıya göre tercih edilmektedir. Her bir görüntüleme yönteminin tanıya katkısı değişken olmakla birlikte ayak bileği değerlendirilmesinde MRG pek çok patoloji için problem çözücüdür. Ancak bazı bağ bütünlüklerinin değerlendirilmesi, serbest cisim varlığı, kıkırdak hasarının evrenmesi ve sıkışma sendromlarında BTA ve MRA, artroskopinin alternatifi olarak tercih edilebilmektedir. Bunların yanı sıra düşük maliyeti ve kolay ulaşılabilirliği sebebiyle USG ve sonoartrografi tanıya yardımcı olabilecek noninvaziv-minimal invaziv yöntemlerden kabul edilebilir. USG periartiküler yumuşak dokuları, damar-sinir kılıfını, tendonları, ligamentleri ve eklem kapsül bütünlüğünü değerlendirmede kolaylık sağlamaktadır. Sonoartrografik incelemede ise eklem distansiyonu sayesinde kapsül ve ligamentler daha yüksek duyarlılıkla incelenir. Çalışmamızda ayak bileği eklemi anterolateralini ve anteriorda enjeksiyon sahasını değerlendirirken eklem kapsülü, anterolateral reses ve ATFL ilişkili patolojiler haricinde sonoartrografi ile 3 olguda serbest cisim, 1 olguda peroneal tenosinovit, 1 olguda dorsalis pedis arterde anevrizma, 2 olguda eklem anterolateralinde perisinoviyal kist tanımlayarak kesitsel inceleme ile konfirme edebildik.

Sharma ve ark. ayak-ayak bileği patolojilerinde; klinik şikayetlerinde ağrı, yürüme güçlüğü, şişlik, travma veya burkulma olan 100 hastanın MRG'sini retrospektif olarak değerlendirerek karşılaşılan patolojilerin sıklığını tanımlamıştır. Çalışmada tendon, ligament, nöral yapı, yer kaplayan lezyon, osseöz ve çevre yumuşak doku patolojilerinin tanımlanmasında ve tedavi planlanmasında noninvaziv bir yöntem olarak MRG'nin avantajına vurgu yapılmıştır (102). Ayak ve ayak bileğinin MRG çekim protokolleri ve görüntülerin değerlendirilmesine ait detayların bulunduğu başka bir yayında da ayak ve ayak bileği patolojilerinin tanımlanması ve cerrahi tedavi planlanmasında MRG ile geniş yelpazede diagnostik değeri paylaşılmıştır (105). Smith ve ark.'na ait başka bir çalışmada MRG ile ayak bileğinde patolojilerin kompartmanlara göre tanımlamasına ait veriler mevcut olup makalede, MRG'nin ayak bileği ekleminde sağladığı anatomik detay, eklem ilişkili-ilişkisiz yumuşak dokuların tanımlanabilirliği yanı sıra eşlik eden kemik değişikliklerinin değerlendirmesindeki katkısı vurgulanmıştır (100, 101).

An ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, ATFL hasarının MRG ile değerlendirilmesinde, klinik muayenede ayak bileği ekleminde iç rotasyon kısıtlılığı, şişlik, ağrı ve travma öyküsü olan 82 olgu yer almıştır. Çalışmada olguların 15'inde (%18,29) komplet rüptür, 50'sinde (%60,98) parsiyel rüptür ve 12 (%14,63) vakada avülsiyon kırığı tanımlanmıştır. Olguların tamamı operasyona alınmış olup 15 (%18,29) olguda komplet rüptür, 54 (%65,85) olguda parsiyel rüptür ve 13 (%15,85) olguda avülsiyon kırığı raporlanmıştır. MRG'nin ATFL hasarının tanısındaki doğruluğu %93,90 (77 vaka) ile yüksek olup hasarın tanımlanmasında ve erken tanısından önemi vurgulanmıştır (86). Bizim çalışmamızda MRA'de 6 olguda ATFL'de bütünlük kaybı teşhis edildi. Gözlemci 1 tarafından olguların 2'si (%33) USG ve 4'ü (%67) sonoartrografi ile saptadı. Gözlemci 2 ise olguların USG ile 3'ünü (%50) ve sonoartrografi ile 4'ünü (%67) saptadı. Çalışmamız ATFL hasarı bulunan olgu sayısı kısıtlı olmakla birlikte intraartiküler distansiyonun ligament yırtığını ortaya koymada USG'ye kıyasla tanısal duyarlılığı arttırdığını düşünüyoruz.

Ayak bileği instabilitesi hakkındaki bir çalışmada ayak bileği yaralanmalarının spor yapan bireylerde sık görüldüğü, %85'in üzerinde lateral bağ kompleksinin etkilendiği ve çoklu bağ yaralanmalarının yaygın olduğu vurgulanmıştır. Hastaların yaklaşık %20-30'unda konservatif tedaviye yanıt alınamamış olup kronik ağrı ve instabilite gözlenmiştir. Mekanik instabiliteye sebep olabilecek mikroinstabilite ve

rotasyonel instabilite ile ilişkili patolojilerin tanınmasında MRG yanı sıra MRA'nın tanı ve tedavideki katkısı vurgulanmıştır (107).

Ayak bileği lateral bağ kompleksi üzerine yapılan MRG, MRA ve kadavra üzerindeki ölçüm ve tanımlama verilerinin paylaşıldığı bir çalışmada; ATFL bant sayısındaki değişkenlik ve ayak bileğinin pozisyonuna göre bağın uzunluğundaki farklılıklar değerlendirilmiştir. Bu çalışmada 10 olgudan 6'sında (%60) tek bir bant, 2'sinde (%20) iki bant ve 2'sinde (%20) üç bant raporlanmıştır. Boonthathip ve ark. tarafından her bir bağın değerlendirilmesinde ayak bileğini nötr, plantar fleksiyon ve dorsal fleksiyon olmak üzere pozisyonlandırma, MRA ile varyasyonlar ve patolojilerin daha iyi görüntülenmesinin mümkün olabileceği vurgulanmıştır. ATFL için en optimal değerlendirmenin plantar fleksiyonda, bağın uzun aksına paralel planlanmış MRA olduğu paylaşılmıştır (106). Biz çalışmamızda Sonoartrografi benzer bir yol izleyerek eklem distansiyonu, uygun pozisyon ve sonografinin dinamik inceleme olanağından yararlanarak ligamente paralel değerlendirme yaparak incelemeyi optimize etmeyi hedefledik. Bizim çalışmamızda 40 olgudan 8'inde (%20) ATFL'yi iki bant olarak sonoartrografi ile tanımlayıp MRA ile konfirme edebildik. 1 olguda (%2.5) yalnızca MRA ile iki bant tanımlayabildik. Ayrıca 1 olguda (%2.5) sonoartrografi ile iki bant değerlendirebilirken MRA ile üç adet bant mevcuttu.

Robinson ve ark. tarafından kronik ayak bileği ağrısı şikayeti olan 32 olgu MRA ile değerlendirilmiştir. Hastaların 13'ünde klinik anterolateral impingement bulguları bulunurken 19'unda OCD, serbest cisim, osteoartrit bilinmekte olup kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Olguların görüntüleri iki radyolog tarafından bağımsız olarak değerlendirilmiş ve tüm olgularda artroskopik korelasyon yapılmıştır. Anterolateral reeste yumuşak doku değerlendirmesinde tüm hastalarda MRA ile %97 doğruluk, %96 duyarlılık, %100 spesifite, %89 NPD ve %100 PPD bildirilmiştir. Klinik olarak ALİ ile uyumlu değerlendirilen 13 olgunun 13'ünde MRA ile %100 doğru tanıya ulaşılabilirken diğer 19 olgunun 11'inde anterolateral reeste yumuşak doku tanımlanmış olup bu olgularda MRA ile %95 doğruluk, %92 sensitivite, %100 spesifite, %88 NPD ve %100 PPD bildirilmiştir (121). Chou ve ark. ayak bileği eklemi lateral kollateral bağ hasarında MRG ve MRA'nın tanısal değerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmaya 29'u erkek 21'i kadın 50 hasta dahil edilmiş ve 17 hastaya cerrahi müdahale kararı alınmıştır. Ameliyat sonucunda 14 hastada ATFL ve 6 hastada KFL hasarı bildirilmiştir. Bu hastalarda MRG ile 12 ATFL ve 2 KFL, MRA ile 14 hastada ATFL ve 5 hastada KFL

hasarı tanınabilmiş olup cerrahi ile konfirme edilmiştir. Çalışma sonucunda MRA ile lateral kollateral bağların hasarının tanınma oranının daha yüksek olduğu gösterilmiştir (110). Tüm bu bilgiler ile birlikte artrografik hazırlığı sayesinde eklem kapsülü, ligamentler, serbest cisim gibi patolojilerin değerlendirilmesindeki avantajları da göz önüne alınarak çalışmamızda MRA altın standart olarak kabul edilmiştir.

Otjen ve ark. pediatrik popülasyonda görüntüleme rehberliğinde MRA tekniklerini anlattığı yayında, ayak bileği de dahil olmak üzere USG eşliğinde enjeksiyonun hem artrografik görüntüleme hazırlığında hem de terapötik amaçlı enjeksiyonlarda floroskopiye alternatif olabileceği paylaşılmıştır. USG'nin obez hastalarda kullanım kısıtlılığı ve el becerisi gerektirmesi dezavantaj olarak kabul edilmiştir. Ancak, radyasyon maruziyetini azaltması, ekipman ihtiyacının daha minimal olması, USG cihazının taşınabilir ve daha erişilebilir olması avantajlar arasında yer almaktadır. İğnenin eklem mesafesine yerleştirilmesi sırasında geçilen dokuların gerçek zamanlı görüntülenebilmesi sayesinde nöral ve vasküler yapıların korunması prosedürün avantajlarıdır. Ayrıca USG sinoviyum, eklem efüzyonu ve kıkırdak doku hakkında veri sağlamaktadır (108).

Kandil ve ark. tarafından ayak bileğinde sıkışma sendromlarını araştırmak amaçlı verilerin iki radyolog tarafından bağımsız olarak değerlendirdiği, 51 erkek ve 39 kadın olmak üzere 90 hastanın dahil edildiği, yaşları 17 ile 57 arasında değişen hasta grubunda klinik muayene, MRG ve USG yapılmıştır. Çalışma sonuçları değerlendirilirken MRG altın standart olarak kabul edilmiştir. Tek ve çoklu olmak üzere MRG ile 153 sıkışma tanımlanmıştır; Gözlemci 1, 117 (%76,5) lezyonu tanımlayabilmiş ve 36 lezyon gözden kaçmıştır. Gözlemci 2, 123 (%80,4) lezyonu tanımlayabilmiş ve 30 lezyonu atlamıştır. Çalışma sonuçları USG'nin tanı aracı olarak MRG'nin yerini alamasa da, zamandan ve maliyetten tasarruf sağlayacağını, yaygın kullanımı ve dinamik görüntüleme imkanı sayesinde sıkışma sebeplerinin tanısında ve sıkışma semptomlarını taklit edebilen veya hatta onunla birlikte var olabilen ve tedaviyi olumsuz etkileyebilecek diğer patolojilerin tespitinde yardımcı olabileceğini göstermiştir (98).

Milos ve ark.'nın sıkışma sendromlarını tanımladıkları bir çalışmada kullanılabilecek görüntüleme yöntemleri arasında direk grafler, BT ve MRG yanı sıra USG kullanımının faydalarına yer verilmiştir. İnceleme yüksek frekanslı (15-20MHz) USG probu ile yapılmalı ve prob-cilt yüzeyi arasındaki oryantasyon jel veya jel pedler

kullanılarak iyileştirilmelidir. European Society of Musculoskeletal Radiology (ESSR) tarafından yayınlanan rehber kılavuzluğunda kemik-yumuşak doku değişiklikleri, vaskülarizasyon ve ligamentlerin değerlendirilmesi önerilmiştir (103, 104). Fritz ve ark. tarafından yapılan akut ve kronik ayak-ayak bileği şikayetlerinde MRG-USG korelasyonunun araştırıldığı çalışmada her iki modalitenin de yaygın karşılaşılan patolojileri tanımadaki değeri vurgulanmıştır. USG ile yüzeysel yerleşimli tendon, ligament ve kaslar daha iyi değerlendirilebilirken daha derin yapılar, eklem kıkırdağı ve kemiğin MRG ile değerlendirilmesinin daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır (99). Shetty ve ark. tarafından yapılan ayak bileğinde ağrı şikayeti olan hastalarda sonografi, MRG ve cerrahi sonuçların değerlendirilmesinde, çalışmada istatistiksel veri için yeterli popülasyon olmamakla birlikte sonografinin faydalı olabileceğinden söz edilmiştir (95).

Cao ve ark. tarafından ATFL hasarının görüntülenmesine yönelik üç İngilizce ve üç Çince veri tabanı taranması sonucu elde olunan meta-analizde akut, kronik, hem akut hem de kronik ATFL hasarı bulunan 1409 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Akut ATFL yaralanmalarında sensitivite ve spesifite değerleri MRG için %82,1, %37,8 ve USG için %88,6, %90,3 iken kronik ATFL yaralanmalarında MRG için %86,3, %86,8 ve USG için %98,7, %94,0 hesaplanmıştır. Stres radyografisi için akut yaralanmalarda %74,4, kronik yaralanmalarda %89,4 ve MR artrografi için akut ve kronik yaralanmalarda her ikisi için %100 hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda özellikle hasta öyküsü ve klinik muayenede karışıklıklar varsa USG kronik lateral ayak bileği bağ yaralanmalarının teşhisi için yüksek duyarlılığa sahip değerli bir görüntüleme tekniği olarak değerlendirilmiştir (126).

McCarthy ve ark. futbol ile ilgilenen ve klinik olarak ALİ tanısı bulunan 8 olguda artroskopi önceli yapılan USG verilerini paylaştığı çalışmada; iki radyolog tarafından yüksek frekanslı probalar ile ayak hafif plantar fleksiyondayken inceleme yapılmıştır. Klinik ALİ tanısı bulunan olguların tamamında USG ile anterolateral reseste yumuşak doku saptanmış olup artroskopik rezeksiyon ile doğrulanmıştır. Bu küçük hasta grubunda elde edilen sonuçlar USG ile ALİ tespiti, ilişkili bağ hasarı, osseöz sıkışma ayrımı ve peroneal tendon hasarı gibi patolojilerin tanınmasında kullanılabileceğini düşündürmektedir (111). Bizim çalışmamızda MRA ile 11 olguda ALİ saptandı. Olguların 4'ü evre 1, 4'ü evre 2, 2'si evre 3 ve biri evre 4 ALİ lehine değerlendirildi. Gözlemci 1 USG ile 2 (%18) olgu, sonoartrografi ile 5 (%45) olguyu tanımlarken gözlemci 2 ise USG ile 4 (%36) olgu ve sonoartrografi ile 5 (%45) olguyu doğru olarak

tanımlandı. Sonuçlar sonoartrografi ile sensitivitenin artışı ile USG ve sonoartrografiye yüksek spesifiteyi gösterdi. ALİ evresi arttıkça USG ve sonografi ile tanınabilirliğin ve dolayısıyla sensitivite, spesifite ve doğruluğun artacağını düşünmekteyiz.

6. SONUÇ

Sonoartrografi ile anterolateral eklem kapsülü ve ATFL patolojileri mükemmel yakın ve mükemmel gözlemciler arası uyum ile yüksek özgüllük ve tanısal doğrulukla tanımlanabilir. Sonoartrografi bu anatomik yapıları değerlendirmede ultrasonografiye üstündür. MRG ve MRA yapılamayan hastalarda hızlı, noninvaziv ve kolay ulaşılabilir alternatif görüntüleme yöntemidir.

7. KAYNAKLAR

- 1- Pau Golanó, Jordi Vega, Peter A. J. de Leeuw, Francesc Malagelada, M. Cristina Manzanares, Víctor Götzens, C. Niek van Dijk. Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010; 18(5): 557–569.
- 2- Luca Maria Sconfienza, Davide Orlandi, Francesca Lacelli, Giovanni Serafini, Enzo Silvestri. Dynamic High-Resolution US of Ankle and Midfoot Ligaments: Normal Anatomic Structure and Imaging Technique. *RadioGraphics* 2015; 35:164–178. doi: 10.1148/rg.351130139.
- 3- Kiley D. Perrich, Douglas W. Goodwin, Paul J. Hecht, Yvonne Cheung. Ankle Ligaments on MRI: Appearance of Normal and Injured Ligaments. *AJR* 2009; 193:687–695.
- 4- Hye Jung Choo, Sun Joo Lee, Dong Wook Kim, Hae Woong Jeong, Heuichul Gwak. Multibanded Anterior Talofibular Ligaments in Normal Ankles and Sprained Ankles Using 3D Isotropic Proton Density–Weighted Fast Spin-Echo MRI Sequence. *AJR* 2014; 202:W87–W94.
- 5- Çevikol C. Ayak Bileği: Bağ ve Tendonlar. *Türk Radyoloji seminerleri, Trd Sem* 2016; 4: 490-504.
- 6- Çevikol C. Ayak bileği ve Ayak Manyetik Rezonans Görüntüleme. *Türkiye Klinikleri J Radiol-Special Topics* 2011; 4: 69-90.
- 7- Han Yang, Minghao Su, Zhimin Chen, Rongmei Qu, Zhirong Yuan, Jiajie Yuan, Shanli He, Zeyu Li, Chang Liu, Zhaoming Xiao, Haibin Liang, Jun Ouyang, and Jingxing Dai. Anatomic Measurement and Variability Analysis of the Anterior Talofibular Ligament and Calcaneofibular Ligament of the Ankle. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(11),
- 8- Devrim AKSEKİ, Uğur ÖZİÇ. Radiologic imaging modalities in foot and ankle disorders. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36 Suppl 1:1-8.
- 9- Lynne S. Steinbach, MD William E. Palmer, MD Mark E. Schweitzer, MD. Special Focus Session MR Arthrography. *RadioGraphics* 2002; 22:1223–1246 .
- 10- Grainger AJ, Elliott JM, Campbell RSD, et al. Direct MR Arthrography: A Review of current use. *Clinical Radiol* 2000; 55: 163–76.
- 11- Steinbach LS, Palmer WE, Schweitzer ME. MR arthrography. *Radiographics* 2002; 22: 1223–46.

- 12-** A. Keith Rastogi, Kirkland W. Davis, Andrew Ross, Humberto G. Rosas. Fundamentals of Joint Injection. AJR Volume 207, Issue 3.
- 13-** Luis Cerezal, Eva Llopis, Ana Canga, Alejandro Rolon. MR Arthrography of the Ankle: Indications and Technique. Radiol Clin N Am 46 (2008) 973–994.
- 14-** Jung Won Park, Sun Joo Lee , Hye Jung Choo, Sung Kwan Kim, Heui-Chul Gwak, Sung-Moon Lee. Ultrasonography of the ankle joint. Ultrasonography 2017;36:321-335.
- 15-** Michel De Maeseneer, Stefaan Marcelis, Tjeerd Jager, Maryam Shahabpour, Peter Van Roy, Jennifer Weaver, Jon A. Jacobson. Sonography of the Normal Ankle: A Target Approach Using Skeletal Reference Points. AJR:192, February 2009.
- 16-** Ross Wodicka, MD1 , Eric Ferkel, MD1 , and Richard Ferkel, MD. Osteochondral Lesions of the Ankle. American Orthopedics Foot and Ankle Society, Foot and Ankle, International 1-12, 2016.
- 17-** Musculoskeletal Ultrasound Technical Guidelines VI. Ankle, European Society of MusculoSkeletal Radiology
- 18-** P. Procter, J.P. Paul. Ankle joint biomechanics. Journal of Biomechanics. Volume 15, Issue 9, 1982.
- 19-** Claire L. Brockett and Graham J. Chapman. Biomechanics of the ankle. Orthop Trauma. 2016 Jun; 30(3): 232–238.
- 20-** F. Bonnel, E. Toullec, C. Mabit, Y. Tourné, et la Sofcot. Chronic ankle instability: Biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research Volume 96, Issue 4, June 2010.
- 21-** Mutlu Akdoğan, Yalım Ateş. Anatomy of ankle and distal tibia. TOTBİD Dergisi 2016; 15:158–165.
- 22-** Daniel Manganaro; Khalid Alsayouri. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Ankle Joint. StatPearls Publishing; 2024 Jan.
- 23-** Gomes TM, Oliva XM, Viridiana Sanchez E, Soares S, Diaz T. Anatomy of the Ankle and Subtalar Joint Ligaments: What We Do Not Know About It?. Foot Ankle Clin. 2023 Jun;28(2):201-216.

- 24- Daniel Tp Fong, Yue-Yan Chan, Kam-Ming Mok, Patrick Sh Yung, Kai-Ming Chan: Understanding acute ankle ligamentous sprain injury in sports Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. 2009 Jul 30;1:14.
- 25- Hootman JM, Dick R, Agel J: Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. Journal of Athletic Training. 2007, 42 (2): 311-319.
- 26- Chan KM, Yuan Y, Li CK, Chien P, Tsang G: Sports causing most injuries in Hong Kong. British Journal of Sports Medicine. 1993, 27 (4): 263-267. 10.1136/bjsm.27.4.263.
- 27- Purves S, Chan KM: Injury profile of runners in the 1987 Hong Kong International Marathon. The Journal of The Hong Kong Physiotherapy Association. 1987, 9: 24-28.
- 28- Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A: The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains. British Journal of Sports Medicine. 2003, 37 (3): 233-238.
- 29- Yeung MS, Chan KM, So CH, Yuan WY: An epidemiological survey on ankle sprain. British Journal of Sports Medicine. 1994, 28 (2): 112-116.
- 30- C Woods, R Hawkins, M Hulse, A Hodson. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains. Br J Sports Med. 2003 Jun;37(3):233-8.
- 31- Yehua Cai, Shengkun Li, Shiyi Chen, Yinghui Hua, Jieli Shan :An Ultrasound Classification of Anterior Talofibular Ligament (ATFL) Injury. Open Orthop J. 2017 Jul 31;11:610-616.
- 32- Vítor Moreira, Filipe Antunes. Ankle sprains: from diagnosis to management. the physiatric view. Acta Med Port. 2008 May-Jun;21(3):285-92. Epub 2008 Jul 25.
- 33- Michela Barini, Domenico Zagaria, Davide Licandro, Sergio Pansini, Chiara Airoldi, Massimiliano Leigheb, Alessandro Carriero: Magnetic Resonance Accuracy in the Diagnosis of Anterior Talo-Fibular Ligament Acute Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. Diagnostics (Basel). 2021 Sep 28;11(10):1782.
- 34- Rover Krips, MD, PhDT, Jasper de Vries, MD, C. Niek van Dijk, MD, PhD. Ankle Instability. Foot Ankle Clin N Am 11 (2006) 311 – 329.
- 35- Konradsen L, Hflmer P, Sfndergaard L. Early mobilizing treatment for grade III ankle ligament injuries. Foot Ankle 1991;12:69 – 73.

- 36-** KM Chan & Jon Karlsson. C. Niek van Dijk. Diagnosis of ankle sprain: history and physical examination. International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine-International Federation of Sports Medicine (ISAKOS–FIMS). World Consensus Conference on Ankle Instability. 21–22, January 2005.
- 37-** Karlsson J, Bergsten T, Lansinger O, et al. Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle for chronic lateral instability. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70:581 – 8.
- 38-** Munk B, Holm-Christensen K, Lind T. Long-term outcome after ruptured lateral ankle ligaments. A prospective study of three different treatments in 79 patients with 11-year followup. *Acta Orthop Scand* 1995;66:452 – 4.
- 39-** Kerkhoffs GM, Rowe BH, Assendelft WJ, et al. Immobilisation and functional treatment for acute lateral ankle ligament injuries in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2002;3:CD003762.
- 40-** Amy B. Kirby, Douglas P. Beall, Michael P. Murphy, Justin Q. Ly and Jon R. Fish. Magnetic Resonance Imaging Findings of Chronic Lateral Ankle Instability. *Curr Probl Diagn Radiol*, 200.06.003.
- 41-** DiGiovanni BF, Fraga CJ, Cohen BE, et al. Associated injuries found in chronic lateral ankle instability. *Foot Ankle Int* 2000;21:809-15.
- 42-** DeLee J, Drez D, Miller M. DeLee and Drez’s Orthopedic Sports Medicine. New York, NY: Elsevier, 2003.
- 43-** Sobel M, Geppart MJ, Warren RF. Chronic ankle instability as a cause of peroneal tendon injury. *Clin Orthop* 1993;296:187-91.
- 44-** Miki Dalmau-Pastor, Matteo Guelf, Francesc Malagelada, Rosa M. Mirapeix, and Jordi Vega. *Anatomy of the Ankle Joint and Hindfoot*. Springer Nature Switzerland AG 2020.
- 45-** Milner CE, Soames RW. Anatomical variations of the anterior talofibular ligament of the human ankle joint. *J Anat*. 1997;191:457–8.
- 46-** Vega J, Malagelada F, Manzanares Céspedes MC, Dalmau-Pastor M. The lateral fbuloalocalcaneal ligament complex: an ankle stabilizing isometric structure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018.
- 47-** McKeon KE, Wright RW, Johnson JE, et al. Vascular anatomy of the tibiofibular syndesmosis. *J Bone Joint Surg*. 2012;94:931–8.

- 48- Kumai T, Takakura Y, Rufai A, et al. The functional anatomy of the human anterior talofibular ligament in relation to ankle sprains. *J Anat.* 2002;200:457–65.
- 49- Niek van Dijk C. *Ankle arthroscopy.* Heidelberg: Springer; 2014.
- 50- . Oh CS, Won HS, Chung IH, et al. Anatomic variations and MRI of intermalleolar ligament. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;186(4):943–7.
- 51- Mutsuaki Edama, T. Takabayashi, T. Inai, R. Hirabayashi, M. Ikezu, F. Kaneko, M. Kanta, I. Kageyama. Morphological features of the posterior intermalleolar ligament. *Surg Radiol Anat.* 2019 Dec;41(12):1441-1443.
- 52- Golanó P, Dalmau-Pastor M, Vega J, et al. Anatomy of the ankle. In: d’Hooghe PPRN, Kerkhoffs GMMJ, editors. *The ankle in football, sports and traumatology.* Heidelberg: Springer; 2014. p. 1–24.
- 53- Burks RT, Morgan J. Anatomy of the lateral ankle ligaments. *Am J Sports Med.* 1994;22(1):72–7.
- 54- Aybars Kıvrak , Ibrahim Ulusoy , Mehmet Yılmaz. Ankle Bone Anatomy in Turkish Population: A Radiological Study. *Med Records* 2023;5(3):554-8.
- 55- Fessy M, Carret J, Bejui J. Morphometry of the talocrural joint. *Surgical and Radiologic Anatomy.* 1997;19:299-302.
- 56- Choi WJ, Kim BS, Lee JW. Preoperative planning and surgical technique: How do i balance my ankle?. *Foot Ankle Int.* 2012;33:244-9.
- 57- Kyle P. Lavery, Kevin J. McHale, William H. Rossy, George Theodore. Ankle impingement. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* (2016) 11:97.
- 58- Sanders TG, Rathur SK. Impingement syndromes of the ankle. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2008;16(1):29–38.
- 59- Dimmick S, Linklater J. Ankle impingement syndromes. *Radiol Clin N Am.* 2013;51(3):479–510.
- 60- O’Donoghue DH. Impingement exostoses of the talus and tibia. *J Bone Joint Surg Am.* 1957;39-A(4):835–52. discussion, 852; passim.
- 61- Tol JL, van Dijk CN. Etiology of the anterior ankle impingement syndrome: a descriptive anatomical study. *Foot Ankle Int.* 2004;25(6):382–6.

- 62-** Ahn JY, Choi HJ, Lee WC. Talofibular bony impingement in the ankle. *Foot Ankle Int.* 2015;36(10):1150–5.
- 63-** Andrew M. Zbojniewicz. Impingement syndromes of the ankle and hindfoot. *Pediatric Radiology* (2019) 49:1691–1701.
- 64-** Berman Z, Tafur M, Ahmed SS et al (2017) Ankle impingement syndromes: an imaging review. *Br J Radiol* 90:20160735.
- 65-** Donovan A, Rosenberg ZS (2010) MRI of ankle and lateral hindfoot impingement syndromes. *AJR Am J Roentgenol* 195: 595–604.
- 66-** Nazarian LN, Gulvartian NV, Freeland EC, Chao W (2018) Ultrasound-guided percutaneous needle fenestration and corticosteroid injection for anterior and anterolateral ankle impingement. *Foot Ankle Spec* 11:61–66.
- 67-** Robinson P, White LM (2002) Soft-tissue and osseous impingement syndromes of the ankle: role of imaging in diagnosis and management. *Radiographics* 22:1457–1469.
- 68-** Aydingoz U, Melih Topcuoglu O, Gormez A et al (2016) Accessory anterolateral talar facet in populations with and without symptoms: prevalence and relevant associated ankle MRI findings. *AJR Am J Roentgenol* 207:846–851.
- 69-** Caio Nery, MD, PhD¹, Daniel Baumfeld. Anterior and Posterior Ankle Impingement Syndromes, Arthroscopic and Endoscopic Anatomy and Approaches to Treatment. *Foot Ankle Clin N Am*, 1083-7515/20.
- 70-** Simon Dimmick, James Linklater. Ankle Impingement Syndromes. *Radiol Clin N Am* 51 (2013) 479–510.
- 71-** Xin Chen a, He-Qin Huang b, Xiao-Jun Duan. Arthroscopic treatment of ankle impingement syndrome. *Chinese Journal of Traumatology* 26 (2023) 311-316.
- 72-** A.M. Moustafa El-Sayed. Arthroscopic treatment of anterolateral impingement of the ankle. *J Foot Ankle Surg*, 49 (2010), pp. 219-223, 10.1053/j.jfas.2010.02.005.
- 73-** F. Molinier, J. Benoist, F. Colin, J. Padiolleau, S. Guillo, J. Stone, T. Bauer. Does antero-lateral ankle impingement exist?. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 103 (2017) S249–S252.
- 74-** Abeer Mohamed Al-Riyami, Hsien Khai Tan, Wilfred C.G. Imaging of Ankle Impingement Syndromes. *Canadian Association of Radiologists Journal* (2017) 1e7.

- 75-** Stefano Bianchi, Carlo Martinoli, Celine Gaignot, Rene' De Gautard, Jean-Marc Meyer. Ultrasound of the Ankle: Anatomy of the Tendons, Bursae, and Ligaments. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*/Volume 9, Number 3, 2005.
- 76-** Hsu TC, Wang CL, Wang TG, et al. Ultrasonographic examination of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Int* 1997;18:34–38.
- 77-** Milz P, Milz S, Putz R. 13 MHz high-frequency sonography of the lateral ankle joint ligaments and the tibiofibular syndesmosis in anatomic specimens. *J Ultrasound Med* 1996;15:277–284.
- 78-** Sung-Suk Seo¹, Joo-Yeon Park, Hae-Jin Kim, Ji-Wook Yoon, Sang-Hyun Park, Kyung-Hoon Kim. Percutaneous osteoplasty for the treatment of a painful osteochondral lesion of the talus: a case report and literature review. *Pain Physician*. 2012 Sep-Oct;15(5):E743-8.
- 79-** Sang Gyo Seo, Jin Soo Kim, Dong-Kyo Seo, You Keun Kim, Sang-Hoon Lee & Ho Seong Lee (2018): Osteochondral lesions of the talus, *Acta Orthopaedica*, 2018; 89.
- 80-** Juergen Bruns, Christian Habermann and Mathias Werner. Osteochondral Lesions of the Talus: A Review on Talus Osteochondral Injuries, Including Osteochondritis Dissecans. *Cartilage*, Volume 13, Issue 1, December 2021, Pages 1380S-1401S.
- 81-** Mintz DN, Tashjian GS, Connell DA, Deland JT, O'Malley M, Potter HG. Osteochondral lesions of the talus: a new magnetic resonance grading system with arthroscopic correlation. *Arthroscopy*. 2003;19:353-9.
- 82-** Kirschke JS, Braun S, Baum T, Holwein C, Schaeffeler C, Imhoff AB, et al. Diagnostic value of CT arthrography for evaluation of osteochondral lesions at the ankle. *Biomed Res Int*. 2016;2016:3594253.
- 83-** Verhagen RAW, Maas M, Dijkgraaf MGW, Tol JL, Krips R, van Dijk CN. Prospective study on diagnostic strategies in osteochondral lesions of the talus. Is MRI superior to helical CT? *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:41-6.
- 84-** Yasui Y, Hannon CP, Fraser EJ, Ackermann J, Boakye L, Ross KA, et al. Lesion size measured on MRI does not accurately reflect arthroscopic measurement in talar osteochondral lesions. *Orthop J Sports Med*. 2019;7(2):2325967118825261.
- 85-** Heitor Okanobo, Bharti Khurana, Scott Sheehan, Alejandra Duran-Mendicuti, Afshin Arianjam, Stephen Ledbetter. Simplified Diagnostic Algorithm for LaugeHansen Classification of Ankle Injuries. *RadioGraphics* 2012; 32:E71–E84.

- 86-** Lin An, Yaowen Yan. MRI-based Diagnosis of Anterior Talofibular Ligament Injury. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan* 2021, Vol. 31(11): 1369-1371.
- 87-** Baris Kocaoglu, Umut Akgun, Rustu Nuran, Mustafa Karahan. Dislocation of Os Trigonum Presenting as a Loose Body in the Ankle. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, Volume 48, Issue 2, March–April 2009, Pages 215-219.
- 88-** Case courtesy of Andrew Murphy, Radiopaedia.org, rID: 68544.
- 89-** S J Erickson. Sonography of the foot and ankle. *Foot Ankle Clin.* 2000 Mar;5(1):29-48.
- 90-** David P. Fessell and Marnix T. van Holsbeeck. Foot and Ankle Sonography. *Radiologic Clinics of North America*, Volume 37, Number 4.
- 91-** Matthew S. Rockett. The Use of Ultrasound in the Foot and Ankle. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, Volume 89, Number 7.
- 92-** Philippe Peetrons, Viviane Creteur, Christian Bacq. Sonography of Ankle Ligaments. *J Clin Ultrasound* 32:491–499, 2004.
- 93-** Ryan C. Kruse, Brennan Boettcher. Image-Guided Foot and Ankle Injections. *Foot and Ankle Clinics*, Volume 28, Issue 3, September 2023, Pages 641-665.
- 94-** Fernando Ruiz Santiago, Beatriz Moraleda Cabrera, Antonio Jesús Láinez Ramos-Bossini. Ultrasound guided injections in ankle and foot. *Journal of Ultrasound* (2024) 27:153–159.
- 95-** Monisha Shetty, David P. Fessell, John E. Femino, Jon A. Jacobson, John Lin, David Jamadar. Sonography of Ankle Tendon Impingement with Surgical Correlation. *AJR*:179, October 2002.
- 96-** Timothy Alves, Qian Dong, Jon Jacobson, Corrie Yablon, Girish Gandikota. Normal and Injured Ankle Ligaments on Ultrasonography With Magnetic Resonance Imaging Correlation. *J Ultrasound Med* 2019; 38:513–528.
- 97-** Yeşildağ A, Oyar O. Manyetik Rezonans Görüntüleme Fiziği. Oyar O, Gülsoy UK ed. *Tıbbi Görüntüleme Fiziği*. Tisamat Basım, Ankara, 2003:281-372.
- 98-** Etienne Deborde, Guillaume Bierry. Ankle and distal tibia. *Skeletal Trauma: A Mechanism-Based Approach of Imaging*. 2020, Pages 361-40.

- 99-** Benjamin Fritz , Jan Fritz. MR Imaging–Ultrasonography Correlation of Acute and Chronic Foot and Ankle Conditions. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*. Volume 31, Issue 2, May 2023, Pages 321-335.
- 100-** Paul Edmund Smith, Luke Joseph McManus, Matthew Morey and Andrew Kong. Magnetic resonance imaging of the ankle: Pathology of the anterior and medial compartments. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology* 67 (2023) 383–390.
- 101-** Paul Edmund Smith, Luke Joseph McManus, Matthew Morey and Andrew Kong. Magnetic resonance imaging of the ankle: Pathology of the lateral and posterior compartments. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology* 67 (2023) 391–398.
- 102-** U K Sharma, K Dhungel, D Pokhrel, S Tamang, N P Parajuli. Magnetic Resonance Imaging Evaluation of Musculoskeletal Diseases of Ankle and Foot. *Kathmandu Univ Med J*. 2018;16(61):28-34.
- 103-** R.-I. Milos. L. B. Fritz. C. Schueller-Weidekamm. Impingement Syndrome of the Upper Ankle. *Radiologe* 2017 · 57:309–326.
- 104-** ESSR (2016) Ankle. <https://essr.org/content-essr/uploads/2016/10/ankle.pdf>
- 105-** Recht, Michael P., Donley, Brian G.. Magnetic Resonance Imaging of the Foot and Ankle. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 9(3):p 187-199, May 2001.
- 106-** Mayura Boonthathip, Lina Chen, Debra Trudell, Donald Resnick. Lateral ankle ligaments: MR arthrography with anatomic correlation in cadavers. *Clinical Imaging*, Volume 35, Issue 1, January–February 2011, Pages 42-48.
- 107-** Alvaro Cerezal, Ronald Ocampo, Eva Llopis, Luis Cerezal. Ankle Instability Update. *Semin Musculoskelet Radiol* 2023; 27(03): 231-244.
- 108-** Jeffrey Otjen, Shawn E. Parnell, Sarah Menashe, Mahesh M. Thapa. Ultrasound-guided joint injections for MR arthrography in pediatric patients: how we do it. *Pediatr Radiol* (2015) 45:308–316.
- 109-** Philip R. Wright, Michael G. Fox, Bennett Alford & James T. Patrie, Mark W. Anderson. An alternative injection technique for performing MR ankle arthrography: the lateral mortise approach. *Skeletal Radiol* (2014) 43:27–33.
- 110-** Mei-Chun Chou, Lee-Ren Yeh, Clement Kuen-Huang Chen, Huay-Ban Pan, Yi-Jiun Chou, Huei-Lung Liang. Comparison of Plain MRI and MR Arthrography in the

Evaluation of Lateral Ligamentous Injury of the Ankle Joint. J Chin Med Assoc, January 2006, Vol 69, No 1.

111- C. L. McCarthy & D. J. Wilson & T. P. Coltman. Anterolateral ankle impingement: findings and diagnostic accuracy with ultrasound imaging. *Skeletal Radiol* (2008) 37:209–216.

112- Direk Tantigate, Peter C. Noback, Henrik C. Backer, Mani SSeetharaman, Justik K. Greisberg, J. Turner Vosseller. Anatomy of the Ankle Capsule: Cadaveric Study. *Clinical Anatomy* 31:1018–1023 (2018).

113- Subhas N, Vinson EN, Cothran RL, Santangelo JR, Nunley JA, Helms CA. MRI appearance of surgically proven abnormal accessory anterior-inferior tibiofibular ligament (Bassett's ligament). *Skeletal Radiol*. 2008 Jan;37(1):27-33.

114- Ogul H, Taydas O, Tuncer K, Polat G, Pirimoglu B, Kantarci M. MR arthrographic evaluation of the association between anterolateral soft tissue impingement and osteochondral lesion of the tibiotalar joint. *Radiol Med*. 2019 Jul;124(7):653-661.

115- James Francis Griffith, Domily Ting Yi Lau, David Ka Wai Yeung, Margaret Wan Nar Wong. High-resolution MR imaging of talar osteochondral lesions with new classification. *Skeletal Radiol* (2012) 41:387–399.

116- Ogul H, Cankaya B, Kantarci M. The distribution in joint recesses and adjacent synovial compartments of loose bodies determined on MR and CT arthrographies of ankle joint. *Br J Radiol*. 2022 Apr 1;95(1132):20201239.

117- Ogul H, Tas N, Ay M, Kose M, Kantarci M. Sonoarthrographic examination of posterior labrocapsular structures of the shoulder joint. *Br J Radiol*. 2020 Feb 1;93(1106):20190886.

118- Christiaan JA van Bergen, Rogier M Gerards, Kim TM Opdam, Maaïke P Terra, Gino MMJ Kerkhoffs. Diagnosing, planning and evaluating osteochondral ankle defects with imaging modalities. *World J Orthop* 2015 December 18; 6(11): 944-953 ISSN 2218-5836.

119- Netter, Frank H. *Atlas of Human Anatomy*.

120- James Francis Griffith, Domily Ting Yi Lau, David Ka Wai Yeung, Margaret Wan Nar Wong. High-resolution MR imaging of talar osteochondral lesions with new classification. *Skeletal Radiol* (2012) 41:387–399.

- 121-** Robinson P, White LM, Salonen DC, Daniels TR, Ogilvie-Harris D. Anterolateral ankle impingement: MR arthrographic assessment of the anterolateral recess. *Radiology* 221(1):186–190.
- 122-** Miquel Dalmau Pastor, Francesc Malagelada, Matteo Guelfi, Jordi Vega. Anatomy of the ankle. *Spanish Journal of Arthroscopy and Joint Surgery*. Vol. 27. Fasc. 1. No. 67. March 2020.
- 123-** Omoumi P, Mercier GA, Lecouvet F, Simoni P, Vande Berg BC. CT arthrography, MR arthrography, PET, and scintigraphy in osteoarthritis. *Radiol Clin North Am* 47(4):595–615.
- 124-** Buckwalter KA. CT arthrography. *Clin Sports Med* 25(4):899–915.
- 125-** Direk Tantigate, Peter C. Noback, Henrik C. Bäcker, Mani Seetharaman, Justin K. Greisberg, J. Turner Vosseller. Anatomy of the Ankle Capsule: A Cadaveric Study. *Clinical Anatomy* 31:1018–1023 (2018).
- 126-** Mingming Cao, Shuxue Liu, Xiongbiao Zhang, Mingda Ren, Zheng Xiao, Jing Chen, Xianteng Chen. Imaging diagnosis for anterior talofibular ligament injury: a systemic review with meta-analysis. *Acta Radio*, 2023 Feb;64(2):612-624.