

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**PATELLAR KONDROMALAZİ OLGULARINDA KIKIRDAK
GLİKOZAMİNOGLİKAN İÇERİĞİNDEKİ TOPOGRAFİK
FARKLILIKLARIN KONTRASTLI T1 MANYETİK REZONANS
GÖRÜNTÜLEME HARİTALAMASI İLE BELİRLENMESİ**

Dr. Nilay AKHUN

RADYODİAGNOSTİK UZMANLIK TEZİ

Tez danışmanı : Prof. Dr. Gür AKANSEL
Ana bilim dalı başkanı : Prof. Dr. Ali DEMİRCİ
Etik kurul onay no : KAEK 1/ 15 Projen no: 2010/14

2011

TEŐEKKÜR

Asistanlık eğitimim boyunca gsterdikleri ilgi ve yardımlarından dolayı baŐta Ana Bilim Dalı BaŐkanımız Prof. Dr. Ali DEMİRCİ'ye, Prof Dr. Arzu ARSLAN'a, Prof. Dr. Ercüment ÇİFTÇİ'ye, Doç. Dr.Yonca ANIK'a, Doç. Dr. Nagehan İNAN'a, Yrd..Doç .Dr .Hasan Tahsin SARISOY'a ve Yrd.Doç. Dr. Sevtap GÜMÜŐTAŐ'a, eğitimim sırasında ve tezin hazırlıklarında deneyimleri ve bilgisi ile desteğini sürdüren danışman hocam Prof. Dr. Gür AKANSEL'e, asistanlığım süresince aynı çalışma ortamını paylaŐtıđım tüm asistan arkadaşlara, bölümümüzdeki tüm teknisyen, hemŐire, sekreter arkadaşlar ve diğer personelimize, tezin hazırlık aŐamasındaki katkılarından dolayı hastanemizin Ortopedik Cerrahi Ana Bilim Dalında baŐta Prof. Dr. Sefa MÜEZZİNOğLU olmak üzere Yrd. Doç. Dr. Kaya MEMİŐOđLU'na ve bölümdeki diğer hoca ve asistan arkadaşlara, hayatım boyunca her zaman bana destek olan eŐime ve aileme teŐekkür ederim.

Dr. Nilay AKHUN

Haziran 2011

KISALTMALAR

MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
SE	: Spin eko
DRIVE	: Driven Equilibrium Radio Frequency Reset Pulse
FSE	: Fast Spin Eko
TSE	: Turbo Spin Eko
GRE	: Gradient Eko
dGEMRIC	: Delayed gadolinium magnetic resonance imaging
iGEMRIC	: Intraarticular gadolinium magnetic resonance imaging
DEFT	: Driven equilibrium Fourier transform
DESS	: Double echo steady state
bSSFP	: Balanced steady state free precession
SGPR	: Spoiled gradient-recalled echo
VIPR	: Vastly under-sampled isotropic projection reconstruction
FISP	: True fast imaging with steady-state precession
FIESTA	: Fast imaging employing steady-state acquisition
FEMR	: Fluctuating equilibrium magnetic resonance imaging
VIPR	: Vastly undersampled isotropic projection reconstruction
SNR	: Signal to noise ratio
CNR	: Contrast to noise ratio
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
TR	: Time Repetition
TE	: Time to echo
2D	: İki Boyutlu
3D	: Üç Boyutlu
FS	: Fat saturated (yağ baskılı)
Gd	: Gadolinyum
GAG	: Glikozaminoglikan

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLO DİZİNİ.....	IX
1.AMAÇ VE KAPSAM.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1.EKLEM KIKIRDAK YAPISI.....	2
2.2.PATELLAR EKLEM YÜZEYLERİNİN GROSS ANATOMİK VE RADYOLOJİK ANATOMİK YAPISI.....	4
2.3.PATELLAR KONDROMALAZİ.....	5
2.3.1.Etiyopatoloji.....	5
2.3.2.Sınıflandırma.....	7
2.3.3.Klinik değerlendirme.....	7
2.3.4.Tedavi.....	8
2.4.KIKIRDAK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ.....	8
2.4.1.Morfolojik değerlendirme.....	8
2.4.2.Kıkırdağın kompozisyonel görüntülemesi	13
2.4.3.Farklı manyetik alan gücünde diz kıkırdağının MR görüntüleme değerlendirmesi.....	15
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	17
3.1.HASTALAR.....	17
3.2.GADOLİNYUM ENJEKSİYONU.....	18
3.3.MRG İNCELEME.....	18
3.4.MRG DEĞERLENDİRME.....	19
3.4.1.Görüntü analizi.....	19
3.4.2.T1 ölçümü için veri analizi	23
3.5.İSTATİSTİK YÖNTEM.....	23

4.BULGULAR.....	24
4.1.HASTA VE KONTROL GRUBUNDA ÖLÇÜLEN DEĞERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	24
4.2.CINSİYET, YAŞ VE GÖRSEL KIKIRDAK DEJENERASYONU DEĞERLERİ ARASINDA KORELASYON.....	27
5.TARTIŞMA.....	34
6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER	41
7.ÖZET.....	44
8.ABSTRACT.....	45
9.KAYNAKLAR.....	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Kıkırdak yapısının şematik gösterimi.....	2
Şekil 2: Kıkırdağın tabakasal histolojisinin şematik çizimi.....	3
Şekil 3 : Patellar artiküler yüzeyin anatomik yapısı ve şematik gösterimi.....	4
Şekil 4 : Normal patellar artiküler yüzeyin aksiyel FS PD FSE görüntüsü.....	5
Şekil 5: Kıkırdak kondromalazi derecesinin Outerbridge sınıflamasına göre derecelendirilmesi.....	19
Şekil 6: PARRECFuse programı komut satırı görüntüsü.....	20
Şekil 7 a : Patellar kıkırdağa yönelik renkli T1 relaksasyon haritası.....	21
Şekil 7b : Patellar kıkırdağa yönelik renkli T1 relaksasyon haritası ve lateral fasete yerleştirilen ROI ile ortalama T1 relaksasyonun ölçümü.....	22
Şekil 8 : Hasta ve Kontrol Gruplarına Ait Patellar Kıkırdaktaki Dokuz Bölgeye Ait T1 Relaksasyon Güven Aralıkları.....	28
Şekil 9: Hasta grubunda ortalama ile görsel kondromalazi arasındaki korelasyonun şematizasyonu	30
Şekil 10: Yaş - T1 relaksasyon nokta diyagramı.....	31

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Hasta ve Kontrol Gruplarına Ait Patellar Kıkırdaktaki dokuz bölgeye ait Lokal T1 Relaksasyon İstatistiği.....	24
Tablo 2. Hasta ve Kontrol Grupları Arasındaki Farklara Ait Güven Aralıkları ve Anlamlılık Değerleri.....	25
Tablo 3. Hasta Grubunda Topografik Farklılıklara Ait Güven Aralıkları ve Anlamlılık Değerleri.....	26
Tablo 4. Hasta Grubuna ait patellar kıkırdaktaki dokuz bölgeye ait Lokal T1 Relaksasyon değerlerinin görsel kondromalazi derecesi ile korelasyonu	29
Tablo 5. Hasta Grubuna ait patellar kıkırdaktaki dokuz bölgeye ait Lokal T1 Relaksasyon değerlerinin tüm grupta ve ayrı ayrı hasta ve kontrol grubunda yaş ile korelasyonu	31
Tablo 6. Cinsiyetin kontrol ve hasta gruplarında patellar kıkırdaktaki bölgelere ait lokal T1 relaksasyon sürelerine etkisi	32
Tablo 7. Hasta grubunda erkek ve kadın cinsiyetler arasındaki T1 relaksasyon süreleri farkı için güven aralığı.....	33

1. AMAÇ VE KAPSAM

Teknolojideki gelişmelerle birlikte tıpta ileri görüntüleme yöntemleri klinikte belirgin önem kazanmıştır. Günümüzde manyetik rezonans görüntüleme (MRG) dizde travmatik ve dejeneratif kıkırdak hasarını değerlendirmede en önemli modalitedir. Bu lezyonların belirlenmesi farmakolojik ve cerrahi tedavinin etkinliğinin takip edilmesi açısından en güçlü noninvazif araçtır. Bu amaçla kullanılan özel MRG görüntüleme teknikleri morfolojik veya kompozisyonel değerlendirmedeki etkinliğe göre iki geniş kategoriye ayrılabilir (1). Diz kıkırdağının yapısını değerlendirmede standart spin-eko (SE), gradient eko (GRE), fast spin-eko (FSE) ve üç boyutlu spin-eko (3D SE) kullanılmaktadır. Bu teknikler diz kıkırdağındaki morfolojik defektleri ve kıkırdağı kantitatif, semikantitatif olarak değerlendiren araştırmalarda kullanılmaktadır. İkinci kategoride dizdeki kartilaj matriksteki kollajen ağı ve proteoglikan içeriğini değerlendirmede T2 haritalama, geç gadolinyumlu MR görüntüleme (dGEMRIC), T1ρ görüntüleme, sodyum görüntüleme, difüzyon ağırlıklı görüntüleme gibi kompozisyonel değerlendirme teknikleri kullanılmaktadır. Bu teknikler çeşitli kombinasyonlarla ve değişik manyetik alan gücünde uygulanarak klinik ve araştırma alanlarında etkin fayda sağlayabilir (1, 2).

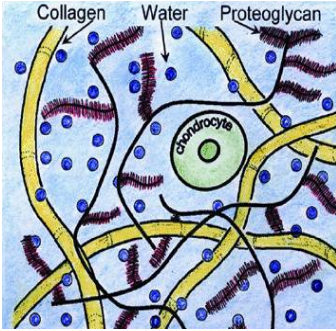
Bu çalışmada kıkırdaktaki erken dönemdeki hasarı konvansiyonel MR incelemede morfolojik bulgular belirmeden önce tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Eklem kıkırdağının özel yapısı eklem yükünü geniş bir alana dağıtıp bu sayede subkondral kemik üzerine binen stresi azaltarak karşı artiküler yüzeylerin en az düzeyde sürtünmesini sağlar. Kıkırdak metabolik olarak aktif bir dokudur. Kıkırdaktaki metabolik homeostaz kondrositler tarafından sağlanmakta olup stabil ekstrasellüler matriksin devamlılığından sorumludurlar. Kondrositler kıkırdak doku volümünün % 10 undan daha azını oluşturur. Bu yüzden ekstrasellüler matriksin bütünlüğü kıkırdak fonksiyonunda önemli yere sahiptir. Solid kollajen fibriller tensil gücün devamlılığı için çok önemlidir. Kompresif yüke karşı dayanıklılığı sağlayansa proteoglikan içeriğidir.

2.1. EKLEM KIKIRDAK YAPISI

Eklem kıkırdağında en fazla bulunan bileşenin su olması MRG incelemenin temelini oluşturur. Suyun önemli kısmı proteoglikan ve kollajen içeren ekstrasellüler matriks tarafından oluşturulan interstisyel aralıkta bulunur. Proteoglikan monomerleri kondroitin sülfat ve keratan sülfat gibi negatif yüklü proteoglikanlardan oluşup bunlar protein merkeze dik yerleşimli yayılır. Bu negatif yüklü monomerler daha büyük bileşen oluşturmak üzere hyaluronik aside bağlanır. Bu yapı hidrofilik bir ortam oluşturup kıkırdağın kompresyona karşı direncini sağlar (Şekil 1).



Şekil 1: Kıkırdak yapısının şematik gösterimi

(Kaynak: STOLLER MRI Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine, 3rd Edition)

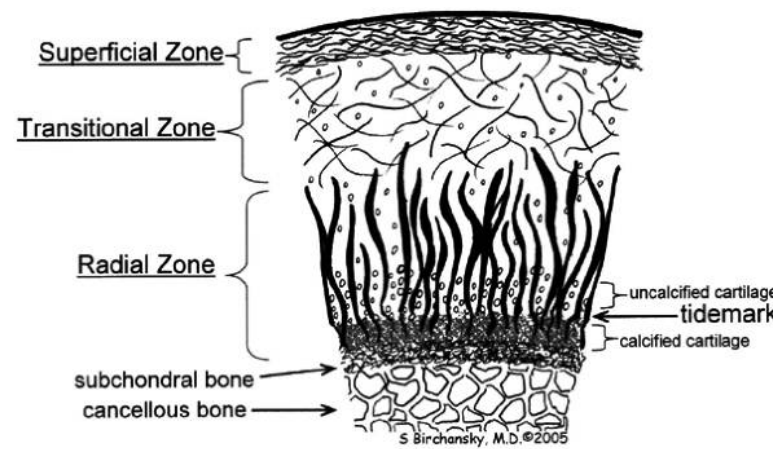
Kıkırdak yapısal ve fonksiyonel olarak dört tabakaya ayrılır: Yüzeyel, transizyonel, derin ya da radyal ve kalsifiye katmanlar. En yüzeyel ya da tanjansiyel

tabaka kıkırdağın toplam kalınlığının % 10 ya da % 20'sini oluşturur. Bu tabakada kollajen lifler artiküler yüze paralel seyrederek. Tüm tabakalar içerisinde en fazla kollajen içeren katman olup yırtılmaya karşı direnci sağlar. Bu tabakadaki kondrositler proteinleri farklı bir şekilde sunarak kayganlaştırıcı ve koruyucu bir yapı oluşturur. Yüzeysel tabakanın önemine rağmen, kıkırdak görüntülemesinde transizyonel tabaka gibi ayrı bir yapı olarak izlenmez.

Transizyonel ya da orta tabaka kıkırdak kalınlığının % 40-60'lık bölümünü oluşturur. Kollajen lifleri rastgele dağılmıştır. Kıkırdak dağılımındaki inhomojenite stresi yük binen doku üzerinde düzgün şekilde dağıtmayı sağlar.

Derin ya da radyal tabaka kartilaj kalınlığının % 30'unu oluşturur. Lifler kıkırdak yüze dik seyrederek. Kollajen lifleri radyal dizilerek demetler oluşturur. Daha sonra bu lifler geçiş zonunu geçerek kalsifiye kıkırdak ile normal kıkırdak arasında geçiş zonu oluşturur. Bu sistem kıkırdağı üstündeki kemik dokuya bağlar.

Kalsifiye tabaka radyal tabakadan geçiş zonu ile ayrılır. Bu geçiş zonu aynı zamanda erişkin iskeletinde eklem kıkırdak defektlerinde potansiyel yırtılma zonu oluşturur. Kalsifiye kıkırdağın altında subkondral kemik tabaka yer alır (Şekil 2).



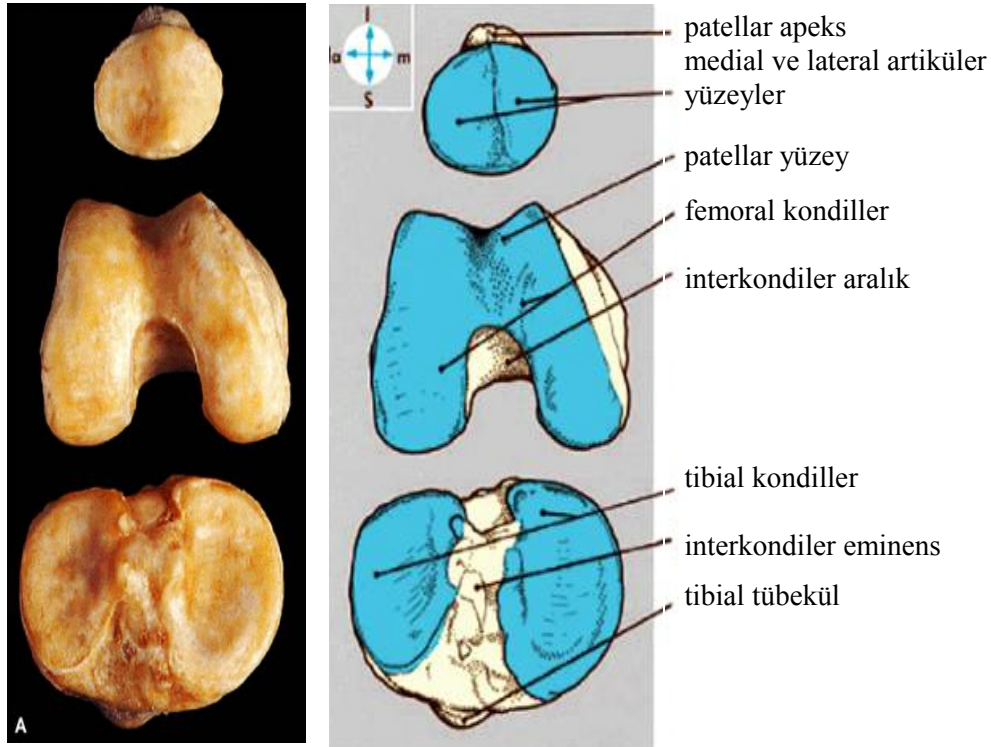
Şekil 2 : Kıkırdağın tabakasal histolojisinin şematik çizimi (Kaynak: STOLLER MRI Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine, 3rd Edition)

Kıkırdağın MRG de tipik sinyalinin oluşturduğu su, proteoglikan ve kollajenden oluşan birleşenleridir. Yumuşak dokudaki konsantrasyonundan dolayı hidrojen klinikteki kıkırdak görüntülemesinde hedef manyetik dipol olarak kullanılır. Bu

nedenle elektrostatik olarak proteoglikana bağı ve kollajene bağı su gölcüklerini görüntülemek önemlidir. Keza MRG de sinyali oluşturan ana etken budur (2).

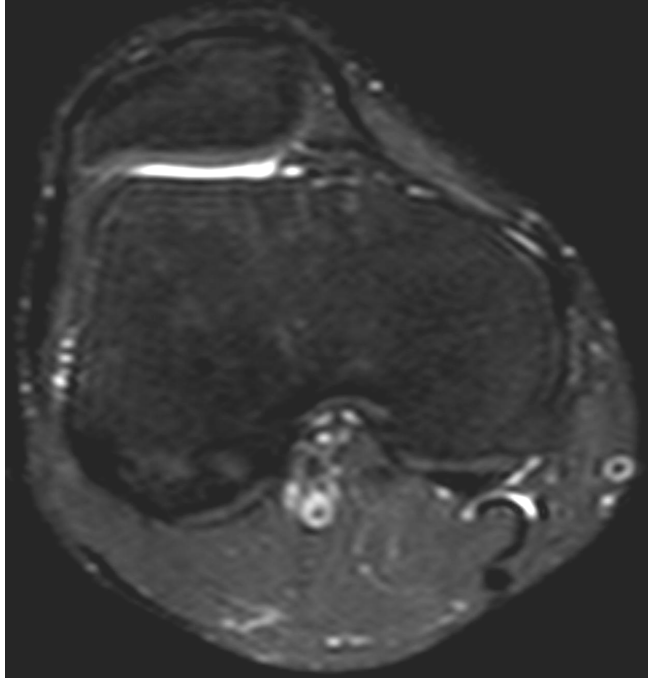
2.2. PATELLAR EKLEM YÜZEYLERİNİN GROSS ANATOMİK VE RADYOLOJİK ANATOMİK YAPISI

Patella topografik olarak ikiye ayrılır (Şekil 3.): a) Anterior yüzey üç bölümde değerlendirilmekte olup daha ziyade proksimal quadriceps, distalde patellar tendonların yapışma yerlerini içermektedir. b) Posterior yüzey iki bölümde incelenir. Artiküler yüzey apekte patellanın posterior yüzeyini örter. İnferior bölüm patellanın apeksini oluşturur ve patellar fat padi besleyen damarlar ile ilişkilidir. Süperior veya artiküler bölümün tamamı hyalin kıkırdak ile kaplıdır ve patella uzunluğunun % 75 ini kapsar. Orta bölümde 4-5 mm kalınlığa ulaşan artiküler kıkırdak vücudun en kalın kıkırdak tabakasını oluşturur. Medial yüzey kabaca oval şekilde olup, vertikal sırt ile lateral medial fasetleri oluşturur. Lateral faset daha uzun ve daha geniş olup, konkav bir yapı göstermektedir. Patella distalini patellar tendon oluşturmakta olup buraya patellar tendon yapışır.



Şekil 3 : Patellar artiküler yüzeyin anatomik yapısı ve şematik gösterimi
(Kaynak: STOLLER MRI Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine, 3 rd Edition)

Distal femur anterior yüzünün patella ile eklem yapan bölümüne troklea adı verilir. Troklear morfoloji patellanın medial ve lateral fasetlerine uygun olarak internal ve eksternal troklear faset olarak iki bölümde şekillenmiştir. Patellanın beslenmesi medial ve lateral (Şekil 3) (2, 4) Patellar kırık yapıları MRG görüntülemesinde en iyi aksiyel FS PD FSE serilerde izlenir (Şekil 4). (2)



Şekil 4 : Normal patellar artıkların yüzeyinin aksiyel FS PD FSE görüntüsü (Kaynak: Kendi olgumuza ait MRG görüntüsü)

Patellanın beslenmesi medial ve lateral, süperior ve inferior geniküler arterler ile medial ve lateral tibial rekürrent arterlerin oluşturduğu anastomoz ile anterior yüzden olmaktadır. Venöz drenaj ise popliteal ve internal safen veneden olmaktadır.

2.3. PATELLAR KONDROMALAZİ

2.3.1. Etiyopatoloji

Adölesan ve genç erişkinlerde dizin ön kesiminde ağrı ve krepitasyon ile kendini belli eden bir hastalıktır. Hastalık patella arka yüzeyinde medial patellar faset tutulumuyla karakterizedir (2, 3).

Jackson etyolojik faktörleri biyomekanik ve biyokimyasal olmak üzere iki ana grupta toplamıştır:

I. Biyomekanik nedenler

a) Akut

- 1.Kondral veya osteokondral kırıkla patella dislokasyonu
- 2.Direk travma
- 3.Düzensiz eklem yüzüne neden olan patella

b) Kronik

- 1.Patellanın tekrarlayan subluksasyon veya dislokasyonu
- 2.Arılmış Q açısı
- 3.Quadriseps kas imbalansı
- 4.Femur cisim kırığı sonrası gelişen aks bozukluğu
- 5.Aşırı lateral bası sendromu
- 6.Patella hareketi ve stabilite kaybı ile birlikte olan menisküs hasarı
- 7.Refleks sempatik distrofi

II. Biyokimyasal nedenler

a) Hastalıklar

- 1.Romatoid artrit
- 2.Tekrarlayan hemartroz
- 3.Alkaptonuri
- 4.Periferel snovit
5. Sepsis ve adezyonlar

a) İyatrojenik

- 1.Tekrarlayan eklem içi steroid enjeksiyonları
- 2.Uzamış immobilizasyon
- 3.Dejeneratif

Osamu OHNO ve arkadaşlarının yaptıkları elektron mikroskop çalışmalarında başlangıç patolojik bulgusu, özellikle yüzeyel ve geçiş zonlarındaki matriks çizgilerinde olmak üzere kollajen lif ağı yapısının bozulması ile birlikte yüzeyel matriksin şişmesidir.

2.3.2. Sınıflandırma

Kapalı kondromalazi: Patellar eklem kıkırdağının basit yumuşaması olup blister formasyonu ile ifade edilir.

Açık kondromalazi: Kıkırdak eklem yüzeyinde tek ya da multiple fissürler mevcuttur. Komşu alanlarda yumuşama ile beraberdir. Ülserasyonda lokalize kıkırdak kaybı mevcuttur. Subkondral kemik ortaya çıkar. Subkondral kemiğin cilalanmış gibi gözükmesine eburnasyon adı verilir. Bu olay kıkırdak dejenerasyonunun son aşamasıdır.

Kondroskleroz: Kıkırdakta yumuşama aksine sertleşme izlenir. Yüzey sarı bir görünüm alır. Eklem kıkırdağının kalitesinde tam bir kayıp söz konusudur.

Püskül formasyonu: Genellikle medial fasette lokalizedir. Patolojinin temelini kıkırdak beslenmesi için esas olan temas eksikliği oluşturmaktadır.

Yüzeyel değişiklikler: Kıkırdak lamina tabakasının elevasyonu ve yırtılması sonucu oluşur.

Global kondromalazi: Patella kırığı ve artrofibrozis gibi bir nedenle tüm patella eklem kıkırdağında kondromalazi görülmesidir.

Jackson patellar kondromalaziyi artroskopik görünümüne göre 3 evreye ayırmıştır:

Evre I : Kıkırdakta yumuşama ve klasik blister formasyonu görülür.

Evre II : Kaba fasikülasyonlar vardır. Eklem yüzü bozukluğu belirgindir. Eklem yüzünde ülserasyon ve fragmantasyon vardır.

Evre III : Subkondral kemik açığa çıkmış olup, eburnasyon izlenir (4).

2.3.3. Klinik değerlendirme

Patello-femoral eklem hastalıklarında temel yakınma patellanın arkasında eklem hattının medialinde, bazı zamanda popliteal fossadaki ağrıdır. Bu özellikle merdiven çıkmak gibi, diz fleksiyonda uzun süre oturmak gibi aktivasyonlarda artar. Ağrı bilateral olabilir ve herhangi bir travmayla ilişkili değildir. İkinci önemli yakınma patellofemoral eklemden ses gelmesi, boşalma hissi ve kilitlenmedir. Sürtünme hissi özellikle patello-femoral ekleme binen yükün arttığı durumlarda hasta tarafından hissedilir. Patello-femoral eklem hastalığı olan hastaların çoğunda diz ekleminde effüzyon görülür (4).

2.3.4. Tedavi

Semptomatik patellar kondromalazide konservatif tedavi olgularının çoğunda temel tedavidir. Egzersizler tedavide birinci seçeneği oluşturmaktadır. Steroid uygulamasıyla ağrı ortadan kaldırılabilir. Patellar kondromalazinin artroskopik tedavisi Jackson evrelerine göre D. Dandy tarafından tanımlanmıştır.

Evre I lezyonlarda patellar yüzey yumuşamış ancak kırılmamıştır. Lezyonun tepesinden kör bir prob ile girilerek etkilenmiş alan eksize edilir. Evre II lezyonda patellada sarkan kaba eklem kıkırdak saçakları vardır. Serbest materyali uzaklaştırmak için patellanın traşlanmasından belirli bir yarar sağlanabilir. Evre III lezyonda her iki eklem yüzeyi olaya iştirak etmiştir. Bir yüzeyin geniş fibrillasyonu mevcuttur. Semptomatik tedavi kural olmasına rağmen artroskopik traşlama seçilecek yöntemdir. Bunlara ek olarak günümüzde otolog kondrosit transplantasyonu belirgin poplarite kazanmıştır (4, 7).

2.4. KIKIRDAK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Kıkırdağın değerlendirilmesinde en önemli görüntüleme modalitesi MRG dir. En önemli klinik endikasyonlar osteoartrit, kronik ya da akut osteokondral hasar, osteokondrit disekans, patellar kondromalazi, femoral kondilin spontan osteonekrozu ve inflamatuvar artropatilerdir. Buna ek olarak invazif kıkırdak onarım operasyonlarından sonra ya da farmakolojik tedavileri içeren konservatif tedavilere yanıtı değerlendirilmede kullanılmaktadır (5).

2.4.1. Morfolojik değerlendirme

Kıkırdağın morfolojik değerlendirmesi kıkırdaktaki fissür ve kıkırdaktaki fokal, diffüz ya da tam kat kartilaj kaybını kapsamaktadır. Kıkırdak onarımının post-operatif değerlendirmesine önemli katkı sağlar. Klinik araştırmada, özellikle diz osteoartrit vakalarında, bazı semikantitatif skorlama metodlarıyla değerlendirmeler yapılabilir. Bu skorlama sistemlerinde eklem kıkırdağının morfolojik özellikleri diz etrafındaki diğer yapılarla birlikte (menisküs, subkondral kemik, osteofit, sinovyum) değerlendirilir.

Yağ baskılama teknikleri: Yağ baskılama tekniği lipid olan ve lipid olmayan yüzeyler arasındaki kontrastı artırır ve kimyasal artefaktı azaltır. Kıkırdak görüntüleme de yağ baskılama tekniği subkondral kemik ve kıkırdak arayüzündeki kontrastı artırır. Bu tekniğin dezavantajı 3D GRE sekanslarla kullanıldığında çekim zamanını uzatır. Aynı zamanda bu kimyasal selektif yağ baskılama tekniği manyetik alan inhomojenitelerine duyarlıdır. IDEAL (iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation) görüntüleme yüksek SNR ile uniform yağ baskılama yapabildiği gibi manyetik alandan kaynaklanan artefaktları azaltır. STIR (Short inversion time inversion recovery) görüntüleme manyetik alan inhomojenitelerini azaltan diğer bir yağ baskılama tekniğidir. Bu teknik diz eklemindeki kıkırdak defektlerini göstermede etkilidir. Su uyarımlı görüntüleme yağa bağlı olmayan protonların selektif uyarılmasıyla oluşturulur. Su uyarımlı görüntüleme görüntüleme zamanını düşürerek, kıkırdak kalınlığı ve volümünün kantitatif değerlendirmesini sağlayarak önemli avantaj sağlar (1, 2, 5).

2D SE ve FSE görüntüleme: Kıkırdak görüntüleme de en sık kullanılan MR görüntüleme yöntemleri iki boyutlu ya da çok kesitli yağ baskılı ya da baskısız T1 ağırlıklı, T2 ağırlıklı ya da proton ağırlıklı sekanslardır. T1 ağırlıklı görüntüleme hyalin kıkırdağın anatomik detayını göstermekle birlikte kıkırdak yüzeyiyle eklem içi effüzyon arasında iyi bir kontrast oluşturmaz. Bu da fokal kıkırdak defektlerini değerlendirmede sınırlamalar getirir. Buna ek olarak T1 ağırlıklı görüntüleme dizdeki diğer anatomik yapıları değerlendirmede zayıf olduğu gibi menisküs patolojilerini olduğundan daha fazla gösterebilir. T2 ağırlıklı görüntüleme kıkırdak defekti ve eklem effüzyonu arasında iyi kontrast oluşturur. Ayrıca T2 ağırlıklı FSE görüntüleme manyetik duyarlılık artefaktlarına daha az duyarlı olduğundan cerrahi geçirmiş hastalarda avantaj sağlar. Her ne kadar proton ağırlıklı görüntüleme kıkırdak yüzey defektlerini ve kıkırdak kompozisyonunu göstermede başarılı ise de bazı merkezler TE değerini 33-60 msn arasında tutan proton ağırlıklı ve T2 ağırlıklı arasında proton ağırlıklı T2 FSE adında bir sekans kullanmayı tercih eder. Bu sekans T2 ağırlıklı sekansa göre kıkırdaktan daha iyi sinyal gelmesini sağlar. Böylece kıkırdak ve subkondral kemik ayırımı daha iyi yapılabilir. İki boyutlu hızlı spin eko ya da turbo spin eko görüntüleme sekansları yüksek SNR oluşturup, dokular arasında belirgin kontrast sağladığı gibi diz kıkırdağındaki lezyonların da belirginleşmesini sağlar.

Klinikte kıkırdak lezyonlarını da içeren diz kıkırdağı anormalliklerini değerlendirmede en sık kullanılan iki boyutlu FSE görüntülemesidir. Proton ağırlıklı ve T2 ağırlıklı FSE görüntüleme teknikleri kıkırdağın morfolojik yapısının değerlendirilmesi yanı sıra menisküs ve ligaman yapıların da değerlendirilebilmesini sağlar. FSE görüntüleme Internal Cartilage Repair Society tarafından önerilen kıkırdak onarımının değerlendirilmesinde kullanılan protokolün parçasıdır. Özellikle otolog kıkırdak transplantasyonu yapılmış hastalarda kıkırdak onarımının takibinde orta ağırlıklı FSE sekanslar ile 3D FS GRE sekanslar çok değerlidir (1, 2, 5, 7, 8).

3D FSE görüntüleme: Kıkırdağa komşu kemik yapının değerlendirilmesi travmatik ya da dejeneratif kıkırdak lezyonların uzanımını belirlemede önemlidir. Yakın zamanda yüksek çözünürlüklü ve izotropik uzaysal çözünürlüklü kıkırdak eklem görüntüleri oluşturan üç boyutlu orta ağırlıklı FSE sekanslar kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknik ile anatomiyi üç boyutlu gösterebilen yüksek kalitede multiplanar reformat görüntüleme verisi elde edilir. Bu teknik kıkırdak yanında menisküs ve çapraz bağların da morfolojik değerlendirmesi için de faydalıdır. Ek olarak, üç boyutlu GRE sekanslara göre üç boyutlu FSE sekanslar subkondral kemik iliği anormalliklerini değerlendirmede faydalıdır. Günümüzde klinik rutinde üç boyutlu FSE görüntüleme iki boyutlunun yerini henüz almamıştır. Ancak ileride yapılacak olan optimizasyonlarla üç boyutlu FSE görüntüleme inceleme zamanının süresini kısaltması gibi bir avantajla iki boyutlu FSE görüntülemenin yerini alabilir (1, 2).

SGPR görüntüleme: 3D SGPR görüntüleme diz kıkırdağının morfolojik değerlendirmesinde standart tekniktir. Çünkü 2D tekniklere göre daha sensitif olup kıkırdak defektlerinin ayırımında artroskopiyile karşılaştırıldığında oldukça başarılıdır. SGPR görüntüleme komşu dokular ve eklem içi sıvıya göre kıkırdak sinyalini artırır. Bununla beraber bu teknikle izotropik vokseller elde ederek 3D görüntü verileri elde ederiz. Böylece parsiyel volüm artefaktlarını engelleyebildiğimiz gibi kıkırdak kalınlığı ve volümünün kantitatif olarak değerlendirilmesini sağlar. Yağ baskılama tekniği ile beraber kullanılır. Ancak bu tekniğin bazı dezavantajları vardır. Kıkırdak ve yüzey defektlerini örten sıvı arasında belirgin bir kontrast olmadığından bazı

küçük lezyonları gizleyebilir. Buna ek olarak kıkırdak dışında dizdeki diğer anatomik yapıları değerlendirmede güvenilir değildir. Uzun görüntüleme zamanı hareket artefaktlarını artırır. Bu teknikte manyetik duyarlılık artefaktı belirgindir.

Fast low-angle shot görüntüleme: (FLASH) bir SGPR tekniği olup rastgele gradient pulsı kullanılarak elde edilir. Böylece proton ağırlıklı ya da T1 ağırlıklı kontrast rezolüsyonu elde edilir. FLASH görüntülerde normal kıkırdak yüksek intensitede izlenir. Böylece yüzey lezyonları ve kıkırdak fissürleri daha belirgin hale gelir. Ancak uzun görüntüleme zamanı hareket artefaktlarına neden olur (1, 5).

DEFT görüntüleme: DEFT görüntülemesinde sinovyal sıvının sinyali artıp kıkırdak ve sıvı arasındaki kontrast belirginleşirken kıkırdaktan gelen sinyal aynı kalır. DEFT görüntülemesinde kullanılan kısa TE sıvı intensitesinin SGPR incelemeye göre daha yüksek olmasına, kıkırdak sinyal intensitesinin T2 ağırlıklı FSE görüntülemeye göre daha yüksek olmasına neden olur. Dokular arasındaki kontrast her dokunun T1/T2 oranına bağlıdır. DEFT görüntülemesinde kısa TR'den dolayı kıkırdak sıvı kontrastı proton ağırlıklı FSE, T2 ağırlıklı FSE ya da SGPR tekniğine göre daha yüksektir. Yağ baskılama çoğunlukla yağ baskılama pulsı ile sağlanır. DEFT görüntülemenin dezavantajı hareket artefaktlarına yatkınlık, sıklıkla yeterli olmayan yağ baskılama, ve ödem gibi kemik iliği değişikliklerine hassas olmayışıdır. Bu teknik henüz büyük klinik çalışmalarda kullanılmamıştır (1).

DESS görüntüleme: 3D dual echo steady state (DESS) görüntülemesinde kullanılan parametrelere bağlı olarak kıkırdak yüzeyi ve sinovyal sıvı kontrastı çok düşüktür. Bu yüzden küçük kıkırdak defektleri kolayca atlanabilir. Fakat flip açısı artırılarak bu kontrast yükseltilebilir. Yağ baskılama yağ saturasyonu ya da su uyarılması teknikleriyle sağlanır. Cerrahi bulgular referans standart alındığında bu teknik 2D ya da 3D GRE sekanslarıyla karşılaştırılabilecek doğruluk oranına sahiptir. DESS görüntülemesinde görüntü elde etme zamanı 3D SGPR incelemelere göre daha kısa olduğundan hareket artefaktı daha az görülür. Bunun dışında yüksek SNR, yüksek kıkırdak sıvı kontrastı, izotropik rezolüsyonda sahip ince kesitler parsiyel volüm

etkisini azaltır. Diz osteoartriti vakalarında kıkırdak kalınlığı ve volümünün kantitatif değerlendirilmesine olanak verir. Diğer 3D GRE teknikleri ile karşılaştırıldığında DESS görüntüleme kıkırdak kalınlığı ölçümünde benzer sensitivite gösterir. Fakat bu tekniğin menisküs ya da bağlar gibi komşu yapıları göstermedeki etkinliği henüz doğrulanmamıştır (1).

bSSFP görüntüleme: 3D SSFP görüntülemeye göre kıkırdak yüksek sinyal intensitesinde izlenir. Ancak parametreler DESS görüntülemeye göre farklılık gösterir. 3D bSSFP görüntülemenin diğer isimleri true FISP, FIESTA ve balans FFE dir. Bu görüntüleme tekniğinde sıvı yüksek sinyal intensitede izlenirken kıkırdak intensitesi korunur. Böylece yüksek derecede snovyal sıvı-kıkırdak kontrastı elde edilebilir. Bu teknik aynı zamanda diz, bağlar ve menisküs yapılarını da değerlendirmek için idealdir. bSSFP varyantı olan FEMR görüntüleme dizin morfolojik değerlendirmesi için kullanılmaktadır. Bu teknik aynı zamanda yüksek kıkırdak-sıvı kontrastı yaratır. FEMR görüntüleme standart proton ağırlıklı FSE, T2 ağırlıklı FSE ve 3D SGPR incelemelere göre kıkırdakta daha yüksek SNR etkinliği sağlar. Fakat FEMR görüntüleme bSSFP görüntüleme artefakt oluşturmaya yatkın bir sekanstır. bSSFP görüntülemeye yağ baskılama, su baskılama, Dixon görüntüleme, intermittan yağ baskılama, IDEAL görüntüleme kullanılabilir. İleri bSSFP görüntüleme yüksek manyetik alan gücünde ileri yağ-su ayırımı yapan tekniklerle kullanıldığında görüntü elde etme süresini azaltarak morfolojik değerlendirmede önemli avantaj sağlar. Ancak bu tekniğin kullanımına yönelik geniş çalışmalar henüz yapılmamıştır (1).

VIPR görüntüleme: VIPR-SSFP yeni geliştirilmiş bir teknik olup bSSFP ile birlikte kullanılarak izotropik uzaysal rezolüsyon ve T2/T1 ağırlıklı kontrastla görüntülemeye dayanır. VIPR görüntüleme ile izotropik 0,5 - 0,7 mm kalınlıklarında 3D görüntüler elde ederiz. bSSFP ile lineer kombinasyon yağ sinyalini su sinyalinden ayırmamıza yardımcı olur. Bu teknik ile kıkırdakta yüksek SNR elde ederek kıkırdak ve komşu eklem yapıları arasında yüksek kontrast elde edilir. Böylece dizdeki kıkırdak, menisküs, bağlar ve eşlik eden kemik iliği lezyonlarını belirlemede etkindir. Kısa görüntüleme zamanı tekniğin klinik kullanım açısından avantajıdır (1).

SPACE görüntüleme: SPACE görüntüleme 3D FSE görüntüleme olup yüksek T2 ağırlıklı doku kontrastı oluşturur. Bunun yanında SPACE görüntüleme izotropik uzaysal rezolusyon ile multiplanar reformat görüntüler oluşturmamızı sağlar. Kıkırdağın değerlendirildiği diğer 3D görüntülerle karşılaştırıldığında, SPACE daha iyi SNR sağlar. Bu tekniğin dezavantajı görüntüleme zamanının uzun olmasıdır. Buna ek olarak kıkırdak ve diğer yapıları ayırma konusunda kıkırdak görüntülemeye kullanılan diğer 3D teknikler kadar iyi değildir. Bu teknik klinikte dizdeki kıkırdağın, menisküs ve bağlar gibi yapıların değerlendirilmesindeki etkinliği henüz doğrulanmamıştır (1).

2.4.2. Kıkırdağın kompozisyonel görüntülemesi

Son yıllarda dejeneratif kıkırdak hastalıklarının erken belirtilerinin ortaya çıkartılması açısından kıkırdağın kompozisyonel görüntülemesi üzerindeki ilgi artmaktadır. Kıkırdak % 70 oranında su içermekte olup geri kalanını çoğunlukla tip II kollajen lifleri, glikozaminoglikan(GAG) oluşturmaktadır. Proteoglikanlar negatif yüklü olduklarından sodyum (Na⁺) ve (Gd- DTPA)²⁻ proteoglikan yoğunluğuna göre kıkırdak içinde dağılır. Kollajen ve glikozaminoglikan kıkırdağın fonksiyonel ve yapısal bütünlüğünün korunması için gerekli olduğundan kompozisyonel MR görüntüleme moleküler yapıya özellikle glikozaminoglikan ve kollajen içeriğine dayanır (1, 5).

T2 haritalama: Hyalin eklem kıkırdağın T2 haritalaması su molekülleri arasındaki ve su molekülleriyle etrafındaki makromoleküller arasındaki etkileşime dayanır. Su ve etrafındaki kollajen gibi makromoleküller arasındaki etkileşim T2 de azalmaya neden olur. Multieko SE teknik T2 değerlerini ölçmek için kullanılır. Rutin MR görüntüleme kıkırdaktaki T2 değişimlerinin subjektif değerlendirmesini yapar. Kantitatif MR haritalama renkli ya da gri skala harita oluşturup kıkırdaktaki relaksasyon zamanlarındaki değişimleri sunmuş olur. T2 haritalama erken evre kıkırdak hasarını göstermede etkilidir. T2 haritalama aynı zamanda kıkırdak onarımının etkisini takip etmek için de kullanılır (1, 5, 8).

T1 ρ görüntüleme: T1 ρ görüntüleme T2 haritalamaya benzer. Hareketi kısıtlanmış su molekülleri ve lokal makromoleküler çevreleri T1 ρ ölçülerek izlenebilir. Kıkırdaktaki ekstrasellüler matriks su molekülleri için kısıtlayıcı bir ortam oluşturduğundan bu teknikle kıkırdağın kompozisyonunu belirleyebiliriz. T1 ρ görüntüleme normal kıkırdak ve erken evre osteoartriti ayırmada T2 ağırlıklı görüntülemeden daha hassastır. Klinik olarak zahnetli bir teknik olup dizde kıkırdak onarımı yapılmış hastaları içeren geniş klinik çalışmalar henüz mevcut değildir (1).

Sodyum Görüntüleme: Normal hyalin kıkırdak yüksek konsantrasyonda sodyum içerir. Glikozaminoglikanı azalmış kıkırdak alanlarında düşük konsantrasyonda sodyum bulunur. Sodyumun nükleer spin momenti olduğundan MR görüntülemeye ölçülebilir rezosand frekansı mevcuttur. Sodyum görüntüleme kıkırdağın kompozisyonel yapısını değerlendirmede kullanılabilir. Bu teknikte sodyumun yüksek konsantrasyonda olduğu yerler yüksek sinyal gösterip proteoglikan hasarı sodyum konsantrasyonunu da azaltacağından bu alanların daha düşük sinyal göstermesine neden olur. Böylece sodyum görüntüleme erken evre dejenere kıkırdak ile normal kıkırdağı ayırmada kullanılabilir. Bu teknik özel hardware gerektirdiğinden klinikte kullanımı çok pratik değildir. Bu teknikle ilgili yapılmış geniş çalışmalar yoktur (1, 2).

Difüzyon ağırlıklı görüntüleme: Difüzyon ağırlıklı görüntüleme su moleküllerinin hareketine dayanır. Kıkırdak dokudaki suyun difüzyonu dokunun biyokimyasal yapısını yansıtır. ADC sağlam kıkırdakta düşük olup su moleküllerinin difüzyonu kıkırdağın içeriği yüzünden kısıtlanmıştır. Kıkırdak matriksteki hasar su moleküllerinin hareketinin artmasına neden olur ki bu da kıkırdağın ADC sini artırır. ADC değerindeki farklılıklar haritalandırılabilir. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme kontrast gerektirmemesi ve kısa sürmesi nedeniyle klinikte kullanımı avantajlıdır (1, 5).

dGEMRIC tekniği: dGEMRIC tekniği hyalin kıkırdaktaki glikozaminoglikan içeriğine bağlı oluşan bir görüntüleme yöntemidir. Erken kıkırdak dejenerasyonunda

azalan glikozaminoglikan yerine intravenöz uygulanmış gadolinyum dietilenetriamin pentaasetat anyon (Gd-DTPA⁻²) eklem yüzeyi ve subkondral kemiği geçeren kıkırdağa nüfuz eder. Böylece Gd-DTPA⁻² konsantrasyonuna bağlı değişen T1 değeri kıkırdak glikozaminoglikan konsantrasyonunu belirlemede ölçüt olarak kullanılır. Bu teknik kıkırdaktaki glikozaminoglikan kaybını belirlemede en sık kullanılan tekniktir. Kontrast sonrası T1 haritalama kontrast ajanının eklem nüfuz etmesi için yeteri kadar zaman kalabilmesi açısından IV Gd-DTPA⁻² injeksiyonundan 90 dk sonra yapılmaktadır. IR ile standart T1 haritalama zaman alan bir yöntem olduğundan dGEMRIC 3D uygulaması daha hızlı görüntüler alabilmemizi sağlar. DGEMRIC tekniği kullanarak kıkırdak iyileşmesini takip ederken şunu dikkate almalıyız ki normal ya da dejenere olmuş kıkırdakla karşılaştırıldığında onarılmış kıkırdak Gd enjeksiyonu öncesi heterojen T1 değerleri gösterir. Bu yüzden kontrast sonrası T1 haritalama glikozaminoglikan içeriğiyle doğrudan korrele olmayabilir. Ancak pre ve post kontrast görüntüleme arasındaki fark (delta relaksasyon oranı: 1/T1 Gd – 1/T1 prekontrast) göstermiştir ki rölatif RI indeks (onarılmış dokunun delta relaksasyon oranı/ normal hyalin kıkırdağın delta relaksasyon oranı) gas kromotografisi ile doğrulanmış bir çalışma ile karşılaştırıldığında onarılmış dokudaki GAG konsantrasyonu ile korrele bulunmaktır. Günümüzde d GEMRIC tekniği kıkırdak yapısına MRG değerlendirmede altın standart olarak kabul edilmektedir (1, 2, 6, 9).

2.4.3. Farklı manyetik alan gücünde diz kıkırdağının MR görüntüleme değerlendirmesi

Klinik uygulamada ve klinik araştırmalarda farklı manyetik alan güçleri kullanılabilir. Düşük manyetik alan kuvvetleri (0,18 - 0,2 T) kıkırdağın morfolojik değerlendirmesi için yetersiz olup diz osteoartriti ve kıkırdak iyileşmesinin değerlendirilmesi için kullanımı uygun değildir. Kıkırdağın morfolojik değerlendirilmesi için en azından 1 T MR tercih edilmelidir. Günümüzde standart olarak 1.5 T kullanılmaktadır. Ancak 3 T MR sistemleri ile yapılan çalışmalar morfolojik ve kompozisyonel değerlendirmelerde değerli veriler sunmaktadır. SNR 3T MR de 1.5 T'ya göre yüksek olduğundan aynı zaman içerisinde daha yüksek kalitede ve uzaysal rezolüsyonda görüntüleme yapılabilmektedir. 3T MR sisteminde aynı kalitede görüntü elde edebilmek için gerekli süre düşmektedir. Bazı çalışmalar

3T MRG de 1.5 T ye göre daha iyi kalitede görüntüler elde edildiğini savunmaktadır (10). Bunun yanında yüksek manyetik kullanımı beraberinde birtakım zorluklar getirir. Bunlar manyetik duyarlılığın artması, dokuda biriken enerjinin artması, akım artefaktlarına duyarlılığın artması ki bu özellikle diz ekleminde sorun oluşturabilir. Bunlara ek olarak kimyasal kayma etkisi artar. Bu problemlerin üstesinden gelebilmek için görüntüleme parametrelerinde ayarlama yapılabilir. Örneğin TR ya da bant genişliği artırılıp, TE ve flip angle azaltılabilir. Her ne kadar bazı merkezler 7.0 T MR kullanabilmekle birlikte sadece araştırma boyutundadır. Ancak şu ana kadar yapılmış sınırlı çalışmalarda 7.0T MRG nin 3.0 T MRG ye göre diz kırığının değerlendirilmede üstünlüğü saptanmamıştır (1, 5).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. HASTALAR

Aralık 2010 ve Mayıs 2011 tarihleri arasında klinik olarak kondromalazi şüphesi uyandıran ve dizi ilgilendiren farklı hastalıklara yönelik klinik şüphe nedeniyle çekilen rutin MRG'de kondromalazi saptanan ve klinik olarak sağlam olduğu bilinen toplam 60 kişi (20 yaş ile 58 yaş arasında değişen, ortalama yaş \pm SD $34,43 \pm 10,23$ olan grup) çalışma kapsamına alındı. Klinik kondromalazi şüphesi olan ve dize yönelik farklı patolojiler nedeniyle rutin MRG çekilen 30 hastada yaş aralığı: 20 yıl - 58 yıl, ortalama yaş \pm SD $37,80 \pm 11,4$ olarak hesaplandı. Hastaların 17'si bayan, 13'ü erkekti. Klinik olarak diz patolojisi saptanmayan 30 kişiyi kapsayan kontrol grubunda yaş aralığı 21 yıl - 49 yıl, ortalama yaş \pm SD $31,07 \pm 7,67$ olarak hesaplandı. Kontrol grubunun 12'si bayan, 18'i erkekti. İki erkek hastanın verileri kullanılan programda T1 haritaları oluşturulamadığı için çalışma dışı bırakıldı.

Hasta ve kontrol grubunda patellar kıkırdak geç kontrastlı T1 MRG haritalama (dGEMRIC) ile prospektif olarak incelendi. MRG kontraendikasyonu olan (klostrofobi, renal fonksiyonlarda bozukluk, vücudunda MRG uyumsuz protez, kalp pili olması), Gd-DTPA (Magnevist, Schering AG) kullanamadığımız hamileler ve 18 yaş altı üç çocuk hasta grubu çalışma kapsamına alınmadı.

Rutin diz MRG çekimi sonrasında kondromalazi saptanan hastalarda kondromalazi morfolojik olarak 4 grupta sınıflandırıldı:

Grup I : hyalin kıkırdakta kollajen fibrillerin yıkılmasıyla yüzeysel tabakada şişme meydana gelir, yüzeysel dejenerasyon şeklinde morfolojik bulgu verir.

Grup II : yüzeysel erozyon hyalin kıkırdağın orta katmanına kadar uzanır.

Grup III : hyalin kıkırdaktaki yırtılma derin katmanlara hatta neredeyse subkondral kemiğe kadar dayanır.

Grup IV : hyalin kıkırdaktaki kırılma tüm kat boyunca izlenmekte olup subkondral kemik açığa çıkar. Bu görünümü osteoartritten ayırmak güç olur.

Çalışma için etik kurul onayı alındı. Tüm hastalara ve kontrol grubuna çalışmanın tüm ayrıntıları ile ilgili yazılı ve sözlü bilgi verilerek onayları alındı.

3.2. GADOLİNYUM ENJEKSİYONU

Hastalara ve kontrol grubuna 0,02 ml/kg Magnevist (Gd-DTPA) antekubital venden IV olarak verildikten sonra kontrast maddenin dize nüfuz edebilmesi için yaklaşık 15 dk kadar ardışık fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri yaptırıldı. Toplamda 90 dk kadar bekledikten sonra hastaların MRG çekimi yapıldı. Daha önce kontrast maddeye karşı aşırı duyarlılık reaksiyonu geliştirmiş olan bir hasta çalışmaya dahil edilmedi. Ciddi böbrek rahatsızlığı olan bir hasta da (her ne kadar hemodiyaliz ile Magnevist vücuttan atılabilse de hastayı riske atmamak için) çalışmaya dahil edilmedi.

Tüm hastalar Burstein ve arkadaşlarının raporlardığı dGEMRIC protokolu takip edilerek yapıldı (10). Hastalara MRG çekiminden iki saat önce 0,2 mmol/kg dozunda intravenöz Gd-DTPA-2 tek bolus olarak enjekte edilip takiben 10 cc serum fizyolojik verildi.

Hastalarımızda ve kontrol grubunda kontrast madde enjeksiyonundan sonra anafilaktoid aşırı duyarlılık reaksiyonu, baş dönmesi, baş ağrısı, bulantı, kusma, sıcak basması gibi yan etkiler saptanmadı. Ancak kontrol grubundaki bir kişide enjeksiyondan yaklaşık 24 saat sonra enjeksiyon yerinde şiddetli ağrı ve şişlik gelişti. Yapılan Doppler ultrasonografide bazilik vende tromboflebit geliştiği saptandı. Hastaya antikoagulan tedavi (Clexan 0,6) başlandı. Bir hafta sonra yapılan kontrol Doppler Ultrasonografide tromboze venin rekanalize olduğu izlendi. Antikoagulan tedavi kesildi.

3.3. MRG İNCELEME

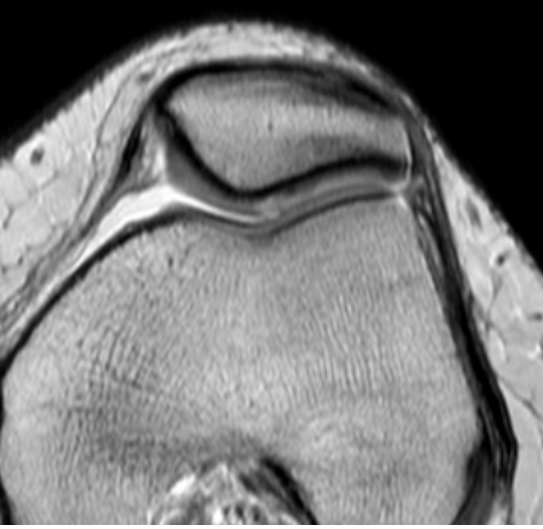
MRG inceleme 3 Tesla (PHILIPS Achievea; HOLLANDA) MR'de yapıldı. 8 kanallı yüksek rezolüsyonlu diz koili kullanıldı. Transaksiyel MR görüntüleri fast spin eko (FSE) ve inversion recovery (IR) tekniğini birleştiren miks bir sekans ile değerlendirildi. T1 ağırlıklı FSE-IR tarama parametreleri 1800 ms TR, 50, 100, 200, 400, 800, 1600 ms IR değerleri, 3 mm kesit kalınlığı, 1 mm kesit aralığı, TSE faktör 12, TE faktör 10 ms, flip angle 15 °, 388 × 388 matriks, NSA 1, 150 × 150 FOV idi. Tüm sekanslarda SENSE tekniği kullanıldı.



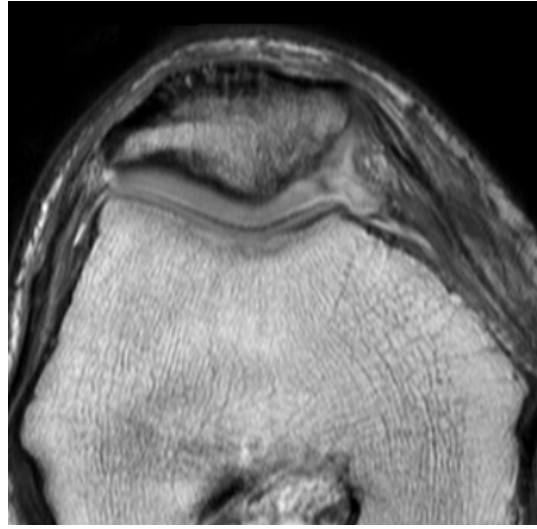
a) Evre I kondromalazi



b) Evre II kondromalazi



c) Evre III kondromalazi



d) Evre IV kondromalazi

Şekil 5: Kıkırdak kondromalazi derecesinin Outerbridge sınıflamasına göre derecelendirilmesi (Kaynak: Kendi olgularımıza ait MRG görüntüleri)

Tüm kesitler patellar kıkırdağı tamamen içerecek şekilde aksiyel alınmıştır. MRG incelemesi ortalama 20 dk sürmüştür.

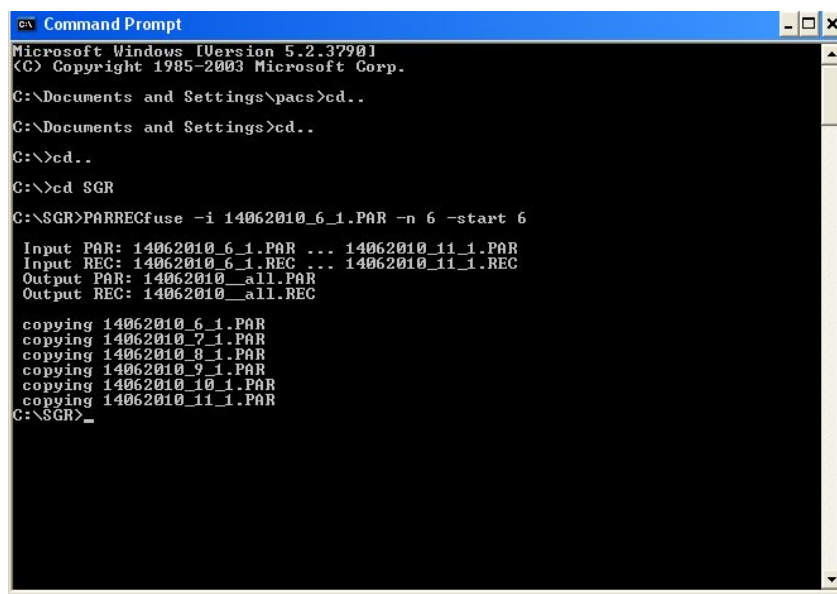
3.4. MRG DEĞERLENDİRME

3.4.1. Görüntü analizi

Tüm görüntüler 1 araştırma görevlisi ve 1 uzman iki radyolog (N.A., G.A.) tarafından görsel olarak değerlendirilerek ortak yorum sağlandı.

Hasta grubunda patellar kıkırdak yağ baskılı T1 ağırlıklı aksiyel imajlarda Outerbridge sınıflama sistemi ile hasar derecesine göre Evre I, Evre II, Evre III ve Evre IV şeklinde sınıflandırıldı (Şekil 5).

Tüm dizler için Helga van Vroonhoven-Borgen tarafından yazılmış olan MR Advanced Concepts Development, Relaxation Maps (PHILIPS, Hollanda) ve PARRECFuse programı kullanılarak FSE-IR görüntülerden oluşturulmuş renkli T1 relaksasyon haritaları oluşturuldu. PARRECFuse.exe programı ile IR değerleri 50, 100, 200, 400, 800 ve 1600 ms olan PAR ve REC dosyaları şeklinde kayıtlı 6 imaj bir PAR/REC dosyası şeklinde komut satırı penceresinde birleştirildi (Şekil 6).

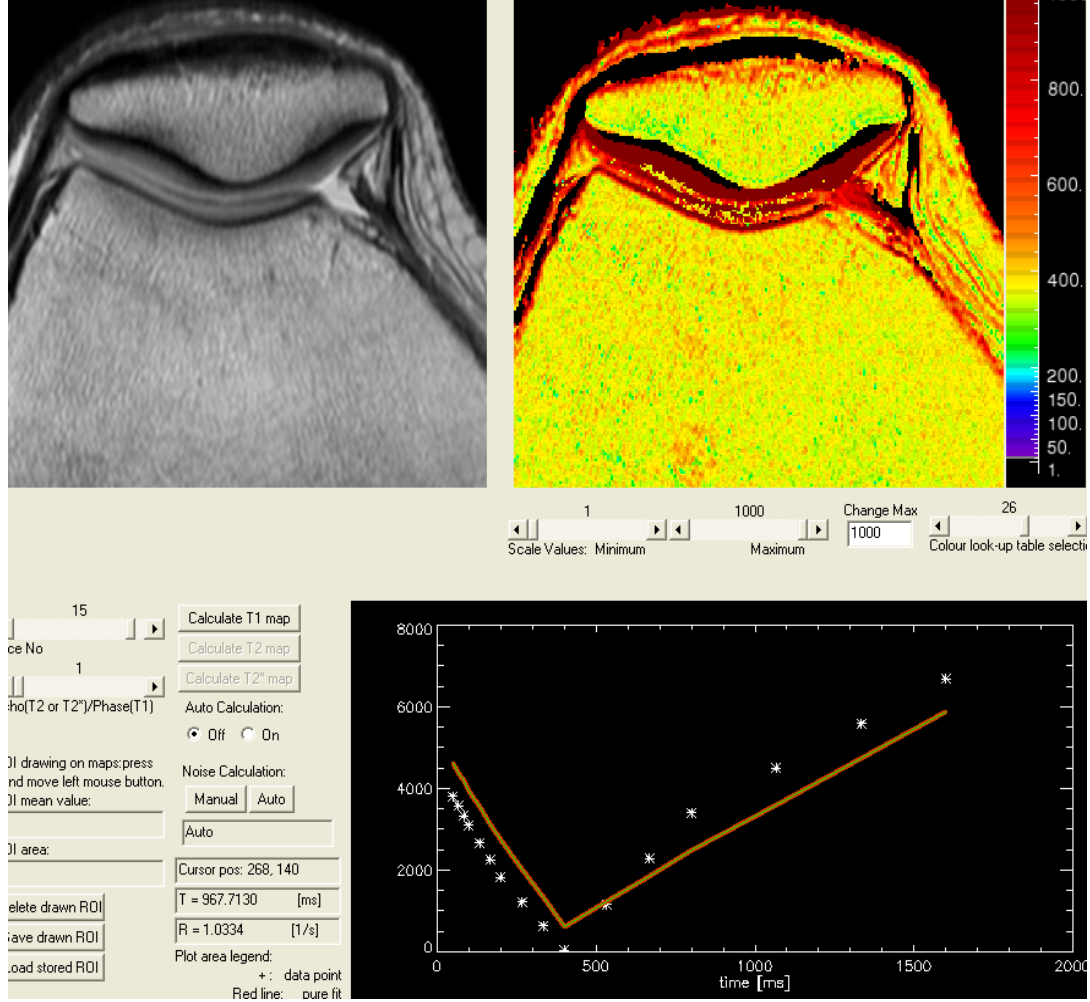


```
Microsoft Windows [Version 5.2.3790]
(C) Copyright 1985-2003 Microsoft Corp.
C:\Documents and Settings\pacs>cd..
C:\Documents and Settings>cd..
C:\>cd..
C:\>cd SGR
C:\SGR>PARRECFuse -i 14062010_6_1.PAR -n 6 -start 6
Input PAR: 14062010_6_1.PAR ... 14062010_11_1.PAR
Input REC: 14062010_6_1.REC ... 14062010_11_1.REC
Output PAR: 14062010_all.PAR
Output REC: 14062010_all.REC
copying 14062010_6_1.PAR
copying 14062010_7_1.PAR
copying 14062010_8_1.PAR
copying 14062010_9_1.PAR
copying 14062010_10_1.PAR
copying 14062010_11_1.PAR
C:\SGR>
```

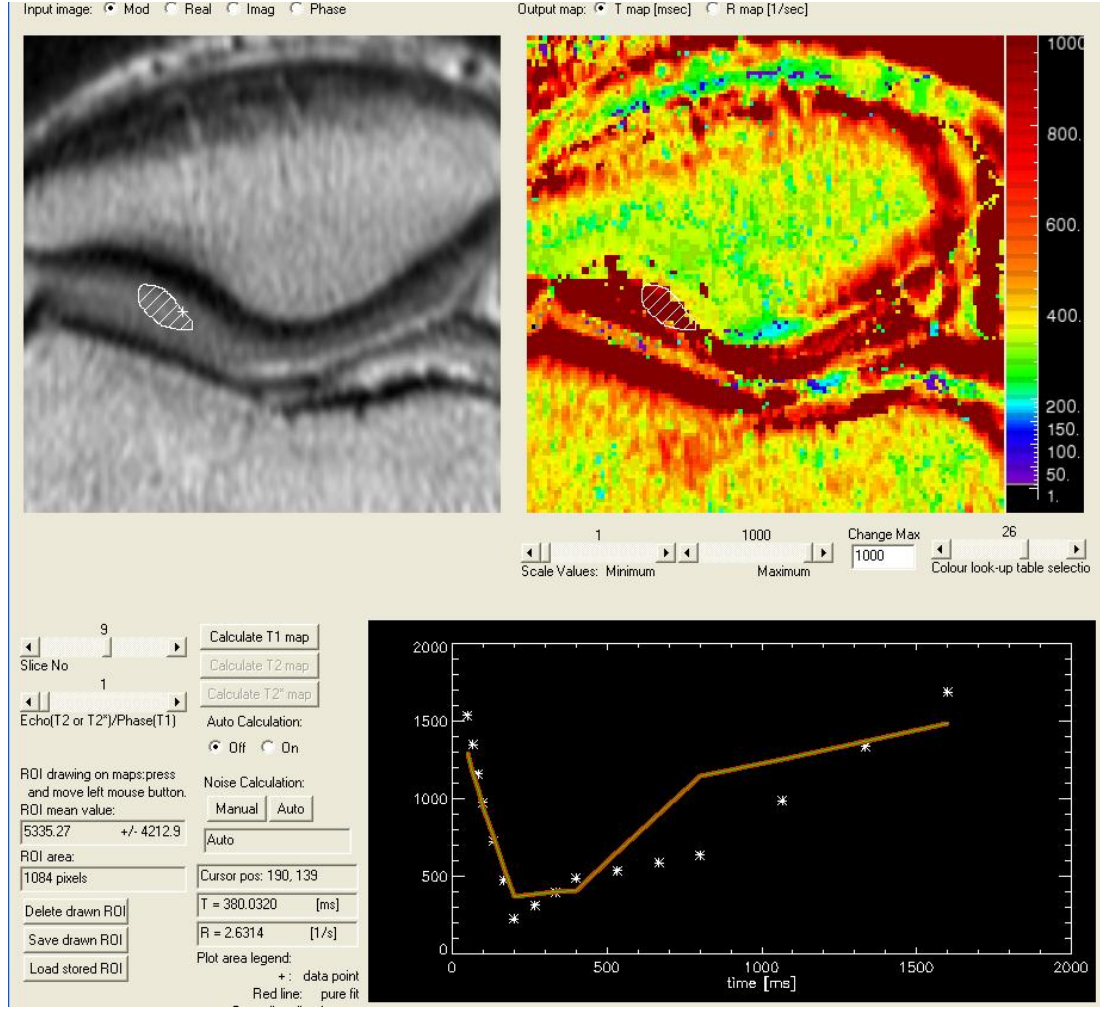
Şekil 6: PARRECFuse programı komut satırı görüntüsü
(Kaynak: PARRECFuse.exe dosyasından PHILIPS, Hollanda)

Birleştirilmiş imajlardan “relaxation maps” uygulaması kullanılarak renkli T1 relaksasyon haritaları oluşturuldu. Renk skalasında mor renk kısa T1 relaksasyonunu ifade edip yüksek glikozaminoglikan konsantrasyonuna karşılık gelmekte kırmızı renk ise kısa T1 relaksasyon ve düşük glikozaminoglikan konsantrasyonuna karşılık gelmektedir (Şekil 7a).

T1 ortalama relaksasyon değeri patellar kıkırdağın üst medial, üst santral, üst lateral, orta medial, orta santral, orta lateral, alt medial, alt santral ve alt lateral olmak üzere kıkırdağın dokuz ayrı alanında en az 1000 piksel içeren ROI ile elde edilmiştir.



**Şekil 7 a : Patellar kıkırdağa yönelik renkli T1 relaksasyon haritası
(Kaynak: Kendi olgumuza ait renkli T1 relaksasyon haritası)**



Şekil 7b : Patellar kırıkdağa yönelik renkli T1 relaksasyon haritası ve lateral fasete yerleştirilen ROI ile ortalama T1 relaksasyonun ölçümü (Kaynak: Kendi olgumuza ait renkli T1 relaksasyon haritası)

3.4.2. T1 ölçümü için veri analizi

Geç kontrast sonrası T1 ağırlıklı inceleme T1(Gd) olarak ifade edilmiştir. Grup I (kontrol) ve Grup II (hasta) de patellar kıkırdakta dokuz farklı alandan ölçülen T1(Gd) değerlerindeki farklılıklar analiz edilmiştir.

Yaş ve cinsiyet ile kıkırdak dejenerasyonu arasında korelasyon olup olmadığı araştırılmıştır.

Konvansiyonel MRG de en sık kullanılan kıkırdak dejenerasyon sınıflaması olan Outerbridge sınıflama sistemi ile dGEMRIC incelemede bulunan T1 relaksasyon değerleri arasında bağlantı olup olmadığı araştırılmıştır.

3.5. İSTATİSTİK YÖNTEM

Dokuz ayrı kıkırdak bölgesinde ölçülen Grup I ve Grup II arasındaki ortalama T1 relaksasyon süreleri Farklar Üzerine T-testi ile incelenmiştir.

Yaş, cinsiyete göre beliren farklar ve konvansiyonel MRG deki dejenerasyon bulgularıyla T1 ortalama relaksasyon arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi için One-way ANOVA testi, Kendall's tau-b testi, T1 patellar kıkırdaktaki lokal ortalama relaksasyon değerleri arasındaki korelasyon Pearson's test kullanılarak analiz edildi. Analizlerde $P < 0,05$ anlamlılık derecesi seçildi.

Tüm istatistiksel analiz SPSS (Statistical Package for Social Sciences) v.13.0 programı ile yapıldı.

4. BULGULAR

4.1. HASTA VE KONTROL GRUBUNDA ÖLÇÜLEN DEĞERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tablo 1'de kontrol ve hasta gruplarında ölçülen lokal patellar kıkırdak bölgeleri için T1-relaksasyon sürelerine ait örnek ortalaması (ms-milisaniye cinsinden), örnek standart sapması ve ortalama üzerindeki sapma verilmiştir. Şekil 8 güven aralıklarının görsel bir temsildir. Ayrıca lokal patellar kıkırdak bölgelerinde ölçülen T1-relaksasyon sürelerinin tümüne ait ortalama değer için de % 95 güven aralığı ölçülmüş ve Tablo 1'de "ORTALAMA" satırında verilmiştir. Bu veri kullanılarak T-testi ile kontrol ve hasta grupları ortalamaları arasındaki anlamlı fark araştırılmıştır (Tablo 2).

Tablo 1. Hasta ve Kontrol Gruplarına Ait Patellar Kıkırdaktaki dokuz bölgeye ait Lokal T1 Relaksasyon İstatistiği. (Alt Medial - AM, Alt Santral - AS, Alt Lateral - AL, Orta Medial - OM, Orta Santral - OS, Orta Lateral - OL, Üst Medial - UM, Üst Santral - US, Üst Lateral - UL)

Bölge	Grup	Örnek Hacmi (n)	Ortalama (μ)	Standart Sapma (σ)	Ortalama Üzerindeki Sapma (σ / \sqrt{n})
AM	hasta grubu	30	1.144,57	815,77	148,94
	kontrol grubu	30	2.902,20	2.943,88	537,48
AS	hasta grubu	30	1.781,83	1.379,89	251,93
	kontrol grubu	30	2.278,37	1.487,38	271,56
AL	hasta grubu	30	1.500,33	1.338,82	244,44
	kontrol grubu	30	2.912,83	2.699,23	492,81
OM	hasta grubu	30	1.480,77	1.445,60	263,93
	kontrol grubu	30	2.221,90	2.065,12	377,04
OS	hasta grubu	30	1.528,67	1.181,36	215,68
	kontrol grubu	30	2.411,73	1.898,20	346,56
OL	hasta grubu	30	1.670,50	1.956,21	357,15
	kontrol grubu	30	2.939,13	2.746,74	501,48
UM	hasta grubu	30	1.037,10	1.631,64	297,89
	kontrol grubu	30	1.895,83	2.203,66	402,33
US	hasta grubu	30	1.359,60	1.799,29	328,50
	kontrol grubu	30	2.195,60	2.157,96	393,99
UL	hasta grubu	30	1.745,07	1.903,73	347,57
	kontrol grubu	30	2.658,07	2.529,77	461,87
ORTALAMA	hasta grubu	30	1.472,05	885,64	161,66
	kontrol grubu	30	2.490,62	1.508,16	275,35

Tablo 2. Hasta ve Kontrol Grupları Arasındaki Farklara Ait Güven Aralıkları ve Anlamlılık Değerleri

	Anlamlılık (P)	Ortalama (Farklar)	Standart Hata (Farklar)	Farklar Üzerinde % 95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
AM	0,003	-1.757,63	557,73	-2.874,05	-641,21
AS	0,185	-496,53	370,42	-1.238,01	244,95
AL	0,013	-1.412,50	550,10	-2.513,65	-311,35
OM	0,113	-741,13	460,23	-1.662,39	180,12
OS	0,035	-883,07	408,20	-1.700,16	-65,97
OL	0,044	-1.268,63	615,67	-2.501,02	-36,24
UM	0,092	-858,73	500,61	-1.860,82	143,35
US	0,109	-836,00	512,97	-1.862,83	190,83
UL	0,120	-913,00	578,04	-2.070,07	244,07
ORTALAMA	0,002	-1.018,58	319,31	-1.657,76	-379,40

Beş patellar kıkırdak bölgesinde (AS, AL, UM, US, UL) hasta ve kontrol grupları arasındaki farklar üzerine yapılan anlamlılık testinde elde edilen veri, $P = 0,05$ anlamlılık seviyesinde hasta grubundaki T1 relaksasyon sürelerinin kontrol grubundaki sürelerden anlamlı bir şekilde farklı olduğunu söyleyememektedir. Diğer dört patellar kıkırdak bölgesinde ise (AM, AL, OS, OL) elde edilen veri yine $P = 0,05$ anlamlılık seviyesinde hasta grubundaki T1 relaksasyon sürelerinin kontrol grubundaki sürelerden anlamlı bir şekilde daha düşük olduğuna işaret etmektedir.

Tüm patellar kıkırdak bölgeleri için hesaplanan ORTALAMA değeri için ise elde edilen veri, hasta grubundaki T1 relaksasyon sürelerinin kontrol grubundaki sürelerden anlamlı şekilde daha düşük olduğunu ve bu hipotezdeki deneysel hata olasılığının sadece binde iki olduğunu söylemektedir.

Hasta grubunda ORTALAMA T1 relaksasyon değeri $1,472,05 \pm 885,64$ iken kontrol grubunda $2.490,62 \pm 1.508,16$ olarak ölçülmüştür. ORTALAMA değerin hasta ve kontrol grupları arasındaki farkları üzerine hesaplanan % 95 güven aralığı negatif bölgede yer almakta ve sıfır (0) noktasını içermemektedir. Bu çıkarım ile hasta grubundaki patellar kıkırdak ölçümlerinin kontrol grubundakilere göre daha

düşük olduğunu en az % 95 güvenirlikle söyleyebilmekteyiz ($P < 0.05$, Tablo 1 ve Tablo 2).

Yukarıdaki T1 relaksasyon istatistikleri [örnek ortalaması \pm örnek standart sapması] biçiminde verilmiştir.

Tablo 3. Hasta Grubunda Topografik Farklılıklara Ait Güven Aralıkları ve Anlamlılık Değerleri

	Topografik Bölgeler							
	AS		AL		OM		OS	
Farklar Üzerinde % 95 Güven Aralığı								
	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır
AM	-1138.18	-136.35	-984.52	272.99	-379.69	714.92	-920.70	152.50
Anlamlılık	0,01		0,26		0,01		0,15	
AS			-322.72	885.72	-424.71	1026.88	-330.33	836.67
Anlamlılık			0,35		0,40		0,38	
AL					-605.57	644.71	-469.26	412.60
Anlamlılık					0,95		0,90	
OM							-500.45	404.65
Anlamlılık							0,83	

Tablo 3. Hasta Grubunda Topografik Farklılıklara Ait Güven Aralıkları ve Anlamlılık Değerleri (Devam)

	Topografik Bölgeler							
	OL		UM		US		UL	
Farklar Üzerinde % 95 Güven Aralığı								
	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır
AM	-1334,3	282,43	-549,93	764,87	-927,27	497,20	-1329,86	128,86
Anlamlılık	0,19		0,74		0,54		0,10	
AS	-322.72	885.72	97.05	1392.42	-250.98	1095.44	-814.37	887.90
Anlamlılık	0,35		0,26		0,21		0,93	
AL	-848.61	508.27	-304.23	1230.70	-666.25	947.72	-1036.51	547.05
Anlamlılık	0,61		0,23		0,72		0,53	
OM	-1107.15	727.68	-402.91	1290.24	-772.94	1015.27	-925.81	397.21
Anlamlılık	0,68		0,29		0,78		0,42	
OS	-842.88	559.21	-235.24	1218.38	-563.09	901.22	-857.17	424.37
Anlamlılık	0,68		0,18		0,64		0,50	
OL			-487.19	-157.19	-1630.55	214.62	-1053.65	904.52
Anlamlılık			0,00		0,13		0,88	
UM					-203.13	824.93	-1630.55	214.62
Anlamlılık					0,23		0,13	
US							-1325,34	554,41
Anlamlılık							0,41	

Hasta grubunda topografik farklılıklara ait güven aralıkları ve anlamlılık değerleri ikili T-testi ile ölçüldü, alt santraldeki T1 relaksasyon değerleri alt medialden, orta medialdeki T1 relaksasyon değerleri alt medialden, üst medialdeki T1 relaksasyon değerleri orta lateralden daha yüksek çıktı. Farklar istatistiksel olarak anlamlı bulundu.(tablo3)

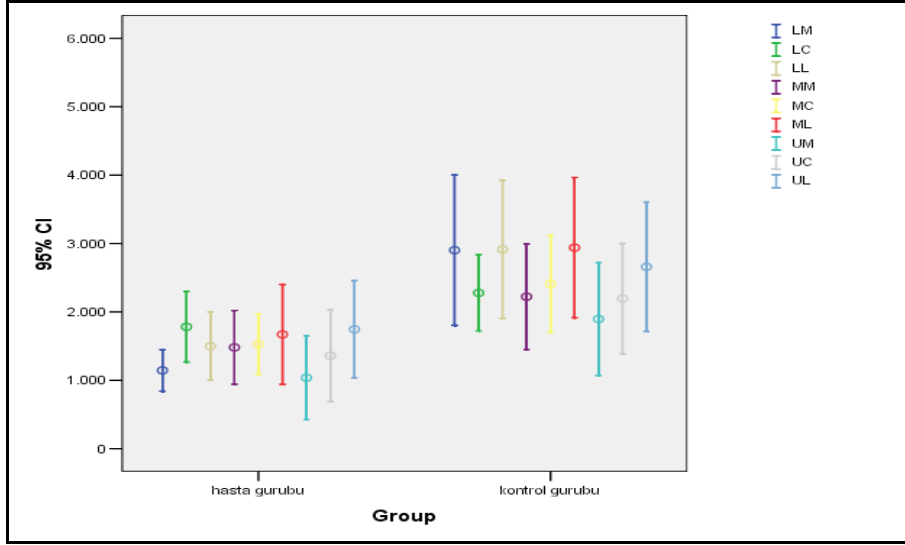
4.2. CINSİYET, YAŞ VE GÖRSEL KIKIRDAK DEJENERASYONU DEĞERLERİ ARASINDA KORELASYON

Her ne kadar kondromalazi evreleri ile T1 relaksasyon değerleri arasında, beklendiği gibi, negatif bir ilişki görünüyorsa da yedi bölgede ve ORTALAMA'da $P = 0,05$ anlamlılık seviyesinde korelasyona rastlanmamıştır. Daha yüksek P anlamlılık seviyelerinde ise korelasyona rastlanmaktadır. Hasta grubuna ait patellar kıkırdaktaki dokuz bölgeye ait T1 relaksasyon değerleri ve görsel kondromalazi verisi Kendall's tau-b-testinde üst santral ve üst lateral kısımda korelasyona işaret etmektedir (Tablo 3). ($P < 0.05$).

Hasta grubunda şekil 8'de görsel olarak kondromalazi dereceleri Outbridge sınıflamasına göre,

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| (1) : Evre 0 | (2) : Evre 1 | (3) : Evre 2 |
| (4) : Evre 3 | (5) : Evre 4 | |

tanımlamalarıyla ifade edilmiştir. Bu diyagram görsel kondromalazi derecelerindeki T1 relaksasyon aralıklarını ve yığılmalarını göstermektedir (Şekil 8).



Şekil 8 : Hasta ve Kontrol Gruplarına Ait Patellar Kıkırdaktaki Dokuz Bölgeye Ait T1 Relaksasyon Güven Aralıkları

Tablo 4. Hasta Grubuna ait patellar kıkırdaktaki dokuz bölgeye ait Lokal T1 Relaksasyon değerlerinin görsel kondromalazi derecesi ile korelasyonu

	Görsel
AM	-0,100
Anlamlılık (P)	0,484
AS	-0,151
Anlamlılık (P)	0,289
AL	-0,170
Anlamlılık (P)	0,233
OM	-0,046
Anlamlılık (P)	0,748
OS	-0,143
Anlamlılık (P)	0,316
OL	-0,089
Anlamlılık (P)	0,532
UM	-0,213
Anlamlılık (P)	0,135
US	-0,316 *
Anlamlılık (P)	0,027
UL	-0,278 *
Anlamlılık (P)	0,051
ORTALAMA	-0,251
Anlamlılık (α)	0,078

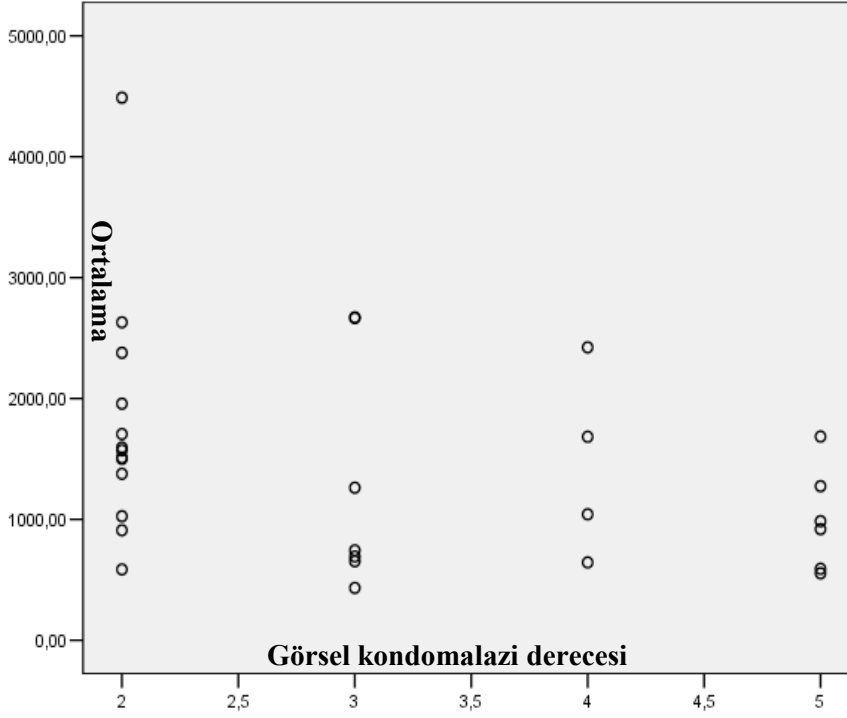
* : $P < 0,05$ anlamlılık seviyesinde korelasyon.

Hasta grubuna ait patellar kıkırdaktaki dokuz bölgeye ait lokal T1 relaksasyon değerleri ve görsel kondromalazi derecesi arasında üst santral ve üst lateral kısımda korelasyon saptanmıştır ($P < 0,05$). Diğer yedi bölgede ve ORTALAMA'da korelasyon saptanmamıştır (Tablo 3).

Hasta grubunda Evre I kondromalazi hastalarında ortalama relaksasyon daha çok 1000 - 3000 ms değerleri arasındayken, Evre II kondromalazi grubunda 500 - 1000 ms arasında, Evre III kondromalazi grubunda arasında 500 - 2500 ms arasında dağılmış, Evre IV kondromalazide 500 - 1500 ms arasında bulunmuştur (Şekil 9).

Tüm gruptaki lokal kıkırdak T1 relaksasyon değerleri ve ORTALAMA ile yaş arasındaki Pearson Korelasyon Testine göre sadece üst lateral ve orta santral kısımda anlamlı korelasyon saptanmıştır. ($P < 0,05$) Hasta ve kontrol gruplarında yapılan analizde ise hasta grubunda sadece orta santral ve üst lateral kısımda anlamlı

korelasyon saptandı ($P < 0,05$). Kontrol grubu ayrı olarak ele alındığında hiçbir lokal relaksasyon değeri ile yaş arasında korelasyon saptanmamıştır. Hiçbir grupta ortalama değeri ile yaş arasında korelasyon saptanmamıştır (Tablo 4).



Şekil 9: Hasta grubunda ortalama ile görsel kondromalazi arasındaki korelasyonun şematizasyonu

Hasta grubunda elde edilen dokuz hasta ve kontrol grubunda cinsiyet farkı ya da yaşla korelasyon saptanmadı.

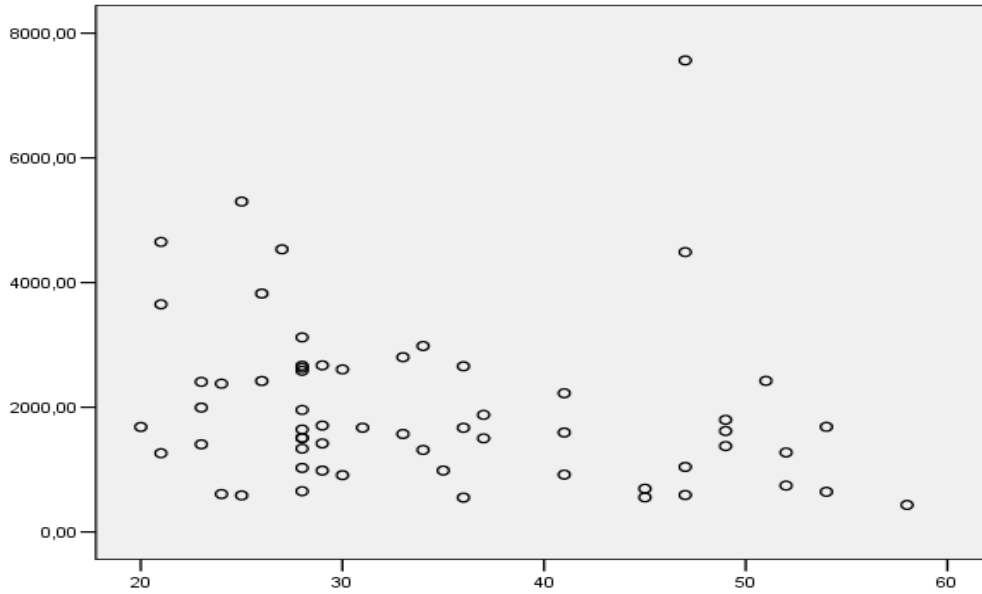
Yaşlara göre T1 relaksasyon sürelerinin dağılımı yukarıdaki diyagramda verilmiştir. Tüm grupta yaş ile T1 relaksasyon diyagramına bakıldığında 20 - 30 yaş grubunda T1 relaksasyon değeri 1000 - 6000 ms arasında, 30 - 40 yaş arasında 1000 - 3000 msn arasında, 40 - 50 yaş arasında 1000 - 8000 ms arasında, 50 - 60 yaş arasında ortalama T1 relaksasyon süresi 1000 - 2500 ms arasında dağılım göstermektedir. T1 relaksasyon değerine göre en çok dağılım gösteren grup 20 - 30 yaş grubudur (Şekil 10).

Tablo 5. Hasta Grubuna ait patellar kıkırdaktaki dokuz bölgeye ait Lokal T1 Relaksasyon değerlerinin tüm grupta ve ayrı ayrı hasta ve kontrol grubunda yaş ile korelasyonu

	yaş (tüm grup)	yaş(hasta)	yaş(kontrol)
AM	0,210	0,203	-0,035
Anlamlılık (P)	0,264	0,123	0,788
AS	-0,083	-0,097	0,096
Anlamlılık (P)	0,664	0,462	0,463
AL	-0,240	-0,217	0,054
Anlamlılık (P)	0,202	0,099	0,680
OM	-0,074	-0,028	-0,148
Anlamlılık (P)	0,698	0,829	0,259
OS	-0,491 (**)	-0,279 (*)	-0,087
Anlamlılık (P)	0,006	-0,034	0,507
OL	-0,018	-0,194	-0,068
Anlamlılık (P)	0,924	0,141	0,603
UM	0,123	-0,043	0,002
Anlamlılık (P)	0,517	0,747	0,986
US	0,021	-0,170	0,106
Anlamlılık (P)	0,913	0,196	0,420
UL	-0,392 (*)	-0,335 (*)	0,092
Anlamlılık (P)	0,032	0,011	0,485
ORTALAMA	-0,187	-0,203	-0,129
Anlamlılık (α)	0,321	0,123	0,324

* : P < 0,05 anlamlılık derecesinde korelasyon

** : P < 0,01 anlamlılık derecesinde korelasyon



Şekil 10: Yaş - T1 relaksasyon nokta diyagramı

Tablo 6. Cinsiyetin kontrol ve hasta gruplarında patellar kıkırdaktaki bölgelere ait lokal T1 relaksasyon sürelerine etkisi

Bölge	Kontrol		Hasta	
	F	Anlamlılık	F	Anlamlılık
AM	1406	0,246	5,122	0,032
AS	1,152	0,292	0,101	0,754
AL	10,521	0,003	0,001	0,971
OM	0,533	0,472	1,737	0,198
OS	2,668	0,114	2,495	0,125
OL	4,274	0,048	0,552	0,464
UM	1,319	0,260	1,915	0,177
US	1,490	0,232	1,913	0,178
UL	0,188	0,668	0,159	0,693
ORTALAMA	3,475	0,073	2,637	0,116

Cinsiyetin hasta ve kontrol gruplarında patellar kıkırdaktaki bölgelere ait lokal T1 relaksasyon sürelerine etkisi ANOVA testi ile değerlendirildi. Eldeki veri kontrol grubunda alt lateralde, hasta grubunda ise alt medialde cinsiyetin T1 relaksasyon süresine etken olduğuna işaret etmektedir. Hasta grubunda erkek ve kadın cinsiyetler arasındaki T1 relaksasyon süreleri farkı için güven aralığını belirlemek için yapılan Ortalamalar Arasındaki Farka İlişkin T-testi analizinde alt lateralde erkek grubunda T1 relaksasyon değerleri kadın gruba göre anlamlı olarak daha yüksek çıkmıştır ($P < 0,05$).

Tablo 7: Hasta grubunda erkek ve kadın cinsiyetler arasındaki T1 relaksasyon süreleri farkı için güven aralığı

Bölge	Anlamlılık (P)	Ortalama (Farklar)	Standart Hata (Farklar)	Farklar Üzerinde % 95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
AM	0,207	-353,94	272,86	-917,50	209,62
AS	0,295	544,23	509,27	-503,50	1591,97
AL	0,013	1388,23	482,95	347,37	2429,09
OM	0,482	391,90	548,58	-741,24	1525,05
OS	0,110	691,40	418,36	-167,03	1549,84
OL	0,081	1412,37	754,64	-195,56	3020,31
UM	0,323	686,70	670,04	-751,95	2125,35
US	0,295	802,56	736,96	-780,03	2385,15
UL	0,632	-308,39	633,03	-1631,53	1014,74
ORTALAMA	0,090	583,89	328,31	-99,76	1267,56

5. TARTIŞMA

Literatür gözden geçirildiğinde 2002 yılından itibaren kıkırdak glikozaminoglikan içeriğindeki azalmaya bağlı T1 relaksasyondaki azalmayı ölçen dGEMRIC yöntemi kullanılarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların çıkış noktası Gadolinyum(Gd- DTPA)²'nin (-) yüklü bir ajan olması nedeniyle kıkırdak hasarı nedeniyle kıkırdağın yapısal komponentlerinden biri olan (-) yüklü glikozaminoglikanın yerine geçmesi esasına dayanmaktadır. Bu nedenle dGEMRIC glikozaminoglikan ölçümünde altın standart olarak kabul edilmektedir (13).

Literatür bilgilerimize dayanarak söyleyebiliriz ki bizim çalıştığımız patellofemoral eklem üzerine çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda patellar kondromalazi grubunu içeren diğer çalışmalardan farklı olarak kıkırdağın dokuz farklı noktasından topografik ölçümler yapılmıştır. Topografik ölçümlerde hasta grubu ve kontrol grubu T1 relaksasyon değerleri özellikle üst santral, alt medial, alt santral, mediolateral kısımlar anlamlı derecede farklı çıkmıştır Ayrıca hem ayrı ayrı kıkırdak bölgelerinin hem de bunların ortalamasının incelenmesi tetkikin derinliğini, istatistiksel anlamlılığını ve güvenilirliğini arttırmıştır. Patellofemoral eklem üzerine yapılmış iki çalışmadan biri olan Nojiri ve arkadaşlarının yaptığı çalışma kıkırdağın sadece üç bölgesinde örnek olana ROI çizilerek yapılmıştır. Bizim çalışmamızın kıkırdağın üst, orta, alt segmentlerin medial, santral ve lateral segmentlerini içermesi ölçümün tüm kıkırdağı temsil etmesi açısından istatistiksel anlamlılığını artırmaktadır.

Nojiri ve arkadaşlarının çalışması 1,5 Tesla' da yapılmış olup otuz kişilik hasta grubunda yapılmıştır. Bu hastalar osteoartrit olanlar ve olmayanlar şeklinde gruplandırılmıştır. Hastalar dejenerasyon derecesine göre Outerbridge sınıflaması temel alınarak Evre I, II, III ve IV olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmaya göre OA(+) ve OA(-) grup arasında T1 relaksasyon değerleri açısından anlamlı farklılık çıkmıştır. Bu çalışmada Outerbridge sınıflamasına göre Evre III ve IV kıkırdak dejenerasyonu olan grupta T1 relaksasyon değerleri belirgin derecede düşük çıkmış olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (9). Bizim çalışmamızda yapılan topografik T1

relaksasyon ölçümlerinde sadece üst santral ve üst lateral kısımlarda kondromalazi derecesi ile korelasyon saptanmış olup ($P < 0,05$) diğer bölgelerde korelasyon saptanmamıştır ($P = 0,078$). Her ne kadar korelasyonun anlamlılık seviyesi $P = 0,05$ değerinden büyük olsa da bu sınır değere çok yakındır. Örneğin $P = 0,08$ anlamlılık değeri kabul edilseydi görsel dejenerasyonla kondromalazi seviyesi arasında korelasyon saptanabilecekti. Örnek sayısının artırılması daha yüksek derecede güvenilir bir sonuç verecektir.

Daha önce yapılan çalışmalarda cinsiyet ile T1 relaksasyon değerleri arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır. Bizim çalışmamızda kontrol grubunda alt lateralde, hasta grubunda alt medialde, ortalamalar karşılaştırıldığında ise alt lateralde cinsiyetin etken olabileceği sonucu çıkmıştır. ($P < 0,05$)

Daha önceki sınırlı sayıda hasta grubunu içeren birkaç çalışmada yaşın relaksasyon değerini etkilemediği belirtilmiştir. Daha geniş hasta ve kontrol grubunu içeren çalışmamızda tüm grupta lokal kıkırdak T1 relaksasyon değerleri ve ORTALAMA ile yaş arasında sadece üst lateral ve orta santral kesimde, hasta grubunda sadece orta santral ve üst lateral kesimde korelasyon saptanmıştır. ($P < 0,05$) Ortalama değer ile yaş arasında hiçbir grupta anlamlı korelasyon saptanmamıştır.

Çalışmanın 3 Tesla MRG' de yapılmış olması 1.5 Tesla MRG' de yapılan diğer çalışmalara üstünlüğüdür. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki yüksek manyetik alan dGEMRIC etkinliğini artırmaktadır. Bazı T1 relaksasyon değerleri diğer çalışmalara göre yüksek çıkmış olup bu sonuç çalışmanın yüksek manyetik alan gücünde yapılmasından kaynaklanabilir.

Diğer çalışmalarda olduğu gibi kıkırdak dejenerasyonu saptanan hastalarda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında T1 relaksasyon değerleri AM, AL, OS, OL bölgelerinde ve tüm patellar kıkırdak bölgeleri için hesaplanan ORTALAMA istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük çıkmıştır ($P < 0,05$). Bu da çalışmamızın güvenilirliğini kanıtlamaktadır. Diğer çalışmalarda kıkırdak kalınlığı ve T1 relaksasyon zamanları arasında korelasyon da araştırılmıştır. Biz çalışmamızda bu korelasyona değinmedik. Ancak aynı veriler kullanılarak kıkırdak kalınlığı ve T1 relaksasyon değerleri arasında ki ilişki de hesaplanıp ayrı bir çalışma konusu olabilir.

(9)

Yapılan ilk çalışmalardan biri Gillis ve arkadaşlarına ait olup (Gd-DTPA)²'nin kıkırdaktaki dağılımının kıkırdaktaki glikozaminoglikan dağılımını ölçmede güçlü bir araç olabileceğini belirtmişlerdir. Bunun yanında bu çalışmada başka bir kontrast ajanı olan Gadoteridol (GdHPDO3A)'un T1 relaksasyon değerleri Gadolinyum'a yakın olduğundan dGEMRIC yönteminin etkinliğini araştırmak açısından faydalı bir ajan olduğu belirtilmiştir (4). Çalışmamızda kontrast ajanı olarak tüm çalışmalarda kullanılan Gadolinyum'u kullandık. Ancak bu kontrast maddenin kontraendike olduğu böbrek yetersizliği (n:1), hamileler (n:1) gibi gruplarda ajanı uygulayamadık. Her ne kadar çocuk yaş grubunda (n:2) 2 yaşın üzerinde kullanılabileceği belirtilmişse de çocuk hastaları çalışma grubumuza dahil etmedik. 2 yaşın üstünde herhangi bir kontraendikasyon belirtilmemesi bu çalışmayı çocuk yaş grubunu da kapsayan kıkırdak patolojilerinde kullanabileceğimizi göstermektedir. Şu ana kadar yapılan çalışmalar içerisinde çocuklar üzerine yapılmış bir araştırmaya rastlanmamıştır.

dGEMRIC çalışmasında gadolinyum ajanı intravenöz bolus yöntemiyle enjekte edildikten 90 dk sonra MRI görüntüleri alınıp T1 relaksasyon ölçümü ve renkli haritası yapılmaktadır. Kwack ve arkadaşları köpekler üzerinde yaptıkları bir çalışmada dGEMRIC ve Gadolinyumun intraartiküler enjekte edilmesinin ardından alınan geç kontrastlı T1 relaksasyon haritalamaya dayanan iGEMRIC incelemeyi karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada ortalama SNR dGEMRIC incelemede daha fazla bulunmuş olmasına rağmen fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. CNR ise iGEMRIC incelemede ise kıkırdak ve sinovyal sıvı ayrımı daha net olarak yapılabildiği belirtilmiştir (15). iGEMRIC yöntemi MR artografi ve dGEMRIC avantajlarını taşıdığından etkili bir yöntem olsa da invazif olması nedeniyle dGEMRIC inceleme daha yaygınlaşmıştır.

İlk yapılan çalışmalardan bir diğeri de Nieminen ve arkadaşlarına ait olup 9.4 Tesla MRG'de domuz kıkırdağı modelinde yapılan çalışmada normal ve hasarlı dokuda glikozaminoglikan içeriğindeki azalma, T1 relaksasyon değerlerinin ölçülmesiyle hesaplanmıştır (13). Kurkijavi ve arkadaşlarının yaptığı 9.4 Tesla MRG'de in vitro yapılan bir başka çalışmada insan diz kıkırdağının biyomekanik karakteri araştırılmıştır. Biyomekanik ve MRG metrik ölçümler insan diz kıkırdağında topografik olarak yapısal ve fonksiyonel varyasyonları açığa çıkarmıştır. Bu

çalışmada dGEMRIC, T2 ve T1 incelemeleri ile farklı test noktalarındaki varyasyonlar gözlemlenmiştir. dGEMRIC incelemede farklı noktalarda, farklı relaksivite zamanları ve prostoglandin konsantrasyonları belirlenmiştir (16). İnsan kadavra kıkırdağında dokunun mekanik özelliği ve MRG görüntüleme arasındaki ilişkiyi araştıran bir başka çalışmada T2 ve dGEMRIC inceleme farklı manyetik kuvvetlerde doku mekaniğini ölçülmesine olanak tanıyabilir. Ancak bu parametreler doku mekaniğini tam olarak karakterize edemez. T2 haritalama hem 1.5 Tesla hem de 9,4 Tesla MRG' de topografik varyasyonları gösterebilir. Ancak dGEMRIC görüntüleme yüksek manyetik alan gücünde doku mekaniği ile topografik varyasyon arasında korelasyon gösterebilir(17). Bu çalışma 3 Tesla MRG ile yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalardan biridir. Bu nedenle dGEMRIC incelemenin etkinliği açısından yüksek manyetik alanda incelemenin yapılmış olması avantaj oluşturmaktadır.

Nissi ve arkadaşlarının yaptığı insan, sığır ve domuz kıkırdakları üzerinde 9,4 Tesla MRG ile yaptığı çalışmada dGEMRIC ve T2 ölçümlerinin doku mekanik özellikleriyle kompleks ilişkisi gösterilmiştir. Bu modelde T2 ölçümü kollajen ağında maturasyona duyarlı tespit edilmiştir. dGEMRIC incelemede ise farklı evrelerdeki maturasyon saptanamamıştır. Bu çalışmadaki sınırlama sadece patellar kıkırdağın kullanılmasıdır. Patellar kıkırdağa kompresyon sırasında çok az yük bindiği için bu çalışmanın patellar kıkırdaktan ziyade daha çok yük binen kıkırdaklar üzerinde yapılması etkinin araştırılması açısından daha anlamlı olabilir (18).

Mayerhoefer ve arkadaşları medial diz kompartmanına yük bindirerek ve yükü kaldırarak yaptıkları mekanik etkilerin T1 relaksasyon zamanını nasıl değiştirdiğini araştıran in vivo çalışmada mekanik stresin T1 relaksasyon zamanında kısalmaya neden olduğunu saptamışlardır. Bunun nedenini de kompresyon nedeniyle kıkırdak kalınlığında azalmaya bağlamışlardır. Sınırlı sayıda gönüllü grubu ile yapılan bu çalışmada ağırlığın yarattığı stres sonrası eklemde T1 relaksasyon zamanında 50 ms azalma normal kabul edilmiştir. Bu nedenle mekanik stres sonrasında hemen çekimin yapılması T1 relaksasyon sürelerinin düşük çıkmasına neden olabilir. (18) En kabul gören ve bizim de kullandığımız Burstein ve arkadaşlarının oluşturduğu dGEMRIC protokolünde, kontrast maddenin kıkırdağa nüfuz etmesi için enjeksiyondan hemen sonra 15 dk kadar merdiven inme ve çıkma hareketi önerilmektedir. Ancak bu durum mekanik bir stres yarattığından çekim merdiven

inme çıkma hareketinin hemen sonrasında yapılırsa T1 relaksasyon değerlerinde yapay bir düşüş saptanabilir. Bu nedenle mekanik stres sonrasında yaklaşık 75 dk kadar beklemekteyiz. Her ne kadar bizim çalışmamız stresin etkinliğini ölçmeye yönelik bir çalışma olmasa da yukarıdaki çalışmadan farklı olarak daha geniş gönüllü ya da hasta grubuyla 3 Tesla MRG de bu mekanik stresin doku biyomekaniği üzerindeki etkileri araştırılabilir.

dGEMRIC protokolü ile araştırılan bir başka konu da fiziksel egzersizin kıkırdak üzerinde olumlu etkisi olup olmadığıdır. Bu konuda yapılmış birkaç çalışmada fiziksel egzersizin kıkırdaktaki glikozaminoglikan düzeyindeki azalmayı engellediği belirtilmektedir. Tiderius ve arkadaşlarının yaptığı 37 sağlıklı gönüllüyü kapsayan çalışmada gönüllüler fiziksel aktivite yapanlar, yapmayanlar ve atletler şeklinde üç grup halinde sınıflandırılıp iki sene boyunca takip edilmişlerdir. Bu üç grupta lateral femoral kondilde T1 relaksasyon daha uzun ölçülmüştür. Bu üç grup karşılaştırıldığında egzersiz yapan grupta T1 relaksasyon değerleri daha yüksek çıkmış olup yüksek glikozaminoglikan konsantrasyonunu göstermektedir. Bu da diz kıkırdağının adaptif kapasitesini göstermektedir (20). Juras ve arkadaşlarının yaptığı total diz replasman cerrahisinden elde edilen kemik - kıkırdak spesimenlerle yaptıkları in vitro çalışmada MRG parametreleriyle dejenere insan eklem kıkırdağının biyomekanik özellikleri arasındaki korelasyon 3Tesla'da değerlendirilmiştir. Çalışmaya göre dGEMRIC yöntemiyle ölçülen GAG içeriği, dejenere olan kıkırdağın biyomekanik özelliklerine korrele bulunmuştur. Ancak T2 ve ADC değerleri ve biyomekanik profille istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır (22).

Ericson ve arkadaşlarının menisektomi yapılmış 45 hasta üzerinde yaptığı çalışmada medial kompartmandaki dGEMRIC indeksi ve kas kuvveti arasındaki pozitif korelasyon saptanmıştır. Kasların kıkırdağı koruyucu fonksiyonları vardır. Bunu eklemi stabilize ederek yaparlar. Şoku absorbe edip hareketi kontrol ederler. Eğer kaslar eklem üzerine binen kuvveti absorbe edemezse kıkırdak ve kemiğe daha fazla yük biner. Muskuler disfonksiyon teoremine göre bu durum sunkondral kemikte mikrotrabeküler hasar ve skleroz oluşturarak sonunda kıkırdak dejenerasyonuna kadar ilerler. Menisektomiden sonra eklem biyomekaniğindeki değişimler ayakta iken kıkırdaktaki ünite başına binen basıncı değiştirir. Bu da menisektomili hastaları yük dağılımı açısından zayıftır. Menisektomiden sonra muskuler stabilizasyon çok

önemlidir çünkü menisektomi operasyonu eklem laksitesini artırır. Bu çalışmada ayrıca BMI (body mass index) ile GAG konsantrasyonu arasında negatif korelasyon saptanmış olup yüksek BMI olan hastalarda GAG konsantrasyonu düşük ölçülmüştür (21). Kıkırdak yapılan egzersize GAG içeriğini artırarak yanıt vermektedir. GAG içeriğindeki artış viskoelastisiteyi artırarak kollajen ağını kompresif kuvvetten korumaktadır. Kıkırdağın osteoartrite olan yatkınlığı GAG içeriğine bağlıdır. Eklem hastalığı olanlar üzerinde yapılan çalışmalarda azalmış GAG düzeyleri tespit edilmiştir. Osteoartrit riski olan hastalarda egzersizin kıkırdak GAG miktarını arttırarak riski azaltmaktadır (22).

Bu çalışmada hastalar arasında böyle bir sınıflama ya da hastalara egzersiz yapıp yapmadıklarına dair sorgulama yapılmamıştır. Ancak hastalar geriye dönük olarak egzersiz konusunda sorgulanabileceği gibi egzersiz yapan gruplarla farklı eklem kıkırdaklarını içeren prospektif çalışmalar yapılabilir.

Osteoartrit riski ve kıkırdak GAG düzeyindeki ilişkiyi araştırmak için çeşitli eklemlerde d GEMRIC çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki osteoartrit derecesi ile dGEMRIC indeksi arasında negatif korelasyon saptanmıştır. Yani eklem aralığında daralma gibi geç osteoartrit bulguları ortaya çıktıkça indekste azalma saptanmaktadır (24, 25, 26). Williams ve arkadaşları diz üzerine yaptıkları çalışmada osteoartriti Kellegren/Lawrence sınıflamasına göre 5 gruba ayırmışlardır. Bu hastalara yapılan dGEMRIC incelemede radyografik olarak eklem aralığında daralma saptanan ileri osteoartrit hastalarında düşük T1 relaksasyon değerleri saptanırken, radyografik olarak normal olgularda T1 relaksasyon değerleri yüksek çıkmıştır. Yalnız ilginç olarak eklem aralığındaki daralmanın derecesi ile belirgin bir korelasyon saptanmamıştır. Bu da zemin etkisine bağlı olabilir ki GAG miktarındaki fazla azalma bire süre sonra tespit edilemeyebilir (25). Onyediyedi dizi içeren bir çalışmada hastalar 6 sene takip edilerek takip başlangıcında ve sonrasında dGEMRIC ile kıkırdak değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler göstermiştir ki dGEMRIC indeksi azaldıkça osteoartrit riski artmaktadır (26). Bu çalışmalar daha geniş gruplarla ve çeşitli zaman aralıklarında yapıldığında, zaman içerisinde kıkırdaktaki değişimi görmek açısından çok faydalı olacaktır.

dGEMRIC inceleme pek çok eklemdeki kıkırdak dejenerasyonunu değerlendirmede tercih edilen bir görüntüleme ve ölçüm yöntemi haline gelmiştir.

Omuz, karpometakarpal eklemler, kalça, intervertebral disk çeşitli çalışmalarda incelenmiştir (27, 28, 29).

Osteotomi, otolog kondrosit transplantasyonu, mikrofraktür gibi kırıkdağı tedavi etmeye yönelik çeşitli ortopedik tedavilerde kırıkdağın cevabı d GEMRIC ile etkin bir şekilde araştırılmıştır. Parker ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada osteotomi uygulanmış osteoartrit hastalarındaki kırıkdağıdaki rejenerasyonu takip etmişlerdir (30, 31, 32).

Yöntemin pek çok dejeneratif kırıkdağı hasarında kullanılabilir olması değerini giderek artırmaktadır. Çalışmada saptadığımız hasta ve kontrol grubuna ait topografik farklılıklar bu çalışmadan elde ettiğimiz en önemli sonuçtur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmanın orijinal katkısı aşağıdaki üç temel grupta toplanabilir:

1) dGEMRIC kıkırdaktaki GAG içeriğini ve dejenerasyon derecesini göstermede anlamlı bir yöntemdir. Patellar kondromalazi grubunu içeren diğer çalışmalardan farklı olarak kıkırdağın dokuz farklı noktasından topografik ölçümler yapılmıştır. Bu bölgeler içerisinde alt medial-alt santral, alt medial-orta medial, orta lateral-üst medial bölgeler arasında anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Hem ayrı ayrı kıkırdak bölgelerinin hem de bunların ortalamasının incelenmesi tetkikin derinliğini, istatistiksel anlamlılığını ve güvenilirliğini arttırmıştır.

2) Çalışmada yaş, cinsiyet faktörleri ve görsel kondromalazi derecesinin topografik farklılıklar ile korelasyonu araştırılmıştır.

3) Kontrol ve hasta gruplarının örnek hacmi mümkün olduğu kadar büyük seçilmiş (30 kişilik kontrol grubu ve 30 hasta grubu) dar güven aralıkları oluşturmaya imkan verecek veri toplanmıştır. Bu, istatistiksel çıkarım sürecinde düşük P anlamlılık dereceleri ile çalışmaya olanak sağlamıştır.

dGEMRIC'in karakteristiğini ve uygulama alanlarını ortaya koyan diğer unsurlar aşağıda sıralanmıştır:

1) Özellikle yüksek tesla gücünde MRG ile yapılan incelemelerde kıkırdak glikozaminoglikan içeriğini belirlemede görüntüsel yöntemlerle belirlemede en hassas tekkiktir.

2) Tetkikin MRG ve kontrast madde ile yapılıyor olması hamileler, iki yaş altı çocuk grubu, artefakt yapma olasılığı olan metal protezi, kalp pili, klostrifobisi, kronik böberke yetmezliği olan hastalarda kullanımını kısıtlamaktadır. Bu çalışmada çocuk hasta grubu ele alınmamış olsa da Magnevist (Gd-DTPA)'in iki yaş grubu üzerinde kullanılabilir olması bu grupta artropati ile birliktelik gösterebilecek kıkırdak hasarını değerlendirmede etkin bir teknik olabilir. Hemofilik artropati gibi sık karşılaşılmayan eklem lezyonlarında kıkırdak hasarı olma olasılığı yüksek olacağından özellikle bu grupta dGEMRIC inceleme çok faydalı olabilir.

4) Tetkikin kıkırdak hasarını morfolojik bulgular ortaya çıkmadan erken dönemde yakalama şansının yüksek olması kıkırdağa erken müdahale konusundan klinisyene önemli fikirler verebilir.

5) Tetkik diz eklem dışında vücuttaki pek çok ekleme yönelik uygulanabilir olup uzun dönemde kıkırdak dejenerasyonun takibi bu yöntemle güvenilir bir şekilde yapılabilir.

6) Sık görülen osteoartrit grubundan kıkırdak dejenerasyonunu saptamada etkin olmakla birlikte özellikle ileri osteoartritlik olgularda T1 relaksasyon değerlerinde belirgin düşüklük saptanmayabilir. Bu da zemin etkisine bağlı olabilir ki GAG miktarındaki azalma bir süre sonra tespit edilemeyebilir.

7) Kıkırdak dejenerasyonunda tedavi amaçlı kullanılan osteotomi, otolog kondrosit transplantasyonu, mikrofraktür gibi yöntemlerin sonuçlarını ve kıkırdak onarımının derecesini araştırmada dGEMRIC görüntülemenin etkin bir şekilde kullanılabilceği çeşitli araştırmalarla istatistiksel olarak doğrulanmıştır.

8) dGEMRIC kıkırdak hasarındaki dejenerasyonu göstermesi açısından ön çapraz bağ operasyonu, menisektomi gibi çeşitli operasyonlar sonrasında kıkırdakta meydana gelebilecek olası hasarı tespit etmek için özellikle ortopedik cerrahi bölümü tarafından tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir.

9) Çalışmamızda hastalar egzersiz yapıp yapmadıklarına dair sorgulanmamıştır. Egzersiz ve kıkırdak dejenerasyonu arasındaki korelasyonu gösteren dGEMRIC çalışmalar baz alınarak hastalarımız geriye dönük sorgulanabilir. Buna ait retrospektif sorgulama yapılabilir.

9) Sonuç olarak dGEMRIC patellar kondromalazi hastalarında kıkırdak dejenerasyonunu göstermede etkin bir görüntüleme yöntemidir. Özellikle erken dönemde dejenerasyonu saptayabilmesi ve kıkırdak GAG düzeyi hakkında bilgi vermesi diğer konvansiyonel ve ileri kıkırdak görüntüleme modellerine üstünlük sağlanmaktadır. Çalışmamızın topografik farklılıkları ortaya koyması bu alanda yapılmış çalışmalar arasında değerini artırmakta olup diğer çalışmalara ışık tutabilir. Diz eklemi dışında dejenerasyon riski yüksek olan diğer eklemlere yönelik çalışmalar yüksek hasta ve kontrol gruplarıyla yaş, cinsiyet ve morfolojik dejenerasyon dereceleri ile korele edilecek çalışmalar yapılabilir. Ortopedik cerrahi dalının

kıkırdağa erken mdaheler açısından bu konuya özellikle ilgi duyması çalışmaların sayısını giderek artıracaktır.

7. ÖZET

PATELLAR KONDROMALAZI HASTALARINDA KIKIRDAK GLIKOZAMINOGLIKAN İÇERİĞİNDEKİ TOPOGRAFIK FARKLILIKLARIN GEÇ KONTRASTLI T1 MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME (dGEMRIC) YÖNTEMİYLE 3T'DE İNCELENMESİ

Amaç: dGEMRIC görüntüleme yöntemi kullanılarak kıkırdak dejenerasyonu olan patellar kondromalazi hastalarındaki topografik özellikleri belirlemek.

Materyal ve metot: Patellar kondromalazi şikayeti olan otuz hasta ve otuz gönüllüden oluşan kontrol grubu dGEMRIC görüntüleme yöntemiyle 3Tesla da (Achieva; Philips, Netherlands) incelendi. Patellar kıkırdaktaki topografik T1 relaksasyon farkları 9 ayrı lokasyon incelenerek belirlendi. (üst-orta-alt ve medial-santral-lateral).

Sonuçlar: Hasta ve kontrol grubunda topografik ortalama T1 relaksasyon süreleri karşılaştırılmış ve hasta grubunda anlamlı derecede düşük bulundu. Ayrıca topografik bölgeler kendi aralarında karşılaştırıldı. Elde edilen sonuca göre alt medial-alt santral, alt medial-orta medial, orta lateral-üst medial bölgeler arasında anlamlı farklılıklar bulundu. Hasta grubuna ait patellar kıkırdak üst santral ve üst lateral kısımda yaş ile korelasyon görülmüştür. Hasta grubunda T1 relaksasyon değerleri ve görsel kondromalazi derecesi arasında da üst santral ve üst lateral kısımda korelasyon saptandı.

Tartışma ve Bitiriş: dGEMRIC kıkırdaktaki erken ve belirgin dejenerasyonu saptamada çok yararlı bir yöntemdir. Kıkırdağın farklı noktalarında değişen dejenerasyon seviyesini gösterebilmesi diğer kıkırdak görüntüleme modalitelerine üstünlüğüdür. Bu nedenle kıkırdak dejenerasyonu şüphesi olan olgularda güvenle kullanılabilir.

8. ABSTRACT

TOPOGRAPHIC DIFFERENCES IN PATELLAR CARTILAGE GLYCOSEAMINOGLYCAN CONTENT IN PATIENTS WITH PATELLAR CHONDROMALACIA: EVALUATION WITH DELAYED GADOLINIUM-ENHANCED MAGNETIC RESONANCE IMAGING TECHNIQUE (dGEMRIC) AT 3 TESLA

Purpose/Introduction: To examine the topographic characteristics of patellar cartilage degeneration in patients with patellar chondromalacia using delayed gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging of the cartilage (dGEMRIC).

Materials and Methods: Thirty 30 patients with patellar chondromalacia and 30 healthy volunteers were evaluated using dGEMRIC at 3Tesla (Achieva; Philips, Netherlands). Differences in post-contrast T1 relaxation of cartilage between groups and locations were evaluated at 9 separate locations (matrix of upper - medial – lower and medial-central-lateral).

Results: The mean T1 relaxation times were compared in patient and control groups with topographic measurements of patellar cartilage. The correlation between age and variation of T1 relaxation times in upper central and upper lateral parts of the cartilages was obtained in patients group. The correlation between visual changes of cartilage and T1 relaxation values was obtained in upper central and upper lateral parts of cartilage.

Discussion and Conclusion: dGEMRIC may be a useful method to evaluate prominent and early degenerative changes in patellar cartilage as well as the degeneration level in different localisations of the cartilage. This property makes it superior to other cartilage imaging modalities. Hence it can be used safely in case of suspect of cartilage degeneration.

Key word: dGEMRIC , chondromalasia, patellar cartilage

9. KAYNAKLAR

1. Crema MD, Roemer FW, Marra MD et al. Articular cartilage in the knee: current imaging techniques and applications in clinical practice and research. *RadioGraphics* 2011 ; **31**:37-62
2. Stoller, David W. *Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine*, Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2007
3. Kaya T. *Kas İskelet ve Yumuşak Doku Radyolojisi*, İstanbul, Nobel ve Güneş Tıp Kitapevi, 2008
4. Gür E, Baydar ML. Patellar kondromalazinin artroskopik tanı ve tedavisi. *Acta Orthop Traumatol* 1995; **29**:385-390
5. Link TM, Stahl R, Woertler K. Cartilage imaging: motivation, techniques, current and future significance. *Eur Radiol* 2007; **17**:1135-1146
6. Trattng S, Domayer S, Welsch WW et al. MR imaging of cartilage and its repair in the knee. *Eur Radiol* 2009 ; **19**: 1582-1594
7. Trattng S, Millington SA, Szomolanyi P, Marlovits S. MR imaging of osteochondral grafts and autologous chondrocyte implantation. *Eur Radiol* 2007 ; **17**: 103-118
8. Choi YS, Potter HG, Chun TJ. MR imaging of cartilage repair in the knee and ankle. *Radiographics* 2008 ; **28**: 1043-1059
9. Nojiri T, Watanabe N, Namura T et al. Utility of delayed gadolinium-enhanced MRI for qualitative evaluation of articular cartilage of patellofemoral joint. *Knee Surg.Sports Traumatol Artrose* 2006 ; **14**: 718-723
10. Kijowski R, Blankenbaker DG, Davis KW et al. Comparison of 1.5 T and 3.0 T MR imaging for the evaluation the articular cartilage of the knee joint. *Radiology* 2009; **250(3)**: 839-848
11. Burstein D, Velyvis J, Scott KT et al. Protocol issues for delayed Gd-DTPA⁻² enhanced MRI (d GEMRIC) for clinical evaluaition of articular cartilage. *Magn Reson Med* 2001; 10:1051-5

12. Potter HG, Linklater JM, Allen AA et al. Magnetic Resonance imaging of articular cartilage in the knee. An evaluation with use of fast-spin-echo imaging. *J Bone Joint Surg Am* 1998; **80**: 1276-84
13. Nieminen MT, Rieppo J, Silvenoinen et al. Spatial assessment of articular cartilage proteoglycan with Gd-DTPA-enhanced T1 imaging. *Magn Reson Med* 2002; 48(4): 640-8
14. Gillis A, Gray M, Burstein D. et al. Relaxivity and diffusion of gadolinium agents in cartilage. *Magn Reson Med* 2002; **48**(6): 1068-71
15. Kwack K, Cho JH, Kim MS et al. Comparison study of intraarticular and intravenous Gadolinium enhanced magnetic resonance imaging of cartilage in a canine model. *Acta Radiologica* 2008; **49**(1),65-74
16. Kurkijarvi JE, Nissi MJ, Kiviranta I et al. Delayed Gadolinium-Enhanced MRI of cartilage (dGEMRIC) and T2 characteristics of human knee articular cartilage: Topographical variation and relationships to mechanical properties. *Magn Reson Med* 2004; **52**:41-46
17. Lammentausta E, Kiviranta P, Nissi M.J. et al. T2 relaxation time and delayed gadolinium-enhanced MRI of cartilage (dGEMRIC) of human patellar cartilage at 1.5 T and 9,4 T: Relationships with tissue mechanical properties. *J Orthop Res* 2006; **24**: 366-374
18. Nissi BJ, Rieppo J, Laasanen MS et al. Estimation of mechanical properties of articular cartilage with MRI- dGEMRIC, T2 and T1 imaging in different species with variable stage of maturation. *Osteoarthritis and Cartilage* 2007; **15**:1141-1148
19. Mayerhoefer M E., Welsch G H, Mams TC et al. The in vivo effects of unloading and compression on T1 (dGEMRIC) relaxation times in healthy articular knee cartilage at 3,0 Tesla. *Eur Radiol* 2010; **20** (2): 443-9
20. Tiderius CJ, Svenson J, Leander P et al. dGEMRIC (Delayed Gadolinium-Enhanced MRI of cartilage) Indicates Adaptive Capacity of Human Knee Cartilage. *Magn Reson Med* 2004;**51**:286-290
21. Ericson YB, Tjörnstrand J, Tiderius CJ et al. Relationship between cartilage glycosaminoglycan content (assessed with dGEMRIC) and OA risk factors in meniscectomized patients. *Osteoarthritis and Cartilage* 2009; **17**:565-570

22. Juras V, Bittsanky M, Madjisova Z et al. In vitro determination of biomechanical properties of human articular cartilage in osteoarthritis using multi-parametric MRI. *Journal of Magnetic Resonance* 2009;**197**:40-47
23. Roos EM, Dahlberg. Positive Effects of Moderate Exercise on Glicoseaminoglycan Content in knee cartilage.*Arthritis and Rheumatism* 2005;**52**: 3507-3514
24. Tiderius CJ, Olsson LE, Leander P et al. Delayed Gadolinium-Enhanced MRI of Cartilage (dGEMRIC) in Early Knee Osteoarthritis. *Magnetic Resonance In Medicine* 2003; **49**:488-492
25. Williams A, Sharma L, McKenzie CA et al. Delayed Gadolinium-Enhanced Magnetic Resonance Imaging of Cartilage in Knee Osteoarthritis. *Arthritis and Rheumatism* 2005; **52**:3528-3535
26. Owman H, Tiderius J, Neuman P et al. Association Between Findings on Delayed Gadolinium-Enhanced Magnetic Resonance Imaging of Cartilage and Future Knee Osteoarthritis. *Arthritis and Rheumatism* 2008; **58**:1727-1730
27. Zilkens C, Holstein A, Bittersohl B et al. Delayed Gadolinium-enhanced Magnetic Resonance Imaginh of Cartilage in the Long-term Follow-up After Perthes Disease. *J Pediatr Orthop* 2010: **30**; 147-153
28. Williams A, Shetty SK, Burstein D et al. Delayed gadolinium enhanced MRI of cartilage (dGEMRIC) of the first carpometacarpal joint : a feasibility study . *Osteoarthritis and Cartilage* 2007: **16** ; 530-532
29. Vaga S, Raimondi MT, Cainai E et al. Quantative Assesment of Intervertebral Disc Glycosaminoglycan Distrubution by Gadolinium-Enhanced MRI in Orthopedic Patients. *Magnetic Resonance in Medicine* 2008: **59**;85-95
30. Parker DA, Beatty, Giuffre B et al. Articular Cartilage Changes in Patients With Osteoarthritis After Osteotomy. *The American Jornal of Sports Medicine* 2011: 39 (5) ; 1039-1045
31. Watanabe A, Boesch C, Anderson SE et al. Ability of dGEMRIC and T2 mapping to evaluate cartilage repair after microfracture: a goat study. *Osteoarthritis and cartilage* 2009: **(17)**; 1341-1349
32. Trattinig S, Marlovits S, Gebetsroither S et al. Three-dimensional Delayed Gadolinium- Enhanced MRI of Cartilage (dGEMRIC) for In vivo Evaluation of

Reperative Cartilage after Matrix-Associated Autologous Chondrocyte Transplantation at 3,0 T: Preliminary results. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 2007; **26**; 947-982