

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

KALÇA İMPİNGEMENT SENDROMLARI OLAN HASTALARDA
ARTROGRAFİK BULGULARIN CERRAHİ VE ARTROSKOPİK
BULGULAR İLE KORELASYONU

Dr.Murat ŞAHİN

Radyoloji Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR
2011

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

KALÇA İMPİNGEMENT SENDROMLARI OLAN HASTALARDA
ARTROGRAFİK BULGULARIN CERRAHİ VE ARTROSKOPİK
BULGULAR İLE KORELASYONU

Dr. Murat ŞAHİN

Radyoloji Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŐMANI
Prof. Dr. Tamer KAYA

ESKİŞEHİR

2011

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA,

Dr. Murat ŞAHİN'e ait "Kalça İmpingement Sendromları Olan Hastalarda Artrografik Bulguların Cerrahi Ve Artroskopik Bulgular ile Korelasyonu" adlı çalışma jürimiz tarafından Radyoloji Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Tarih: ././2011

Jüri Başkanı	Prof.Dr.Tamer KAYA Radyoloji Anabilim Dalı
Üye	Prof.Dr. Baki ADAPINAR Radyoloji Anabilim Dalı
Üye	Prof.Dr.Mahmut KEBAPÇI Radyoloji Anabilim Dalı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fakülte Kurulu'nun
.....Tarih veSayılı Kararı ile onaylanmıştır.

Prof .Dr.Necmi ATA
Dekan

TEŞEKKÜR

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Radyodiagnostik Anabilim Dalında yapmış olduğum uzmanlık tezimin hazırlanmasında bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım sayın hocam Prof.Dr. Tamer KAYA'ya, uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren sayın hocalarım Prof.Dr. İ. Ragıp ÖZKAN'a, Prof.Dr. Baki ADAPINAR'a Prof.Dr. Mahmut KEBAPÇI'ya, Doç.Dr. Nevbahar Akçar DEĞİRMENCİ'ye, Doç.Dr. Cüneyt ÇALIŞIR'a, Ortopedi Anabilim Dalında görevli hocalarım Prof.Dr. Hakan ÖMEROĞLU, Yrd.Doç.Dr. Ulukan İNAN'a, ayrıca tezimin istatistiklerinin hazırlanmasında bana yardımcı olan Biyoistatistik Anabilim Dalındanda Görevli Doç Dr. Fezan MUTLU'ya yardımları ve destekleri için teşekkür ederim.

ÖZET

Şahin, M. Kalça Femoroasetabuler İmpingementli Hastalarda MR ve BT Artrografinin Cerrahi ve Artroskopik Bulgular ile Karşılaştırılması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir, 2011. Bu Çalışma Ekim 2009 ile Nisan 2011 tarihleri arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında prospektif olarak gerçekleştirildi. Femoroasetabular İmpingement ön tanısı ile artrografisi yapılan hastaların 50 kalça tetkiki çalışmaya dahil edildi. Bu hastalara hem ÇKBTA (Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi Artrografi) ve hemde MRA (Manyetik Rezonans Artrografi) yapıldı. Hastaların ortalama yaşları kadınlarda 32 ve erkeklerde 31'di. Yapılan ÇKBTA ve MRA bulguları hem birbirleri ile hemde cerrahi ve artroskopi bulgular ile karşılaştırıldı. Artrografileri yapılan 10 hasta opere oldu; 9 hastaya açık cerrahi 1 hastaya artroskopi yapıldı. Her iki artrografi tetkikinin kalça içi patolojileri saptamak için cerrahi sonuçların karşılaştırılması ile bulundu. Labral patolojileri saptamasında ÇKBTA %80 sensitifite ve %100 spesifisiteye sahipti, bu nedenle MRA'ye alternatif bir tetkik olarak değerlendirildi. Asetabular ve femoral kartilaj defektlerini saptamada MRA ve ÇKBTA bulguları ayrı ayrı değerlendirildi. Femoral kartilaj defektlerinin saptanmasında ÇKBTA'nin sensitifitesi %100 spesifisitesi %85'di. Asetabular kartilaj defektlerinde ise MRA ve ÇKBTA bulguları birbirine yakın sonuçlar gösterdi. ÇKBTA labral yırtık varlığının tespitinde olduğu gibi labral yırtık lokalizasyonunda da MRA'ya göre daha üstün bulundu. ÇKBTA özellikle labral yırtık lokalizasyonunu daha yüksek oranda saptadı. Kemik lezyonlarının varlığında ise ÇKBTA labral patolojileri MRA'ya göre daha iyi değerlendirdi. Sonuç olarak femoroasetabular impingementteki kalça içi patolojilerini saptamada ÇKBTA MRA'ya iyi bir alternatif tetkikdir. Özellikle femoral kartilaj defektlerinin saptanmasında ve labral yırtık lokalizasyonunda MRA'ya göre daha üstündür.

Anahtar Kelimeler: Femoroasetabular impingement, Çok kesitli BT artrografi, Manyetik rezonans artrografi

ABSTRACT

Şahin, M. Femoro-acetabular Impingement: Comparison of MR and CT Arthrography Findings with Surgical and Arthroscopic Findings. Eskişehir Osmangazi Medical Faculty, Department of Radiology. This prospective study was performed between October 2009 - April 2011 at Osmangazi University Medical Faculty, Department of Radiology. Medical Speciality Thesis, Eskişehir 2011. A total of 50 arthrography examinations of patients with a clinical diagnosis of femoro-acetabular impingement were included in study. All patients were examined with MRA (Magnetic resonance arthrography) and MDCTA (Multidetector computurized tomography arthrography). The mean age of the patients was 32 for women and 31 for men. MDCTA and MRA findings were compared with another and also to surgery and arthroscopy findings. 10 patients with positive arthroscopic findings underwent surgery: 9 open and 1 arthroscopic procedures were performed. The ability of each arthrographic study to detect hip pathologies was assessed using surgery results as the gold standard. Sensitivity and specificity of MDCTA in detecting labral lesions were % 80 and % 100, respectively and MDCTA found to be a valid alternative to MRA. MRA and MDCTA findings were also evaluated seperately for acetabular and femoral cartilage defects. Sensitivity and specificity of MDCTA in detecting femoral cartilage defects were % 100 and % 85, respectively. MRA and MDCTA findings showed similar results for acetabular cartilage defects. MDCTA found to be süperior to MRA for detection of labral lesions and also for localizing them. MDCTA allowed better evaluation of labral pathologies along with bone lesions, if present. In conclusion, MDCTA is an effective alternative method for detection of hip pathologies in femoro-acetabular impingement syndrome. MDCTA is also süperior to MRA, especially for detecting femoral cartilage defects and localizing labral lesions.

Key Words:Femoroacetabular Impingement,Multidetector computurized tomography arthrography, Magnetic resonance arthrography

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISATMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kalça Eklemi Embriyolojisi	3
2.2. Kalça Eklemi Anatomisi	4
2.3. Femoroasetabular İmpingement	8
2.3.1. Femoroasetabular İmpingement Patomekanizması	8
2.3.2. Femoroasetabular İmpingement Tipleri	9
2.4. Radyolojik Görüntüleme Yöntemleri	16
2.4.1. Radyografi	17
2.4.2. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	18
2.4.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	22
2.4.4. Manyetik Rezonans Artrografi (MRA)	33
2.4.5. Bilgisayarlı Tomografi Artrografi (BTA)	35
2.5. Femoroasetabular İmpingementte Klinik	36
2.6. Femoroasetabular İmpingementte Tedavi	39
3. GEREÇ VE YÖNTEM	40
3.1. Hasta Populasyonu	40
3.2. Artrografi Tekniği Ve Görüntülerin Alınması	40
3.3. Görüntülerin Değerlendirilmesi	41
3.4. İstatistiksel Değerlendirme	42
4. BULGULAR	43

	Sayfa
5. TARTIŞMA	51
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	61
EK-OLGU ÖRNEKLERİ	69

SİMGELER VE KISALTMALAR

BT	Bilgisayarlı Tomografi
BTA	Bilgisayarlı Tomografi Artrografi
ÇKBT	Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi
ÇKBTA	Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi Artrografi
FAİ	Femoroasetabular İmpingement
MRA	Manyetik Rezonans Artrografi
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme

ŞEKİLLER

	Sayfa
2.1. Os coxae	4
2.2. Fossa ve labrum asetabuli	5
2.3. Kalça eklemi bağları – anterior	7
2.4. Kalça eklemi bağları – posterior	7
2.5. Normal kalça morfolojisinin ve normal kalça yerleşiminde hareketin çizimi, pincer impingement , cam impingement	10
2.6. Normal kalçada alfa açısının hesaplanması	12
2.7. Erişkin tip gelişimsel kalça displazisinde üç ayrı olguda merkez kenar açısı	13
2.8. Asetabular Retroversiyon.(A) Normal asetabulum oryantasyonu. Normal lokalizasyondaki asetabulumun anterior kesimi.(B) Retrovert asetabulumda anterior ön kesimi normale göre daha lateralde izlenir.	14
2.9. Normal AP kalça grafisi	15
2.10. (A) Normal asetabulumda anterior kenarı noktalı posterior kenarı kesik çizgi ile gösterildi. (B) Cross-over bulgusu (8 şekli) olan kalça anterior kenar noktalı posterior kenar kesik çizgili olarak gösterildi	16
2.11. AP-Pelvis grafisinde doğru çekim tekniği	17
2.12. Aksiyel “cross-table” grafi çekim tekniği	18
2.13. İmpingement testi	36
2.14. FAI değerlendirilmesinde klinik testler	37
2.15.(A) negatif FABER testi, (B) pozitif FABER testi	38
3.1. Asetabular labrum lokalizasyonları	42

TABLolar

	Sayfa
4.1. Tüm kalçaların MRA tetkiki bulguları	45
4.2. Tüm kalçaların ÇKBTA tetkiki bulguları	46
4.3. Tüm kalçaların toplam olarak sayısal MRA ve ÇKBTA bulguları	47
4.4. Opere olan olguların MRA, ÇKBTA ve operasyon bulguları	48
4.5. Opere olan olguların labral yırtık lokalizasyonları ve bulguları	49
4.6. ÇKBTA ve MRA labral yırtık saptama % oranları	49
4.7. ÇKBTA ve MRA asetabular kartilaj defektlerini saptama % oranları	50
4.8. ÇKBTA ve MRA femoral kartilaj defektlerini saptama % oranları	50

1-GİRİŞ

Osteoartrit (OA) mekanik ağrıya neden olan degeneratif eklem hastalığıdır(1). Eklem degenerasyonuna neden olan sebepler farklı olsada eklemde izlenen temel patolojiler ortaktır. Eklem kırırdağında farklı derecelerde kayıp ve buna eşlik eden subkondral kemik reaksiyonu eklemlerde izlenen temel değişikliklerdir (2). Femoroasetabular impingement sendromu (FAİ) primer kalça osteoartritinin ana sebeplerinden birisidir (3). FAİ son yıllarda tanımlanmış olup kalça osteoartritine neden olan progresif dejeneratif bir süreçtir (4,5).

Mekanik bir kavram ve tanımlayıcı bir tanı olan FAİ, mekanik olarak femur proksimali ile asetabulum kenarının birbirine çarpması olarak tanımlanır (3). Özellikle fleksiyon ve internal rotasyon sırasında, asetabulumu karşı femoral başın sürtünmesine bağlı tekrarlayan mikrotravma ve femoral başın asetabular kenara değmesi asetabular labrum ve artiküler kırırdağ dejenerasyonuna neden olur. Labrum denejenerasyonu ve yırtılması, komşuluğundaki asetabular kırırdağın progresif olarak hasar görmesi OA'in habercileridir. Asetabular labrumda anormal asetabular yüklenmenin bir sonucu olarak hipertrofi, dejenerasyon ve/veya yırtıklar görülür (6). Bir kişide radyolojik olarak tanınabilecek biçimde FAİ bulguları olabilir ancak o kişide klinik olarak ortaya çıkmış bir FAİ bulunmayabilir (3).

Femoroasetabular impingement sendromlu hastalar genellikle gençtir ve fiziksel olarak aktiftirler, FAİ kalçada yavaş başlangıçlıdır, sıklıkla minör travma sonrasında oluşur, fleksiyonu ve internal rotasyonu kısıtlar ve bunlarla ağrı oluşur. Ağrı zamanla gitgide artar ve aktiviteden bağımsız olarak oluşur (6).

Femoroasetabular impingement sendromu, kırırdağ harabiyetine, labral yırtığa ve ilerleyici OA neden olan bir süreçtir ve iki tipi tanımlanmıştır. Cam tipi ve pincer tipi impingement. Cam tipi impingementte femur baş boyun morfolojisinde, pincer tipi impingementte ise asetabular morfolojide anormallik izlenir. Ayrıca her ikisinin birleşimi ile mikst impingement de tanımlanmıştır (6,7). Cam tipi femoroasetabular impingement en sık görülen tiptir ve genellikle genç aktif erkeklerde görülür. Pincer tipi femoroasetabular impingement ise orta yaşlı kadınlarda görülür (8).

Klinik ve radyolojik olarak FAİ'dan şüphe edilen hastalarda eklemde oluşabilecek ilerleyici dejeneratif hastalık, erken teşhis ve tedaviyle önlenebilir (3).

Bu nedenle kas iskelet sistemi ile ilgilenen hekimlerin bir bölümü dışındaki klinisyenler arasında henüz yaygın olarak bilinmeyen bu kavram, radyologlar tarafından tanınabilmektedir (3,4,5).

Femoroasetabular impingement sendromu tanısı klinik gözlem ve görüntüleme yöntemlerine dayanır (7). Kalça ve kasık ağrısı olan genç yetişkinlerin değerlendirmesinde sıklıkla Manyetik Rezonans (MRG) kullanılır. MRG ve MRA (Manyetik Rezonans Artrografi) asetabular labrum ve artiküler kıkırdağın değerlendirilmesi için tercih edilebilecek tekniklerdir. MRG'deki asetabular kenar lezyonlarının impingement test sonuçları ile korele olduğu gösterilmiştir. Erken evrede FAİ'nin teşhis edilebilmesi ve FAİ'nin OA ile ilişkisinin bilinmesi kalça dejenerasyonunun engelleyici tedavilerin başlanmasını sağlayabilir (6,7,8).

MR artrografi labral patolojileri, asetabular ve femoral kartilaj defektlerini iyi bir şekilde gösterir. Ayrıca femoral baş-boyun morfolojisinin değerlendirilmesinde bize bilgi verir (8).

MR artrografinin kalça femoroasetabular impingement tanısında etkinliği daha önceki çalışmalarda değerlendirilmiştir. Kalça FAİ tanısında Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi Artrografi (ÇKBTA) ile ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışma vardır. Biz bu çalışmada yüksek çözünürlük gücü olan 64 dedektörlü BT artrografi tekniği ile FAİ'de kalça içi eklem patolojilerinin tespitini ve MR artrografi sonuçları ile kıyaslamayı hedefledik. Ayrıca her iki yöntemin tanıda birbirine olan üstünlüklerini tespit etmeyi ve bulguları cerrahi sonuçlar ile karşılaştırarak tanı güçlerini belirlemeyi amaçladık.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Kalça Eklemi Embriyolojisi

İntrauterin hayat başlangıç, embriyolojik ve fetal dönem olmak üzere 3 bölüme ayrılmıştır. Başlangıç dönemi, fertilizasyondan sonraki 2 hafta içinde ovumun endometriuma implante olduğu dönem (ovüler faz) olarak bilinen dönemdir (11).

Embriyolojik dönem 2. haftadan 8. hafta sonuna kadar olan dönemdir. Bu dönemde farklılaşmış olan yapılar büyüme ve olgunlaşma ile özellik kazanırlar. Dört haftalık bir embriyo 5mm boyunda olup peritoneal kavitenin proksimal ve distalinde anterolateral yönde bir çıkıntı oluşur. Gelişme kraniokaudal yöndedir (11).

Kalça ekleminin gelişimi, gestasyonun yaklaşık 7. haftasında mezenşimden farklılaşan primitif tomurcuğun ortaya çıkması ile başlar. Gestasyonun 11. Haftasında bu primitif hücrelerin tamamen farklılaşması sonucu femur başı ve asetabulumun kıkırdak yapısı tamamlanır (11,12).

İntrauterin yaşamın 4. haftasında embriyo 5mm. uzunluğa ulaşır ve ekstremitte kıvrımları belirlemeye başlar. Gelişim, kraniokaudal yönde olur. Alt ekstremitte tomurcuğunun proksimal ve santral kısımlarında hücreden zengin blastem oluşur. Bu, kalça ekleminin kıkırdak taslağını oluşturacak ilk safhadır(11). 8. haftanın sonunda asetabulum erken kıkırdak modeli oluşur (11). Femur ise primitif kondroblastların farklılaşması sonucu oluşur. 11. haftada, femur başı küresel olarak biçimlenmiş ve primitif trokanter majus tamamen oluşmuştur (12,13).

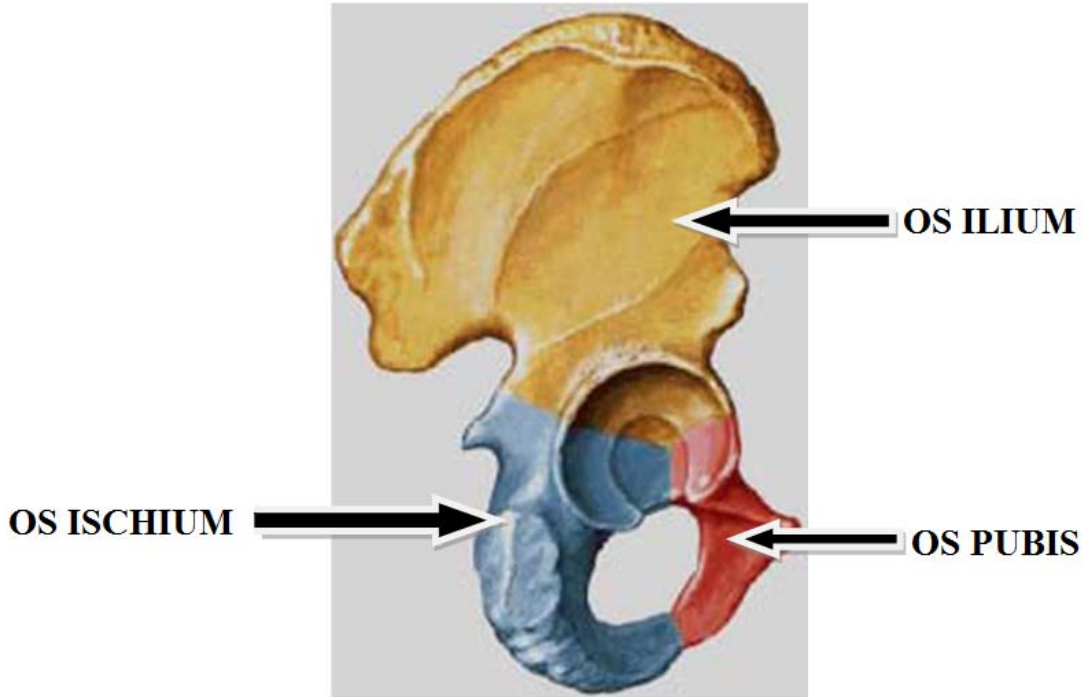
Femoral anteversiyon 5-10° olup, asetabular anteversiyon yaklaşık 40° dir. Eklem kapsülü, ligamentum teres, glenoid labrum, transvers asetabular ligaman bu aşamada iyi tanımlanan yapılardır. 11. haftada femur başı 2 mm. çapındadır. Bu aşamada alt ekstremitte fleksiyon, addüksiyon ve dışa rotasyon pozisyonundadır. 10-11. haftadaki damarlanma ve sinir dağılımı erişkindekine benzemektedir (11). 16. haftada fetus 10 cm. uzunluğa ulaşır ve ekstremiteler de uzadığı için, diz ve kalçalar daha da fleksiyona gider. Birçok olguda sol bacağın sağ bacak üzerine bindiği gözlenmiştir. Bu nedenle torsiyonel problemlerin çoğu sol tarafta oluşur. Bu dönemde femur başının çapı 4 mm.' dir; trokanter major iyice gelişmiş ve kendisine yapışan abduktör adaleler ile fonksiyon görececek konuma gelmiştir (11).

Femur başı 6. ayın sonuna kadar kıkırdak yapısını korur, ancak bu aşamadan sonra kemikleşme (ossifikasyon) başlar. Femur boyun-diafiz açısı yaklaşık 130° dir ve fetal dönemin sonuna kadar bu derecede sabit kalır. Femoral anteversiyon fetal dönemin ilk yarısına kadar -4° den $+11^\circ$ ye kadar farklılık gösterir. Femoral anteversiyon fetal yaşamın 2. yarısında gelişmeye başlar ve doğumda 35° ye ulaşır (11).

Badgley'e göre femoral torsiyon ekstremite tomurcuğunun içe rotasyonu sonucu oluşmaktadır. Anteversiyon derecesi, ekstremitenin uterus içindeki pozisyonu ile doğrudan bağlantılıdır. Asetabular derinlik, femur başının büyüklüğü ile doğrudan ilişkilidir. Fetal dönemde, femoral anteversiyon derecesi ile gelişimsel kalça displazisi arasında bağlantı bulunamazken, asetabulumun derinliği ve hipoplazisi ile kalça displazisi arasında kesin bir ilişki vardır (11).

2.2. Kalça Eklemi Anatomisi

Kalça eklemi, femur üst ucu ile os coxae tarafından oluşturulan sferoid tipli sinoviyal bir eklemdir. Enarthrosis sferica" grubu eklemlerde yer almaktadır. Gövdeyi alt ekstremiteye bağlar multiaksiyel bir eklemdir. Her planda hareket ve rotasyona izin verir.

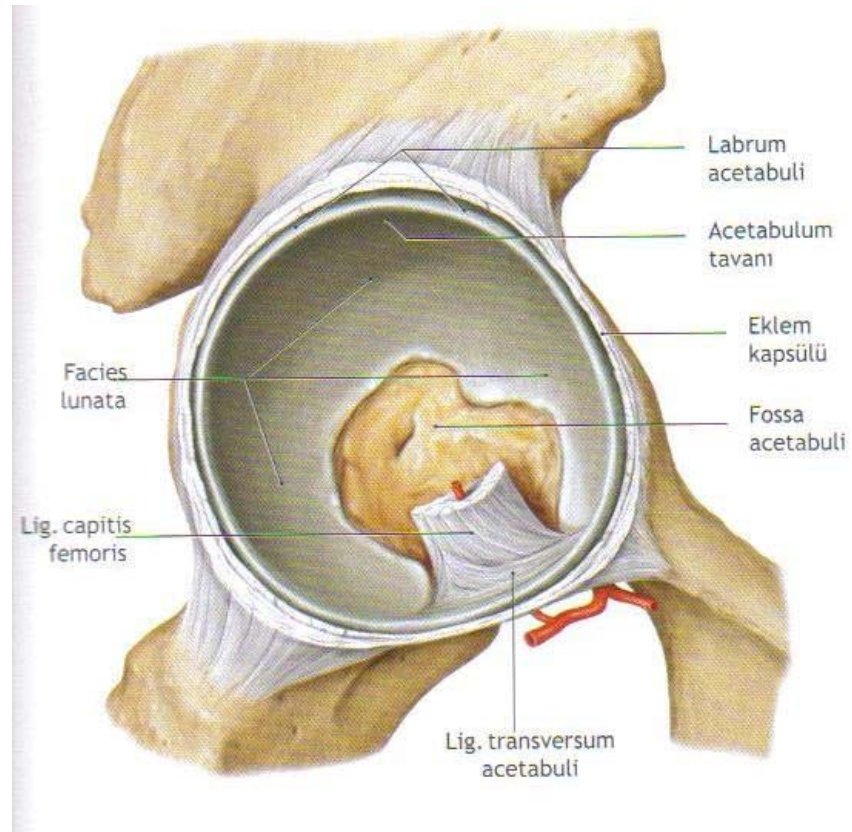


Şekil 2.1. Os coxae

Os coxae; ilium, iskiium ve pubis adı verilen üç kemiğin birleşmesinden oluşur. Os ilium kalça kemiğinin en geniş parçasıdır ve acetabulumun 2/5'ni oluşturur. Os ischium corpus ve ramus olarak iki parçaya ayrılır. Corpus ischii, acetabulumun yapısına katılır ve acetabulumun 2/5'ni oluşturur. Os pubis ise acetabulumun 1/5'ni oluşturur (Şekil 2.1). Os coxae'da femur başıyla sferik bir uyum oluşturan ve onu içine alan bölüme asetabulum denir.

Asetabulum aşağı kısmındaki çentiğe "incisura acetabuli" adı verilir ve arasında "ligamentum transversum asetabuli" isimli ligaman bulunur (14).

Asetabulumun sadece yarım ay şeklindeki hiyalin kıkırdakla örtülü olan, açıklığı aşağıya bakan yarım ay şeklindeki yapıya fascies lunatae adı verilir ve bu yapı esas eklem yüzünü oluşturur. Femur başı ile ilişkide olan ve vücut ağırlığını femur başına aktaran kesim burasıdır. Bu yarım ay şeklindeki kıkırdak doku ile çevrili asetabulumun orta kısmına fossa asetabuli denir (Şekil 2.2). Fossa asetabuli kıkırdağı olmayan kemik yapısı ince ve içi yağ dokusu ile dolu bir çukurdur (14,15).



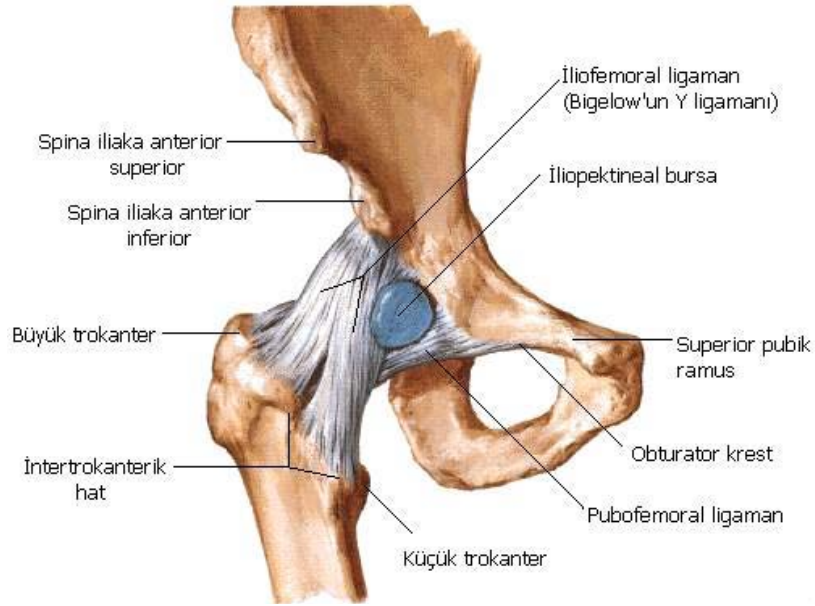
Şekil 2.2. Fossa ve labrum asetabuli (Prometheus anatomi atlası-Schünke-2007)

Asetabulum kenarları 5-6mm'lik fibröz kıkırdaktan oluşan bir halka ile çevrelenmiştir. Bu halka labrum asetabulare adını almakta olup asetabulum alt bölümünde bulunan incisura asetabuli üzerinden atlar ve çukuru her taraftan çevreler, labrum sayesinde asetabulum derinleşir ve femur üst eklem yüzünün yarısından fazlasını içine alabilecek duruma gelir. Bundan dolayı kalçanın yerinden çıkmasına karşı çıkacak bir negatif basınç oluşur (15).

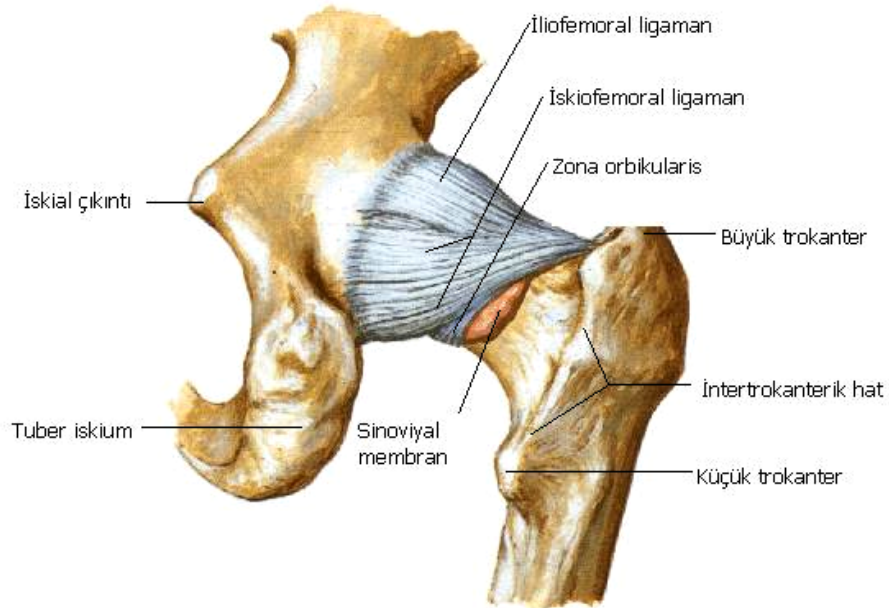
Asetabular yüzey sagittal düzlemde, 40 derece posterior, transvers düzlemde ise 60 derece laterale dönüktür (14).

Eklem kapsülü yukarıda asetabulum kemik kenarına yapışır ve böylece labrum asetabulare ve ligamentum transversum eklem boşluğu içinde kalır. Femoral tarafta ise önde, arkaya göre daha distalde olmak üzere femur boynuna yapışır. Yani kapsülün, fibröz tabakası önde büyük trokanter ve linea intertrokanterika üzerine, arkada krista intertrokanterika'nın 1,5 cm kadar iç tarafına yapışır (14).

Üç major ligament kalça eklemi kapsülünü çevreler. Ön bağ (Ligamentum İliofemorale) : Bertin bağı olarak da bilinen bu bağ tuberculum iliacum'dan başlar ve yelpaze şeklinde açılarak aşağıya ve dışa doğru uzanır. Linea intertrokanterika' ya yapışarak sonlanır (Şekil 2.3). Bu bağ vücudun en güçlü bağı olup 300 kg'a kadar ağırlık kaldırabilir. Bertin bağı genel olarak femur ve pelvisin fazla arkaya gitmesine engel olur (14). İç yan bağ (Ligamentum Pubofemorale) ramus superior ossis pubis ve crista obturatoria anteriordan başlar ve demetler şeklinde aşağıya, dışa ve biraz daha arkaya doğru giderek küçük trokanter önündeki çukura yapışır. Bu bağ uyluğun ekstansiyon hareketlerinden başka, aşırı abdüksiyon hareketlerini de frenler ve femur başını iç yandan destekler (4). Arka bağ (Ligamentum iskiofemorale) tuber ishiadicum yakınlarından başladıktan sonra ondan ayrılan demetler önde yatay durumda dışa doğru, sonra yukarıya ve öne doğru uzanıp spiral şeklinde bükülerek femur üst ucunun ön tarafına çıkarak burada iliofemoral bağın üst demetleri ile birlikte "linea intertrokanterika"nın üst bölümüne yapışırlar (Şekil 2.4). Bu bağında bazı demetleri kapsüle yapışarak sonlanırlar. Bu bağda femurun aşırı arkaya gitmesine engel olduğu gibi aynı zamanda içe rotasyon hareketlerini de frenler (14).



Şekil 2.3. Kalça eklemi bağları – anterior
(Netter's Concise Atlas of Orthopaedic Anatomy 2002)



Şekil 2.4. Kalça eklemi bağları – posterior (Netter's Concise Atlas of Orthopaedic Anatomy 2002)

Bir kürenin 2/3'ü kadar olan "caput femoris", asetabulum ile eklem yaparak kalça eklemine oluşturur. Femur başını cisme bağlayan kısma, collum femoris denir.

Collum yukarıdan aşağıya ve dıştan içe eğik durumdadır. Gövde ile arasında kişiden kişiye göre değişmekle beraber erişkinde 120-130 derece arasında açı vardır. Bu açıya kollodiafizler açısı denir. Femur boynu eksenini ile femur kondillerinin transvers eksenini arasında açıklığı hafif öne bakan, ortalama 15 derecelik anteversiyon açısı vardır (14).

2.3. Femoroasetabular İmpingement

Kalça Femoroasetabular İmpingement (FAİ) son yıllarda tanımlanmış olup her yaş grubunda kalça ağrısına ve erken osteoartrite neden olan klinik ve patolojik bir durumdur. FAİ'deki asıl neden femur proksimalindeki ve asetabulumdaki anatomik anormalliklerdir (4,5). Kavramsal model olarak FAİ, kırıldak harabiyeti, labral yırtık, ilerleyici OA gelişimiyle sonuçlanan, kalça eklem hareket açıklığının sonunda, özellikle fleksiyonda, femur ile asetabular halka arasında anormal teması içerir. Anormal temasın temeli femur, asetabulum veya her ikisi ile ilişkili anomaliler olabilir. FAİ'de klinik bulgu ön kasık ağrısıdır ve kalça fleksiyon, adduksiyon ve iç rotasyonunda hareket kısıtlılığı görülür (4,5,6,8).

Femur proksimalinin anormal biçimli veya oryantasyonlu olması, asetabulumun oryantasyonunun anormal olması ve hipermobilité gibi nedenlerin ikisi veya üçünün bir arada bulunması FAİ için yeterli nedenlerdir. FAİ esas olarak kalça eklemine anteriorunda görülmekle beraber, kalça eklemine diğer lokalizasyonlarında da görülebilmektedir. Ancak günlük hayatta defalarca fleksiyona maruz kalan kalça eklemine FAİ daha çok anteriorda görülür (4-6).

2.3.1. Femoroasetabular İmpingement Patomekanizması

Osteoartritin artiküler kırıldak ve subkondral kemikte normalin üzerinde anormal aksiyal yüklenmeden kaynaklandığı düşünülür. Bu nedenle, ilk olarak asetabulum, femoral baş veya her ikisinin ağırlık taşıyan bölgelerinde eklem hasarı olması beklenir (16,17). FAİ total kalça artroplastisi sonrasında fark edilebilir. Gelişimsel kalça displazisi, kaymış femoral baş epifizi, Legg-Calve-Perthes hastalığı veya posttravmatik deformite gibi femoral baş-boyun kavşağı ve asetabulum arasında uyumsuzluk olan anormal kalça anatomisine sahip hastalarda oluştuğu bilinir (10,18-21). Son yıllarda, daha önce kalça hastalığı olmayan hastalarda FAİ saptanmıştır.

FAİ normal anatomideki varyasyonlara veya tanımlanmamış gelişimsel anomalilere sekonder oluşabilir. Proksimal femoral ve asetabular anatomideki bu varyasyonlar FAİ'ye neden olabilir (22,24). Femoral baş ve boyun ve asetabulumun anatomik konfigürasyonu kalça hareketi sırasında eklem rahatlığı sağlar. Femoral baş-boyun offset'inin kaybolması veya asetabulumun aşırı yer kaplaması femoral boyun ve asetabulum arasındaki eklem rahatlığının azalmasına neden olur. Sonuç olarak, terminal hareket sırasında asetabular labrum veya komşu artiküler kıkırdak lezyonlarına neden olan asetabulum ve labruma karşı femoral boyun impingementi oluşur (20,23,24). Femoral baş-boyun kavşağı ve asetabulumdaki gizli anatomik anormalliklerin saptanması cerrahi planlama için önemlidir, çünkü tek başına artroskopik labral veya kondral debridman sadece FAİ'ye bağlı sekonder hasar alanına yöneliktir ve tabanda yatan temel nedeni değiştirmez. Böylece erken labral ve kondral lezyonlar osteoartrite progrese olabilir (8,22,24-25).

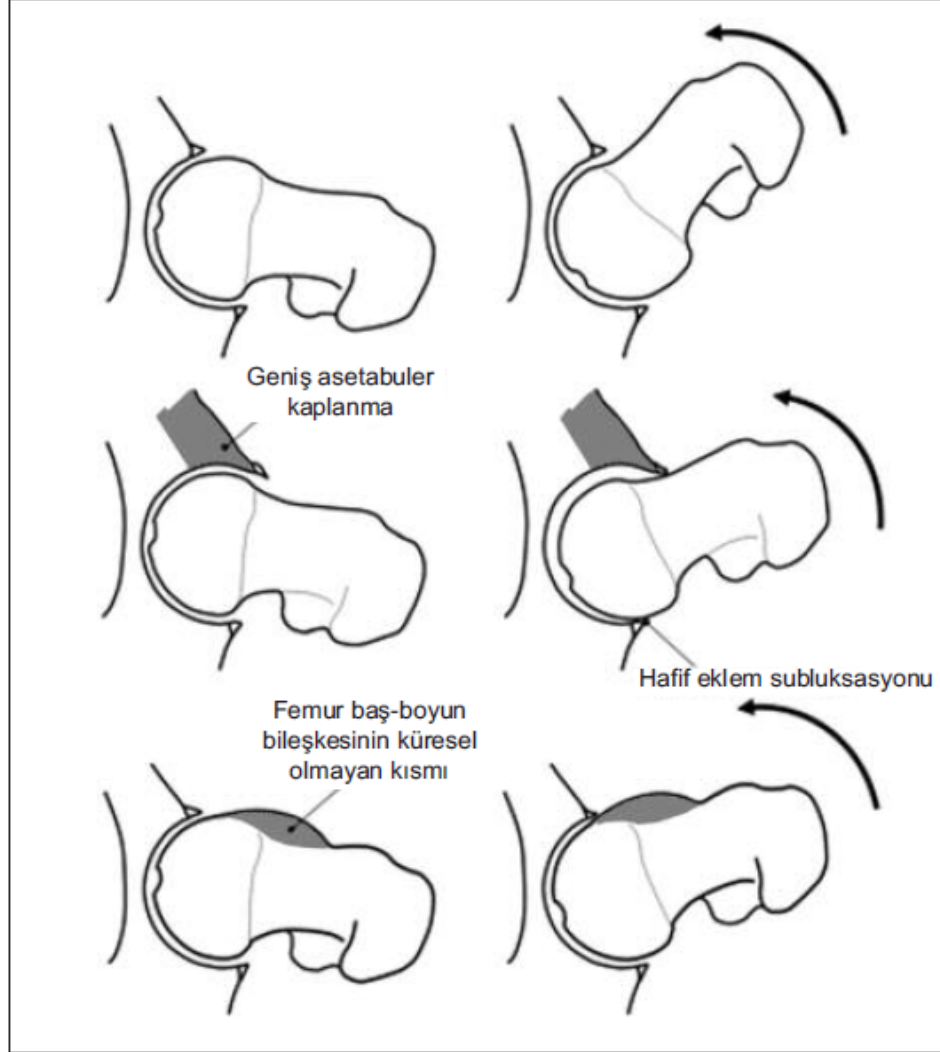
2.3.2. Femoroasetabular İmpingement Tipleri

Özellikle gençlerde ve aktif bireylerde erken kalça osteoartritinin en önemli sebebi olan FAİ'nin iki alt tipi bulunmaktadır (Pincer ve Cam tipi). Cam tipi impingement femoral nedenlere bağlıdır ve sıklıkla genç atletik erkeklerde izlenir (27). Pincer tipi(kepeten) impingement ise asetabular nedene bağlıdır ve orta yaşlı aktif kadınlarda görülür.

Pincer impingementte asetabulumun derinliği artmış ve femur başı aşırı örtülmektedir. Tam fleksiyonda posteroinferior eklem subluksasyonuna eşlik eden femur boynu ve asetabular halka arasında temas mevcuttur. Cam impingementte tam kalça fleksiyonunda asetabuler halkaya girmeye zorlanan femoral baş-boyun bileşkesinde anormallik mevcuttur (Şekil 2.5).

Cam impingement güçlü bir hareket sırasında femoral başın asetabulumuna dayanmasına bağlıdır (18,21,22,25). Pincer impingement asetabular retroversiyon gibi femoral başın anterior olarak fazla yer kaplamasına neden olan asetabular anormalliklerin bir sonucu olarak asetabular kenar ve femoral baş arasındaki bitişikliğe bağlı olarak oluşur (22,29-31). Çoğu hasta (%86) mikst Pincer ve Cam impingement olarak adlandırılan her iki impingementin kombinasyonuna sahiptir

(Şekil 2.5). Daha az hasta grubunda ise (%14) Pincer veya Cam impingement tiplerinden birisi bulunur (28).



Şekil 2.5. Normal kalça morfolojisinin ve normal kalça yerleşiminde hareketin çizimi (en üstte), pincer impingement (ortada), cam impingement (en altta). (Archives of Physical Medicine and Rehabilitation Vol 3, No 3, 2008,Türkçe)

Spor aktiviteleri ya da günlük yaşam aktiviteleri sırasında femur baş-boyun bölgesindeki osseöz konveksite ve-veya femur başının aşırı kaplanmasında tekrarlayan mikrotravmalar nedeniyle labral ve kondral yapılarda hasarlanma oluşur (32,33). Bu hasarlanma ilerlerse kalça ekleminin dejeneratif hastalığı oluşur. Bu durumda kalça osteoartritinin klasik bulguları gerçekleşir.

Cam Tipi Femoroasetabular İmpingement

Cam Tipi impingement sıklıkla genç atletik erkeklerde görülür. Cam tipi FAİ'de küresel olmayan femur başı ya da femur başı çapının artışıyla sonuçlanan femur baş boyun bileşkesindeki anormallik (osseöz bump deformitesi) mevcuttur (3,9,18,34,35). Cam Tipi İmpingementin femoral nedenleri; yetersiz baş-boyun offset'i, femoral epifizin yer değiştirmesi, kaymış femoral baş epifiz, travmatik veya cerrahi sonrası deformitelere (18,19,20,21,36-39). Femoral başın veya büyük trokanterik büyüme kırıkdağının geç ayrılması veya femoral baş epifizinin anormal kapanması genellikle femoral baş-boyun kavşağının anterosüperiorunu etkiler, bu durum femoral baş-boyun kavşağı azalmasının tabanında yatan nedenin epifiz büyüme anormalliği sonucudur (42,44,45).

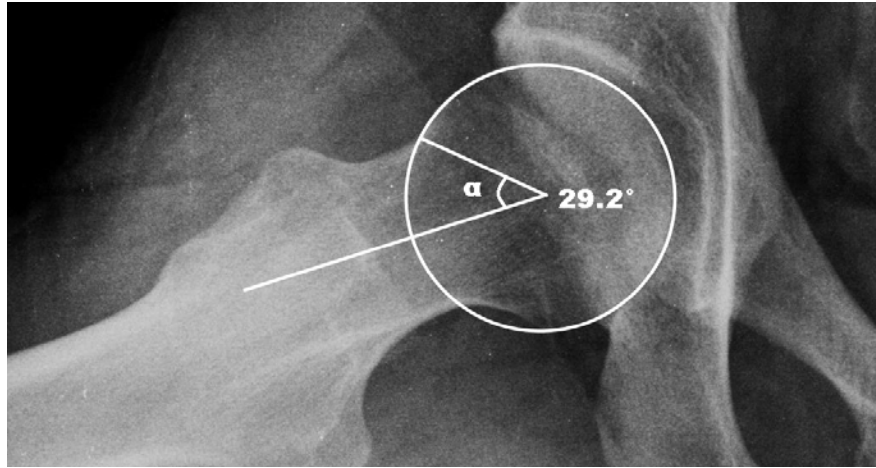
Femoral başın femoral boyun üzerine çıkması ve yetersiz anterior femoral boyun-baş offseti kalça fleksiyonu, adduksiyonu veya internal rotasyonla asetabular kırıkdağ ve subkondral kemik üzerine güç binmesiyle asetabular labrum ve artiküler kırıkdağ hasarına neden olarak femoral boyun ve asetabular kenar arasında impingement olmasına neden olur (18,22,23,). Bu durumda ilk olarak labrum ve subkondrial kemikten çıkan anterosüperior asetabular kırıkdağın abrazyonu ve avülsiyonu ile sonuçlanır, daha sonra anterosüperior asetabular labrum dekolmanı veya yırtılmasına neden olur (3,22,40).

Manyetik Rezonans ve A-P kalça grafisinde femoral baş-boyun kavşak offsetinin azaldığı görülebilir (19,35). Offset; femoral başın en geniş eni ile femoral boyunun en çıkık parçası arasındaki uyumsuzluk anlamına gelir. Femoral baş-boyun offset kaybı terminal hareket sırasında femoral boyun ve asetabulum arasındaki rahatlığın azalmasına neden olur.

Cross-table kalça grafileri femur boynuna lateral olarak elde edilir ve baş-boyun offseti değerlendirilir (25). MRG'de saptanabilecek morfolojik FAİ özelliği; düzgün fakat dairesel olmayan baş ve kısa bir boyundur (23). Görüntülemeye, anormal anterior femoral baş boyun kavşak offseti en iyi MRA ile, oblik sagittal düzlemde değerlendirilir. MRG ve ÇKBT artrografide femoral baş ve boyun morfolojisi açıkça görülür (35,41-43).

Boyun aksisi ve boyunun en dar noktası ve baş merkezinden geçen çizgi arasında oluşan açının (alfa açısı) FAİ'li hastalarda kontrollerden daha geniş olduğu

bulunmuştur (3,8). Cam impingement tanısında, femur boynundaki alfa açısı normalden geniş olarak ölçülür. Ortalama α açısı FAİ hastalarında 74° , kontrol vakalarında $42^\circ \pm 2.2^\circ$ ölçülmüştür (3,41). Alfa açısı femur boynuna paralel elde edilen cross-table grafilerde ve oblik aksiyel MR görüntülerinde hesaplanmaktadır. Femur başı merkezli ve femur başı periferik konturlarını örten bir daire çizilir. Femur başı merkezinden bu dairenin femur başını lateralde terk ettiği noktaya bir yarıçap çizilir. Femur boynunun en dar olduğu kesimindeki ekseninden ve femur başı merkezinden geçen bir çizgi ile bu yarıçap çizgisi birleştirildiğinde ortaya çıkan açı alfa açısıdır ve normalde en fazla 50 derece olmalıdır (Şekil 2.6). Femoral boyun genişliği, osteofit formasyonu veya femoral başın posterior olarak yer değiştirmesi gibi femoral baş-boyun kavşağı şeklini değiştiren tüm impingement nedenleri alfa açısının artmasına neden olur (8).



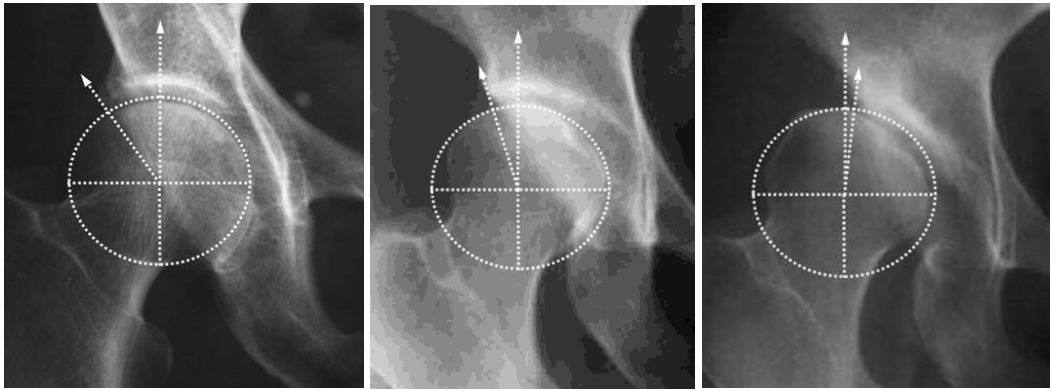
Şekil 2.6. Normal kalçada alfa açısının hesaplanması

Pincer Tipi Femoroasetabular İmpingement

Bu çeşit impingement daha çok orta yaşlı aktif kadın hastalarda görülmektedir (4,8). Pincer tipi impingementte sıklıkla neden asetabular morfolojik anormalliklerdir. Bu tip impingementte femur baş boyun bileşkesindeki osseöz bump deformitesi cam tipi impingementte göre daha az sıklıkta izlenir (4,8,18).

Displastik kalçalarda, derin olmayan asetabulum ve yetersiz asetabular kapsama alanı ile birlikte, asetabular yüzey azalır ve asetabulum üzerine yük ve basınç binmesine neden olur (8). Erişkin tip kalça displazisinde femur başının kalça eklemi içerisindeki durumunun değerlendirilmesi ve femur başının asetabulumuna

tarafından örtülmesinin (coverage) yeterli olup olmadığının değerlendirilmesinde, merkez kenar açısı (center-edge angle) önemlidir. Bu açı femur başı merkezinden başlayarak asetabulum kenarından geçen çizgi arasındaki açıdır. Uygun femoral örtülme olduğunu söyleyebilmek için merkez kenar açısının, infantta 18-20 dereceden adolosa ise 26-30 dereceden büyük olması gerekir. Radyografide açının küçük olması femur başının asetabulum tarafından iyi örtülmediğini (sığ asetabulum) gösterir (2) (Şekil 2.7). Böylece asetabular çatıda intraosseöz kistler, labral yırtıklar, kondral lezyonlar, ve kemik parçaları (os asetabuli) izlenir (36).



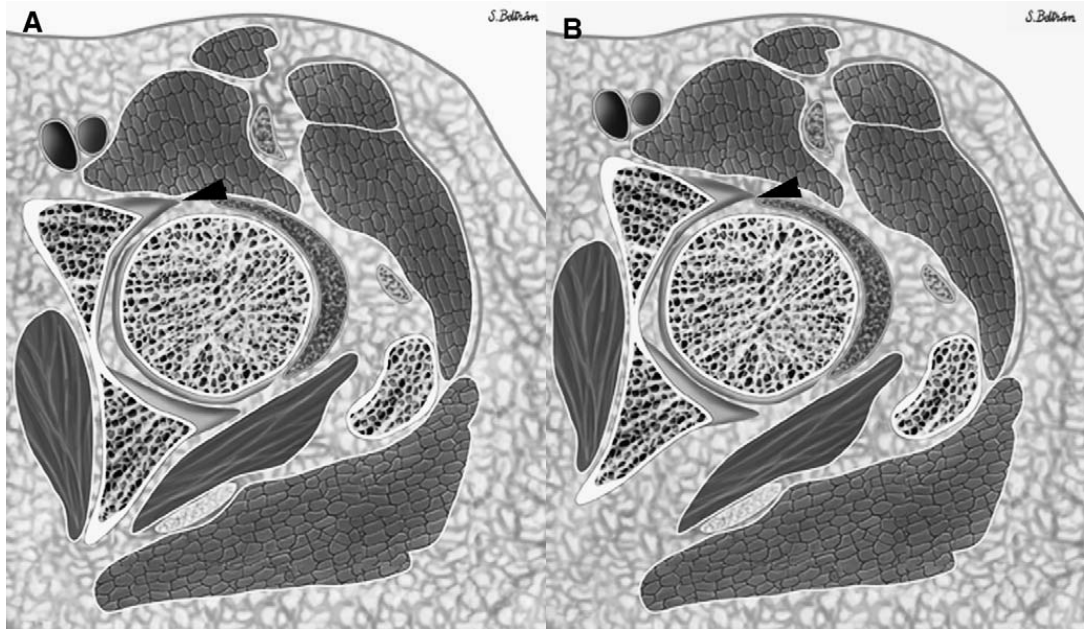
Şekil 2.7. Erişkin tip gelişimsel kalça displazisinde üç ayrı olguda merkez kenar açısı; Solda merkez kenar açısı normal. Hafif dereceli displazide merkez kenar açısı azalmış (ortada). İleri displazide merkez kenar açısı sıfırın altında femur başı sığ asetabulum tarafından kısmi olarak sarılmaktadır (sağda).

Pincer tipi impingementta, femur boynu ve asetabulum arasında anormal temas mevcuttur ve femur başı, anormal derin veya retrovert asetabulum tarafından aşırı kaplanmaktadır (4,8,18). Asetabular retroversiyon, koksa profunda veya protrusio asetabuli asetabulumun relatif derinliğinin artmasıyla femoral başın fazla yer kaplamasına neden olur (22,25,46). Asetabulumu dayanan femoral baş ganglion formasyonu veya asetabular kenar ossifikasyonu ile birlikte labrum dejenerasyonuna neden olur (22,25,29). Femoral başın anteriorunun sürekli olarak asetabulumu dayanması contrecoup (travmaya bağlı karşı taraftaki lezyon) mekanizmalar yoluyla posteroinferior eklem kıkırdak hasarına yol açabilir. Kondral lezyonlar sıklıkla küçük

bir asetabular kenar alanında olur ve derin kondral lezyonlara göre daha beningdirler (22,25).

Cam impingementın aksine pincer impingementında, önce asetabular labral yırtık gelişir. Asetabular kondral harabiyet ise lokal, lineer ve daha incedir (28).

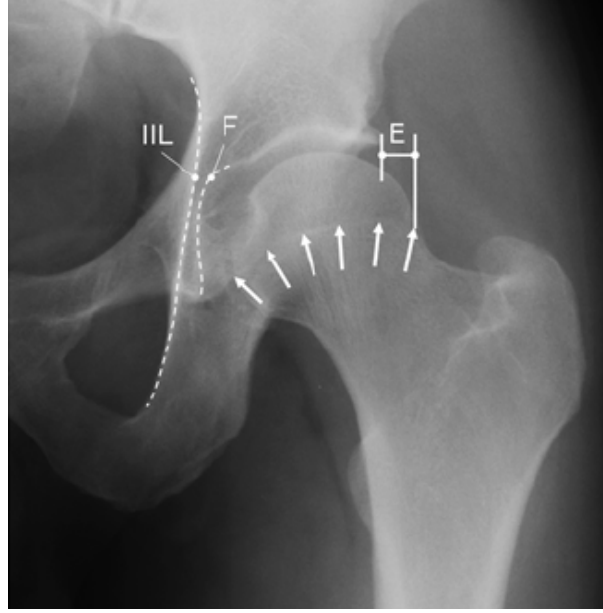
Asetabulum retroversiyonu; asetabulumun posterioara doğru doğrulması olarak tanımlanmıştır (29,46). Retroversiyonda, asetabular çatinın anterior kenarı posterior kenarın lateralinin üzerine çıkar. Asetabular açılma aşağıda doğru spiral biçimde oluştuğu için, daha antevort hale gelir fakat asetabulumun anterior kenarı normale göre daha lateral pozisyonda, posterior kenarı ise daha medial pozisyonda lokalizedir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Asetabular Retroversiyon.(A) normal asetabulum oryantasyonu. Normal lokalizasyondaki asetabulumun anterior kesimi (okbaşı). (B) Retrovert asetabulumda anterior ön kesimi normale göre daha lateralde izlenir (okbaşı) (8).

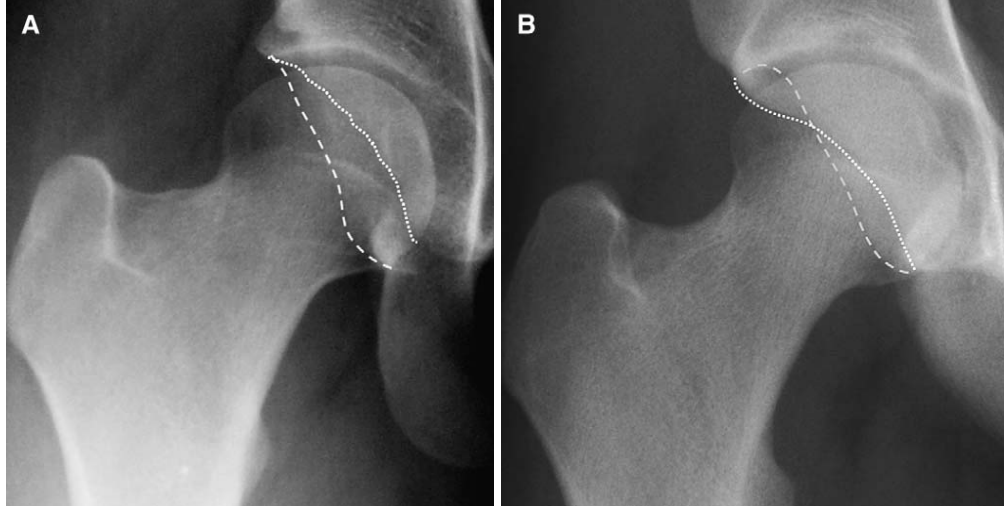
Asetabular retroversiyon tanısı AP radyografisinde iki farklı özelliğe göre konulur: crossover veya 8 şekli ve posterior duvar bulguları (29,46). Normal AP grafisinde kalçada asetabular fossa çizgisi, ilioiskial çizginin lateralinde, asetabulum anterior duvarı ise asetabulum posterior duvarının medialinde uzanmaktadır (Şekil 2.9). Nötrol pozisyon AP grafisinde sakrokoksigeal eklem ile simfisiz pubis

arasındaki mesafe kadın ve erkeklerde değişmektedir. Bu mesafenin az veya çok olması femur ile asetabulum arasında ilişkinin (crossover over bulgusu gibi) yanlış yorumlanmasına neden olur. Lomber lordoz açısının artışı bu mesafeyi artırmaktadır. Siebenrock ve arkadaşları nötral pozisyonda sakrokoksigeal eklem ile simfisiz pubis arasındaki mesafenin kadınlarda 4-5,5cm erkeklerde 2,5-4cm olarak sınıflandırdılar (26).



Şekil 2.9. Normal AP kalça grafisi. İlioiskial çizgi (IIL). Asetabular fossa taban çizgisi (F). Oklar, femur başındaki konveks uzanımı olan epifizyel skarı göstermektedir (Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. AJR Am J Roentgenol 2007;188:1540-52).

Crossover (çaprazlama) bulgusu asetabular kenarın anteriorunun asetabulumun kranial tarafının posterior yönünden daha laterale lokalize olmasıdır. Asetabular kenarın anterioru daha horizontal ve mediale dönüktür (29,46) (Şekil 2.10). Posterior duvar bulgusu asetabulumun posterior duvarının posterior kenarının ana çizgisidir ve çizgi femoral başın santral noktasına doğru veya laterale doğru iniş gösterir. Retroversiyon olan asetabulumda, bu çizgi merkezi noktanın ortasından geçer yani asetabulumun posterior kenarının ortasında yer kaplar (29,46). Asetabulumun retroversiyonu aksial MR veya BT imajlarda anterior femoral başın kapladığı alanın artması şeklinde görülebilir (29).



Şekil 2.10. (A) Normal asetabulumda anterior kenarı noktalı posterior kenarı kesik çizgi ile gösterildi. (B) Cross-over bulgusu (8 şekli) olan kalça anterior kenar noktalı posterior kenar kesik çizgili olarak gösterildi (8).

Koksa profunda da AP pelvis grafisinde asetabular tabanının ilioiskial çizgiye teması ya da üst üste binmesiyle tanınır. Bu durumda femoral baş daha çok kaplanmıştır. Protrüzyo asetabulide AP pelvis grafisinde femoral baş çizgisinin ilioiskial çizgiye teması ya da örtüştüğü izlenir (29,47,48). Asetabulumun anterolateral kenarının çıkıntılı olması fleksiyon ve internal rotasyon sırasında sıkışmayı hızlandırır ve labral denejerasyon ve/veya yırtıklar ve kıkırdak bitişmesine neden olur. Labral yırtıklar labrum ve asetabular kıkırdak aşınması ile birlikte ekstraosseöz ganglio formasyonunu hızlandırır. Böylece sinoviyal sıvının subkondral kemik içine sızarak subkondral kist oluşur (29,46). FAİ'nin ileri evrelerinde, sıkışmaya bağlı hasar bulgusu ve hatta asetabular kenarın anterior çıkıntısının kemikli marjininin parçalanması görülebilir (25,29,46).

2.4.Radyolojik Görüntüleme Yöntemleri

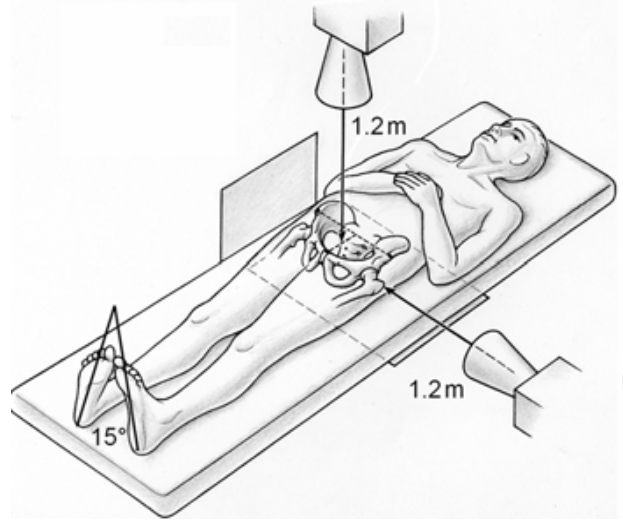
Radyolojik görüntülemeye amacımız FAİ'ye bağlı kalça anormalliklerini belirlemek ve diğer kalça eklemi patolojilerini ekarte etmektir. Labral yırtıkları, kartilaj hasarını ve diğer kalça patolojilerinin bulgularını doğrulamada ya da ekartasyonunda MRI veya MR artrografi kullanılır. Labral patolojiler hariç diğer bulgularda direkt grafi, bilgisayarlı tomografi tetkiki tanıda yardımcıdır.

Konvansiyonel MR tetkikinin labral patolojilerin saptanmasındaki duyarlılığı %30, doğruluk payı %36 iken, bu değerler MR artrografi ile %90 ile %91'e yükselmektedir (49). ÇKBT artrografi yüksek çözünürlük gücü ile FAİ'li hastalardaki kalça patolojilerinin tespitinde etkin bir yöntem olarak kullanılabilir.

2.4.1.Radyografi

Femoroasetabular İmpingement için standart geleneksel radyografik görüntüleme, AP (antero-posterior) pelvik grafi ve proksimal femurun aksiyel cross-table grafileridir (4).

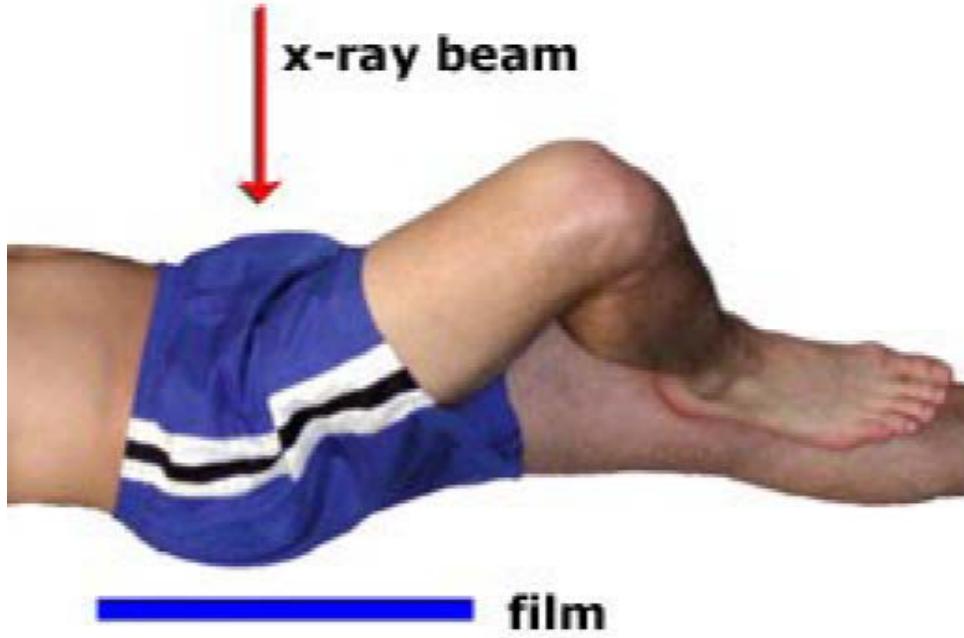
AP pelvis grafide hasta supin pozisyonundadır ve ayaklar, femoral antetorsiyonu eşitlemek ve femur baş-boyun birleşimini lateral kesiminin daha iyi görüntülemek amacıyla 15 derece iç rotasyonda tutulur (50). Bu grafide film fokus mesafesi 1.2m olup santralizasyon, her iki anterosuperior iliak çıkıntıları birleştiren çizgi ile simfiz pubis'in üst sınırını birleştiren çizginin arasındaki orta noktaya yapılır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. AP-Pelvis grafisinde doğru çekim tekniği

Bu nokta kolaylıkla palpasyonla tesbit edilebilir (47,51). Femur baş-boyun bitişiğinin anterior kesimi AP pelvis grafide görülmez, bu nedenle cross-table aksiyel grafiye ihtiyaç duyulur. Proksimal femurun crosstable grafisinde, hasta supin pozisyonunda, diz ve kalça dışa doğru 45 derece fleksiyondadır. Santralizasyon femur

boynuna olup, ışın demeti femur boynu uzun aksına dik olarak hedeflenir (52) (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Aksiyel “cross-table” grafi çekim tekniği.

2.4.2. Bilgisayarlı Tomografi (BT) (53-55)

Görüntü Oluşum Süreci:

Bilgisayarlı Tomografi çalışma prensibi olarak 4 üniteden oluşur:

Kaynak: X ışın tüpü

Dedektör: Hastadan geçen ışınları toplar

Bilgisayar: Dedektörden gelen bilgileri alır, depolar ve görünür hale dönüştürür.

Monitör: Bilgisayarda oluşan dijital görüntüleri gösterir.

BT’de görüntü oluşumu üç aşamada gerçekleşir:

1.Tarama fazı: Data (bilgi) oluşur. Yelpaze şeklinde X ışınları vücudu delerek dedektörler tarafından absorpsiyon miktarı ölçülür. Dedektörler filmin yerine geçmiştir ve absorpsiyon özelliği yüksek olmalı, gelen fotonu yüksek oranda yakalayabilmeli, elektron-sinyal dönüşümünü yüksek oranda yapabilmeli, ikinci sinyali işlemeye kısa süreler içinde hazır olmalıdır.

İki tip dedektör vardır:

XENON dedektörler: Üzerine X ışını düştüğünde sıkıştırılmış xenon gazında iyonizasyona neden olur ve elektrik sinyali üretir.

SOLİD STATE dedektörler: Üzerine X ışını düştüğünde ışık salınımı olur ve elektrik sinyali üretir.

2. Rekonstrüksiyon fazı: Bilgi dijital görüntüye dönüştürülür. Dedektörlerden elde edilen elektrik sinyallerinin tarama alanını temsil edecek sayılardan oluşmuş haritaya dönüştürme işlemine rekonstrüksiyon denir. Bu işlemin yapılması için değişik algoritmeler kullanılır.

Görüntü birçok sayısal verilerden meydana gelmektedir. Bu sayısal noktacık şeklindeki verilerin en küçüğüne PİKSEL denir.

Pi (Picture) x el (element)

En küçük hacim elemanına VOKSEL denir.

Vo (Volume) x el (element)

3. Dijital-analog dönüşüm fazı: Bilgi grinin tonları şeklinde görülebilir hale getirilir.

Tomografiler değişik evreler geçirerek günümüze kadar gelmişlerdir. İlk geliştirilen tomografiler birinci jenerasyon olarak isimlendirilirken günümüzde çok kesitli tomografiler yedinci jenerasyon olarak yerini almıştır. Kısaca bu gelişimin özellikleri aşağıdadır.

Birinci jenerasyon cihazlarda; tek bir dedektör vardır. Tüp ve dedektör hasta çevresinde doğrusal bir çizgi boyunca 180 derece dönmektedir. Tarama zamanı uzundur (4.5 dakika). İkinci jenerasyon cihazlarda; x ışın demeti ve dedektör sayısı arttırıldı. Bu sistemde 3 x ışın demeti 1 derece farkla yan yana dizilmiştir. Bir seferde 3 derecelik tarama yapması nedeniyle tarama süresi kısalmıştır (15 saniye). Üçüncü jenerasyon cihazlarda; kolime edilmiş x ışın demeti yelpaze şeklinde olup karşısında çok sayıda dedektör kullanılır. Dönüş açısı 360 dereceye çıkartılmıştır. Dördüncü jenerasyon cihazlarda; gantri boşluğunu 360 derece saran çok sayıda dedektör kullanılır. Dedektörler sabit olup tüp dönmektedir. Beşinci jenerasyon cihazlar; Ultrafast BT veya elektron beam BT olarak adlandırılır. X ışın elde edilme yöntemi farklı kullanılarak hasta çevresinde dönen hareketli kısımlar kalmamıştır. Altıncı

jenerasyon cihazlar; çok sayıda paralel olarak dönen halka ve bunlara bağlı dönme hareketi yapmayan ama kayma hareketine sahip değme noktaları ve fırçaları olan sistem ile spiral tarama sağlanmış ve spiral BT'ler gündeme girmiştir. Yedinci jenerasyon cihazlar çok kesitli çok dedektörlü BT'lerdir. 1988 yılında geliştirilen helikal veya spiral BT, tek bir nefes tutma süresinde gerçek 3 boyutlu görüntüleme imkanı sunması ile kesitsel görüntülemeye önemli bir çığır açmıştır. Helikal BT görüntülemeye temel ilke, tüp ve dedektörler hasta çevresinde sürekli dönerken hasta masasının eş zamanlı olarak hareket etmesi ve bu esnada dokudan 3 boyutlu projeksiyon verilerinin alınmasıdır. Yani, konvansiyonel cihazların aksine, hasta kesit kesit görüntülenmez, hasta masası belli bir hızla sürekli hareket eder ve hastadan elde edilen veriler hacimsel niteliktedir. Fan şeklinde ışın demeti üreten X-ışın tüpü ve 500-900 dedektör elemanından oluşan tek sıralı körvilineer dedektör dizisi karşılıklı olarak sürekli dönerler. Helikal BT'nin konvansiyonel BT'lerde olmayan 3 yeniliği vardır: Slip ring gantri dizaynı, çok yüksek ısı kapasiteli X-ışın tüpü ve helikal veriyi planar veriye dönüştürecek interpolasyon algoritmaları.

Slip ring teknolojisi hareket eden ara yüzler arasında elektrik enerjisi iletimi sağlayan halkasal iletkenler ve fırçalardan oluşan elektromekanik bir dizayndır. Gantrinin sabit kısmından gelen tüm güç ve kontrol sinyalleri dönen kısma (tüp ve dedektör), bu kısımdan alınan ham veriler de sabit kısma slip ringler aracılığıyla iletilir. Bu dizayn gantri eksenine konsantrik olarak dizilen paralel iletken halkalardan oluşur ve kayan fırçalarla gantri eksenini ile tüp-dedektör donanımı arasında elektrik bağlantısı sağlar. Kayan fırçalar sayesinde konvansiyonel BT'lerde olduğu gibi dönüşler arasında bağlantı kablolarının geri sarılması gerekmez ve böylece tüp-dedektör donanımı sürekli dönebilir.

Kısa sürede uzun mesafelerin incelenebilmesi ve incelemeler arasında tüpün soğuması için zaman kaybedilememesi için helikal BT tüpünün anot ısı kapasitesi yüksek olmalıdır. Bugün kullanılan helikal BT cihazlarının ısı kapasitesi 5-8 milyon ısı ünitesi (heat unit) dolayında olup, ısı atılımı da (soğuma) yüksektir. Bu kapasite hedef diskin arkasına grafit destek koyarak, anot çapını artırarak (20cm ve üzeri), yüksek sıcaklığa dayalı rotor taşıyıcılar geliştirilerek yalıtkanlı metal haube kullanılmasıyla elde edilmiştir.

Spiral BT 'de X ışını tüpü ve dedektör dizisi masanın sabit hızlı ve sürekli hareketiyle veri toplarken, inceleme süresi boyunca hastanın çevresinde 360 derecelik dönüşler yapar. Bu dönme hareketi esnasında X ışını tüpü fokal spotunun izlediği yol heliks şeklindedir ve rotasyon merkezi ile arasındaki uzaklık sabittir. Aksiyel görüntülerin herhangi bir 360 derecelik segmentinin rekonstrüksiyonu ile gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle orijinal spiral veriler interpolasyon adı verilen teknikle yeniden düzenlenir. İnterpolasyon işleminde, spiralin herhangi bir açısal ve kesitsel pozisyonu için önce projeksiyon değerleri hesaplanır, daha sonra bu sentetik projeksiyon verilerinden yararlanılarak standart rekonstrüksiyon işlemi gerçekleştirilir.

Çok Kesitli BT (53-55)

X-ışınlarının daha etkin kullanılmasıyla daha uzun mesafeler z-ekseni çözünürlüğünü koruyarak taranabilir. Bu amaçla çoğul sıralı dedektör dizaynı geliştirilmiştir. Tüp-dedektör donanımı 3. kuşak ve helikal BT'de olduğu gibi eş zamanlı dönen X-ışın tüpü ve körvilinear dedektör dizisinden oluşur. Bu sistemde helikal BT'den farklı olarak dedektörler tek sıra değil, 2 veya daha fazla (4,16,32,40,64 vb) sıra halinde dizilmiş, her biri 500-900 solid-state yapıdaki dedektör elemanından oluşan iki boyutlu matriks yapısındadır. Her bir dedektör sırası bir veri algılama sistemine bağlanarak kanal sayısı kadar uzaysal veri elde edilir. Dedektör sıra sayısının artması x-ışının etkin kullanımını sağlayarak veri alma kapasitesini dramatik olarak arttırmaktadır. Gantri rotasyon zamanlarının da düşük olması nedeniyle bu cihazların performansı arttırılmıştır. Bu gelişme daha kısa görüntüleme süresi, daha uzun görüntüleme mesafesi ve daha ince kesit kalınlığı amacıyla kullanılabilir. Çok kesitli BT'de dedektör sıra sayısı kesit sayısından daha fazla olduğundan çok dedektörlü BT yerine çokkesitli BT terimini kullanmak daha uygundur. Dedektör sıralarının sayısı, tasarımı ve dizilimin kalınlığı üretici firmalar arasında farklılık gösterir.

Dedektör tasarımları üç ana grupta incelenebilir: matriks, adaptif ve hibrid dedektörler. Matriks diziliminde z-ekseni boyunca dedektör elemanlarının boyutları eşittir. Adaptif tasarımda ise dedektör elemanlarının boyutları merkezden periferik doğru kalınlaşır. Bu dizilimin mantığı dedektörler arasındaki septa sayısının periferik

doğru azalması ve oblik gelen x-ışınlarının septumlarca emiliminin azaltılarak geometrik doz etkinliğimin artırılmasıdır. Philips ve Siemens'in çok kesitli BT'lerinde bu adaptif tasarım kullanılır. Toshiba'nın kullanıldığı hibrid dizilim ise en içteki dedektör elemanlarının dıştakilerden daha ince olması dışında matriks dedektörlere benzer. 16'lı ve daha yüksek BT'lerde hibrid dizilim kullanılır. Dedektörler arasındaki yaklaşık 0.06mm kalınlıktaki ışını emen ama bilgi üretmeyen septa nedeniyle Çok kesitli BT'lerde ve özellikle matriks dizilimde dedektör etkinliği düşüktür. Bu da hastaya verilen radyasyon dozunun fazla olması anlamına gelmektedir. Ancak Çokkesitli BT'de ışın kolimasyonunun fokal spot boyutuna oranı yüksek olduğundan umbra/penumbra oranıda yüksektir. Genel olarak dedektör sıra sayısı arttıkça x-ışını kullanım etkinliği arttığından radyasyon dozu azalır.

Çok Kesitli BT'nin Avantajları

Helikal BT'nin avantajlarının tümü çok kesitli BT'de mevcuttur, ayrıca performansı helikal BT'ye göre daha yüksek olduğundan daha uzun mesafeler, daha ince kesitlerle daha kısa sürelerde taranabilir. Çok fazlı (multifazik) ve dinamik çalışmalar ve fonksiyonel BT daha etkin yapılabilir, multiplanar rekonstrüksiyon, MIP (maksimum intensite projeksiyonu), 3 boyutlu rekonstrüksiyon, hacimsel gösterim (volume rendering), BT anjiyografi, BT endoskopi ve BT floroskopi kalitesi helikal BT'ye göre daha yüksektir. Ayrıca özellikle 16- ve daha çok sayıda kesit alabilen BT'lerde kardiyak incelemeler ve koroner anjiyografi yapılabilir. İnce kesit (<1mm) alındığında gerçek izotropik görüntüler (kübik voksel) elde edilir ki, bu da görüntü hacminden geçen her düzlemin eşit derecede keskin olması demektir. Uzun mesafelerin taranabilmesi özellikle travma hastalarında, tetkik süresinin kısalması ise çocuk ve bilinç bulanıklığı olan hastalarda harekete bağlı artefaktlar da en aza indirir. Açılı inceleme gerektiren yapılarda hastaya veya gantriye açı vermeden tarama yapıp, daha sonra istenilen açıda ve alanda görüntü oluşturulabilir.

2.4.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) (56,57)

MRG, BT gibi kesit alma temeline dayanan tomografik bir görüntüleme yöntemidir. MRG incelemesinde BT'deki gantrinin bir benzeri kullanılır, ancak bu

gantri bütün hasta vücudunu içine alacak ölçülerdedir. Gantri içerisinde çok güçlü bir manyetik alan oluşturulur. Görüntüleme temeli, bu güçlü manyetik alan içerisine yerleştirilmiş bir organizmada gerçekleşen atomik-moleküler düzeydeki etkileşimlere dayanmaktadır. Burada elde edilen veriler daha sonra bilgisayarlarda değerlendirilir ve görüntüleme ünitesinde de resimlere dönüştürülür.

Manyetik Rezonans Görüntüleme olayı ilk kez 1940-1950'li yıllarda gözlenmiştir. O dönemlerde kimyacıların karmaşık kimyasal bileşiklerin analizi için kullandıkları bir yöntem olarak sınırlı kalmıştır. Yöntemin görüntüleme kullanılabilmesi 1970'li yıllarda anlaşılmış ve hızla geliştirilerek tıbbi pratik içerisinde yerini almıştır.

MRG Aygıtı: MRG aygıtı birbirleriyle uyum içinde çalışan üç temel altbirimden oluşur. Bunlardan ilki kesit görüntülerine temel olan bilgilerin elde edildiği gantri, diğerleri bilgisayar ve görüntüleme altbirimleridir. Yapısal olarak MRG'ın BT aygıtından en önemli ayırdedici özelliği gantri'dir.

Gantri: MRG aygıtında kullanılan gantri, hasta vücudunu hemen hemen tümüyle içerisine alan, uzun bir tünel şeklindedir. Son yıllarda kısmen açıklığı olan ve daha kısa tünel şeklinde olan modeller üretilmiştir.

Hasta inceleme öncesinde masaya yatırılıp, gantri içerisine yerleştirilir. İnceleme süresince hasta ve hasta masası sabittir ve kesit alma işlemleri sırasında hareket ettirilmezler. Gantri ünitesi temel olarak iki alt birimden oluşur: magnet ve bobinler.

1-Magnet: MRG aygıtındaki gantri ünitesinin en önemli elemanı mıknatısdır. Kısaca magnet denen bu elemanın işlevi, gantri içerisine yerleştirilen organizmada görüntüleme için yeterli manyetizasyonu yaratabilecek, düzenli ve güçlü bir manyetik alan oluşturmaktır. MRG aygıtında manyetik alanı farklı yöntemlerle elde eden süperkondüktif, rezistiv, permanent (daimi) ve elektromagnetler ile birden fazla yöntemi kombine eden hibrid magnetler kullanılabilir. Süperkondüktif ve rezistiv magnetlerde manyetik alan yönü hastaya paralel iken, permanent ve elektromagnetlerde elde edilen manyetik alan yönü hastaya diktir.

2-Bobinler (sargılar): Gantri içerisinde, magnetin yanısıra iletken tellerden oluşturulmuş bobinler bulunur. Bunlar, magnetin iç tarafından gantri boşluğuna doğru sırasıyla; shim, gradient ve RF sargılarıdır .

Doku Manyetizasyonu: Normal koşullarda, dokulardaki protonlar (hidrojen atomları) rastgele yönlerde dönerler, dolayısıyla oluşturdukları manyetik dipoller de, rastgele yönleri gösterecek şekilde dağılmıştır. Birbirine zıt yöndeki dipoller, bir diğerinin etkisini karşılıklı olarak nötralize edeceğinden, sonuçta dokuda net bir manyetizasyon oluşmaz. Eğer doku güçlü bir dış manyetik alan (B_0) etkisine sokulacak olursa, protonlar dönüş yönlerini dış manyetik alan doğrultusunda ya da ona ters yönde manyetik alan üretecek şekilde değiştirmeye zorlanırlar. Yani oluşturdukları manyetik dipol, ya dış manyetik alan doğrultusunda (paralel), ya da ona ters düzenleniş (antiparalel) göstermek zorundadır. Paralel ya da antiparalel dizilim gösteren protonlar, dış manyetik alan gücüne bağlı olarak, belirli bir denge durumunda bulunurlar. Bu denge dinamik bir dengedir ve birim zaman içerisinde paralel/antiparalel oranı sabit kalmak üzere, paralel konumdan antiparalel, antiparalel konumdan paralel konumlara sürekli geçişler vardır. Daha düşük bir enerji seviyesi gerektirmesi nedeniyle, protonlardan milyonda birkaç tane daha fazlası dış manyetik alan yönünde, yani paralel dizilim gösterir. Dış manyetik alan gücü ile orantılı olarak, paralel dizilim gösteren proton sayısı artar. Paralel dizilim gösteren protonların manyetik vektörleri, ters yönde dizilim gösteren protonların dipol etkileri ile nötralize olacağından, dış manyetik alan yönünü gösteren çok az sayıda nötralize edilmemiş paralel dipol kalacaktır. İşte bu farklılık, dokuda net bir manyetizasyon oluşmasını sağlar. Oluşan net manyetik güç bir vektör olarak tanımlanır ve M olarak ifade edilir. Dokunun net manyetizasyon vektörü dış manyetik alana paralel ve ona oranla çok küçük olmakla birlikte, MRG incelemesini mümkün kılan temel fenomendir. Protonların manyetik dipolleri, dış manyetik alanın etkisiyle ortaya çıkan bir hareket nedeniyle, stabil değildir. Dipoller B_0 vektörüne tam bir paralellik göstermez ve B_0 çevresinde topaç benzeri bir hareketle salınırlar. Bu salınım hareketi presesyon adını alır. Presesyon hızı (frekansı), bir saniye içerisinde yapılan presesyon hareketinin sayısı olarak tanımlanır ve dış manyetik alanın gücü ile doğru

orantılı olarak artar. Presesyon hızı Larmor Denklemi adı verilen bir formülle ifade edilmiştir; $W = B_0 \cdot \gamma$

Bu formülde w salınım (presesyon) frekansını, B_0 dış manyetik alanın gücünü ifade eder. γ giromanyetik bir sabitedir ve farklı atomlar için farklı değerler alır.

Manyetik bir alan içerisine yerleştirilen protonlar kendi eksenini çevresindeki spin hareketi yanı sıra, manyetik alan yönü çevresinde topaç gibi bir dönme hareketi yaparlar (Presesyon hareketi) (56). Presesyon yapmakta olan atomları özel bir radyofrekans (RF) dalgası ile uyarmak ve enerji aktarımı yapmak mümkündür. Uyarıcı RF dalgasının frekansı, presesyon frekansına eşit olduğunda atomla etkileşerek enerji transferini gerçekleştirebilmektedir. Farklı atomların presesyon frekanslarının da farklı olması nedeniyle, RF dalgasının frekansını ayarlayarak, manyetik alan içerisinde istediğimiz atomları uyarabiliriz (hidrojen, fosfor atomları gibi). RF dalgası ile uyarılan atomlar daha yüksek bir enerji düzeyine geçerler. RF dalgası kesildikten bir süre sonra, aldıkları enerjiyi çevrelerindeki diğer atomlara geri vererek, manyetik alan içerisindeki eski konumlarını almaya çalışacaklardır. Protonlar, sahip oldukları enerji fazlasını ortama aktarırlarken bir RF sinyali oluşur. İşte bu süreç, yani protonların RF dalgası ile uyarılarak dönüş yönlerinin değiştirilmesi ve ardından ortama enerjilerini aktararak, eski dönüş konumlarına dönmeleri Manyetik Rezonans olarak adlandırılır.

RF dalgası, radyo istasyonlarının kullandıkları frekans spektrumu içerisinde kalan ve insan vücudunu penetre edebilme özelliğinde, elektromanyetik bir ışınım türüdür. Dış kaynaklı RF dalgaları magnetin homojenitesini bozarlar ve dokudan salınan sinyalleri etkileyerek sağlıklı görüntüler elde edilmesini engellerler. Bu nedenle, MRG gantri odası dış manyetik etkilere ve RF dalgalarına karşı izole edilir .

Relaksasyon Zamanı: Ana manyetik alan içerisine yerleştirdiğimiz protonların dipolleri, presesyon hareketlerinden dolayı, dış manyetik alan vektörü çevresinde dağınık ve düzensiz bir dağılım gösterirler. Bu dağılım adeta konik bir form oluşturur. Bu konik formu oluşturan her bir dipol vektörünün x , y ve z eksenlerinde birer izdüşüm vektörü vardır. Dipollerin rastgele dağılımı yüzünden x ve y eksenindeki izdüşüm vektörleri nötralize olurken, geriye sadece z eksenine

paralel ortak bir vektör kalacaktır (M). Bu vektörü standart bir ifade ile belirtmek için, dokunun dış manyetik alan içerisinde bir süre bekledikten sonra ulaştığı, denge konumundaki manyetik vektör olarak tanımlanan M_0 kullanılır. Z ekseninde oluşan bu izdüşüm vektörü (M_0) longitudinal vektör adını alır. Dokunun longitudinal vektörü, dış manyetik alan doğrultusuna paralel ve sabittir. Longitudinal vektör dış manyetik alanın bir parçası olduğundan, ölçülemez. Dolayısıyla görüntü oluşturmada kullanılacak verileri bu vektörden elde edemeyiz. Dokulardan sinyal elde edebilmek, doku manyetizasyon vektörünün yönünde yapılacak bir değişiklikten sonra mümkün olabilmektedir. Bu amaçla, presesyon yapmakta olan hidrojen atomlarının dönüş yönleri değiştirilir, diğer bir deyişle M_0 vektörü x, y düzlemine doğru eğilir. Dönüş yönlerinin değiştirilmesi, RF dalgaları (hidrojen atomunun presesyon frekansına eşit frekansta) üretilerek dokuya gönderilmesi, yani hidrojen atomlarına enerji aktararak gerçekleştirilir. Eğer kullanılan RF dalgası, M_0 vektörünü x, y düzlemine tam paralel duruma getiriyorsa, “90° RF pulsu” olarak adlandırılır. Diğer bir ifade ile 90° RF pulsunun uygulandığı anda, M_0 vektörü z aksında 0°’a eşitken, tüm boyutu x (ya da y) eksenine yatacağıdır. RF dalgasının sonlandırılmasıyla birlikte, protonlar yeniden B_0 etkisi altına girer ve eski konumlarına dönmeye çalışırlar. Bu da protonları sahip oldukları enerji fazlasını geri vermek durumunda bırakır. Enerjilerini çevresindeki diğer atomlara aktaran protonlar, tekrar eski paralel-antiparalel konumlarına dönerler. RF pulsu sonrası yeterli bir süre beklenirse doku manyetizasyon vektörünün eski konumuna ulaştığı görülür. Doku manyetizasyonundaki bu değişim süreci, RF anten sargılarında Larmor frekansına eşit frekansta bir alternatif akım sinyali oluşturur. Böylece dokudan sinyal elde edilebilir ve doku manyetizasyonu ölçülebilir.

Vektörün 90° RF pulsu uygulamasından sonraki davranışlarını, farklı eksenlerde ifade etmek üzere iki parametre kullanılmaktadır. Bunlar T1 ve T2 zamanları olarak adlandırılan parametrelerdir.

T1 Zamanı: 90° RF pulsu uygulaması bitirildikten hemen sonra, protonlar eski konumlarına dönerken, longitudinal vektörün giderek büyüdüğünü ve belli bir süre içerisinde eski değerine ulaştığını görürüz. Longitudinal vektörün eski değerine

ulaşma hızı longitudinal relaksasyon olarak adlandırılır ve vektörün eski değerinin %63'üne ulaşınca kadar geçen süre, "T1 zamanı" olarak tanımlanır.

Longitudinal relaksasyon, her dokuda protonların enerjilerini transfer ettikleri mikroçevre farklılıkları nedeniyle farklı sürelerde gerçekleşir. Yüksek enerjili mikroçevrede, protonlar enerjilerini komşu moleküllere kolayca transfer edemezler. Oysa düşük enerjili bir mikroçevrede enerji aktarımı kolay ve hızlı yapılabilir. Enerji transferinin kolay ve hızlı yapıldığı dokularda, protonlar eski konumlarına daha çabuk dönerler. Diğer bir deyişle T1 zamanı kısa sürede tamamlanır. Tam tersi durumda, T1 zamanının uzun olduğunu söyleyebiliriz. Vücut sıcaklığındaki sıvılarda enerji düzeyi katılara oranla daha yüksektir. Bu nedenle, protonlar enerji aktarımını katı haldeki moleküllere daha kolay yaparlar, dolayısı ile katılarda T1 zamanı sıvılara oranla kısadır.

T2 Zamanı: Transvers relaksasyonun oluşmasında iki önemli faktör söz konusudur. Magnetik alan inhomojenitesi birinci nedendir. MRG magnetinin oluşturduğu güç alanının her bir protona eşit ölçüde manyetik etki göstermesi mümkün olamamaktadır. Bunun dışında gradient sargılar da bu inhomojeniteye katkıda bulunur. Transvers relaksasyonun ikinci nedeni, protonların çevresinde yer alan atom ve moleküllerin, dış manyetik alanda mikro düzeyde değişiklik yaratmalarıdır. Böylece birbirlerine çok yakın yerleşmiş olsalar da, farklı mikroçevre etkileri nedeniyle, Larmor eşitliği uyarınca protonların presesyon hızları farklılaşacaktır. Hangi nedenle oluşursa oluşsun, manyetik inhomojenite dipollerin farklı hızlarda hareket etmesine ve x, y düzleminde vektörlerin farklı yönlere doğru hızla dağılmalarına yol açar. Sadece mikroçevre etkileri ile oluşan relaksasyona T2 adı verilir. Her iki etkinin katkıda bulunduğu relaksasyon T2-Star olarak adlandırılır. Farklı kimyasal yapı ve içerikten dolayı, farklı dokularda mikroçevreye bağlı manyetik inhomojenite de farklı olacağından, dokuların T2 sürelerinde farklılıklar olması doğaldır.

T1 ve T2 relaksasyonları, aynı anda başlayıp birlikte devam eden, fakat devam etme süreleri birbirlerinden farklı olan süreçlerdir. T1 relaksasyonu 0'dan başlayıp RF dalgası gönderilmeden önceki maksimum seviyesine doğru ilerlerken, T2 relaksasyonu maksimum bir değerden başlayıp, 0'a doğru azalma gösterir.

Buradan T1 süresi M_0 vektörünün eski halini kazanma, T2 süresi ise $M_{x,y}$ vektörünün bozulma süreci olarak tanımlanabilir. T1 süresi, T2 süresine oranla çok daha uzundur. Genel olarak bir dokunun T2 süresi o dokunun T1 süresinin %10-20'si civarındadır.

Görüntü Parametreleri: Dokudan gelen sinyallerin RF anten sargılarında yakalanıp görüntü oluşturmak üzere bilgisayarlarda değerlendirilmesi gereklidir. T1 ve T2 relaksasyonları aynı anda başladıklarından, dokudan gelen sinyallerin hangi komponentinin T1, hangilerinin T2 relaksasyonlarından kaynaklandığı ayırılmamalıdır. Bu amaçla puls sekansları dediğimiz bazı tekniklerle RF sinyalini gönderme ve dokudan gelen sinyalleri dinleme zamanları değiştirilerek elde edilen sinyalin T1 ya da T2 relaksasyonlarını temsil etmesi sağlanabilir. Ancak her iki süreç birlikte oluştuğundan elde edilen sinyalin, saf T1 ya da T2 sinyali olması mümkün değildir. Bu nedenle, görüntülerin daha çok hangi tip sinyalden oluşturulduğunu söyleyebilmekteyiz (T1 ya da T2 ağırlıklı görüntü gibi).

MRG görüntüsü üzerinde kontrast oluşturan dört parametre vardır. Bunlar T1, T2 süreleri ile ortamdaki proton sayısı (ortamın su içeriğine bağlı olarak değişen miktardadır) ve hareket halindeki yapıların oluşturduğu akım fenomenidir (kan, BOS akımı gibi).

T1 Ağırlıklı Görüntü Elde Etme Prensipleri: 90° 'lik bir RF pulsunu dokuya gönderdiğimizde, sinyalin sonlandığı andan hemen sonra dokuda longitudinal vektör oluşmaya başlayacaktır. Yeterli bir süre bekledikten sonra (denge konumuna ulaşmadan, yani T1 süresi tamamlanmadan) aynı karakterde diğer bir puls gönderirsek, longitudinal vektör henüz tam büyüklüğüne erişmeden yeniden x, y düzlemine yatırılacak ve RF pulsunun kesilmesinden sonra tekrar oluşmaya başlayacaktır. Biliyoruz ki her dokuda, protonların çevre moleküllere enerji transferi farklılıklarından dolayı, T1 relaksasyon süreleri farklıdır. 90° 'lik pulstan hemen sonra, T1 süresi kısa dokularda longitudinal vektör hızla büyüyecektir (protonlar çevreye daha çok enerji transfer edebilecektir). T1 süresi kısa ve uzun dokuların, longitudinal vektörleri arasında önemli bir fark oluşmuşken, 90° 'lik bir puls ile bu vektörlerin tekrar yatırılması halinde, kısa T1 süresine sahip dokularda, x (ya da y)

ekseninde, daha büyük bir vektör elde edilecektir. Bu 90°'lik pulsların tekrarlanmasıyla dokuları defalarca uyarmak mümkündür. Bu süreç içerisinde, henüz T1 süresi tamamlanmadan gönderilecek her bir puls, dokular arasındaki T1 süresi farklılıklarını daha belirginleştirecek ve T1 süresi kısa dokularda, uzun T1'e sahip dokulara oranla x, y düzlemine yatırılacak daha büyük vektörler bulacağız (vektörün mutlak büyüklüğü azalmakla birlikte T1 kısa doku / T1 uzun doku oranı artacaktır).

Eğer gönderdiğimiz pulslar arasında dokudan gelen sinyalleri dinleyecek olursak, longitudinal vektörün hızlı toparlandığı, yani T1 süresi kısa dokulardan daha güçlü sinyal alacağımız açıktır. Görüntü üzerinde çok sinyal gelen dokular daha beyaz görüldüğünden, kısa T1'e sahip dokular T1 ağırlıklı görüntü üzerinde beyaz görüleceklerdir. Uzun T1'i olan dokular ise, T1 ağırlıklı görüntü üzerinde koyu renkte kodlanacaklardır.

Proton Ağırlıklı Görüntü Elde Etme Prensipleri: Yukarıda tanımlanan uygulamadakinin farklı olarak, 90°'lik pulslar arasında yeterince bekleyerek, longitudinal vektörün yeterince oluşmasına izin verilirse, vektörler arasındaki büyüklük farklılıkları kaybolur. Her pulsle birlikte, tüm dokularda eşit büyüklükte bir vektörün transvers plana yatırılması söz konusu olacaktır. Yine pulslar arasında dokudan gelen sinyalleri dinleyecek olursak, anten sargılarımızda saptanan sinyal, o dokunun proton (hidrojen atomu) içeriği ile doğru orantılı olacaktır. Yani doku ne kadar çok proton içeriyorsa, o oranda çok sinyal verecek ve elde edeceğimiz görüntü de beyaz görünecektir. Bu yöntemle elde edilen görüntüler, dokunun proton içeriği ile yakından ilişkili olduğundan, proton görüntüleri olarak adlandırılır.

T2 Ağırlıklı Görüntü Elde Etme Prensipleri: 90°'lik bir RF pulstundan sonra, T1 ile aynı anda başlayan T2 relaksasyonuna dönelim. M_{x,y} vektörü T2'si kısa dokularda, uzun olanlara oranla daha hızlı kaybolacaktır. M_{x,y} vektörünün hızlı kaybı nedeniyle, kısa T2'li dokulardan gelen sinyal zayıf kalırken, T2'si uzun olan dokularda vektörün sifira inme zamanı uzayacağından, daha çok sinyal kaydı yapılabilecektir. Bu durumda T2 ağırlıklı MRG görüntüsünde, uzun T2 zamanına sahip dokular beyaz görülürken, kısa T2'si olan dokular siyah izleneceklerdir.

Spin Eko: SE, MRG görüntülemeye en çok kullanılan sekandır. Bu sekanda dokuya önce 90° 'lik bir RF pulsu gönderilerek, longitudinal vektör x, y planına yatırılır. Hatırlayacağımız gibi, pulsun kesilmesinden kısa bir süre sonra, protonların dipol yönleri transvers düzlemde dağılacaktır (defaze olacaklardır). Dipollerin bir süre defaze olmalarına izin verilip, dokuya bir RF dalgası gönderildiğinde, dipol yönleri yatay düzlemde hareket yönlerinin tersine doğru hareketlenecek ve vektörün ilk yatırıldığı pozisyona doğru toplanmaya başlayacaklardır (refaze olacaklardır). 180° 'lik pulstan sonra, 90° ve 180° 'lik pulslar arasındaki süre (TE/2) kadar daha beklersek dokudan güçlü bir sinyal kaydı alınır (protonların refaze olmalarından dolayı).

SE sekansında kullanılan 90° 'lik puls sonrasında defaze olan protonlardan öne geçenler (en hızlı defaze olanlar), 180° 'lik puls ile en arkada kalacaklardır. Kullanılan 180° 'lik puls, magnetik alan inhomojenitelerinden kaynaklanan transvers relaksasyon etkilerini ortadan kaldırır ve sadece mikroçevre etkileri ile oluşan transvers relaksasyon (T2) ortaya çıkar.

TR ve TE zamanlarında yapılacak değişiklikler ile görüntünün T1, T2 ya da proton ağırlıklı olması sağlanabilir. TR zamanı kısa tutulduğunda dokular arasında T1 farklılıkları belirginleşir ve elde edilen sinyal T1 ağırlıklı olur. TR zamanının uzun tutulması, görüntüde T1 ağırlığının azalmasına neden olur (dokuların geri kazandıkları longitudinal vektörler arasındaki farklılıklar azalır). Diğer taraftan TE süresinin kısa tutulması, protonların x, y ekseninde yeterince dağılamamaları nedeniyle T2 ağırlığının az olmasına yol açar. TE zamanı uzun tutulduğunda görüntünün T2 ağırlığı artar.

SE sekansında TR, 700 msn.'nin altında kısa, 2000 msn.'nin üzerinde uzun kabul edilir. TE ise 20-30 msn altında kısa, 70-80 msn üzerinde uzun kabul edilir.

Buna göre T1 ağırlıklı bir görüntü elde etmek için, TR ve TE kısa tutulmalıdır. Proton ağırlıklı görüntülerde, T1 etkisinden kaçınmak için TR uzun tutulur. T2 etkisini azaltmak içinse TE kısa tutulmalıdır. T2 ağırlıklı bir görüntü için hem TR, hem TE uzun tutulmalıdır. Uzun TR kullanılan T2 ve proton görüntüleri ikili eko tekniği olarak adlandırılan yöntemle yapılabilir. Bu yöntemde 90° 'lik puls sonrası (kısa TE kullanılarak) 180° 'lik puls gönderilir, TE/2 süre beklenir ve proton

görüntüler için kullanılacak sinyal kaydı yapılır. Ardından ikinci bir 180°'lik puls gönderilir ve daha sonra T2 sinyali elde edilir.

T1 ağırlıklı görüntülerde sıvı ve benzeri oluşumlar koyu gri tonlarda, yağ dokusu ise parlak beyaz tonda görülür. T2 görüntülerde sıvı parlak görülürken, yağ dokusu orta gri tonlardadır. T1 ağırlıklı kesitlerde anatomik detay daha iyi görülürken, T2 ağırlıklı görüntülerde lezyon demonstrasyonu daha iyidir.

Puls Sekansları: MRG görüntüsünün T1, T2 ya da proton ağırlıklı olması yanısıra kontrast ve boyutsal rezolüsyon, SNR, FOV gibi özellikleri; dokuya gönderilen RF dalgasının tekrarlanma sıklığı, uygulanan gradientlerin (frekans ve faz kodlama gradientleri) gücü, zamanlaması ve dokudan gelen sinyallerin kayıt zamanları gibi parametrelerin düzenlenmesi ile kontrol edilebilmektedir. Bu parametrelerin uygulama ve zamanlama kalıpları ile bazı protokoller geliştirilmiştir. Bu kalıplar puls sekansları olarak adlandırılır. Kalıplar içerisinde yapılan zamanlama değişiklikleri ile de görüntünün hangi özellikte olacağı belirlenebilir (T1, T2 ya da proton ağırlıklı). Genel olarak üç tip puls sekansından bahsedebilmekle birlikte, teknolojik yeniliklerle birlikte yeni puls sekansları geliştirilmekte ya da uygulanabilir olmaktadır. Konvansiyonel olarak adlandırabileceğimiz sekanslar, SE, İversion Recovery (IR) ve GRE (gradient eko) sekanslarıdır. Bunun yanı sıra hızlı spin eko (FSE), ve henüz yaygın olarak kullanılmayan eko planar görüntüleme (EPG), yeni ve hızlı görüntüleme yapan puls sekansları olarak sayılabilir.

Puls sekansları grafikler şeklinde, puls diagramlarında gösterilebilir. Bu diagramlarda TR, tekrarlama zamanı anlamında olup, bir puls sekansının başlangıcından, sonraki puls sekansının başlangıcına dek olan süreyi ifade eder. Echo time (TE), yankı zamanı (dinleme zamanı) anlamındadır ve 90°'lik puls ile, dokudan gelen eko sinyalinin arasındaki süreyi tanımlar.

Gradient Eko: GRE aslında tek bir sekans olmayıp, birçok sekansın ortak adıdır. SE ve IR sekanslarında, inceleme zamanı oldukça uzundur ve bu nedenle hareket artefaktları sıkça görülmektedir. GRE sekansları inceleme süresini kısaltmış ve kardiak incelemeler, MRG anjiyografi, üç boyutlu görüntüleme gibi bazı özel

çalışma olanakları sağlamıştır. Bununla birlikte, klasik sekanslardaki görüntü kontrastlarına GRE sekansları ile ulaşamamaktadır.

GRE sekanslarda, longitudinal vektör kısa RF pulsu kullanılarak 90° 'den küçük açılarda eğilir ve bu açığa flip angle (sapma açısı) adı verilir. Yani longitudinal vektör x, y düzlemine tam itelenmez ve RF pulsu gönderildikten sonra oluşan yeni vektörün, hem longitudinal hem de transvers komponenti bulunur. GRE sekansları kullanıldığında longitudinal vektörün geri kazanılması için gereken süre çok azalmaktadır. Bu nedenle çok uzun süreler beklemeye gerek kalmadan, uyarıcı RF pulsları daha sık tekrarlanabilmektedir. Dolayısı ile TR süresi kısalmakta, bu da inceleme süresini kısaltmaktadır. GRE sekanslarında vektörün transvers komponentini faze edecek 180° 'lik RF pulsları kullanılmaz (çünkü 180° 'lik puls, daha önce eğilen, total vektörü tam ters yönü gösterecek şekilde $-z$ kadranına itecektir). Bu nedenle sadece transvers komponent üzerine etki gösterebilecek bir gradient uygulayarak, protonları SE sekanslarında olduğu gibi refaze etmek mümkün olabilir. GRE sekanslarda görüntü kontrastını TR, TE ve sapma açısı kontrol eder. Sapma açısının büyük olması genellikle T1 ağırlıklı kontrast sağlarken, küçük sapma açılarında proton ve T2-Star ağırlıklı kontrast oluşmaktadır.

Hızlı görüntüleme yapabilmesi ve farklı kontrast özellikleri nedeniyle çok sayıda ve çeşitli GRE sekansları geliştirilmiştir. FLASH, FISP, GRASS gibi GRE uygulamaları en çok bilinenleridir.

Hızlı Spin Eko (Fast Spin Eko): GRE sekansları, inceleme süresinin kısaltılmasına yönelik ihtiyaçları karşılamak üzere geliştirilen tekniklerdir. Fakat GRE sekanslarında, sekansın kendine özgü kontrast özellikleri ortaya çıkmakta ve dokular arası kontrast, SE kalitesine ulaşamamaktadır. Bu nedenle kontrast kalitesini düşürmeden hızlı görüntüleme yapabilen sekansların arayışına girilmiştir. FSE bu ihtiyaca yanıt vermek üzere geliştirilmiş bir sekanstır. FSE'de özellikle T2 ve proton ağırlıklı görüntüler elde edilir. FSE'de de SE'de olduğu gibi önce 90° 'lik puls ile dokular uyarılır. Ancak daha sonra 90° 'lik puls takiben, birden fazla sayıda 180° 'lik puls gönderilir. Her 180° 'lik puls atımından bir süre sonra sinyal kaydı yapılır. 90° 'lik pulstan sonra kullanılan 180° 'lik puls sayısı 4-16 arasında değişir ve kullanılan 180° 'lik puls sayısı eko katar uzunluğu (eko train length) olarak

tanımlanır. SE'ye oranla, FSE'de inceleme süresi (eko katar uzunluğu ile doğru orantılı olarak) önemli ölçüde düşürülmektedir. Ancak FSE'de kazanılan zamanın bir kısmı görüntünün T2 kontrastını ve boyutsal rezolüsyonu artırmaya harcanır (çok uzun TR zamanları ve yüksek matrisle çalışılır). Bununla birlikte, konvansiyonel SE sekansına oranla görüntü kalitesinde hafif bir kayıp vardır.

GRE Sekanslarında T2 ağırlıklı Görüntüler Nasıl Elde Edilir?

GRE sekanslarında bir sinyal kaydı yapılabilmesi için 90 derece veya daha küçük açılarda tek bir RF pulse kullanılır. T2 ağırlıklı görüntü elde etmek için radyofrekans pulse tekrarlama süresi (TR) çok kısa tutulmalıdır. Böylece birçok dokuda transvers relaksasyon tamamlanamaz ve ortamda daima bir transvers magnetizasyon bulunur. Bu duruma "Steady-state Free Precession" (SSFP) denir. Dokuların T1 relaksasyon sürelerinin T2 relaksasyon sürelerinden yaklaşık 10 kez uzun olduğunu hatırlarsak verilen bu TR süresi içerisinde longitudinal relaksasyonların tüm dokular için sabit olacağı kolayca anlaşılabilir. Sonuçta değişken tek faktör dokuların transvers magnetizasyon şiddeti olacaktır ve T1/T2 kontrast oranına dayanan bu sekanslar esas olarak T2 ağırlıklı olacaktır. T2 ağırlıklı görüntü elde etmek için bir diğer parametre olarak küçük sapma açısı kullanılmalıdır. SSFP tekniği kullanılarak yapılan sekanslara "Fast Imaging Steady-State Precession" (FSIP), "Fourier Acquired Steady-State" (FAST) ve "Mirror Sequence of FISP" (PSIF) gibi isimler verilmektedir (64).

2.4.4. MRG Artrografi (MRA)

Kalça MRG artrografi, klinik açıdan kalçada patolojisi düşünülen olgularda labral ve labrokartilajinöz yapıları durumunu belirlemek için son yıllarda yaygın olarak kullanılan bir tanısal görüntüleme yöntemidir (3,58,59,63).

Bu tetkikte eklem içi sıvı miktarı, serum fizyolojik (SF; %0.9 NaCl) veya seyreltilmiş gadolinyum bileşiği enjeksiyonu ile artırılarak eklem kapsülünde distansiyon sağlanmakta ve eklem içi yapılar daha iyi belirlenebilmektedir (58,59,63). MRA sırasında verilen kontrast çözeltilisi eklem içi yapılarındaki yırtıkların belirlenmesini, yırtıkların içini doldurarak ve/veya yırtıklardan eklem dışına sızarak kolaylaştırmaktadır (58). Kalça MRA ile labrum, femoral ve asetabular

kartilaj yapılar, kalça eklem kapsülü ve eklem içi serbest kemik yapılar değerlendirilir (5,59).

MRA direkt veya indirekt yolla yapılabilir. Direkt MRA tetkikinde kontrast çözeltisi eklem içine iğne ile enjekte edilirken, indirekt MRA'da intravenöz (IV) yolla kontrast verildikten sonra ekleme 10-15 dakika egzersiz uygulanması söz konusudur.

İndirekt MR artrografi floroskopi gerektirmemesi, ve daha az invaziv oluşu direkt MR artrografiye olan üstünlükleridir. Ancak bu teknikte kapsüler distansiyon olmadığı gibi normal ya da patolojik, vaskülarize olan tüm dokular bir ölçüde opaklaştığından bazen normal opaklaşmaların, kontrast madde uzanımları olarak değerlendirilmesi yanlış pozitif tanılara neden olabilir. Bu teknikte MR kontrast madde intravenöz yolla verildikten sonra, incelenecek ekleme egzersiz yaptırılması kontrast maddenin eklem içerisine difüzyonunu sağlamaktadır. Kapiller yataktan intertisyel mesafeye sızan kontrast maddenin sinoviyumdan, eklem içerisine difüzyonu sonucunda artrografik etki oluşmaktadır. Difüzyonun hızı ve miktarı enjeksiyon sonrası ekleme egzersiz yaptırılmasıyla artmaktadır. Difüzyon inflamasyon olan eklemlerde daha fazla olduğu gibi egzersiz yaptırılan ekleme de fizyolojik hiperemiye bağlı olarak artmaktadır. Hasta intravenöz kontrast madde enjeksiyonu sonrası incelenecek eklemine 10-15 dakika egzersiz yaptırdıktan sonra MRG yapıldığında indirek yolla eklemde opaklaştığı görüntüler elde edilir (60,61).

Direkt MRA'da ilk aşamada iğne aracılığıyla perkütan yolla eklem aralığına ulaşılır. Bu işlem genellikle floroskopi altında yapılır ve eklem aralığına ulaşıldığının iyotlu bir kontrast çözeltisi verilerek teyit edilmesi gerekir. Bu teyitten sonra MRA tetkiki sırasında görüntülenecek gadolinyum bileşimini de içeren SF çözeltisi eklem aralığına verilir. Bu işlemden sonra yaklaşık 10 dakika yürüyüş egzersizi yaptırılır. Daha sonra ise hasta MR cihazına alınır ve MRA görüntüleri elde edilir. Gadopentetat dimeglumin veya gadolinyumun (Gd) diğer çözeltilerinin 0.8 mL'si 100 mL SF içine konduktan sonra floroskopi eşliğinde eklem içine enjekte edilir (58,59).

Kalça eklemde enjeksiyondan önce femoral damarlar palpe edilerek belirlenmelidir. Enjeksiyon için femurun baş ile boyun birleşim yerinde herhangi bir yer hedeflenir. Verilen kontrast çözeltisi labrumu sınırlandıracaktır ve omuzda

olduğu gibi, hiyalin kıkırdak ile labrum arasına girerse yırtık tanısı rahatlıkla konabilir. Asetabular labrum ile glenoid labrum aynı histolojik özelliklere sahiptir, ancak glenoid labrum glenoid fossayı çepeçevre sararken, asetabular labrum inferior kesimde sonlanır ve transvers asetabular bağ ile birleşir (59). Sublabral sulkus kalça eklemine de görülebilir ve genellikle transvers bağın labrum ile birleşim yerinde olur. Spor yaralanmalarına bağlı labral yırtıklar labrumun anterosüperiorunda olurken, asetabular displazisi olanlarda daha çok labrumun lateral kesiminde görülür (58,59). Yırtıklara eşlik edebilecek perilabral kistler enjekte edilen kontrast solüsyonu ile dolabilir, çünkü kistler eklem içi sıvısının kapsülde oluşan defekt ile eklem dışına sızmasıyla oluşur (59). Asetabular labral yırtık dejeneratif eklem hastalığının başlamasına neden olur, çünkü labrumun kıkırdaktan ayrılması ile kıkırdak korunmasız kalır, femur başı ve asetabulumun tekrarlayan çarpmaları ile kıkırdak lezyonları oluşur (59). FAİ hastalarının bir kısmında femoral boynun anterior yüzünde yuvarlak veya oval kistik bölge herniasyon çukuru olarak adlandırılır (3). Tipik olarak labrum, tüm görüntüleme sekanslarında yaygın düşük sinyal yoğunluğunda görülür. Fakat asemptomatik bireylerde bu durum, sadece %44'ünde görülmüştür ve labrum sinyali artan yaşla birlikte artmaktadır (62).

2.4.5. BT Artrografi (BTA)

Asetabular retroversiyon standart aksiyel BT veya MR görüntülerinde de tesbit edilebilir. Bu hastalarda asetabulum tavanından hemen inferiordaki kesitlerde asetabulum anterior duvarının lateral kenarının, posterior duvarına göre biraz daha mediyalde sonlanır. Normalde anterior duvarın lateral kenarı posterior duvarına göre biraz daha mediyalde sonlanması gerekir (43).

BT artrografi teknik olarak MRG artrografiye benzerdir. Floroskopi veya BT eşliğinde kalça eklem mesafesine çiba iğnesi yardımı ile girdikten sonra noniyonik kontrast madde enjeksiyonu yapılır. Kalça eklem mesafesinde distansiyon sağlanır. Daha sonra hastanın BTA çekimi gerçekleştirilir. Görüntüler iş istasyonunda aksiyel, koronal ve sagittal planlarda rekonstrükte edilir (43).

BT artrografi eklem kıkırdağının değerlendirilmesinde düz MRI'a göre bazı avantajlarının yanı sıra daha iyi uzaysal çözünürlük de sağlar. Submilimetrelik bir

skalada görüntü alınmasıyla birlikte multiplanar reformasyonların bulunması düz MRI'da net görünmeyen erken intraartiküler değişiklikleri gösterebilir (69).

BT artrografi tarama süresini azaltarak ve hareket artefaktlarını kısıtlayarak yeterli görüntü kalitesi elde eder. Ayrıca uzaysal rezolüsyonu MRG artrografiye göre daha yüksek olduğu için kalça kartilaj yapıları daha iyi değerlendirilebilir (69).

2.5.Femoroasetabular İmpingementte Klinik

Femoroasetabular impingement tanısı olan hastalarda en sık yakınma kalça ağrısıdır. Hastalar tarafından en sık belirtilen şikayet spor faaliyetleri sırasında ve sonrasında, uzun süreli oturma ve yürüyüş sonrası ve minor bir travma sonrasında kasıkta ağrı tarif ederler. Hastaların bazıları lateral uyluk bölgesine yayılan trokanterik bir ağrıyı tariflemektedir. Tipik olarak semptomlar ortaya çıkmadan çok daha önce sınırlı kalça hareketlerinin farkına varmaktadırlar (65).

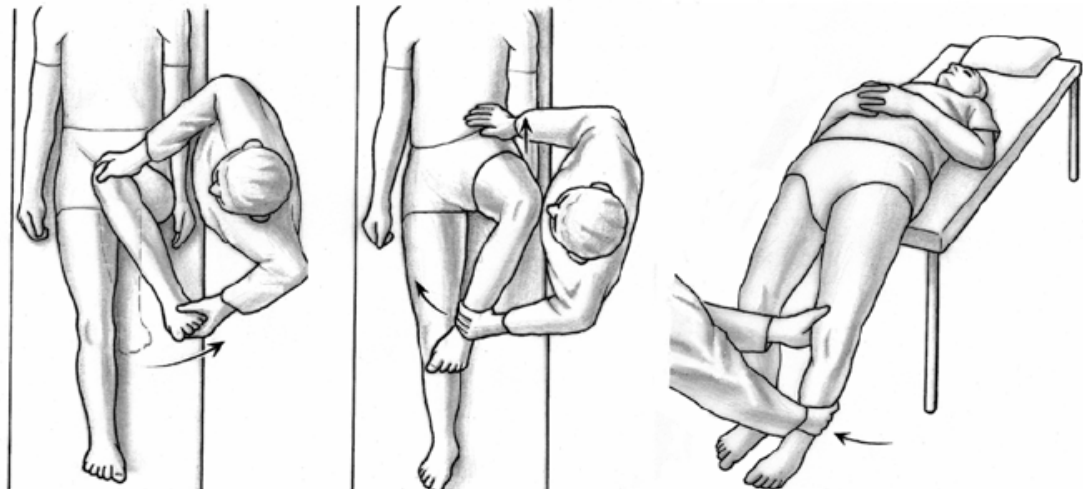


Şekil 2.13. İmpingement testi: fleksiyon ve iç rotasyonda ağrı pozitif bulgudur (65).

Fizik muayenede pozitif impingement testi mevcuttur (fleksiyon, adduksiyon ve iç rotasyonda ağrı) ve iç rotasyon kaybı yaygındır (65). İç rotasyon kaybının diğer hareketlerle olan orantısızlığı osteoartritten ziyade FAİ'yi akla getirmelidir. Kalça ağrısı olan bir hastanın genel fiziksel muayenesi, eklem hareket açıklıkları ve uygun provakatif testleri içermektedir (35). Bu testler anterior impingement testi ve FABER testidir.

Anterior impingement testinde hasta muayene masasına sırt üstü yatırılır. Kalça 90 ° fleksiyona getirildikten sonra iç rotasyon ve zorlu adduksiyon hareketi yaptırılır. Bu pozisyonda, anterior femur boynu anterosüperior asetabulum da FAİ semptomlarına neden olduğu düşünülen sıkışma yaratmaktadır. Eğer hasta ağrı hisseder ise test pozitif denir. Ganz ve arkadaşları bu testin FAİ olan hastalarda hemen her zaman olumlu olduğunu ileri sürmüşlerdir (4,65) (Şekil 2.13).

Anterior impingement'in ileri formunda kalça fleksiyonunda pasif eksternal rotasyon mevcutsa Drehman belirtisi pozitifdir. Tam ekstansiyonda güçlü eksternal rotasyonu ağırlı ise posterior impingement testi pozitifdir (4,66) (Şekil 2.14). Posterior impingement lezyonları olan hastalarda ağrı ve azalmış hareket bildirilmiştir.



Şekil 2.14. FAİ değerlendirilmesinde klinik testler. Solda anterior impingement, ortada Drehman's işareti, sağda ise posterior impingementya ait klinik muayene testlerinin yapıldığı (Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. AJR Am J Roentgenol 2007;188:1540-52).

FABER testinde hasta muayene masasına sırt üstü yattıktan sonra etkilenen kalçaya **F**leksiyon, **A**Bduksiyon ve **E**ksternal (dış) **R**otasyon hareketi yaptırılır. Bu manevra esnasında ağrının FAİ'ye özel olduğu söylenemez. Çünkü bu aynı zamanda intraartiküler, psoas ya da sakroiliak lezyonların da göstergesi olabilir. Fakat kalça ağrısı FABER muayenesi esnasında FAİ hastalarında sıkça dile getirilen bir şikayet olarak klinik muayenede gözlenmiştir. FAİ hastalarında FABER testi pozitif ise etkilenen taraftaki dizi muayene masası ile olan dik mesafesi diğer tarafa göre artmıştır (65) (Şekil 2.15). FAİ teşhisinde bu muayenelerin duyarlılığının ve keskinliğinin değerlendirilebilmesi için ek araştırmaya ihtiyaç vardır (65).



Şekil 2.15. (A) negatif FABER testi, (B), pozitif FABER testi. Hastanın muayenesi esnasında sol tarafında FABER testi uygulanırken (FABER, fleksiyon, abduksiyon, ve eksternal rotasyon) dizin lateral kenarı ile muayene masası arasında dikey mesafede artış gözlemlenmektedir (65).

Fiziksel muayenede ağrı adduksiyon, fleksiyon ve kalçanın internal rotasyonunun 90 derecelik bileşik manevrasıyla tesbit edilebilir. Bu provakasyon testinde, asetabular labrumda yırtık ya da labruma olan basınç nedeniyle ağrı oluşur.

Diz menisküsündeki gibi asetabular labrumda da proprioseptif ve nosiseptif sinir lifleri vardır ve ağrı iletiminde etkilidirler(65). Klinik geçmişin önemi yadsınmamalıdır. Çünkü ağrı lokasyonu ve mekanik semptomların varlığı ya da yokluğu FAİ teşhisinde çok yardımcıdır. FAİ teşhisi detaylı anamnez, ve fiziksel muayene ile yapılmalıdır (67).

2.6.Femoroasetabular İmpingementte Tedavi

Femoroasetabular İmpingement nispeten yeni tanındığı için, tedavi teknikleri sürekli değişmektedir (10). Genel olarak aktivite düzenlemesini, nonsteroid antiinflatuar ilaçları ve enjeksiyonları kapsayan cerrahi dışı müdahalelerin etkisi ancak sınırlı ölçüde tanımlanabilmiştir. İlerleyici dejenerasyondan kaçınmak için erken müdahale olarak cerrahi gereklidir (4,6,9,68). FAİ'nin cerrahi tedavisi sadece ilerlemiş dejeneratif değişiklikleri ve yoğun artikular kartilaj hasarı olmayan hastalarda uygundur (34). Operasyondan sonra kötü bir sonuç için riskin en büyük olduğu hastalar, ameliyattan önce ilerlemiş osteoartriti olan hastalardır (32). Bu nedenle FAİ hastalarında operasyon öncesinde artrografi görüntülemenin en önemli rolü labrokartilajinöz hasarı tesbit etmektir.

Femoroasetabular İmpingementin cerrahi tedavisinde kalça hareketi açıklığının geliştirilmesi ve asetabular kenara femoral çarpmanın hafifletilmesi hedeflenir. En sık anormallik proksimal femurdadır. Femur baş boyun bileşkesindeki anormallik (osseöz bump deformitesi) rezeke edilir ve yeniden bu bölgede normal konkavite oluşturulur. Ayrıca asetabular anormallik mevcut ise cerrahi tedaviye asetabular kenar veya periasetabular rotasyonel osteotomi eklenerek kemik rezeksiyonu ile asetabulumun reoryantasyonu sağlanır. Her durumda ilgili kıkırdak ve labral lezyonlar ya debride edilir yada onarılır (9,10).

Ganz ve arkadaşları tarafından tanımlanan orijinal prosedür lateral kalça insizyonunu, giriş için trokanteri kaydıran trokanterik osteotomiye, kalça kapsülünün içine doğru bir insizyonu, kalça dislokasyonunu, labrum debridmanı ile birlikte femoral osteoplastiyi, asetabuler halka osteotomisini ve/veya impingementi ortadan kaldıracak gerekli temizlemeleri, trokanterin tekrar femur üzerine sabitlenerek kapatılmasını takip eden işlemleri içerir (4). Bizim Ortopedi kliniğimizde de bu prosedür uygulanmaktadır.

3-GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Hasta Populasyonu

Çalışmamıza Ekim 2009 ile Nisan 2011 tarihleri arasında Ortopedi polikliniğinden Femoroasetabular İmpingement ön tanısı ile Radyoloji A.B.D.'na gönderilen ve artrografileri yapılan hastalar dahil edildi. Üniversitemizin etik kurulu tarafından çalışma onay aldı (21.05. 2010 tarihli ve 2010/95 sayılı kararı ile). Hastaların MRA ve ÇKBTA tetkikleri gerçekleştirilmeden önce onamları alındı. FAİ şüphesi olan hastaların en belirgin şikayeti kalça veya kasık ağrısıydı ve özellikle hareketle ağrı artıyordu. Bu şikayetle Ortopedi polikliniğine gelen hastaların muayeneleri ve direkt grafilerinin değerlendirilmesi sonucunda FAİ şüphesi olan hastalara Radyoloji A.B.D.'da artrografi tetkiki gerçekleştirildi. Toplam 51 hastaya artrografi yapıldı. Hastaların 20'si erkek ve 36 'sı kadındı. Hastaların 5'ine aynı seansta bilateral artrografi yapıldı. Toplam 56 kalçaya artrografi tetkiki gerçekleştirildi. Altı kalçada sadece bir tetkik yapılmıştı (MRA veya ÇKBTA). Bu nedenden dolayı istatistiksel anlamlılık için her iki tetkiki yapılmış olan 50 kalça çalışmaya dahil edildi. Artrografileri yapılan 10 hasta opere oldu, 9 hastaya açık cerrahi 1 hastaya artroskopi yapıldı.

3.2.Artrografi Tekniği Ve Görüntülerin Alınması

Artrografi işleminde ilk olarak kalça eklem mesafesine verilecek kontrast madde karışımı hazırlandı. MRG kontrastı 100 cc izotonik içerisinde 0.8 cc [1ml'de 376,9 mg Meglumün gadoterat (Dotarem/Guerbet)] dilüe edildi. Dilue MRG kontrast maddesinden 10 cc ve noniyonik kontrast maddeden [100ml'de 61,24mg İomerol (İomeron 300,Bracco)] 10 cc aynı enjektöre çekilerek kontrast madde karışımı elde edildi. Hastalar supin pozisyonda skopi masasına yatırıldı. Artrografi yapılacak kasık bölgesinde gerekli sterilizasyon sağlandı ve lokal anestezi uygulandı. Skopi eşliğinde anteriordan kalça eklem mesafesine 22G 15 cm'lik chiba iğnesi ile girildi ve test dozlarında kontrast enjeksiyonları yapılarak iğnenin eklem içerisinde olduğu saptandı. Daha sonra hastaların ağrı eşiğine göre ortalama 10-15 cc kontrast madde karışımı verilerek kalça eklem distansiyonu sağlandı. Enjeksiyon sonrası hastalara 15-20 dk yürüyüş egzersizi yaptırıldı. Egzersiz sonrası ilk olarak BT (Aquillion 64,

Toshiba, Tokyo, Japan) ve sonra MRG (Magnetom vision plus 1.5-Tesla, Siemens, Germany) çalışıldı. MRA ve ÇKBTA çekimleri hasta supin pozisyondayken, nötral pozisyonda yapıldı. MRA çekimleri fleksibl kaplayıcı bir vücut sargısıyla (coil) yapıldı. Standart MRA görüntüleme protokolünde 4 görüntü düzlemi yer alıyordu; aksiyal, koronal, sagittal ve koronal-oblik. Aksiyal, koronal ve sagittal T1-ağırlıklı fat-saturated(FS) spin-eko (TR/TE 588/12, matriks boyutu 512 X 512, kesit kalınlığı 4-5 mm, görüntü alanı 16cm) sagittal, koronal-oblik Proton+T2 Turbo Spin Eko((TSE) FS: TR/TE 3000/14, matriks boyutu 512 X 512, kesit kalınlığı 3-4 mm, görüntü alanı 16cm), sagittal T2 TSE-FS,(TR/TE 4500/54, matriks boyutu 512 X 512, kesit kalınlığı 5-6mm, görüntü alanı 16cm) aksiyal T2 FLASH 2D (TR/TE 500/15, matriks boyutu 512 X 512, kesit kalınlığı 4-5mm, görüntü alanı 16cm) sekanslarında çalışıldı.

BT görüntülemesi çok kesitli BT cihazı ile (Aquillion 64, Toshiba, Tokyo, Japonya) 64x0,5mm kolimasyonda gerçekleştirildi. ÇKBT'de tarama süresi azaltılarak ve hareket artefaktları kısıtlayarak yeterli görüntü kalitesi elde edilmektedir. Tüm taramalardaki parametreler aynıydı: pitch 1.50, 120-140 kVp, 120-130 mAs, yüksek çözünürlüklü filtre, kesit kalınlığı 0.5mm, 15-cm görüntü alanı ve 512 X 512 matriks. İzotropik veri alınmasıyla aksiyal, koronal, sagittal ve koronal-oblik düzlemlerde üst üste binen 0.1mm ve 0,5mm kesit kalınlığıyla çok-düzlemli reformasyon yapıldı. Bütün değerlendirmeler çalışma istasyonunda (HP XW8200 base unit, program vitrea) volüm imajlar (Vital Images) üzerinden yapıldı.

Çok Kesitli BTA ve MRA görüntüleri 20 yıllık deneyime sahip bir kas-iskelet radyoloğu tarafından farklı zamanlarda birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirildi.

3.3.Görüntülerin Değerlendirilmesi

Labral yırtıkların lokalizasyonunda asetabular labrum saat kadranına göre 12 bölgeye ayrılarak lokalize edildi. Bu bölgeler; 3 ile 9 arası bir hat olarak belirlendi ve bu hattın üzeri süperior aşağısı ise inferior olarak değerlendirildi. Buna göre 1 ile 3 arası anteriorsüperior, 11 ile 1 arası süperior, 9 ile 11 arası posteriorsüperior olarak değerlendirildi (Şekil 3.1).

4-BULGULAR

Kalça ve kasık ağrısı nedeniyle ortopedi polikliniğince değerlendirilen ve FAİ ön tanısı alan hastalara Radyoloji A.B.D’da artrografi tetkiki yapıldı. Toplam 51 hastaya artrografi tetkiki yapıldı. Hastaların 20’si (%39) erkek 31’i(%61) kadındır. Ortalama yaş kadınlarda 32 ve erkeklerde 31’dir. Hastaların en belirgin şikayeti kalça ağrısıydı ve ağrı özellikle hareketle artıyordu. Hastaların 5’inin şikayeti iki taraflıydı ve bu hastalara bilateral artrografi aynı seansta gerçekleştirildi. Toplam 56 kalçaya artrografi tetkiki yapıldı. Fakat 6 kalçada sadece bir tetkik yapılmıştı (MRA veya ÇKBTA). Bu nedenden dolayı istatistiksel anlamlılık için her iki tetkiki yapılmış olan toplam 50 kalça çalışmaya dahil edildi. Bir hastada şikayetler bilateraldı ve her iki kalçasına skopi eşliğinde enjeksiyon yapıldı. Fakat bu hastanın klostrofobisinin olması nedeniyle sadece ÇKBT çekimi gerçekleştirildi. Diğer 4 hastanın ise şikayetleri tek kalçadaydı ve bu hastalara sadece MR görüntüleme gerçekleştirildi.

Tüm hastalarda en yaygın klinik ön tanı; artiküler kırıkda hasarı olan veya olmayan şüpheli labral yırtıktı. Labral anormallik, paralabral kist formasyonu, asetabular ve femoral kondral patolojiler, femoral baş ve boyun morfolojisi (bump) ve femoral baş ve boyun kavşağında kistik dejeneratif değişiklik varlığı, labral kalsifikasyon, herniasyon çukuru ile kalça ekleminde izlenen osteofitik yapılanmalarla ilgili bilgiler toplandı.

Çalışmamızda da en sık labral yırtıklar anteriorsüperior lokalizasyonda tespit edildi. Diğer sıklıkla tespit edilen yırtık lokalizasyonu ise posteriorsüperior (9 ve 11 arası). Daha az sıklıkla süperior lokalizasyonda labral yırtık saptandı fakat bu hastalar opere olmadıkları için bulgular kıyaslanamadı. Özellikle 3 ile 9 hattın inferiorunda labral yırtık tespit edilmedi.

Tipik sublabral sulkus görünümü gözleendiğinde, bulgu normal olarak kabul edildi ve bununla ilgili veriler toplanmadı. Klinik girişim, MRA ve ÇKBTA bulguları arasındaki korelasyonun incelenmesi için 50 kalçanın verileri uygundu.

Femoroasetabular İmpingement genç ve genç erişkin kişilerin hastalığıdır ve osteoartrit gelişimine neden olduğu için erken teşhisi gerekir. Bizim hasta

grubumuzda çoğunlukla genç erişkin kişilerden oluşuyordu. Hem MRA hemde ÇKBTA tetkiklerinde en sık tespit edilen patoloji labral yırtık olarak tespit edildi. Labral yırtık bulgusu MRA tetkikinde 50 kalçanın 37'inde (%74) ÇKBTA tetkikinde ise 33'ünde (%66) tespit edilmiştir. Bulgular Mc Nemar kıkare testine göre her iki tetkikin biribiri ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır ($p>0.05$). Ayrıca her iki tetkik verileri sonucunda en sık karşılaşılan bulgu ise asetabular kartilaj defekti veya deliminasyonu idi.

Asetabular kartilaj deliminasyonu FAİ'li hastalarda erken osteoartrit nedenlerinde biri olup genelde her iki tip (Pincer ve Cam) impingement sendromunda da sıklıkta tespit edilir. Bizim çalışmamızda MRA tetkikinde 50 kalçanın 35'inde (%70) asetabular kartilaj bulgusu tespit edilmiş olup ÇKBTA tetkikinde 16 kalçada (%32) bu bulgu saptandı. Bulgular Mc Nemar kıkare testine göre her iki tetkikin biribiri ile uyumlu olmadığını gösterdi($p<0.001$). ÇKBTA ve MRA görüntüleri 20 yıllık deneyime sahip bir kas-iskelet radyoloğu tarafından farklı zamanlarda birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirildi. Her kalça için bulguların varlığı veya yokluğu MRA ve ÇKBTA 'da ayrı ayrı tespit edildi. Tablo 4. 1 ve tablo 4. 2'de tüm kalçaların MRA ve ÇKBTA bulguları verilmiştir.

Tablo 4.1. Tüm kalçaların MRA tetkiki bulguları

Sıra	Cinsiyet	Yaş	Labral Yırtık	Kartilaj Defekti	Herniasyon Çukuru	Paralabral Kist	Labral Kalsifikasyon	Osteofit	Bumb
1	E	37	yok	var	yok	yok	yok	yok	var
2	K	49	var	var	yok	var	yok	yok	yok
3	K	44	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
4	E	17	yok	var	var	yok	yok	yok	var
5	E	43	yok	var	yok	var	yok	yok	var
6	K	53	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
7	E	40	var	var	yok	var	yok	yok	var
8	K	20	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
9	E	29	var	var	var	var	yok	yok	var
10	K	47	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
11	K	30	var	var	yok	var	yok	yok	yok
12	E	37	yok	var	var	yok	yok	yok	yok
13	K	44	yok	var	yok	yok	yok	yok	yok
14	K	4	yok	var	yok	yok	yok	yok	yok
15	K	44/Sağ	yok	var	yok	yok	yok	yok	yok
16	K	44/Sol	yok	var	yok	yok	yok	yok	yok
17	K	26	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
18	E	36	var	yok	yok	var	yok	var	var
19	K	48	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
20	K	34	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
21	E	37	var	var	var	yok	yok	yok	var
22	K	57	yok	var	var	yok	yok	yok	yok
23	K	49	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
24	E	36	var	yok	yok	yok	yok	yok	var
25	K	42	yok	yok	yok	var	yok	yok	yok
26	K	29/Sağ	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
27	K	29/Sol	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
28	K	19/Sağ	var	var	yok	yok	var	yok	var
29	K	19/Sol	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
30	K	50	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
31	E	25	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
32	K	33	var	var	yok	yok	yok	yok	var
33	K	16	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
34	E	27	var	var	yok	yok	yok	yok	var
35	E	31	var	var	yok	yok	yok	yok	var
36	K	13	var	var	yok	yok	yok	yok	var
37	E	17	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
38	E	33	var	var	yok	yok	yok	yok	var
39	K	40	var	var	yok	yok	yok	yok	var
40	K	20	var	var	yok	yok	yok	yok	var
41	K	49	yok	var	yok	yok	yok	yok	yok
42	E	31	var	var	yok	yok	yok	yok	var
43	K	25	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
44	E	27	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
45	K	25	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
46	K	27	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
47	K	36	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
48	E	33/Sağ	var	var	var	yok	yok	yok	var
49	E	33/Sol	var	var	var	yok	yok	yok	var
50	E	42	var	var	var	yok	yok	yok	var

Tablo 4.2. Tüm kalçaların ÇKBTA tetkiki bulguları

Sıra	Cinsiyet	Yaş	Labral Yırtık	Kartilaj Defekti	Herniasyon Çukuru	Paralabral Kist	Labral Kalsifikasyon	Osteofit	Bumb
1	E	37	yok	var	yok	var	yok	yok	yok
2	K	49	yok	yok	yok	var	yok	yok	yok
3	K	44	var	yok	yok	yok	var	yok	yok
4	E	17	yok	yok	var	yok	yok	yok	yok
5	E	43	yok	yok	yok	yok	yok	var	var
6	K	53	yok	yok	yok	yok	var	yok	yok
7	E	40	var	yok	yok	var	yok	yok	var
8	K	20	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
9	E	29	var	yok	var	yok	yok	var	var
10	K	47	var	yok	yok	yok	var	yok	yok
11	K	30	var	var	yok	var	yok	yok	yok
12	E	37	yok	yok	var	var	var	yok	var
13	K	44	yok	var	yok	yok	yok	yok	yok
14	K	4	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
15	K	44/Sağ	yok	yok	yok	yok	var	yok	yok
16	K	44/Sol	yok	yok	yok	yok	var	yok	yok
17	K	26	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
18	E	36	var	yok	yok	var	var	var	var
19	K	48	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
20	K	34	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
21	E	37	var	var	var	yok	yok	yok	var
22	K	57	yok	yok	var	yok	yok	yok	yok
23	K	49	yok	yok	yok	yok	var	yok	yok
24	E	36	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
25	K	42	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
26	K	29/Sağ	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
27	K	29/Sol	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
28	K	19/Sağ	var	var	yok	yok	var	yok	var
29	K	19/Sol	var	yok	yok	yok	yok	yok	var
30	K	50	var	yok	yok	yok	var	yok	yok
31	E	25	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
32	K	33	yok	var	yok	yok	yok	yok	yok
33	K	16	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
34	E	27	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
35	E	31	yok	var	yok	yok	var	yok	yok
36	K	13	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
37	E	17	var	var	yok	yok	var	yok	var
38	E	33	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
39	K	40	yok	var	yok	yok	yok	yok	yok
40	K	20	var	var	yok	yok	yok	yok	var
41	K	49	yok	yok	yok	yok	yok	yok	yok
42	E	31	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
43	K	25	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
44	E	27	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
45	K	25	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
46	K	27	var	yok	yok	yok	yok	yok	yok
47	K	36	var	var	yok	yok	yok	yok	yok
48	E	33/Sağ	var	var	var	yok	yok	yok	var
49	E	33/Sol	var	var	var	yok	yok	yok	var
50	E	42	var	yok	var	yok	yok	yok	var

Her iki yöntemde de en sık tespit edilen bulgu labral yırtık, asetabular kondral defekt (kartilaj deliminasyonu) ve femur baş-boyun bileşkesinde osseöz çıkıntı (bump) idi. Tüm kalçaların toplam olarak sayısal bulguları tablo 4.3'de sunulmaktadır. Sadece asetabular kondral defekt (kartilaj deliminasyonu) ve labral kalsifikasyon bulgularında MRA ve ÇKBTA' nun Mc Nemar kikare testine göre uyumlu olmadığı sonucuna varıldı ($p<0.001$). Diğer tüm bulgularda Mc Nemar kikare testine göre her iki tetkik arasında uyumluluk vardı($p>0.05$).

Tablo 4.3. Tüm kalçaların toplam olarak sayısal MRA ve ÇKBTA bulguları

	MRA	ÇKBTA
Labral Yırtık	37	33
Kartilaj Defekti	35	16
Herniasyon Çukuru	8	8
Paralabral Kist	8	6
Labral Kalsifikasyon	1	12
Osteofit	1	3
Bump	19	14

Toplam 10 hasta opere oldu. Bu hastalardan 9'una açık cerrahi 1 hastaya artroskopi yapıldı. Bu olguların MRA, ÇKBTA ve operasyon bulguları tablo 4.4'de sunulmaktadır.

Opere olan 10 hastanın 5'inde labral yırtık sadece anteriorsüperiora gözlendi. İki hastada(7. ve 10. olgu) hem anteriorsüperior hemde posteriorsüperior lokalizasyonda labral yırtık tespit edilmiş olup ÇKBTA ile bu yırtıkları tam olarak tanımlandı. Bir hastada (2.olgu) MRA'da posteriorsüperior lokalizasyonda tanımlanan labral yırtık hem ÇKBTA'de hemde operasyonda sonucunda tespit edilmedi. Ayrıca bazı hastalarda birden fazla yırtık tespit edilmiş olup ÇKBTA bu yırtıkları tam olarak göstermiştir. Operasyon sonuçları ile labral yırtık lokalizasyonlarının ÇKBTA ile yüksek doğrulukta olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca artrografi bulgularını operasyon sonuçları ile kıyasladığımızda ÇKBTA labrumda yırtık olup olmadığını MRA'ye göre daha doğru saptadı. Bazı hastalarda birden fazla yırtık olup yırtık lokalizasyonları ve operasyon ile kıyaslaması tablo 4.5'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Opere olan olguların MRA, ÇKBTA ve operasyon bulguları

Olgular	Yaş	MRA	ÇKBTA	Operasyon
1	44/K	Labral yırtık,	Bump,labral kalsifikasyon	Asetabular labral osteofit, bump
2	53/K	Labral yırtık, asetabular kartilaj defekti	Bump, femur boynunda osteofit	Femur boynunda osteofit
3	43/E	Asetabular kartilaj defekti, paralabral kist, bump	Bump, femur boynunda osteofit	Femur boynunda osteofit
4	37/E	Labral yırtık, asetabular kartilaj defekti, herniasyon çukuru, bump	Labral yırtık, herniasyon çukuru, bump	Asetabular kartilaj kaybı, labral yırtık, bump
5	30/K	Labral yırtık, femur boynunda osteofit	Femur boynunda osteofit	Labral yırtık, asetabular kartilaj defekti, bump, osteofit
6	50/K	Labral yırtık, asetabular kartilaj defekti	Labral kalsifikasyon, labral yırtık, asetabulumda osteofit	Labral yırtık, asetabular kartilaj defekti, osteofit
7	19/K	Labral yırtık, asetabular kartilaj defekti, labral kalsifikasyon, bump	Labral yırtık, labral kalsifikasyon, asetabular kartilaj defekti	Labral yırtık, asetabular osteofit, asetabular kartilaj defekti
8	20/K	Labral yırtık, Asetabular kartilaj defekti, bump	Labral yırtık, bump, asetabular kartilaj defekti	Labral yırtık, bump, asetabular kartilaj defekti, ligamentum teres rüptüre
9	33/K	Labral yırtık, asetabular kartilaj defekti, bump, labral dejenerasyon	Labrumda minerilizasyon, paralabral kist	Labrum anteriorsüperiorunda mukoid dejenerasyon, paralabral kist
10	36/E	Labral Yırtık, paralabral kist, osteofit, bump	Labral yırtık, labral kalsifikasyon, bump, femurda çok sayıda milimetrik kist	Labral yırtık, labral kalsifikasyon, bump, asetabular kartilaj defekti

Tablo 4.5. Opere olan olguların labral yırtık lokalizasyonları ve bulguları

Olgular	Yaş	MRA	ÇKBTA	Operasyon
1	44/K	-	-	Labrumda yırtık yok
2	53/K	Posteriorüperior	-	Labrumda yırtık yok
3	43/E	-	-	Labrumda yırtık yok
4	37/E	Anteriorüperior	Anteriorüperior	Anteriorüperior
5	30/K	Anteriorüperior	-	Anteriorüperior
6	50/K	Anteriorüperior	Anteriorüperior	Anteriorüperior
7	19/K	Anteriorüperior	Anteriorüperior Posteriorüperior	Anteriorüperior Posteriorüperior
8	20/K	Anteriorüperior	Anteriorüperior	Anteriorüperior
9	33/K	Anteriorüperior	-	Labrumda yırtık yok,degenerasyon mevcut
10	36/E	Anteriorüperior	Anteriorüperior Posteriorüperior	Anteriorüperior Posteriorüperior

MRA/ÇKBTA için labral yırtıkları, asetabular ve femoral kartilajı doğru bir şekilde değerlendirebilmek açısından operasyon sonuçları ile karşılaştırıldığında % sensitivite, spesifisite, doğruluk oranı, pozitif prediktif değerler ve negatif prediktif değerler hesaplanmıştır. Bu değerler tablo 4.6, tablo 4.7 ve tablo 4.8'de sunulmaktadır ($p>0.005$).

Tablo 4.6. ÇKBTA ve MRA labral yırtık saptama % oranları

	Sensitivite	Spesifisite	Doğruluk Oranı	PPV	NPV
MRA	100	50	80	75	100
ÇKBTA	85	100	90	100	75

Tablo 4.7. ÇKBTA ve MRA asetabular kartilaj defektlerini saptama % oranları

	Sensitivite	Spesifisite	Doğruluk Oranı	PPV	NPV
MRA	60	20	40	43	33
ÇKBTA	50	75	60	75	50

Tablo 4.8. ÇKBTA ve MRA femoral kartilaj defektlerini saptama % oranları

	Sensitivite	Spesifisite	Doğruluk Oranı	PPV	NPV
MRA	33	85	70	50	75
ÇKBTA	100	85	90	75	100

Çok Kestli BTA ve MRA tetkikleri sonuçları ile operasyon sonuçlarının tümü kıyaslandı. Hem ÇKBTA ve hemde MRA bulguları arasında istatistiksel olarak uyumluluk vardı ($p>0.05$). Fakat herniasyon çukuru bulgusu istatistiksel olarak değerlendirilemediği için uyumluluk tespit edilemedi. Bunun sebebi ise opere olan tüm hastalarda bu bulgu saptanmamıştı.

5-TARTIŞMA

Femoroasetabular İmpingement (FAİ) kalça ekleminde prematüre osteoartrite neden olur (3). FAİ'de labrumda anormal asetabular yüklenme olur ve bunun sonucu olarak hipertrofi, dejenerasyon ve/veya yırtıklar görülür. Bu değişiklikler kalça osteoartritinin erken belirtileri olarak tanımlanmıştır. Erken hasarı engellemek veya geciktirmek için kesin tanı gerekir çünkü hastaların çoğu genç yetişkindir (33). Bir kıkırdak hasarı ve labral yırtık nedeni olarak FAİ'nin teşhis edilmesi, cerrahların FAİ'yi erken evrede düzeltmeleri ve son evre osteoartriti engellemesi veya geciktirmesini sağlayabilir (7).

Femoroasetabular İmpingementli hastalarda preoperatif MR görüntülemenin en önemli rolü eklem içinde var olan hasarın kapsamının değerlendirilmesidir. MR artrografi asetabular labrum lezyonlarının saptanması ve evrenmesinde MRG görüntülemeden daha üstündür (3). Hem kontrastsız MRG hem de MR artrografinin labral ve kıkırdak patolojilerinin teşhis edilmesini zorlaştıran uzaysal çözünürlük gibi eksiklikleri vardır (72). Modern spiral multidedektör BT teknolojisinde uzaysal çözünürlük yüksektir ve bu nedenden dolayı dirsek, omuz, diz, el ve ayak bileği BT artrografisine tekrar ilgi gösterilmeye başlanmıştır. İntraartiküler kalça patolojisinin araştırılmasında bu tekniğin yararlılığı ile ilgili yayınlanmış veriler bulunmaktadır. Çeşitli çalışmalar kalçada kıkırdak kaybını değerlendirmek için ÇKBT artrografinin başarısını araştırmış ve başarısının MR artrografiye eşit veya daha üstün olabileceğini kanıtlamışlardır (70,73).

Kalça labral patolojisinin saptanması zordur. Düz radyografi; kalça patolojisinde önemli ama kısıtlı bir role sahiptir. Tanısal yeterliliği kalça ve pelviste dejeneratif değişiklikler ve kemik anormalliklerini göstermesine dayanmaktadır. BT ve düz MRG görüntüleme teknikleri kalça patolojisi ve labral-kıkırdak lezyonları açısından önemli bilgiler verir, ama tanısal yeterlilikleri kısıtlıdır (70,71). Çalışmaların çoğunda kontrastsız ve direkt artrografik tekniklerin kullanıldığı MR görüntüleme yapılmıştır. Ancak intraartiküler kalça patolojisinin değerlendirilmesinde kalça ÇKBTA'si için az sayıda yayın bulunmaktadır.

Bizim çalışmamızın amacı FAİ tanısı ile opere olan hastaların labral yırtık ve eklem kıkırdağı bulgularını ÇKBTA ve MRA sonuçları ile karşılaştırmak ve

bulguların doğruluk oranlarını saptamaktı. Kalçada içi diğer patolojileride tespit etmeye çalıştık. Ayrıca labral yırtık lokalizasyonunda hangi tetkikin daha üstün olduğunu operasyon sonuçları ile karşılaştırdık.

Genelde hastaların başvuruda şikayetlerinin unilateral oluşu ile radyografik değerlendirmeden sonra FAİ bulgularına sıklıkla bilateral rastlanması, hastalığın genelde bilateral olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle başvuruda her iki kalça eklemine de değerlendirilmesi önerilmektedir.

Hastalar genelde genç erişkinlerden oluşuyordu ve en sık hareketle artan kalça ağrısı tarif ediyorlardı. Ortopedi polikliniğine başvuran hastalar öncelikle direkt grafileri ile birlikte değerlendirildi. Direkt grafilerinde femur baş-boyun bileşkesinde anormallikler, asetabular çatının femur başı ile olan ilişkisi, kemik yapılarıdaki degeneratif değişiklikler, displastik kalça bulguları ve muayene bulguları ile birlikte değerlendirilen hastalardan FAİ şüphesi taşıyan gruba artrografi tetkiki yapıldı.

Femoroasetabular İmpingement şüphesi ile toplam 51 hastaya artrografi tetkiki yapıldı ve tüm hastalarda kalça içi patoloji tespit edildi. Hem MRA hemde ÇKBTA tetkiklerinde en sık saptanan bulgu labral yırtık ve kartilaj defektiydi. MRA tetkiki ile FAİ tanısı için yapılan çoğu çalışmada (3,10,47,49,60) sıklıkla labral ve kartilaj patolojisi tespit edilmiştir. Bu patolojiler bizim çalışmamızda da benzer şekilde en sık saptanan bulgulardı.

Kalça FAİ'si "pincer" ve "cam" tipi olmak üzere iki tiptir. Ayrıca her ikisinin de bir arada görüldüğü mikst tip te tanımlanmıştır. Pincer tipi daha çok orta yaşlı aktif bayanlarda görülürken, cam tipi daha sıklıkla genç aktif erkeklerde tanımlanmaktadır (4,8,35,). Pincer tipi FAİ, FAİ'nin asetabular nedeni olup femoral başın derin asetabulum tarafından fokal ya da genel kaplanmasıyla karakterize edilirken (3), cam tipi FAİ'de femur başının asferikal şekli bu hastalığa neden olmaktadır (3,5,10). Çalışmamızda FAİ'deki kalça patolojilerini FAİ tiplerine göre değil, FAİ'deki tüm kalça içi patolojilerini saptamaya yönelikti. Böylelikle erken kalça patolojileri saptanan hastaların tedavilerine yön verilmeye çalışıldı. Aynı zamanda literatürle uyumlu olarak pincer tipi FAİ'nin kadınlarda, cam tipi FAİ'nin ise erkeklerde daha sık görüldüğünü saptadık.

Toplam 51 hastanın 5'ine aynı seansta bilateral artrografi yapıldı. Böylelikle toplam 56 kalçaya artrografi tetkik gerçekleştirildi. 6 kalçaya sadece bir tetkik gerçekleştirildiği için istatistiksel anlamlılık açısından 50 kalça çalışmaya dahil edildi.

Manyetik Rezonans Artrografi ile yapılan çok sayıda çalışma olmasına rağmen literatürde ÇKBTA ile yapılan az sayıda çalışma vardır. ÇKBT teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, eklem patolojilerinin saptanmasında ÇKBTA gittikçe faydası artan bir yöntem haline gelmiştir. Birçok çalışmada dirsek, omuz, bilek ve dizde kullanıldığında mükemmel tanısal sonuçlar elde edildiği kanıtlanmıştır (74). Kalça eklem içi labral patolojilerinin saptanması zordur. Çalışmaların çoğunda kontrastsız ve direkt artrografik tekniklerin kullanıldığı MR görüntüleme yapılmıştır. James ve arkadaşları (75) yüksek çözünürlüklü yüzey koil tekniğini kullanarak, kontrastsız MRG'nin hem femoroasetabular impingement hemde asetabular displazide labral ve kondral patolojinin saptanmasında başarılı olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca çok sayıda çalışma da direkt MR artrografi kullanımının labral patolojinin saptanmasında mükemmel sonuçlar gösterdiği bildirmiştir (3,10,47). Ancak MRG'de uzaysal çözünürlüğü olmamasının küçük labral yırtıkların teşhisini zorlaştırabileceği belirlenmiştir. Keeney ve arkadaşları (76) tarafından yapılan bir çalışmada, labral yırtık ile uyumlu klinik semptomları olan 102 hastaya MR artrografi çekilmiş ve arkasından artroskopi yapılmıştır. MR artrografi tekniğinin labral patolojileri saptanmada %71 sensitivite, %44 spesifisite, %93 pozitif prediktif değer ve %69 doğruluk değerine sahip olduğu bulunmuştur. Yazarlar MR artrografinin labral patolojinin mükemmel bir belirleyici olduğunu, fakat sensitivitesi yetersiz olduğundan negatif bulunan bir görüntülemenin önemli bir patolojiyi dışlayamayacağına karar vermişlerdir. Kalça ÇKBTA yeni bir teknik değildir fakat ÇKBT'nin rezolüsyonunun iyileştirilmesiyle MRG'ye bir alternatif olmuştur. Nishii ve ark (70) güncel olarak 41 hastada radial yeniden düzenlenmiş imajları kullanarak kalça displazisinde asetabulum ve labrum bozukluklarını değerlendirmede ÇKBT'nin başarısını araştırmışlardır. Yazarlar hastaların yaklaşık %50'sinde görüntüleme bulgularını artroskopi bulguları ile karşılaştırmışlar ve mükemmel korelasyon gözlemlemişlerdir. ÇKBT artrografinin labral yırtık tespitinde sensitivite, spesifisite ve doğruluğunun sırasıyla %97, %87 ve %92 olduğunu bulmuşlardır. Bizim

çalışmamızda da ÇKBTA sonuçları labral yırtık saptanmada yüksek sensitivite ve doğruluk oranına sahipti.

Bilgisayarlı Tomografi ve düz MRG protokolleri kalça patolojisi ve labral kırıkta lezyonları açısından önemli bilgiler verir, ama tanisal yeterlilikleri kısıtlıdır. Ayrıca MRA'nın BTA'ya göre labral yırtıkları değerlendirmede daha iyi olduğu ispatlanmıştır. Bu durum MRG'nin BT'ye göre yumuşak doku kontrastının daha iyi olmasına bağlı olabilir (77).

Manyetik Rezonans Artrografi ve ÇKBTA tetkikleri invaziv işlemlerdir. Fakat bu tekniklerde kalça distansiyonu sağlandığı için kalça içi patolojilerin tespitinde MRG'ye ve indirekt MR artrografiye göre daha üstündür. Çalışmamızda her iki teknikte labral yırtık tanısı labrum içine kontrast geçişi olarak tanımlandı. MRA'de asetabular kartilaj içerisine kontrastın geçişi ve burada tabaklaşması kartilaj delimasyonu olarak tanımlandı ve bu bulgu ÇKBTA'de saptanmadı. Genellikle ÇKBTA'de asetabular ve femoral kartilaj defektleri; kondral yapının seyrindeki düzensizlik ve incelmeler şeklinde tanımlandı.

Femoral kartilaj patolojilerinin saptanmasında ÇKBTA'nin MRA'den daha iyi olduğunu saptadık ve bunu operasyon sonuçlarımızla kanıtladık. Opere olan 3 hastanın ÇKBTA'de femoral kondral defekt bulgusu mevcuttu ve operasyon ile bunu saptadık. Fakat MRA da sadece 1 hastada femoral kondral defekt saptandı.

Femoroasetabular İmpingement da en sık saptanan kalça içi patolojilerden biri asetabular kartilaj hasarlanmasıdır (3,16). Çok sayıda çalışmada asetabular kartilaj defektlerinin saptanmasında MRA etkinliği kanıtlanmıştır (3,5,8,40,59,61). Bizim çalışmamızda da literatürdeki çalışmalara benzer şekilde FAİ'de asetabular kartilaj defektleri MRA'de en sık saptanan bulguydu. Bulgularımızı operasyon sonuçları ile korele ettik. Güncel çalışmalar ÇKBT artrografinin kalçadaki kırıkta kaybının saptanmasında MR artrografi ile eşit veya daha iyi bir sensitiviteye sahip olduğunu önermektedir (70,73). Diz ile karşılaştırıldığında kalçada hiyalin kırıkta katmanının ince olması ve artiküler yüzeyin eğimli olmasının MRG'nin yetersiz uzaysal çözünürlüğü nedeniyle kırıkta hasarının daha zor saptanmasına neden olabileceği önerilmiştir. Ek olarak, kalça derin yerleşimli olduğundan kalçada sinyal yoğunluğu azalır (72). ÇKBT hem femoral hem de asetabular kırıktağin mükemmel şekilde değerlendirilmesini sağlayan yüksek rezolüsyonlu multiplanar yeniden

düzenlenmiş imajlar elde edilmesini sağlar (70,73). Christie-Large ve arkadaşları (43) şüpheli intraartiküler patolojisi olan 96 hastanın ÇKBTA bulguları ile 27 hastanın cerrahi sonuçlarını korele ettikleri çalışmada hem femoral hem de asetabular kıkırdak ÇKBTA bulgularının cerrahi sonuçlar ile mükemmel uyumluluklarını tanımlamışlardır. Bizim çalışmamızda da ÇKBTA ve kalça kıkırdak bulguları arasında uyumluluk mevcuttu. Sadece iki hastada tutarsızlık gözlemlendi. Her iki hastada da asetabular kartilaj normal olarak değerlendirilmişti fakat bir hastada kondral defekt diğer hastada ise deliminasyon tespit edildi. İki hastasında opasifikasyonun iyi olmaması kondral yapıların normal olarak değerlendirilmesine neden olmuştu. Bu sorunun teknik bir nedenden dolayı meydana geldiği sonucuna vardık. Opere olan ve ÇKBTA ile femoral kıkırdak defekti saptanan olguların bulguları arasında yüksek oranda uyumluluk gözlemlendi.

Perdikakis E ve arkadaşları kalça ÇKBTA ve MRA bulgularını cerrahi bulgular ile karşılaştıran bir çalışma yapmışlardır. Bu kalça içi patolojileri değerlendirmede literatürdeki her iki tetkik kullanılarak yapılan tek karşılaştırmalı çalışmadır ve Şubat 2011'de yayınlanmıştır (69). Bu çalışmada 44 hastaya hem ÇKBTA ve hemde MRA tetkiki uygulanmıştır. Opere olan ve her iki tetkik yapılan toplam 14 kalça çalışmaya dahil edilmiştir. Bu çalışmada ÇKBTA görüntülemesi çok kesitli BT cihazı ile 16x0,75 mm kolimasyonda gerçekleştirilmiş ve MR çekimleri; 1.5 T tarayıcı ile (Vision Hybrid, Siemens) ve fleksibl kaplayıcı bir vücut sargısıyla (coil) yapılmıştır. Yazarlar labral yırtık ve kıkırdak değerlendirmesinde MRA ve ÇKBTA'nun sensitivite, spesifite, doğruluk ve pozitif prediktif değerleri hesaplamışlardır. Labral yırtık tespitinde MRA'nun spesifite, doğruluk ve pozitif prediktif değerleri bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Fakat ÇKBTA'nun labral yırtık tespit etmede spesifite, doğruluk ve pozitif prediktif değerleri bizim çalışmamızda daha yüksektir. Bunun nedeninin literatürdeki çalışmaya göre daha ileri teknolojiye sahip olan 64 kesitli ÇKBT cihazı ile yapılmış olmasıdır. Ayrıca kalça eklem kıkırdak bulgularının tespitinde MRA ve ÇKBTA bulgularımız literatürdeki bu çalışma ile benzer sonuçlar gösterdi.

Çalışmamızda her hasta için paralabral kist, labral kalsifikasyon, synovial herniasyon pitt (herniasyon çukuru), osteofit, bump bulguları ayrı ayrı saptandı.

Labral kalsifikasyon dışında tüm bulgularda MRA ve ÇKBTA arasında uyumluluk vardı. ÇKBT artrografide labral kalsifikasyon MRA'ya göre daha iyi tanımlandı.

Herniasyon çukurlarının oluş nedenleri tam olarak anlaşılmamıştır (21). Bu lezyonlar femur boynunun proksimal, ön-üst kadranında yer almaktadır. FAİ'ye ait tipik lokalizasyonun burası olması, herniasyon çukurlarının izole lezyon değil, jukstaartiküler kistlerin FAİ riski olan hastalar olarak değerlendirilmesini öngörür. Herniasyon çukuru röntgende saptanabilirken, MRG incelemede saptanma oranı çok daha fazladır.

Femoral baş-boyun bileşkesinde osseöz displastik çıkıntı (bump) labral ve asetabular kırıldak hasarlanmasına neden olur. (10). Femoroasetabular impingementteki femoral baş ve boyun ve asetabular morfolojik anormallikler ÇKBT ile iyi bir şekilde görüntülenir. Çalışmamızda opere olan 7 hastada bump saptandı ve törpüldü. Operasyon sonuçları ile birlikte değerlendirildiğinde iki tetkikinde bu bulguyu saptama oranı benzerdi.

Çok Kesitli BTA ile kemik lezyonları MRA'ya göre daha iyi tanımlanmaktadır. Schmid MR (72) ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada MR artrografide osteoartritin ikincil bulguları olan subkondral skleroz, kemik kistleri ve osteofitik yapılanmalar izlendiğinde labral yırtıklar abartılı olarak değerlendirilmektedir sonucuna varılmıştır. İki olguda ÇKBTA'de kemik yapılarda osteofitik ve kistik yapılanmaları mevcuttu ve bu hastalarda labral yırtık saptanmadı. Fakat bu iki hastanın MRA tetkikinde osteofitler, kemik kistleri ile birlikte labral yırtık tespit edildi. Operasyon sonuçları ÇKBTA ile benzerlik göstermekteydi ve olgularda labral yırtık saptanmadı. Çalışmamızdaki bu sonuçlar Schmid MR ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmayı destekler niteliktedir.

Bir hastada operasyonda kapitis femoris ligamentinde yırtık ve femoral kırıldakta defekt saptandı. Yumuşak doku çözünürlüğü daha yüksek olan MRA ile bu bulgular tespit edildi. Genç ve sporcu olan bu hastada cam tipi FAİ vardı. Operasyonda labral yırtık tamir edildi ve femoral baş-boyun bileşkesinde osseöz displastik çıkıntı törpüldü.

Çok Kesitli BT'nin uzaysal çözünürlüğünden başka avantajları da vardır. İmaj alımı MRG'dekinden daha hızlıdır ve böylece hasta hareketi ile ilişkili potansiyel problemleri azaltır. Ayrıca hasta incelemeyi kolay tolere eder ve

klostrorobi problemi ile çok karşılaşılmaz (43). Bir hastamızın şikayetleri iki taraflıydı ve aynı seansta skopi altında her iki kalçaya enjeksiyon yapıldıktan sonra klostrorobisinin olması nedeniyle sadece ÇKBTA yapıldı. Hastanın her iki kalçasındaki labral yırtıklar mükemmel bir şekilde gösterildi. MRG kontrendike olduğunda (cihaz veya implant yerleştirilmesi gibi nedenlerle) ÇKBT artrografi kolaylıkla uygulanabilir (43).

Kalça MRA labral yırtık tespitinde yüksek doğruluk oranına sahiptir ve eğer labral yırtıktan şüphe ediliyorsa tercih edilen görüntüleme yöntemidir (3,8,10,33,77). Bizim çalışmamızda da MRA labral yırtıkları yüksek oranda saptadı. Ayrıca ÇKBTA'de de labral yırtıkları saptama oranı yüksekti. Operasyon sonuçlarımız ile korele ettiğimizde ÇKBTA'nin bir labral patolojiyi doğru yorumlanmadaki başarısı MRA'den daha yüksek bulundu. Fakat bir olguda ÇKBTA ile labrumdaki yırtığı tespit edemedik. Bunun nedeninin olgunun ilk vakalarımızdan biri olması ve kalça içi yeterli miktarda noniyonik kontrast madde enjeksiyonun yapılmamasıydı.

Labral yırtığın varlığının tespiti yanında yırtığın lokalizasyonunda önemlidir ve operasyon sırasında cerraha kolaylık sağlar. Blankenbaker DG ve arkadaşları (77) 65 kalçanın artrografi sonuçlarını artroskopik bulgular ile korele ederek labral yırtık lokalizasyonunda MRA etkinliğini bulmayı çalışmışlardır. Yazarlar yaptıkları çalışmada labral yırtıkları saat kadranlarına göre lokalize etmişler ve %85 hastada saat 1 lokalizasyonunda labral yırtık tespit etmişlerdir. Bizde çalışmamızda saat kadranını kullandık. Blankenbaker DG ve arkadaşlarının çalışmalarına benzer şekilde labral yırtıkları sıklıkla saat 1 pozisyonuna uyan seviyelerde saptadık ve anteriorsüperior lokalizasyon olarak adlandırdık. Fakat operasyon sonuçları ile hem MRA hemde ÇKBTA tetkiklerinde saptanan labral yırtık lokalizasyonları karşılaştırıldığında ÇKBTA'nin yırtık lokalizasyonunda sonuçları mükemmeldi. Çünkü opere olan tüm hastaların labral yırtık lokalizasyonlarını yüksek doğruluk oranı ile saptadı (Tablo 4.5). ÇKBTA 2 kalçada posteriorsüperiorda yırtık izlendi ve bu yırtıklar operasyonda da saptandı. Fakat MRA 'de posteriorsüperior lokalizasyonda tanımlanan yırtık operasyonda saptanmadı. ÇKBTA'de multi planar rekonstrüksiyon (MPR) yırtık lokalizasyonu tespit edilmesinde bize kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca BT 'nin uzaysal çözünürlüğü MRG'ye göre daha iyidir.

Opere olan bir hastamızda MRA’de anterior-süperior labrumda degenerasyon ile uyumlu intensite değişiklikleri ve labral yırtık bulgusu saptandı. Aynı hastanın ÇKBTA’sinde anterior-süperior labrumda mineralizasyon artışı izlendi ve labral yırtıkla ilgili bulgu saptanmadı. Operasyon sonucu anterior-süperior labrumda mukoid dejenerasyondu. Labral dejenerasyon bulgusu MRA’de daha iyi tanımlanırken labral yırtık bulgusu ÇKBTA’de daha iyi değerlendirilmiştir.

Kalça direkt grafi FAİ hastalarında kemik patolojileri daha iyi saptar ve yumuşak doku patolojilerini değerlendiremez. Labral yırtık labrum içine kontrast madde geçişi olarak tanımlanmaktadır. Klostrafobi nedeniyle sadece ÇKBTA tetkiki yapılan ve labral patoloji saptığımız bir olguda labrumda mikst bir yırtık mı yoksa labral kalsifikasyon ile birlikte tek bir yırtık mı ayrımını net olarak yapamadık. Bu nedenden dolayı hastanın direkt grafisi ile birlikte ÇKBTA’yu tekrar yorumladık ve asetabulumdan labruma doğru uzanımı olan milimetrik kemik çıkıntı tespit ettik. Sonuç olarak anterior-süperior labrumda yırtıkla birlikte labral kalsifikasyonun mevcut olduğunu saptadık.

Çalışmamızın bazı zayıf yönleri vardı. İlk olarak çalışmaları tek bir kas iskelet radyologu raporladı, bu yüzden gözlemci değişkenliği değerlendirilemedi. İkincisi, artrografinin operatif korelasyonu için hasta sayısı yetersizdi. Çok sayıda hastanın operatif sonuçları ile karşılaştırılmalı prospektif bir çalışma, bu tekniklerin gücü ve zayıflığını daha iyi şekilde değerlendirebilir.

Sonuç olarak Femoroasetabular İmpingementte labrumda hipertrofi, degenerasyon ve yırtıklar görülür. Bunlar erken osteoartrit bulguları olarak tanımlanmıştır. FAİ hastaları genelde genç erişkindir ve erken tanılar gerekir. FAİ ‘de MRA’nun kalça içi patolojilerini saptamadaki üstünlüğü kanıtlanmıştır ve bizim MRA bulgularımız literatürdekilerine benzerdir. ÇKBTA labral yırtık ve asetabular kondral kayıpların teşhisinde MRA benzer sensitivitededir. Fakat ÇKBTA femoral kartilaj değerlendirilemesinde MRA’ye göre daha üstündür. Ayrıca ÇKBTA’de labral yırtıkları MRA’ye göre daha iyi lokalize eder. BT’de imaj alımı MRG’dekinden daha hızlıdır ve böylece hasta hareketi ile ilişkili potansiyel problemleri azaltır. Ayrıca hasta incelemeyi kolay tolere eder. ÇKBTA kemik patolojilerini MRA’dan daha iyi saptar ve kemik patolojileri olan hastalardaki labral patoloji varlığını daha iyi yorumlar. Özellikle MRG uygulanamayan metalik

implantı ya da kloströfobisi olan olgularda ÇKBTA iyi bir alternatif yöntem olarak kullanılabilir.

6-SONUÇ VE ÖNERİLER

1-) MRA'nun FAİ'deki labral yırtık ve kırıldak hasarını saptamadaki doğruluğu çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bizim MRA ile elde ettiğimiz bulgular literatürdeki çalışmalar ile benzerdir.

2-) ÇKBTA eklem içi patolojilerin saptanmada yeni bir yöntemdir. Biz FAİ'de labral yırtık saptamada ÇKBTA'nun sensitivitesini %85, spesifitesini %100, doğruluk oranını %90 ve pozitif prediktif değeri %100 olarak bulduk. Bu yüksek oranlar ile kalça içi patolojilerinin saptanmasında ÇKBT artrografi MR artrografiye iyi bir alternatif olabilir.

3-) MRA'nun labral yırtık lokalizasyonundaki başarısını ÇKBTA'ya göre daha düşük olarak saptadık. ÇKBTA'nun labral yırtık lokalizasyon bulgularını opere olan hasta grubu ile karşılaştırdığımızda, ÇKBTA yırtıkları yüksek doğruluk oranı ile saptamaktadır. Özellikle posterior yırtık tespiti konusunda MRA'dan belirgin olarak üstündü. Litaratürde bu tip bir çalışma bulunmamaktadır. Biz bulgularımıza dayanarak labral yırtık lokalizasyonunda ÇKBTA'nun daha iyi bir yöntem olduğunu önermekteyiz.

4-) ÇKBTA kemik lezyonlarını MRA'ye göre daha iyi tanımlamaktadır. MRA'de osteoartritin ikincil bulguları olan subkondral skleroz, kemik kistleri ve osteofitik yapılanmalar izlendiğinde labral yırtıklar abartılı olarak değerlendirilebilir. Çalışmamızda ÇKBTA'de kemik lezyonları ile birlikte labral bulgular daha doğru olarak saptanmıştır.

5-) ÇKBTA asetabular kırıldak patolojilerini saptamada sensitivitesi %50, spesifitesi %75, doğruluk oranı %60 ve pozitif prediktif değeri %75 olarak saptandı. Bu değerler MRA'da sırasıyla %60,%20,%40,%43 olarak ölçüldü. ÇKBTA asetabular kırıkdağın mükemmel şekilde değerlendirilmesini sağlayan yüksek rezolüsyonlu multiplanar yeniden düzenlenmiş imajlar elde edilmesini sağlar. ÇKBTA asetabular kondral kaybın teşhis edilmesinde MRA'ye göre daha üstündür.

6-) ÇKBTA femoral kartilajın değerlendirilmesinde MRA'den belirgin üstündür. Çünkü femoral kırıldak defektlerini tespit etmede ÇKBTA'nin %100 sensitivite, %85 spesifisite, %90 doğruluk oranı ve %75 pozitif prediktif değerlere

sahip olduğu bulundu. Bu değerler MRA'de sırasıyla %33,%85,%70 ve %50 olarak saptandı.

7-) Direkt grafi bizim en temel yardımcımızdır. Muayenede FAİ şüphesi taşıyan hastalar ilk olarak kalça direkt grafisiyle değerlendirilir. Daha sonra bir üst tetkik olan artrografi yapılır. Biz çalışmamızda artrografi tetkikinde labral yırtık ve/veya kalsifikasyon arasında kaldığımızda hastanın kalça direkt grafisinin tekrar değerlendirilmesi gerektiğini önermekteyiz.

8-) ÇKBTA'de imaj alımı MRG'dekinden daha hızlıdır ve böylece hasta hareketi ile ilişkili potansiyel problemleri azaltır. Ayrıca hasta incelemeyi kolay tolere eder ve klostrofobi problemi ile çok karşılaşmaz. MRG kontendike olduğunda (cihaz veya implant yerleştirilmesi gibi nedenlerle) ÇKBT artrografi kolaylıkla uygulanabilir.

9-) ÇKBTA'deki MPR görüntüleme, özellikle labral yırtık lokalizasyonunu belirlenmede ve kondral patolojileri saptamada MR artrografiye avantaj sağlamaktadır. Yeni teknoloji MRG cihazları ile FAİ'nin tanı değerinin artacağı düşünülmektedir.

10-) ÇKBTA'nin en önemli dezavantajı pelvik bölgeye radyasyon vermesidir. FAİ hastaları genç erişkin popülasyondan oluşmaktadır. Radyasyona maruz kalmayı minimize etmek için, artrografi tetkikinin gerekliliğine bir kalça cerrahı karar vermelidir.

KAYNAKLAR

1. Cheryl A. Petersilge, Chronic Adult Hip Pain: MR Arthrography of the Hip. RadioGraphics 2000; 20:43–52
2. Kaya T.:Kas İskelet ve Yumuşak Doku Radyolojisi.Nobel &Güneş Tıp Kitabevi.Bursa 2008
3. Pfirmann CW, Megiardi B, Dora C, Kalberer F, Zanetti M, Hodler J. Cam and pincer femoroacetabular impingement: characteristic MRarthrographic findings in 50 patients, Radiology 2006; 240: 778-785
4. Ganz R, Parvizi J, Beck M, et al. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. Clin Orthop Relat Res 2003;417:112–20.
5. Kassarian A, Brisson M, Palmer WE. Femoroacetabular impingement. Eur J Radiol 2007;63:29-35.
6. Parvizi J, Leunig M, Ganz R. Femoroacetabular impingement. J Am Acad Orthop Surg 2007;15:561-70.
7. Tanzer M, Noiseux N. Osseous abnormalities and early osteoarthritis: the role of hip impingement. Clin Orthop Relat Res 2004;429:170–7.
8. Bredella M.A, Stoller D.W, MR Imaging of Femoroacetabular Impingement: Magn Reson Imaging Clin N Am 13 (2005); 653–664
9. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation Vol 3, No 3, 2008.
10. Kassarian A. Hip MR Arthrography and Femoroacetabular Impingement: Semin Musculoskelet Radiol 2006;10:208–219.
11. Watanabe Robert S. Embryology of the human hip, Clinical Orthopaedics and Related Research No. 98, 8 – 26, January – February 1974(Embriyoloji)
12. Strayer L: Embryology of the human hip joint. Clin Orthop 1971;74:221
13. Wedge John H., F.R.C.S., Wasylenko M. J. The natural history of congenital dislocation of the hip, Clinical Ortopaedics and Related Research, Number 137, November –December, 154 – 162, 1978(Embriyoloji)

14. Ito K, Minka MA 2nd, Standring S, editor. Gray's anatomy. 39th ed, London: Churchill Livingstone, 2004
15. Kuran, O.: Sistemik anatomi. Filiz Kitabevi, İstanbul 1983.
16. Harris WH, Bourne RB, Oh I. Intra-articular acetabular labrum: a possible etiological factor in certain cases of osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg [Am]* 1979;61-A:510-4.
17. Buckwalter JA, Lohmander S. Operative treatment of osteoarthrosis. Current practice and future development. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76:1405–18.
18. Jager M, Wild A, Westhoff B, et al. Femoroacetabular impingement caused by a femoral osseous headneck bump deformity: clinical, radiological, and experimental results. *J Orthop Sci* 2004;9:256–63.
19. Leunig M, Beck M, WooA, et al. Acetabular rim degeneration: a constant finding in the aged hip. *Clin Orthop Relat Res* 2003;413:201–7.
20. Beck M, Leunig M, Clarke E, et al. Femoroacetabular impingement as a factor in the development of nonunion of the femoral neck: a report of three cases. *J Orthop Trauma* 2004;18:425–30.
21. Eijer H, Myers SR, Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement after femoral neck fractures. *J Orthop Trauma* 2001;15:475–81.
22. Tannast M, Goricki D, Beck M, Murphy SB, Siebenrock KA. Hip damage occurs at the zone of femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:273–280.
23. Tanzer M, Noiseux N. Osseous abnormalities and early osteoarthritis: the role of hip impingement. *Clin Orthop Relat Res* 2004;429:170–7.
24. Leunig M, Podeszwa D, Beck M, et al. Magnetic resonance arthrography of labral disorders in hips with dysplasia and impingement. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 418: 74–80.
25. Beck M, Leunig M, Parvizi J, et al. Anterior femoroacetabular impingement: part II. Midterm results of surgical treatment. *Clin Orthop Relat Res* 2004;418:67–73.

26. Siebenrock KA, Scholl E, Lottenbach M, Ganz R. Bernese periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;363:9–20.
27. Lavigne M, Parvizi J, Beck M, Siebenrock KA, Ganz R, Leunig M. Anterior femoroacetabular impingement. Part I. Techniques of joint preserving surgery. *Clin Orthop Relat Res* 2004;418:61–66
28. Beck M, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87:1012–1018
29. Reynolds D, Lucas J, Klaue K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:281–8.
30. Lavigne M, Parvizi J, Beck M, et al. Anterior femoroacetabular impingement: part I. Techniques of joint preserving surgery. *Clin Orthop Relat Res* 2004;418:61–6.
31. Ferguson SJ, Bryant JT, Ganz R, et al. The acetabular labrum seal: a poroelastic finite element model. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2000;15:463–8.
32. Wagner S, Hofstetter W, Chiquet M, et al. Early osteoarthritic changes of human femoral head cartilage subsequent to femoro-acetabular impingement. *Osteoarthritis Cartilage* 2003; 11:508–518
33. Leunig M, Werlen S, Ungersböck A, Ito K, Ganz R. Evaluation of the acetabular labrum by MR arthrography. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79:230–234
34. Jäger M, Wild A, Westhoff B, Krauspe R. Femoroacetabular impingement caused by a femoral osseous head–neck bump deformity: clinical, radiological, and experimental results. *J Orthop Sci* 2004; 9:256–263
35. Ito K, Minka MA, Leunig M, Werlen S, Ganz R. Femoroacetabular impingement and the cam-effect: an MRI based quantitative study of the femoral head–neck offset. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83:171–176

36. Klaue K, Durnin CW, Ganz R. The acetabular rim syndrome. A clinical resresentation of dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73:423–9.
37. Leunig M, Casillas MM, Hamlet M, et al. Slipped capital femoral epiphysis: early mechanical damage to the acetabular cartilage by a prominent femoral metaphysis. *Acta Orthop Scand* 2000;71:370–5.
38. Myers SR, Eijer H, Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement after periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1999;363:93–9.
39. Itto RP, Klaue K, Ganz R, et al. Acetabular rim pathology secondary to congenital hip dysplasia in the adult. A radiographic study. *Chir Organi Mov* 1995;80:361–8.
40. Kassarian, Yoon S.L, Belzile E, Connolly A.S, Millis B.M, Palmer E.M. Triad of MR Arthrographic Findings in Patients with Cam-Type Femoroacetabular Impingement. *Radiology* 2005; 236:588–592
41. Notzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84:556–560
42. Siebenrock KA, Wahab KH, Werlen S, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Abnormal extension of the femoral head epiphysis as a cause of cam impingement. *Clin Orthop* 2004; 418:54–60.
43. Christie-Large M, Tapp M.J.F, Theivendran K, James J.L, The role of multidetector CT arthrography in the investigation of suspected intra-articular hip pathology. *The British Journal of Radiology* 2010;83: 861–867.
44. Lohan DG, Seeger LL, Motamedi K, Hame S, Sayre J. Cam-type femoral-acetabular impingement: is the alpha angle the best MR arthrography has to offer? *Skeletal Radiol.* 2009 Sep;38(9):855-62. Epub 2009 Jun 30.
45. Morgan JD, Somerville EW. Normal and abnormal growth at the upper end of the femur. *J Bone Joint Surg Br* 1960;42:264–72.

46. Siebenrock KA, Schoeniger R, Ganz R. Anterior femoro-acetabular impingement due to acetabular retroversion. Treatment with periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:278–86.
47. Siebenrock KA, Kalbermatten DF, Ganz R. Effect of pelvic inclination on determination of acetabular retroversion: a study on cadaver pelvis. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 407:241–248
48. Mast JW, Brunner RL, Zebrack J. Recognizing acetabular version in the radiographic presentation of hip dysplasia. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 418:48–53
49. Czerny C, Hofmann S, Neuhold A, et al. Lesions of the acetabular labrum: accuracy of MR imaging and MR arthrography in detection and staging. *Radiology* 1996; 200:225-30.
50. Tannast M, Murphy SB, Langlotz F, Anderson SE, Siebenrock KA. Estimation of pelvic tilt on anteroposterior X-rays: a comparison of six parameters. *Skeletal Radiol* 2006; 35:149–155
51. Tannast M, Zheng G, Anderegg C, et al. Tilt and rotation correction of acetabular version on pelvic radiographs. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 438:182–190
52. Meyer DC, Beck M, Ellis T, Ganz R, Leunig M. Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 445:181–185
53. Savaş R. Bilgisayarlı Tomografi, Terminoloji, Tarihçe, Görüntü Oluşum Süreci. *Temel Radyoloji Fiziği. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005. Sayfa 65-66.*
54. Karabulut N. Helikal BT, Çok Kesitli BT ve Elektron Demeti BT. *Temel Radyoloji Fiziği. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005. Sayfa 67-71.*
55. Tuncel E. Bilgisayarlı Tomografi. *Klinik Radyoloji. Genişletilmiş 2. Baskı. Sayfa 87-89.*

56. Kaya T, Özkan R, Adapınar B. Temel Radyoloji Tekniği 1997; Manyetik Rezonans Görüntüleme Fiziği; Sayfa 355-393.
57. Sabir N. Temel Radyoloji Fiziği 2005, Manyetik Rezonans ; Sayfa 203–206
58. Elentuck D, Palmer WE. Direct magnetic resonance arthrography. Eur Radiol 2004;14:1956-67
59. Steinbach LS, Palmer WE, Schweitzer. MR arthrography. Radiographics 2002;22:1223-46
60. Vahlensieck M, Sommer T, Textor J, et al. Indirect MR arthrography: technique and applications. Eur Radiol 1998; 8:232-5.
61. Peh WC, Cassar-Pullicino VN. Magnetic resonance arthrography: current status. Clin Radiol 1999; 54:575-87.
62. Lecouvet FE, Vande Berg BC, Malghem J, et al. MR imaging of the acetabular labrum: variations in 200 asymptomatic hips. AJR Am J Roentgenol 1996; 167:1025–8.
63. Sampatchalit S, Chen L, Haghghi P, Trudell D, Resnick DL. Changes in the acetabular fossa of the hip: MR arthrographic findings correlated with anatomic and histologic analysis using cadaveric specimens. AJR Am J Roentgenol. 2009 Aug;193(2):W127-33.
64. Casselman J.W, Kuhweide R, Ampe W, Meeus L, Steyaert L. Pathology of the Membranous Labyrinth: Comparison of T1 and T2-weighted and Gadolinium Enhanced Spin Echo and 3DFT-CISS imaging. AJNR 1993; 14:59-69
65. Philippon MJ, Maxwee RB, Johnston TL, Schenker M, Briggs KK. Clinical presentation of femoroacetabular impingement. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2007) 15:1041–1047
66. Ganz R, Gill TJ, Gautier E, Ganz K, Krügel N, Berlemann U. Surgical dislocation of the adult hip: a technique with full access to femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. J Bone Joint Surg Br 2001; 83:1119–1124

67. Kim YT, Azuma H. The nerve endings of the acetabular rim. *Clin Orthop* 1995; 320:176–181.
68. Zebala LP, Schoenecker PL, Clohisy JC. Anterior femoroacetabular impingement: a diverse disease with evolving treatment options. *Iowa Orthop J* 2007;27:71-81.
69. Perdikakis E, Karachalios T, Katonis P, Karantanas A. Comparison of MR-arthrography and MDCT-arthrography for detection of labral and articular cartilage hip pathology. *Skeletal Radiol* 2011.
70. Nishii T, Tanaka H, Sugano N, Miki H, Takao M, Yoshikawa H. Disorders of the acetabular labrum and articular cartilage in hip dysplasia: evaluation using isotropic high-resolution CT arthrography with sequential radial reformation. *Osteoarthritis Cartilage* 2007;15:251–7.
71. Petersilge CA. MR arthrography for evaluation of the acetabular labrum. *Skeletal Radiol*. 2001;30:423–30.
72. Schmid MR, Notzli HP, Zanetti M, Wyss TF, Hodler J. Cartilage lesions in the hip: diagnostic effectiveness of MR arthrography. *Radiology* 2003;226:382–6.
73. Nishii T, Tanaka H, Nakanishi K, Sugano N, Miki H, Yoshikawa H. Fat-suppressed 3D spoiled gradient-echo MRI and MDCT arthrography of articular cartilage in patients with hip dysplasia. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 185:379–85.
74. De Filippo M, Bertellini A, Pogliacomi F, Sverzellati N, Corradi D, Garlaschi G, et al. Multidetector computed tomography arthrography of the knee: diagnostic accuracy and indications. *Eur J Radiol* 2009;70:342–51.
75. James SLJ, Ali K, Malara F, Young D, O'Donnell J, Connell DA. MRI findings of femoroacetabular impingement. *AJR Am J Roentgenol* 2006;187:1412–19
76. Keeney JA, Peelle MW, Jackson J, Rubin D, Maloney WJ, Clohisy JC. Magnetic resonance arthrography versus arthroscopy in the evaluation of articular hip pathology. *Clin Orthop Relat Res* 2004;429:163–9.

77. Blankenbaker DG, De Smet AA, Keene JS, Fine JP. Classification and localization of acetabular labral tears. *Skeletal Radiol.* 2007 May;36(5):391-7

