

TRAVMATİK DİZ: MRG BULGULARI

TRAUMATIC KNEE: MRI FINDINGS

*Dr. Gürkan EGE, *Dr. Haluk AKMAN, *Dr. Kısmet KUZUCU, *Dr. Ekrem ERTEM, *Dr. Şafak ŞAHLAN

ÖZET: Amaç: En sık yaralanan eklemlerden biri olan diz travmalarında, fizik muayene bulguları ve direkt grafiler tanıda sınırlı kalmaktadır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ise, kemik yapıları ek olarak menisküs ve bağlar gibi yumuşak doku patolojilerinin değerlendirilmesinde önemli bir fayda sağlamaktadır. Çalışmamızda, diz travmalarındaki MRG bulgularını değerlendirdik ve literatürle kıyasladık.

Gereç ve yöntem: Ortopedi servisine diz travmasıyla gelen olgular arasından operatif, artroskopik ve klinik korelasyonu olan 49 olguya ait 50 diz seçildi ve değerlendirildi. Fizik muayene ve direkt grafilerin tanıda yetersiz kaldığı olgulara MRG uygulandı.

Bulgular: En sık rastladığımız bulgu kemik kontüzyonu oldu (n:33). Daha sonra sırasıyla, 17 olguda ön çapraz bağ (ÖÇB) lezyonları, 12 olguda menisküs yırtıkları, 9 olguda osteokondral fraktür, 7 olguda kollateral bağ lezyonu ve 5 olguda kemik fraktürü tespit edildi.

Sonuç: Diz travmalarında, MRG bulguları tanıya büyük katkı sağlamakta ve hastayı gereksiz tanısal artroskopi uygulamalarından korumaktadır.

Anahtar Kelimeler: diz; travma; manyetik rezonans görüntüleme.

SUMMARY: Purpose: The knee is the most frequently injured joint that physical examination and plain radiographies are limited to diagnose precisely the knee injuries. Magnetic resonance imaging (MRI) has been contributed great benefits to the accurate diagnosis by determining the injuries of menisci and ligaments in addition to bone structures. We evaluated MRI findings in traumatic knees and compare them to literature.

Materials and methods: The patients with the knee injury who were admitted to orthopedic surgery service were reviewed. Of them, 49 patients (50 knees) correlated operatively, arthroscopically and clinically were included in our study population. If the diagnosis was not sufficient by using plain films and clinical evaluation, the patients underwent MRI examination.

Results: Bone contusions were the most common finding in the injuries (n:33). The other findings were respectively, the anterior cruciate ligament injuries in 17 patients, meniscal tears in 12 patients, osteochondral fractures in 9 patients, collateral ligament injuries in 7 patients and bone fractures in 5 patients.

Conclusion: MR imaging plays a major role in decisions on evaluation and management of traumatic knees, improves clinician diagnostic certainty and reduces the need for arthroscopy.

Key Words: knee; trauma; magnetic resonance imaging.

TRAVMATİK DİZ: MRG BULGULARI

Diz; özellikle sportif aktivitelerde en sık yaralanan eklemlerden biri olup, artroskopi incelemelerinin de büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Diz travmalarında fizik muayene bulguları tanıda sınırlı kalmakta, direkt

grafiler ise fraktürleri iyi göstermekle birlikte yumuşak doku patolojilerinde tanıya yeterince yardımcı olmamaktadır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), dizin major stabilize edici faktörü olan bağların görüntülenmesinde ve pre-operatif değerlendirilmesinde tanıya büyük katkı sağlamıştır.

Çalışmamızda, arşivimizden seçtiğimiz diz travmalarındaki MRG bulgularını değerlendirdik ve literatürle kıyasladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

1998-99 döneminde ortopedi kliniğine diz travması nedeniyle gelen olgular arasından operatif, artroskopik

* İstanbul International Hospital Radyoloji ve Ortopedi Servisleri

Yazışma Adresi: Dr. Gürkan Ege

İstanbul International Hospital Radyoloji ve Ortopedi Departm.

İstanbul International Hospital Radyoloji Departmanı

İstanbul Cad. No: 82 34800 Yeşilköy/ İstanbul

Tel: (0212) 663 30 00 Fax: (0212) 663 28 62

veya klinik korelasyonu olan 49 olguya ait 50 diz (24 sağ ve 26 sol) incelendi. Direkt grafi ve fizik muayenenin tanıda yetersiz kalığı bütün olgulara MRG uygulandı. 49 olgunun 26'si erkek ve 23'ü kadın olup, yaş ortalaması 37.3 bulundu (en genç: 18-en yaşlı:76). İncelemeler 0.2 Tesla açık MR cihazı (Siemens Magnetom Open) ve özel diz sarmalı ile yapıldı. T1 ağırlıklı

(A) spin-eko (SE; TR: 912 ms, TE: 26 ms) sagittal ve koronal, T2A turbo-SE (TSE; TR/TE: 5605/117 ms) sagittal ve transver sekanslara ilaveten, klinik bulgulara bağlı olarak T2 A gradient-eko (GE; TR/TE: 41/12 ms, flip açısı: 40) ve yağbasklı inversiyon recovery'li (İR) ek sekanslar uygulandı.

Kemik ve yumuşak doku travmatik lezyonları için MRG tanı kriterlerimiz şöyleydi: kemik kontüzyonu için; belirgin fraktür olmaksızın T1 A kesitlerde düşük sinyal yoğunluğu, T2A kesitlerde ise yüksek sinyal yoğunluğunda medüller ödem ile uyumlu diffüz veya fokal alanlar görülmesi, fraktür için; keskin, iyi sınırlı, azalmış sinyal yoğunluğunda çizgisel segmentlerin izlenmesi, osteokondral fraktür için; eklem kıkırdağı ile komşuluğundaki kemiği tutan çizgisel hipointens fraktür hattının görülmesi veya kopmuş parçanın oluşturduğu kontur defektivarlığı kabul edildi.

Yumuşak doku lezyonları için: ön çapraz bağ (ÖÇB) akut yırtıklarında primer bulgular; bağ fibrillerinin devamlılığında kayıp, ödeme bağlı kitle etkisi, bağ içinde artmış sinyalyoğunluğu ve bağ konturunda anormal seyir olarak sayılabilir. En önemli sekonder bulgu ise; femur lateral kondil ön kısmı ile tibia platosu postero-lateralinde kontüzyon görülmesiydi (kissing impaction). Parsiyel yırtık kriterleri olarak ise; intakt bağ fibrilleri içinde anormal sinyal varlığı, intakt fibrillerin ondulasyonu veya yaylanması, bağ konturunun netliğini kaybetmesi gibi bulgular kabul edildi.

Menisküs yırtıklarında tanı kriteri olarak; eklem yüzeyine veya kapsüler yüze uzanan anormal sinyal varlığı ile menisküs konfigürasyonunda deformasyon görülmesi kabul edildi.

Medial ve lateral kollateral bağların (MKB ve LKB) travmatik lezyonlarını sınıflandırdığımızda; Evre 1 yırtık: bağ çevresindeki yağ planlarında silinme, Evre 2 yırtık: kollateral bağda atenüasyon ve bağ çevresinde sıvı, Evre 3 yırtık: komplet kollateral bağ yırtığı ve eklem içi sıvının cilt altı yağ planlarına uzanımı, Evre 4 yırtık: kollateral bağ yırtığı ile birlikte diğer bağ yaralanmaları ve menisküs yırtığı varlığı olarak değerlendirildi.

Kas lezyonları için; kas fibrillerinin intakt olmasına rağmen kas içi ödem görülmesi: kontüzyon, fibrillerin kısmen devamlılığını kaybetmesi veya kas içi hematoma varlığı: parsiyel rüptür, kas fibrillerinin tamamen devamlılığını kaybetmesi ve deformasyon: komplet rüptür olarak değerlendirildi.

BULGULAR

Diz travmalarında saptadığımız lezyonlar ve MRG bulguları Tablo 1.de topluca gösterilmektedir. Travmatik

lezyonları görülme sıklığına göre sıraladığımızda, en sık rastlanan bulgu kemik kontüzyonuydu (n:33). 16'sı tibia, 15'i femur ve 2'si fibulada görüldü (Resim 1).

Resim 1. T2 A koronal kesitte, bir olgumuzda femur kondilinde hiperintens sinyal karakterinde geniş kontüzyon alanları.



İkinci sıklıkta ise ÖÇB lezyonu saptandı. Artroskopik doğrulaması olan 3 olguda komplet ÖÇB yırtığı (Resim 2) ve 10 olguda parsiyel yırtık tespit edildi. İntakt bağ fibrilleri olan ancak kalınlaşmış ve ödemli izlenen, klinik olarak stabil 4 olgu ise gerilme hasarı (strain injury) olarak değerlendirildi.

10 olguda medial menisküs yırtığı ve 2 olguda lateral menisküs yırtığı saptandı (Resim 3).

Osteokondral fraktür 9 olguda tespit edildi. En iyi koronal planda izlenen kollateral bağların travmasını MRG

Resim 2. T1 A sagittal kesitte, arka çapraz bağa kısmen paralel olarak izlenen, daha çok tibia platosuna yatık görünümde komplet ön çapraz bağ yırtığı.

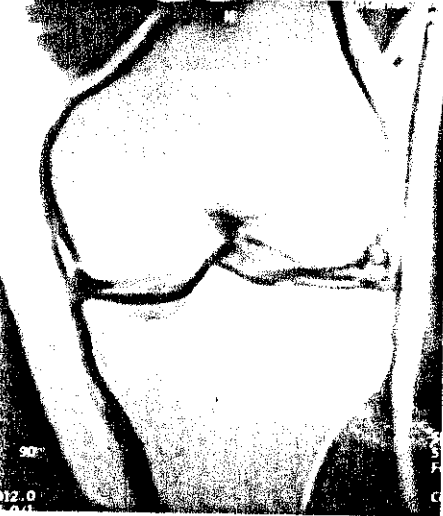


bulgularına göre sınıflandırdığımızda; MKB için 4 olguda Evre 1 ve 2 olguda Evre 2, LKB için ise 1 olguda Evre 1

Resim 3. T1 A koronal kesitlerde, medial (A) ve lateral (B) menisküslerde eklem yüzeylerine uzanan yırtıklar.

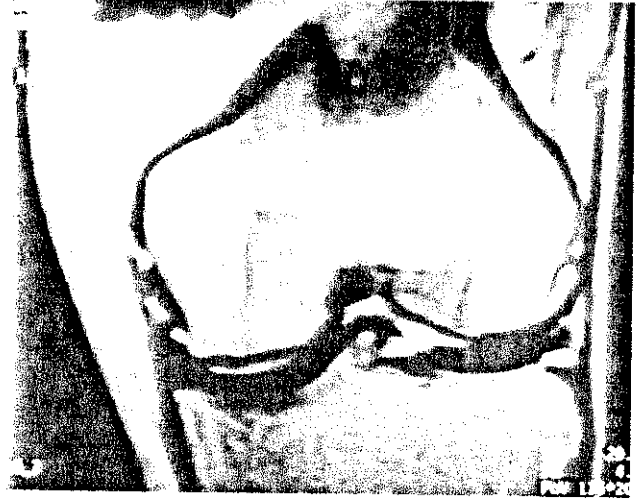


(A)



(B)

Resim 4. T2 A koronal kesitlerde, medial (A) ve lateral (B) kollateral bağlarda hasarlar.

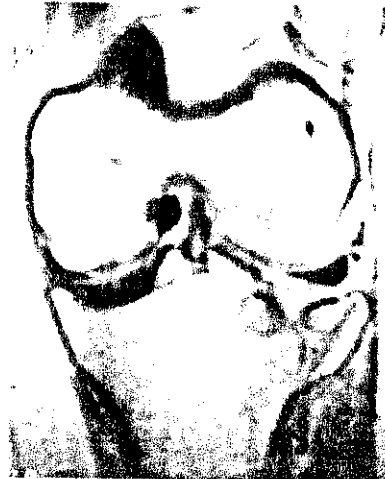


(A)



(B)

Resim 5. T1 A koronal kesitte, tibia lateral platosunda çökme fraktürü



travmatik lezyon tespit edildi (Resim 4). Özellikle T2 A ve yağ baskılı sekanslar tanıda yardımcı oldu.

Çalışmamızda, 5 olgumuzda kemik fraktürü saptandı; 2 olguda tibia platosunda ve biri çökme fraktürü, 2 olguda patellada ve 1 olguda femur interkondiler bölgede kırık görüldü (Resim 5).

Yumuşak doku lezyonlarımız ise; bir olguda sartorius kasında parsiyel yırtık, bir olguda vastus medialis ve lateralis kaslarında kontüzyon ve 2 olguda quadriceps tendonunda ödem şeklindeydi (Resim 6). Travmatik dizlerin tama yakın kısmında az veya çok miktarda, bir kısmı hemorajik karakterde, effüzyon eşlik etmekteydi.

Resim 6. T1A koronal kesitte, sartorius kasında parsiyel yırtık.



Tablo 1. Diz travmalarında saptadığımız lezyonlar ve MRG bulguları

LEZYONLAR	SAYISI	MRG BULGULARI
Kemik kontüzyonu	33	Belirgin fraktür olmaksızın, T1 A imajlarda Düşük, T2 A imajlarda ise yüksek sinyal yoğunluğu gösteren diffüz veya fokal alanlar medüller ödem.
Ön çapraz bağ	17	Tam yırtık için: bağ fibrillerinin devamlılığında kayıp, ödeme bağlı kitle etkisi, bağ içinde artmış sinyal yoğunluğu ve bağ konturunda anormal seyir. Parsiyel yırtık için: intakt bağ fibrilleri içinde anormal sinyal varlığı, intakt fibrillerin ondulasyonu veya yaylanması, bağ konturunun netliğini kaybetmesi.
Medial menisküs yırtığı Lateral menisküs yırtığı	10 2	Eklem yüzeyine veya kapsüler yüze uzanan anormal sinyal varlığı ile menisküs konfigürasyonunda deformasyon görülmesi.
Osteokondral fraktür	9	Eklem kırıkdağı ile komşuluğundaki kemiği tutan çizgisel hipointens fraktür hattının görülmesi veya kopmuş parçanın oluşturduğu kontur defekti
Medial kollateral bağ Lateral kollateral bağ	6 1	Bağ içinde artmış sinyal yoğunluğu, bağ konturunun netliğini kaybetmesi, bağ fibrillerinin devamlılığında kayıp ve anormal seyir.
Kemik fraktürü	5	Keskin, iyi sınırlı, azalmış sinyal yoğunluğunda çizgisel segmentler görülmesi

TARTIŞMA

Diz travmalarında direkt grafiler, özellikle kemiklerdeki fraktürleri tespit etmede yararlı olmakta ancak yumuşak doku patolojilerinde yetersiz kalmaktadır. 1985 de Reicher ve arkadaşlarının (ark) (1) diz tetkiklerinde MRG'yi ilk defa kullanıma sunmasıyla yeni bir devir başlamış ve

son yıllarda MRG, arthrografinin neredeyse tamamen yerini almıştır. Non-invaziv bir yöntem olması ve diz içi yaralanmaları oldukça yüksek oranlarda doğru değerlendirmesi nedeniyle yaygınlığı giderek artmıştır.

Çalışmamızda saptadığımız travmatik lezyonları, sıklık sırasına göre, literatür bilgileriyle birlikte gözden geçirdik.

Trabeküler kemiğin mikrotravmaya uğrayan veya "impaction" kısımlarında belirgin fraktür olmaksızın, T1 A imajlarda düşük sinyal yoğunluğu ve T2 A imajlarda ise yüksek sinyal yoğunluğu karakterinde, diffüz veya fokal pattern gösteren kemik kontüzyonları izlenmektedir (2). T2 A yağ baskılı İR sekans; konvansiyonel SE, TSE ve GE sekanslara göre kontüzyonu daha iyi göstermektedir. Direkt grafilerde göremediğimiz kemik kontüzyonu, diz travmalarında en sık saptadığımız MRG bulgusuydu (n:33). Özellikle T2 A yağ baskılı İR ve FSE sekanslar kontüzyonu tespitinde oldukça yardımcı oldu.

Literatürde konvansiyonel SE sekansları kullanarak ÖÇB yırtıklarının tespitinde MRG'nin hassasiyeti %92-100 arasında değişmektedir (3,4).

Ha ve ark (5) çalışmalarında, artroskopik olarak tespit edilmiş 56 ÖÇB yırtığı için MRG'nin hassasiyetini %96, özgüllüğünü %98, doğruluğunu %98, pozitif tahmini değerini %95 ve negatif tahmini değerini %99 bulmuşlardır. Ayrıca FSE tekniğinin konvansiyonel SE görüntülemeye bir alternatif olabileceğini belirtmişlerdir.

Liu ve ark (6) ise 38 olguluk artroskopi tespitli ÖÇB yırtığı çalışmalarında, MRG'nin duyarlılığının bütün ÖÇB lezyonları için %97 olduğu, ancak komplet yırtık için ise bu değer %82'ye düştüğünü bildirmişlerdir.

Snearly ve ark (7), tipik lateral kompartıman kemik kontüzyonu olan 18 adolesanı incelemişler ve %28'inde ÖÇB'nin intakt olduğunu bulmuşlardır. Literatürün aksine olan bu bulgunun sebebi olarakta; gençlerde ÖÇB'nin artmış esnekliğini (laxite) açıklamışlardır.

Ülkemizden Tayfun ve ark (8) artroskopi kontrollü 18 dizi içeren çalışmalarında, MRG'nin tüm çapraz bağ patolojilerinde duyarlılığını %93.3, özgüllüğünü %85.7 ve doğruluğunu %88.8 olarak bildirmişlerdir. Çalışmalarında çapraz bağ patolojilerinin %97.6 gibi çok büyük bölümünü ÖÇB lezyonları oluşturmuştur. Başka bir çalışmada ise, Bıçakçı ve ark (9) ÖÇB yırtıklarında sekonder bulguların tanıya katkı değerini araştırmışlardır. Sekonder bulgulardan özellikle medial menisküs yırtıkları, eklem içi efüzyon ve subkondral kontüzyonların ÖÇB yırtıklarına anlamlı oranda eşlik ettiğini saptamışlardır.

Çalışmamızda 3 olguda komplet ÖÇB yırtığı tespit edildi. Bir olguda femur lateral kondil ön kısmı ile tibia platosu postero-lateralinde tipik "kissing" kontüzyon bulgusu yırtığa elik etmekteydi. Bir diğer olgumuzda ise femur lateral kondilindeki kontüzyona ilaveten tibia platosunda kırık tespit edildi.

ÖÇB parsiyel yırtıklarını saptamak daha zor oldu. Anteromedial band bölümü, parsiyel yırtıklarda sıklıkla etkilenmekteydi. T2 A yağ baskılı TSE ve İR ile GE sekanslar, tanı kriteri olarak kabul ettiğimiz intakt bağ fibrilleri içindeki anormal fokal sinyal değişikliklerini tespitinde

yardımcı oldu. 10 olguda parsiyel yırtık tanısı kondu.

Menisküs patolojileri ile ilgili çeşitli çalışmalarda; değerlendirmeye katılan radyologların ve artroskopistlerin sayısı ve tecrübesi, çalışma grubundaki olgulardaki farklılıklar ve kullanılan teknik faktörlere bağlı olarak değişik sonuçlar elde edilmiştir (10,11).

Cheung ve ark (10) çalışmalarında FSE sekansının koransiyonel SE sekansına alternatif olduğunu vurgulamışlar, medial menisküs yırtıkları için duyarlılık ve özgüllük oranlarını sırasıyla, %89 ve %84; lateral menisküs için ise %72 ve %93 bulmuşlardır. Medial menisküs yırtıkları için daha yüksek duyarlılık ve lateral menisküsler için daha yüksek özgüllük değerlerinin diğer çalışmaların sonuçlarına paralel olduğunu belirtmişlerdir.

Justice ve Quinn (11) ise 561 olgudan oluşan geniş serili çalışmalarında, doğruluk oranlarını; medial menisküs için %93 ve lateral menisküs için %95 olarak rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda, artroskopi doğrulamalı 10 olguda medial menisküs ve 2 olguda lateral menisküs yırtığı tespit edildi.

Osteokondral fraktürler; eklem kırıkdağı ile komşuluğundaki kemiğe olan travma sonucu oluşur. Direkt hasar, bağ yırtıkları ve patella dislokasyonu içeren travmalarla ilişkilidirler. Ağırlık taşıyan kondiler yüzeylerin osteokondral fraktürleri, diz fleksiyonda iken uygulanan rotasyon kuvvetlerine bağlı gelişir (örneğin futbol ve kayak yaralanmaları). Osteokondral fraktürler sıklıkla adolesanlarda görülür ve osteokondritis dissekans'ın bir formu olduğu düşünülmektedir (12). T2 A yağ baskılı TSE ve İR sekanslar osteokondral fraktürleri tespit etmede en hassastırlar. Çalışmamızda, 9 olguda osteokondral fraktür tespit edildi.

Schweitzer ve ark (13) çalışmalarında, MKB yırtıklarında en hassas bulguların fasyal ödem ve komşu yağ dokusundan demarkasyon kaybı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca MRG bulgularına göre MKB Grade sisteminin tam doğru olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, 6 olguda MKB lezyonu (4'ü Evre 1 ve 2'si Evre 2) ve 1 olguda LKB lezyonu (Evre 1) saptandı.

Multipl bağ yaralanması olan dizlerde Rubin ve ark (14), MRG'nin hem bağ yırtıklarının hem de medial menisküs yırtıklarının tanısında duyarlılığının azaldığını bulmuşlardır. Bağ yırtıklarının tanısında, MRG için genel duyarlılık ve özgüllük %94 ve %99 iken, iki veya daha fazla yırtık olduğunda bu oranlar sırasıyla %88 ve %84'e düşmektedir.

Diz fraktürleri; femoral kondil, tibia platosu ve patellayı kapsar. Tibia plato fraktürleri en siktir ve daha çok lateral plato tutulumu görülür (15). Travmadaki en sık mekanizma; valgus pozisyonunda, femur lateral kondil ön kısmında "impaction" oluşturan tiptedir. Lateral tibial plato fraktürlerine medial menisküs, ÖÇB ve MKB yırtıkları eşlik edebilir. Bazı ince fraktürler direkt grafilerde gözden kaçabilir. MRG incelemesinde; keskin, vi sınırlı, azalmış sinyal yoğunluğunda çizgisel

segmentler olarak izlenir. Akut kırıklarda, eşlik eden sıvı veya hemoraji T2 A kesitlerde artmış sinyal karakterinde görülür. Çalışmamızda, kemik fraktürü saptadığımız 5 olgunun 2'sinde tibia lateral platosunda kırık görüldü. Bir olguda femur interkondiler bölge ile patellada belirgin deplasman göstermeyen ince fraktür hatları tespit edildi.

Maurer ve ark (16) akut diz travmaları ile ilgili çalışmalarında, MRG'nin tanıs ve terapötik kararlara olan etkisini araştırmışlardır. Klinisyenin tanıs doğruluğunu geliştirdiği, tedavi kararlarına yardımcı olduğu ve artroskopik tetkiklerin sayısını azalttığı sonucuna varmışlardır.

Carmichael ve ark (17) ise, MRG'nin diagnostik artroskopiye güvenilir ve ucuz bir alternatif olduğunu vurgulamışlardır.

Bui-Mansfield ve ark (18) artroskopi öncesi yapılan MRG'nin önemli oranda maddi tasarruf sağladığını belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, diz travmalarında MRG bulguları pre-operatif tanıya büyük katkı sağlamakta ve hastayı gereksiz tanıs artroskopi uygulamalarından korumaktadır.

KAYNAKLAR

1. Reicher MA, Rauschnig W, Gold RH, et al. High resolution magnetic resonance imaging of the knee joint: normal anatomy. *AJR* 145:895, 1985
2. Mink JH, et al. Occult cartilage and bone injuries of the knee: detection, classification and assessment with MR imaging. *Radiology* 170:823, 1989
3. Brandser EA, Riley MA, Berbaum KS, et al. MR imaging of anterior cruciate ligament injury: independent value of primary and secondary signs. *AJR* 167:121, 1996
4. Fitzgerald SW, Remer EM, Friedman HF, et al. MR evaluation of the anterior cruciate ligament: value of supplementing sagittal images with coronal and axial images. *AJR* 160:1233, 1993
5. Ha TPT, Li KCP, Beaulieu CF, et al. Anterior cruciate ligament injury: fast spin-echo MR imaging with arthroscopic correlation in 217 examinations. *AJR* 170: 1215, 1998
6. Liu SH, Osti L, Henry M, Bocchi L. The diagnosis of acute complete tears of the anterior cruciate ligament: comparison of MRI, arthrometry and clinical examinations. *J Bone Joint Surg* 77-B: 586, 1995
7. Snearly WN, Kaplan PA, Dussault RG. Lateral-compartment bone contusions in adolescents with intact anterior cruciate ligaments. *Radiology* 198:205, 1996
8. Tayfun C, Üçöz H, Diren HB, ve ark. Diz eklem içi çaprazbağ patolojilerinin değerlendirilmesinde MRG. *Radyoloji ve Tıbbi Görüntüleme Dergisi* 3:79, 1993.
9. Bıçakçı K, Duce MN, Yıldız A, ve ark. Ön çapraz bağ yırtıklarında ek bulguların tanıya katkı değeri. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* 3:352, 1997
10. Cheung LP, Li KCP, Hollet MD, et al. Meniscal tears of the knee: accuracy of detection with fast spin-echo MR imaging and arthroscopic correlation in 293 patients. *Radiology*

203:508, 1997

11. Justice WW, Quinn SF. Error patterns in the MR imaging evaluation of menisci of the knee. *Radiology* 196:617, 1995

12. Dray JL, Thelen P, Depassier P, et al. Intraarticular diffusion of Gd-DOTA after intravenous injection in the knee: MR imaging evaluation. *Radiology* 188:227, 1993

13. Schwitzer ME, Tran D, Deely DM, Hume EL. Medial collateral ligament injuries: evaluation of multiple signs, prevalence and location of associated bone bruises and assessment with MR imaging. *Radiology* 194:825, 1995

14. Rubin DA, Kettering JM, Towers JD, Britton CA. MR imaging of knees having isolated and combined ligament injuries. *AJR* 170:1207, 1998

15. Stoller DW, Cannon WD Jr, Anderson LJ. The knee. In:

Stoller DW, ed. *Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine*, 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven, 1997, pp 203-442

16. Maurer EJ, Kaplan PA, Dussault RG, et al. Acutely injured knee: effect of MR imaging on diagnostic and therapeutic decisions. *Radiology* 204:799, 1997
Carmichael IW, MacLeod AM, Travlos J. MRI can prevent unnecessary arthroscopy. *J Bone Joint Surg* 79-B:624, 1997

17. Bui-Mansfield LT, Youngberg RA, Warne W, et al. Potential cost savings of MR imaging obtained before arthroscopy of the knee: evaluation of 50 consecutive patients. *AJR* 168:912, 1997

18. Bui-Mansfield LT, Youngberg RA, Warne W, et al. Potential cost savings of MR imaging obtained before arthroscopy of the knee: evaluation of 50 consecutive patients. *AJR* 168:912, 1997