

T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

FEMOROASETABULAR SIKIŞMA TANISINDA KULLANILAN
ALFA AÇISI VE ANTERİOR FEMORAL MESAFE
ÖLÇÜMLERİNDE ULTRASONOGRAFİNİN ETKİNLİĞİ:
SAĞLIKLI BİREYLERDE MANYETİK REZONANS
GÖRÜNTÜLEME İLE KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRME

Dr. Sinan BALCI

UZMANLIK TEZİ
Olarak hazırlanmıştır

ANKARA

2015

T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

FEMOROASETABULAR SIKIŞMA TANISINDA KULLANILAN
ALFA AÇISI VE ANTERİÖR FEMORAL MESAFE
ÖLÇÜMLERİNDE ULTRASONOGRAFİNİN ETKİNLİĞİ:
SAĞLIKLI BİREYLERDE MANYETİK REZONANS
GÖRÜNTÜLEME İLE KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRME

Dr. Sinan BALCI

UZMANLIK TEZİ
Olarak hazırlanmıştır

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Berna OĞUZ

ANKARA
2015

TEŞEKKÜR

Hacettepe Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda asistanlık sürem boyunca eğitimimde deneyimleri ile büyük katkısı olan tüm hocalarıma, ihtisasım boyunca saygı ve sevgi çerçevesini koruyan değerli asistan arkadaşlarıma, bu süre boyunca bizlere yardımcı olan tüm yardımcı personelimize Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Macit Arıyürek'in şahsında teşekkür ederim.

Tez için gerekli verilerin ve tetkiklerin toplanması, tezin yazımı ve değerlendirilmesi aşamalarında katkıları ile bana yol gösteren danışman hocam Doç. Dr. Berna Oğuz'a, tez konusunun belirlenmesi ile literatür araştırması konusunda bize kıymetli katkılarda bulunan hocam Prof. Dr. Üstün Aydınöz'e ve verilerin istatistiksel değerlendirmesini yapan arkadaşım Sercan Seyithanoğlu'na ayrıca teşekkür ederim.

Son olarak her aşamada olduğu gibi tez yazımı aşamasında bana olan yardımlarını esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Dr. Sinan BALCI. Femoroasetabuler sıkışma tanısında kullanılan alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümlerinde ultrasonografinin etkinliği: Sağlıklı bireylerde manyetik rezonans görüntüleme ile karşılaştırmalı değerlendirme. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi. Ankara. 2015. Femoroasetabuler sıkışma, patogenezi yeni anlaşılmaya başlayan, femur ile asetabulum arasındaki mekanik ilişkideki bazı anormalliklerle karakterize bir süreçtir. Femoroasetabuler sıkışma, özellikle genç bireylerde görülen ve zaman içerisinde eklem kıkırdağının dejenerasyonu ile erken osteoartrit neden olabilen klinik bir durumdur. Anormal morfolojinin ortaya konulmasında kalça grafileri, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme önemli katkıda bulunur. Femoroasetabuler sıkışma tanısında rutin klinik pratikte kullanılan yöntem manyetik rezonans görüntülemidir. Literatürde özellikle son yıllarda kalça eklemi ve femur başı-boynuna yönelik ultrasonografi ile bazı anatomik noktalar yardımıyla açı ölçümleriyle değerlendirme yapılabileceği yönünde görüşler mevcuttur. Femoroasetabuler sıkışma tanısında kullanılan kantitatif parametreler alfa açısı ve anterior femoral mesafedir. Çalışmanın amacı bu parametrelerin ultrasonografi ile güvenilir ve doğru bir şekilde ölçülebilir olup olmadığının bu konuda altın standart teknik olan manyetik rezonans görüntüleme ile karşılaştırılarak değerlendirilmesidir.

Çalışmaya katılan sağlıklı 35 bireyin 12'si kadın (% 34,3), 23'ü erkek (% 65,7) olup yaşları 10-29 arasındaydı (medyan: 22). Çalışmada her iki kalça eklemine yönelik MRG ve US tetkiki yapıldı. İki değerlendirmeci birbirinden bağımsız olarak ve aynı hastanın diğer tetkikinin sonuçlarından kör olarak ölçümleri yaptı.

Tüm ölçümler için erkek bireyler ile kadın bireyler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Gözlemciler arası korelasyon katsayısı US alfa açısı ölçümünde 0,528 ($p = 0,001$), US anterior femoral mesafe ölçümünde 0,539 ($p = 0,001$); MRG alfa açısı ölçümünde 0,753 ($p < 0,0001$), MRG anterior femoral mesafe ölçümünde 0,466 ($p = 0,005$) bulundu. İstatistiksel sonuçlar, US alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümlerde orta derecede uyum, MRG'de ise alfa açısı ölçümlerinde iyi derecede uyum, anterior femoral mesafe ölçümlerinde orta derecede uyumlu idi. US ile yapılan ölçümler, altın standart kabul edilen MRG ile karşılaştırıldığında her iki ölçüm ve her iki gözlemci açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede (alfa açısı için $p < 0,05$, anterior femoral mesafe için $p < 0,05$) farklı idi.

MRG, femoroasetabuler sıkışma tanısının konulmasında yardımcı olan kantitatif değerlendirmeye imkan sağlayan alfa açısı ölçümlerinde objektif ve güvenilir bir görüntüleme yöntemidir. Ancak US ile elde edilen veriler, MRG sonuçları ile uyumlu değildir. Bu nedenle US alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümlerinde tek başına güvenilir bir görüntüleme yöntemi değildir.

Anahtar Kelimeler: Femoroasetabuler sıkışma, cam tipi, alfa açısı, anterior femoral mesafe.

ABSTRACT

Dr. Sinan BALCI. Validity of ultrasound in the measurements of alpha angle and anterior femoral distance used for diagnosis of femoroacetabular impingement: Comparative assessment with magnetic resonance imaging in healthy individuals. Hacettepe University Medical Faculty Radiology Department. Ankara. 2015. Femoroacetabular impingement is a process characterized by various abnormalities of mechanical contact between femur and acetabulum whose pathogenesis is yet to be understood. It is a clinical entity especially encountered in young population and can cause early osteoarthritis via degeneration of joint chondral surfaces within time. Abnormal morphology can be revealed with contributions of hip radiographs, computed tomography and magnetic resonance imaging. In routine clinical practice magnetic resonance imaging is the imaging modality of choice for diagnosis of the femoroacetabular impingement. Recently in literature, there are opinions advocating utilization of ultrasound for hip joint, femur head and neck for measurement of some parameters via predefined anatomical points. Quantitative parameters used for diagnosis of femoroacetabular impingement are alpha angle and anterior femoral distance. The purpose of this study is to evaluate efficacy and reliability of ultrasound in measurements of these parameters with respect to magnetic resonance imaging which is used as gold standard imaging technique.

Thirty five healthy people were enrolled in the study, of which 12 were women (34.3 %) and 23 were men (65.7 %). The age range was between 10 and 29 (median: 22). Both hip joints were evaluated by US and MRI for the study. Two researchers performed the measurements independently and in a blinded manner in respect to the other imaging method.

There was no statistically significant difference between women and men for all measured parameters. Interobserver correlation coefficients were 0.528 ($p = 0.001$) for US alpha angle measurement, 0.539 ($p = 0.001$) US anterior femoral distance measurement; 0.753 ($p < 0.0001$) for MRI alpha angle measurement and 0.466 ($p = 0.005$) for MRI anterior femoral distance measurement. Statistically interobserver agreement was moderate for US measurements of alpha angle and anterior femoral distance, good for MRI measurement of alpha angle and moderate for MRI measurement of anterior femoral distance. When compared to MRI as standard of reference, US measurements were found statistically significantly different from MRI for both observers (alpha angle, $p < 0.05$; anterior femoral distance, $p < 0.05$).

MRI is an objective and reliable imaging technique for measurement of alpha angle which is a quantitative criterion, helpful for diagnosis of femoroacetabular impingement. However measurement results obtained via US do not correlate with that of MRI. Therefore, US alone is not a reliable imaging technique for measurements of alpha angle and anterior femoral distance.

Keywords: Femoroacetabular impingement, cam type, alpha angle, anterior femoral distance.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER	viii
TABLolar	ix
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kalça eklemi embriyolojisi	3
2.2. Kalça eklemi anatomisi	4
2.3. Kalça eklemi biyomekaniği	8
2.4. Femoroasetabuler sıkışma	9
BİREYLER ve YÖNTEM	27
3.1. Çalışma grubu	27
3.2. MRG yöntemi	28
3.3. US yöntemi	29
3.4. Radyolojik değerlendirme	30
3.5. İstatistiksel değerlendirme	37
BULGULAR	39
4.1. Demografik bulgular	39
4.2. Radyolojik bulgular	39
TARTIŞMA	42
SONUÇLAR	52
KAYNAKLAR	53
EKLER	
Ek 1. Etik Kurul Onayı	
Ek 2. Veri Toplama Formu	
Ek 3. US/MRG Değerlendirme Formu	

SİMGELER ve KISALTMALAR

AFM: anterior femoral mesafe

AP: anteroposterior

BT: bilgisayarlı tomografi

FABER: fleksiyon, abduksiyon, eksternal rotasyon

FADIR: fleksiyon, adduksiyon, internal rotasyon

FAS: femoroasetabuler sıkışma

FOV: field of view

ICC: *intraclass correlation coefficient*

M: musculus

MRG: manyetik rezonans görüntüleme

US: ultrasonografi

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
Şekil 2.1:	Kalça eklemi ligamanlarının anteriordan görünümü.	6
Şekil 2.2:	Kalça eklemi ligamanlarının posteriordan görünümü.	6
Şekil 2.3:	Femoroasetabuler sıkışma tipleri.	11
Şekil 2.4:	FADIR testi.	16
Şekil 2.5:	FABER testi.	17
Şekil 2.6:	Uygun teknikle elde olunmuş normal sınırlarda AP pelvis grafisi (A) ve sağ femur proksimalinde cam deformitesi olan bir olgunun AP pelvis grafisi (B).	18
Şekil 2.7:	Frog-leg lateral grafi (A) ve AP grafide (B) alfa açısı ölçümleri.	20
Şekil 2.8:	Çalışmada cam deformitesi tespit edilen olgunun MR görüntüleri.	23
Şekil 2.9:	MR artrografide cam deformitesi ve alfa açısı ölçümü.	24
Şekil 3.1:	Anterosüperior kalça US görüntüsü.	30
Şekil 3.2:	Kalça MRG radial reformat görüntüleri.	32
Şekil 3.3:	MRG’de anterosüperior görüntüde alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümü.	33
Şekil 3.4:	US’de alfa açısı ölçümü.	36
Şekil 3.5:	US’de anterior femoral mesafe ölçümü.	37

TABLULAR

Tablo		Sayfa
Tablo 2.1.	Pincer tipi femoroasetabuler sıkışmanın etyolojik faktörleri.	13
Tablo 2.2.	Cam tipi femoroasetabuler sıkışmanın etyolojik faktörleri.	14
Tablo 3.1:	Bilateral kalça MRG tetkiki sekansları ve parametreleri.	29
Tablo 4.1:	US ve MRG tetkiklerinde her iki değerlendirmecinin alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçüm değerleri.	40
Tablo 4.2:	Erkek ve kadın bireylerde US ve MRG tetkiklerinde alfa açısı ve anterior femoral mesafe ortalama değerleri.	41
Tablo 4.3:	US ve MRG'de alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümleri için değerlendirmeçiler arasındaki sınıf içi uyum katsayısı ve p değerleri.	41

1. GİRİŞ

Femoroasetabuler sıkışma “femoroacetabular impingement” son yıllarda mekanizması ve klinik sonuçları daha net anlaşılmaya başlanan, femur ile asetabulum arasındaki mekanik ilişkideki bazı anormalliklerle karakterize bir süreçtir. Femoroasetabuler sıkışma (FAS) özellikle genç bireylerde görülen ve zaman içerisinde kalça eklem kıkırdağının dejenerasyonu ile erken osteoartrite neden olabilen bir durumdur (1). Açık veya artroskopik yöntemlerle cerrahi olarak da tedavi edilebilen bir erken osteoartrit nedeni olmasından ötürü doğru tanı konması ve tedavinin doğru yönlendirilmesi önem taşımaktadır.

FAS’ın femurdan ya da asetabulumdan kaynaklanması durumuna göre tanımlanmış üç tipi vardır (2). (1) Proksimal femurdan kaynaklanan tip *hörgüç* (“*cam*”) tipi (2) asetabulumdan kaynaklanan *kıskaç* (“*pincer*”) tipi ve (3) hem asetabulum hem de proksimal femurdan kaynaklanan mikst tipidir.

FAS’ın kalça eklemine tekrarlayan fleksiyon ve internal rotasyon hareketlerine maruz kaldığı spor dallarında daha sık görüldüğü düşünülmektedir (3). Cam tipi FAS daha çok genç, aktif, spor yapan erkeklerde, pincer tipi ise orta yaşlı kadınlarda daha sıktır. Hastalar kasık veya daha nadiren kalça ağrısı şeklinde özgül olmayan semptomlarla başvurur. Klinik muayenede kullanılan adduksiyon ve internal rotasyonla ağrının ortaya çıkmasını provoke eden “impingement testi” gibi muayene bulguları yönlendirici olmakla birlikte FAS için özgül değildir. Semptomları ve klinik muayene bulguları özgül olmadığı için FAS tanısında radyoloji büyük önem taşımaktadır.

Anormal morfolojinin ortaya konulmasında kalça grafileri, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) önemli katkıda bulunur. FAS tanısında doğrulayıcı olarak rutin klinik pratikte kullanılan görüntüleme yöntemi olan MRG oldukça yüksek kontrast çözünürlüğü ile yumuşak dokuları ve komşu kemik yapıları birbirinden başarıyla ayırt edebilmektedir. Femur baş ve boynundan geçen oblik aksiyel kesitlerde BT ve MRG ile hesaplanabilen alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçütleri cam tipi FAS tanısını koymada önerilen parametrelerdir (4-6). Femur boynunun ortası ile femur başının merkezini birleştiren longitudinal bir çizgi ile femur başının

merkezinden, femur başının anteriorda sferik şeklini kaybettiği noktaya çekilen çizgi arasında kalan açı, alfa açısı olarak ifade edilmektedir (4). Bu açı FAS'ta 55 derecenin üzerine çıkmaktadır. Anterior femoral mesafe, femur boynu anterior korteksinden geçen çizgi ile femur baş - boyun bileşkesinde konturun en belirgin olduğu yer arasındaki mesafedir.

Literatürde özellikle son yıllarda kalça eklemi ve femur başı-boynuna yönelik ultrasonografi (US) ile FAS hastalarında veya profesyonel atletler gibi FAS gelişimi açısından riskli gruplarda anatominin değerlendirilmesi ve bazı anatomik noktalar yardımıyla açı ölçümleriyle değerlendirme yapılabileceği yönünde görüşler mevcuttur (3, 7). US ucuz, hızlı, rahat erişilebilir ve gerektiğinde kolaylıkla tekrarlanabilir olması açılarından avantajlı bir görüntüleme yöntemidir. Ayrıca US —BT ya da direkt grafilerin aksine— iyonizan radyasyon içermeyen bir görüntüleme yöntemidir.

FAS ölçümlerinde US son dönemde kullanılmaya başlanan bir görüntüleme yöntemi olduğu için açı değerleri ve ölçüm metodları konusunda henüz yeterli deneyim yoktur.

Literatürde asemptomatik olduğu halde alfa açıları yüksek bulunarak FAS saptanan olguların bildirildiği de dikkate alındığında, özellikle FAS için yüksek risk taşıyan sporcular gibi gruplarda, US incelemesinin belirli aralıklarla kontrol amaçlı yapılması kalça problemleri içinde hiç de azımsanmayacak bir oranda olduğu görülen FAS tanısında asemptomatik olguların ortaya çıkarılmasında yardımcı olmaya adaydır. US'nin bu alanda güvenilir kullanılabilmesi için karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın amacı FAS tanısında kullanılan kabul görmüş kantitatif parametreler olan alfa açısının ve anterior femoral mesafenin ultrasonografi ile güvenilir ve doğru bir şekilde ölçülebilir olup olmadığını bu konuda altın standart teknik olarak kullanılan ve yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip radyasyon içermeyen bir yöntem olan MRG tetkikiyle sağlıklı bireylerde karşılaştırmak suretiyle değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 KALÇA EKLEMİ EMBRİYOLOJİSİ

Kalça eklemine oluşturan ve çevreleyen tüm anatomik yapılar, mezenkimal blastemin farklılaşması sonucunda ayrışır. 3-4 mm'lik embriyoda alt lomber, üst sakral seviyede gövdenin lateralinde mezodermden oluşan küçük bir tomurcuk belirir. Eklem sinoviyumu ve komşu kemikler de dahil olmak üzere yumuşak dokuların tamamı bu mezodermden gelişir (8). Mezodermin, üstünü örten ektodermlle olan karşılıklı uyarısı gelişimi tetikler. Kemik yapılar; prekartilaj, kartilaj ve fetal kemik aşamalarından geçerek oluşumunu tamamlar.

Femoral blastem, 15 mm'lik embriyoda ayırt edilebilir hale gelir (9). Mezenkimal blastem hücreleri, femurun orta diyafizer kesiminden başlamak üzere boyut artışı gösterirler ve bu süreç hem proksimal hem de distale doğru femurun uzunluğu boyunca devam eder. Femur başı, bu gelişimde gövdesini takip eder ve gövdenin üst ucunda trokanterler için ayrıca primitif mezenkimal blastemler izlenir (8). Femur diyafizindeki ilk ve uzun süreliğine tek kalacak olan vasküler gelişim, femurun orta ve distal 1/3'lük kısımlarının kesişimi düzeyinde izlenir. Femur proksimaline giren vasküler yapılardan oluşan kıkırdak kanalları, hücrelerin beslenmesini sağlar. Femur başı bu embriyolojik gelişim süreci boyunca küresel şeklini korur. Femur başının osifikasyon merkezinin ortaya çıkışı doğumdan sonra yaklaşık 4-6 ay civarındadır ancak 2-10 ay arasındaki period normal olarak kabul edilir. Bu dönem aynı zamanda asetabular labrumun kalça eklemine önemli stabilizatörü olarak da gelişiminin belirgin olduğu dönemdir. 13-16 yaş civarı femur başı fizis hattının normal şartlarda kapandığı dönemdir, onu trokanter majör fizis hattının kapanması takip eder (9).

Asetabulum, ilk olarak 14-15 mm'lik embriyoda innominat kemiği oluşturacak olan blastemin içinde femur başının komşuluğunda dar bir çöküntü şeklinde ortaya çıkar. Ayrıca asetabular çöküntünün kenarında glenoid labrumu oluşturacak şekilde blastemde bir araya gelme görülür. Bu dönemde asetabulum henüz oldukça sığ bir konkaviteye sahiptir. Asetabulumun femuru kapsama oranı ve açısı embriyolojik gelişimle beraber artar, bunu uyaran faktörlerden birinin

femur başının meydana getirdiği basınç olduğu öne sürülmektedir (8). Embriyo 23 mm'lik olduğu zaman, femur başının proksimalinde ligamentum teres ve kapsülü oluşturan yapılar gelişmeye başlar.

İnnominat primordiyumdaki ilk farklılaşma asetabulumun süperioru düzeyinde iliumdadır, benzer değişiklikler pubis ve en son olarak iskiümde izlenir (8). Bu üç merkez kıkırdak öncesi ve kıkırdak formasyonu kazanmasıyla Y şeklinde görünüm oluşturur. Fetal kıkırdak evresinde iken Y oluşumunun öncelikle posteriorunda ilium ve iskiüm füzyona uğrar, bunu ilium ve pubisin, en son olarak da pubis ve iskiümün birleşmesi takip eder. Primer osifikasyon merkezlerinden embriyo 38-39 mm'lik iken ilium, 105 ile 124 mm arasında boyuttayken iskiüm ve 161 mm'lik iken pubis ortaya çıkar. Doğum sonrasında triradiat kıkırdağın kolları arasındaki genişlik giderek azalır; adolesan dönemde yaklaşık 5-6 mm boyutuna iner. Adolesan dönemde triradiat kıkırdakta ortaya çıkan sekonder osifikasyon merkezleri, erişkindeki asetabular kemiği oluşturacak şekilde femur ile olan eklem yüzeyini genişleterek 18 yaş civarında füzyone olurlar (9).

2.2 KALÇA EKLEMİ ANATOMİSİ

Asetabulum, doğumda hala birbirinden ayrı olup Y şekline sahip olan, iskiüm, ilium ve pubisin oluşturduğu triradiat kıkırdaktan gelişir. Pulvinar, asetabulum medyal duvarında inferior santral yerleşimli, eklem katılmayan ve yağ yastıkçığından meydana gelen anatomik yapıdır (9). Asetabulum anatomik olarak anteriora doğru hafif açılanma yaptığı için kalça eklemi fleksiyon hareketine daha yatkındır. Asetabulum, erişkinde femur başının yüzey olarak yaklaşık %40'ını yaklaşık 170 derecelik bir açı ile kapsamaktadır. Asetabulumun femur başına uyum sağlayacak şekilde konkav yüzeye sahip olması kalça eklemine kendiliğinden stabil bir eklem olmasına önemli katkıda bulunmaktadır (10). Asetabuler kıkırdak, anterosüperiorde daha kalın iken posteromedialde daha incedir (11).

Femur, insan vücudundaki en uzun kemiktir. Vücudun postürünü koruması ve ayakta durmasında çok önemli role sahip olduğu için aynı zamanda en kuvvetli

kemiktir. Femur boynu ve proksimal metafizi ile kondiller düzeyindeki distal femur arasında yaklaşık 15 derecelik anteversiyon açısı mevcuttur. Femur başı ile boynu arasındaki açı ise normal erişkin bireylerde 125 derecedir. Sözkonusu açıdaki anormal artış koksa valga, anormal azalış ise koksa vara ile sonuçlanır. Femur başı, ligamentum teresin tutunduğu fovea kapitis haricinde eklem kıkırdağı ile kaplıdır (11).

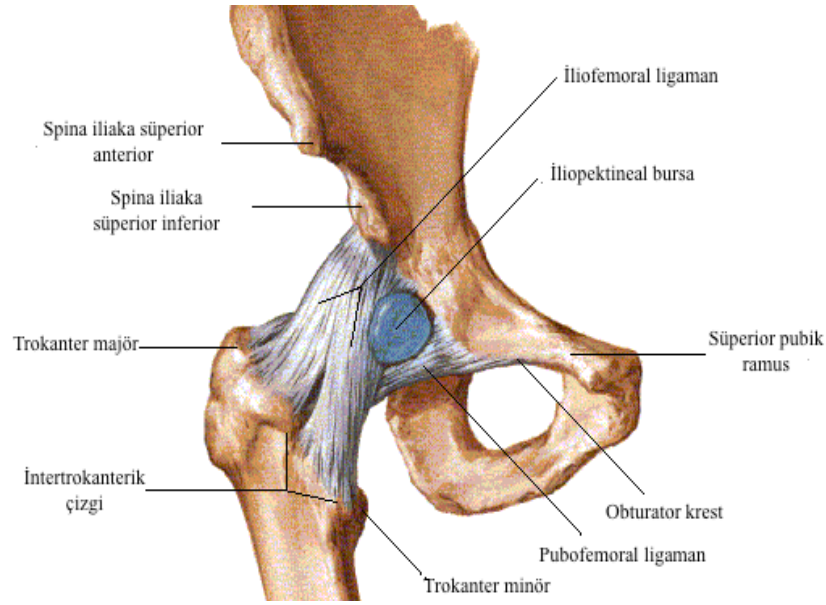
Labrum, kesitsel görüntülemeye sıklıkla üçgen şeklinde izlenen fibrokıkırdak bir yapıdır (12). Asetabulumun çoğunu çevrelemekle birlikte bazali transvers asetabuler ligaman ile devamlılık gösterir. İç tarafı artiküler yüz olup dış yüzü eklem kapsülü ile temas halindedir. Labrum, histolojik olarak büyük ölçüde tip 1 kollagen liflerinden oluşmaktadır. Labrumun kendine ait damarsal yapıları mevcut değildir, kanlanmasının çoğu periferden eklem kapsülü aracılığı ile sağlanır. Labrum, eklem yüzeyinin asetabuler yüzünün derinliğini arttırarak stabiliteye yardımcı olur. Ayrıca eklemde kayganlığın ve sinovyal sıvı basıncının korunmasına katkıda bulunur (13).

Kalça eklemi, top-yuva tarzı sinovyal bir eklem olup eklem yüzlerini femur başı ve asetabulum meydana getirir (14). Asetabulumun pulvinarı hariç artiküler yüzler, tip 2 kollagen liflerinden oluşmaktadır (15). Femur başı-asetabulum ilişkisi sayesinde kalça eklemi önemli miktarda fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon, internal ve eksternal rotasyon hareketi yapabilir. Kalça ekleminin maksimum hareket genişliği fleksiyonda 120 derece, ekstansiyonda 30 derece, abduksiyonda 45 derece, adduksiyonda 30 derece, iç rotasyonda 35 derece ve dış rotasyonda 45 derecedir. Eklem kapsülü, asetabulumda labrum komşuluğundan femur başını da kapsayacak şekilde intertrokanterik çizgiye dek uzanım gösterir (16). Femur boynu, anterior yüzünde posteriora göre daha distal kesimine dek eklem kapsülü ile örtülüdür.

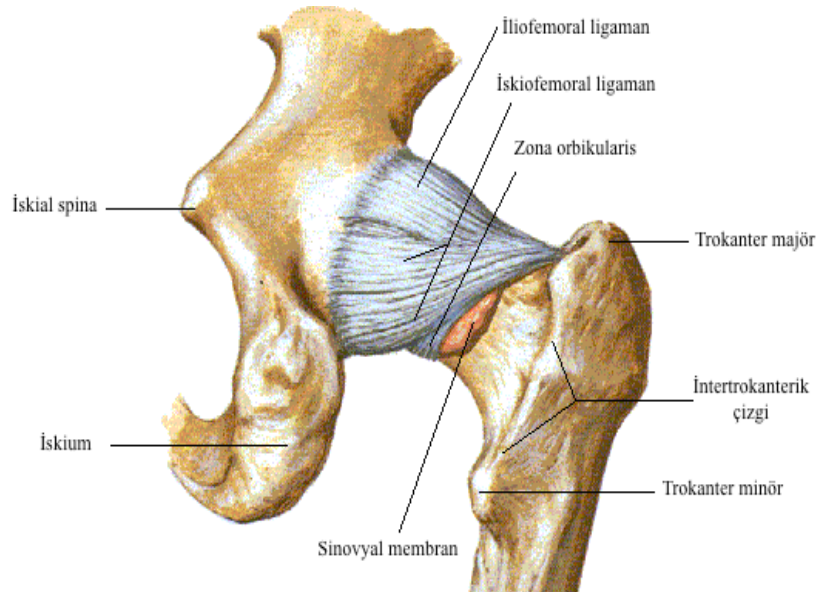
Eklem kapsülü bazı ligamanların yardımıyla daha kalın hale gelir. Bunlardan iliofemoral ve pubofemoral ligamanlar anteriordan, iskiiofemoral ligaman ise posteriordan eklem kapsülünü destekler (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2). Bu ligamanların en kuvvetlisi, iliofemoral ligamandır.

İliofofemoral ligaman, aynı zamanda Bigelow ligamanı olarak da bilinir. Y benzeri şekle sahip olan ligamanın lifleri, spina iliaca anterior inferiordan

intertrokanterik çizgiye uzanır. Eklem hiperekstansiyon ve eksternal rotasyonunu engeller. Pubofemoral ligaman, asetabulumun pubik kesiminden başlar ve liflerinin bazıları iliofemoral ligaman ile birlikte seyrederek ve eklem ekstansiyonu sırasında gerilir (15). İskiofemoral ligaman, kapsülün posterior yüzünde seyrederek; asetabulumun iskiyal kısmından femur boynuna uzanır. Eklem iç rotasyonunu sınırlar (9).



Şekil 2.1: Kalça eklemi ligamanları anteriordan görünümü (17).



Şekil 2.2: Kalça eklemi ligamanları posteriordan görünümü (17).

Ligamentum teres, asetabular fossa ile femur başındaki fovea kapitis arasında seyreden bir ligaman olup kalça eklemının stabilizasyonunda rolü olduğu düşünölmektedir. Fovea kapitis, femur başında medialde yerleşik küçük bir çöküntüden ibaret bir anatomik yapıdır. Ligamentum teres, asetabulumda ise transvers asetabular ligamanın hemen komşuluğuna yapışır.

Kalça eklemını anteriordan ve posteriordan kat ederek geçen çeşitli kaslar mevcuttur. Kalça eklemının fleksörleri; m. sartorius, m. iliopsoas ve m. rektus femoristir. M. sartorius, spina iliaka anterior süperiordan orijin alır; kalça ve diz eklemlerini çaprazlayarak proksimal tibiaya yapışır. Tendonu m. gracilis ve m. semitendinosus kaslarının tendonları ile birleşerek pes anserinus adlı yapıyı oluşturur. M. iliopsoas tendonu eklem kapsülünü çaprazlarken labrum ile yakın anatomik komşuluk göstermektedir (18). M. rektus femoris, spina iliaka anterior inferiordan orijin alır; kalça ve diz eklemlerini kat ederek tuberositas tibia düzeyine yapışır.

Kalça eklemının ekstansörleri; m. gluteus maximus ve hamstring kaslarıdır. M. gluteus maximus; başlıca sakrum, koksiks ve krista iliaka düzeylerinden orijin alır ve m. gluteus mediyusu yüzeyelden örterek seyreder. Liflerinin bir kısmı fasya lataya katılırken bir kısmı femurda tuberositas glutea düzeyine yapışır. Kalçanın en güçlü ekstansör kasıdır. M. biceps femoris, m. semitendinosus ve m. semimembranosus, tuberositas iskiadikumdan orijin alarak beraberce hamstring kas grubunu meydana getirir. (9).

Kalça eklemının başlıca abdöktörleri; m. gluteus medius ve minimustur. Bunlardan m. gluteus medius daha yüzeyelde yerleşimlidir. Abdöktör kas grubunun veya onları inerve eden periferik sinirlerin herhangi bir sebeple hasarlanması durumunda Trendelenburg bulgusu ortaya çıkar. Trendelenburg bulgusu, yürüyüş sırasında hastanın patolojik taraftaki kalça üzerine eğilmesi ile ortaya çıkar. Bu yürüyüş tarzının nedeni abdöktör güçsüzlüğü telafi etmek amacıyla ağırlık merkezini patolojik taraf kalça eklemine yakınlaştırmaktır.

Kalça eklemının addöktörleri; m. adduktor longus, brevis ve magnus, m. gracilis ve m. pektineustur (16).

Kalça eklemının dış rotatorları; m. gemellus superior ve inferior, m. obturator internus ve eksternus, m. quadratus femoris ve m. piriformistir. Bu kaslar

kalça eklemi posteriorunda yerleşim gösterirler (16). M. obturator internus, m. gemellus superior ve inferior, m. piriformis, trokanter majöre veya hemen komşuluğuna yapışır. Siyatik sinir, m. piriformisin altından geçer (9).

Eksternal ilyak arter, inguinal ligaman düzeyinin distaline geçtikten sonra ana femoral arter adını alır. Bu düzeyden yaklaşık 3-4 cm sonra ana femoral arter, yüzeysel ve derin femoral arter olmak üzere iki dala ayrılır. Derin femoral arter, yüzeysel femoral arterin posterioruna geçerek distale doğru seyrederek. Derin femoral arter, proksimal seyri sırasında lateral sirkumfleks arteri verir. Medial sirkumfleks arter, derin femoral arterin posterior medialinden veya doğrudan ana femoral arterden çıkabilir. M. pektineus ve m. psoasın arasından geçerek femurun etrafında dolanır. Femur başının ekstrakapsüler beslenmesini, lateral ve medial sirkumfleks arter ve bunların kalça eklemi etrafında oluşturduğu anastomotik damarlar sağlar.

Siyatik sinir; L4, L5, S1, S2 ve S3 köklerinden gelen sinir liflerinden oluşur, pelvisi m. piriformisin altından geçerek ve siyatik çentikten çıkarak terk eder. Daha sonra trokanter majör ile tuberositas iskiadikum arasında kalça eklemine dış rotatorları komşuluğunda seyrederek.

Femoral sinir; L2, L3 ve L4 sinir köklerinden meydana gelir, pelviste m. iliopsoasın anteriorunda seyrederek. Kalça eklemine medial komşuluğunda yer alan femoral üçgenden geçerken femoral ven ve arterle yakın ilişki içerisindedir.

2.3 KALÇA EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ

Kalça eklem kapsülü ve onu saran ligamanlar, kalça eklemine maksimum hareket kabiliyetinin uç anatomik pozisyonlarında disloke olmasını engelleyici göreve sahiptir. Kapsülün posteriorunda yerleşik ligamanlar, anteriorundakilere göre daha zayıf olduğundan kalça eklemine dislokasyon daha çok posteriora doğru olmaktadır.

Hareket etmeksizin ayakta duruş fazında, kalça eklemine binen yükün vektörü koronal düzlemde medial ve inferiora doğrudur. Merdiven çıkarken kalça eklemine etkileyen tork kuvveti, duruş fazındaki 5/4'ü civarındadır. Tek ayak üstünde dururken, femur başına ve dolayısıyla alt ekstremiteye vücut ağırlığının getirdiği yükün dengelenmesi, abduktör kas grubunun oluşturacağı zıt yönlü

moment ile mümkündür. Femur başı üzerine etkiyen efektif vücut ağırlığı, gerçek vücut ağırlığının 5/6'sı kadardır (9). Femur baş – boyun açısının arttığı ve femur boynunun daha dik bir uzanım gösterdiği koksa valga durumunda, vücut ağırlığını dengelemek için daha büyük bir abdükör kas grubu momentine gereksinim duyulur. Bu durum eklem üzerine daha büyük stres kuvvetlerinin binmesine neden olur. Koksa vara durumunda ise tam aksine abdükör kas grubunun moment kolu büyür ve aynı birim kuvvet, femur başı üzerinde daha büyük stres kuvveti oluşturur.

2.4 FEMOROASETABULER SIKIŞMA

2.4.1. Tanım ve Etyoloji:

Femoroasetabuler sıkışma, kalça eklemine oluşturan kemik yapılar olan asetabulum / proksimal femur veya her ikisinden birlikte kaynaklanan bir durumdur. Kendi başına bir patoloji olmaktan ziyade anatomik bir varyantı temsil ettiği düşünülmektedir, semptomatik olması için kalça eklemine oluşturan yapılara hasar vermesi gerekmektedir (19). Femoroasetabuler sıkışma, kalça displazisi olmayan genç bireylerde en önemli osteoartrit nedenidir (20). Diz eklemi osteoartritinden farklı olarak kalça eklemine osteoartriti genellikle majör bir travma hikayesi olmaksızın ortaya çıkmaktadır (21).

Kalça eklemine oluşturan iki kemik yapı arasındaki anormal ilişkinin femurdan veya asetabulumdan veya her ikisinden kaynaklı olması haline göre cam tipi, pincer tipi ve mikst tip olmak üzere üçe ayrılır. En sık görülen tipi ise mikst tiptir (22, 23). Allen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada cam deformitesi olan kalçaların % 42'sinde aynı zamanda pincer deformitesi de olduğu saptanmıştır (24). Cam tipi sıkışma genç erkek bireylerde daha sık görülürken pincer tipi kadınlarda daha sıktır. Erkeklerde ise profesyonel sporcu olan atletik bireylerde daha sıklıkla izlenmektedir. Sporlar arasında aksiyel yüklenmeye neden olan zıplama ve kalça fleksiyonunu gerektiren çömelme hareketlerini sıklıkla kullanan spor dallarında cam tipi deformitenin ortaya çıkması çok daha yaygın olarak görülmektedir. Buz hokeyi ve basketbol bu sporlar arasında en yüksek risk

taşıyanlarıdır (21). Futbol oyuncularında da cam deformitesinin daha sık görüldüğüne dair çalışmalar mevcuttur (25). Bir kalçasında cam deformitesi bulunan bireylerde asemptomatik olsalar dahi, kontralateral kalçalarında da benzer deformitenin bulunması ihtimali daha yüksektir (24). Yine profesyonel sporcularda deformitenin bilateral olma olasılığı daha fazladır (25).

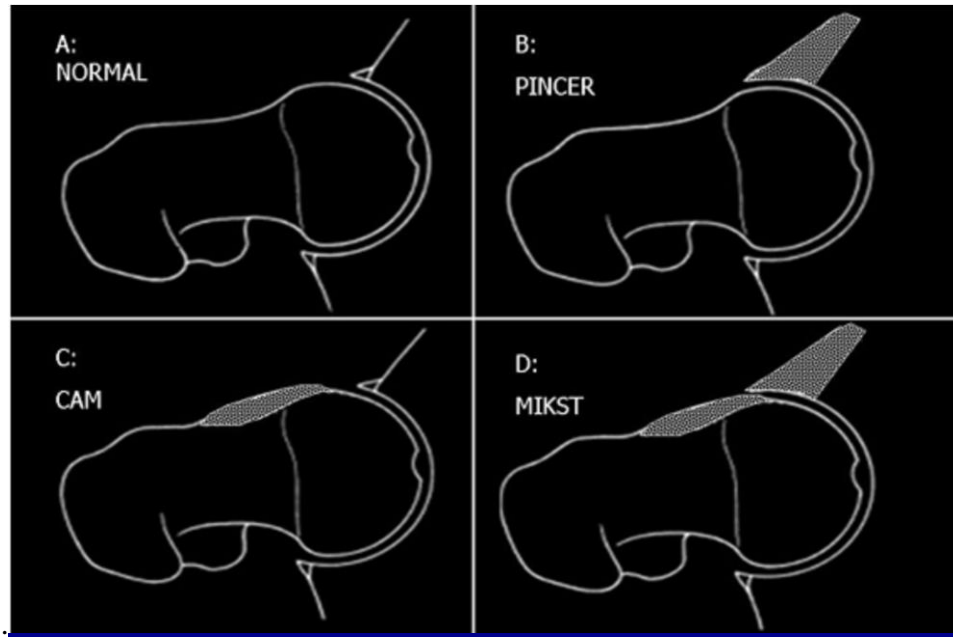
Femoroasetabuler sıkışmada altta yatabilecek genetik kökene dair veriler bulunmaktadır. Dudda ve arkadaşlarının çalışmasında beyaz kadınlarda Çinli kadınlara göre femoroasetabuler sıkışmanın bazı radyolojik parametrelerine daha sık rastlandığını gösterilmiştir (26). Pollard ve arkadaşlarının cam tipi deformitesi olan bireylerin ikizleri üzerinde yaptığı çalışmada, sıkışma sendromu olan bireylerin ikiz kardeşlerinde cam deformitesi görülme riskinin normal popülasyona göre 2.8 kat arttığı saptanmıştır (27).

Gerek cam tipi gerek pincer tipi sıkışmada, femur başı ile asetabulum arasındaki anormal anatomik ilişki nedeniyle özellikle kalça eklemine aşırı hareketlerinde ilişkili kemik yapıların birbirlerine patolojik teması nedeniyle eklem üzerine fazla mekanik yük biner.

Cam tipi sıkışmada esas patoloji anormal femur baş-boyun bileşkesidir. Femur başında olması gereken sferik morfolojinin kaybı ve femur baş-boyun bileşkesindeki normal kontur (ofset) kaybı görülür (28, 29) (Şekil 2.3). Bu durumda fleksiyon veya kalça eklemine sınırlarını zorlayan hareketler esnasında sferik olmayan femur başının asetabulumla çarpması ile birlikte ortaya çıkan kompresyon ve makaslama kuvvetleri neticesinde öncelikle anterosüperior alanda kıkırdak delaminasyonu meydana gelir (20, 22, 28, 30-32). Hasarın meydana geldiği anterosüperior asetabulum, cam deformitesinin en belirgin olduğu bölgeyle temas eden ve dolayısıyla darbeye maruz kalan kısmıdır (32). Özellikle erken dönemde labrum korunmuş olarak izlenir ancak ilerleyen dönemlerde kıkırdak avulsiyonuna ikincil olarak labrumda yırtık veya tamamen ayrılma izlenir (20, 28). Cam tipi sıkışmada femur başını örten kıkırdakta ise saat 11 ile 3 arası hasar en belirgindir (22). Histolojik olarak kıkırdak hasarı gerçekleşen bölgelerde ve labrumda, kronik inflamatuvar değişiklikler meydana gelir (23). İntraoperatif olarak doğrudan gözlenen kıkırdak harabiyeti ve dejeneratif değişiklikler, preoperatif

invazif olmayan yöntemlerle tespit edilenden daha yaygın olarak görülmektedir (32).

Pincer tipi sıkışmada esas patoloji asetabulumun femur başını gereğinden fazla kapsamasıdır ve bu durum, femur başını fazla kapsayan asetabuler yüzde tekrarlayan mikrotravmaya neden olur (33) (Şekil 2.3). Cam tipinin aksine pincer tipinde labrumun kendisi etkilenir ve primer yapı içi labral hasar ortaya çıkar. Zaman içerisinde hasarın ilerlemesiyle beraber hasarlanan labrumda özellikle anterosüperior da kalsifikasyon ve osifikasyon meydana gelir (30). Pincer tipinde izlenen bir diğer hasar ise ‘contre-coup’ lezyon olup posteroinferior asetabulum tutulur (34). Pincer tipinde izlenen kıkırdak hasarı cam tipine göre genellikle daha yüzeysel olma eğilimindedir (20). Bununla birlikte pincer tipinde asetabulum derin bir soket işlevi gördüğü için labral hasar daha difüz olarak izlenir. Pincer ve cam tipi femoroasetabuler sıkışmada son tahlilde eklemdaki ileri dejeneratif hastalık ortaya çıktığı zaman etyolojiyi tespit edebilmek mümkün olmaz (28).



Şekil 2.3: Femoroasetabuler sıkışma tipleri.

Femoroasetabuler sıkışmadaki eklem hasarı, gelişimsel displazidekine benzer anatomik yerleşimde olmakla beraber kıkırdak harabiyetinin patofizyolojisi tamamen birbirine zıttır: Gelişimsel displazi varlığında femur başı kendini yeterince

kapsayamayan asetabulumdan ötürü sublukse veya disloke olur iken femoroasetabuler sıkışmada femur başı ile asetabulumun birbirine göre yerleşimi genel olarak normaldir. Ancak eklem hareketi, asetabulumun femuru gereğinden fazla kapsaması (pincer tipi) veya femur baş-boyun bileşkesindeki ofset kaybı (cam tipi) nedeniyle kısıtlanmıştır (31).

Femoral retroversiyon varlığı gibi diğer anatomik varyantlar, femoroasetabuler sıkışmadan ileri gelen hareket kaybı ve ağrıyı eklem internal rotasyonunu kısıtlayarak arttırmaktadır (23). Ito ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada femoroasetabuler sıkışmanın radyolojik ve klinik bulgularını taşıyan hastalarda, yaş ve cinsiyet olarak eşleştirilmiş normal kişilere göre femoral baş-boyun ofsetinin yanı sıra femoral anteversiyonda azalma izlenmiştir (35).

Femoroasetabuler sıkışma; ilk olarak osteotomi sonrasında iatrojenik tanımlanmış olmakla beraber genellikle idiyopatik olarak ortaya çıkmaktadır. Pincer tipi sıkışmanın altında yatan başlıca nedenler asetabuler retroversiyon, koksa profunda, asetabuler protrüzyon ve travma sonrası ortaya çıkan deformitelerdir (20) (Tablo 2.1). Asetabuler protrüzyon varlığında klinik olarak altta yatan çeşitli romatolojik veya metabolik nedenler araştırılmalıdır (31). Koksa profunda ve asetabuler protrüzyon varlığında kalça eklem derinliği ve dolayısıyla asetabulumun femur başını kapsama oranı belirgin olarak artar.

Tablo 2.1. Pincer tipi femoroasetabuler sıkışmanın etyolojik faktörleri (23).

Pincer lezyonlarının etyolojisi
İdyopatik
Travmatik <ul style="list-style-type: none"> • posttravmatik asetabuler deformite
İyatrojenik <ul style="list-style-type: none"> • displastik kalçada retroversiyonun gereğinden fazla düzeltilmesi
Gelişimsel <ul style="list-style-type: none"> • asetabuler retroversiyon • koksa profunda • os asetabuli • asetabuler protrüzyon

Cam tipi femoroasetabuler sıkışmanın çok daha nadir karşılaşılan sekonder sebepleri arasında Legg-Calve-Perthes hastalığı, femur başı epifiz kayması, kalça displazisi mevcuttur (Tablo 2.2). Son yıllarda cam tipi deformitenin gelişmesinde erkeklerde ve profesyonel atletlerde daha sık görülmesinden de yola çıkılarak ve basketbolcu erkekler ile kontrol grubunu karşılaştırarak, fizis hattının henüz açık iken femur boynunun özellikle anterosüperioruna doğru anormal uzanımından ileri gelebileceği öne sürülmüştür (36). Fizis hattının femur boynuna bu anormal uzanımı, cam deformitesinde görülen kemik spurun varlığını teorik olarak açıklamaktadır.

Tablo 2.2. Cam tipi femoroasetabuler sıkışmanın etyolojik faktörleri (23).

Cam lezyonlarının etyolojisi
İdyopatik
Travmatik <ul style="list-style-type: none"> • femoral boyun kırığı sonrası mal-union • posttravmatik femur başı retroversiyonu
Çocukluk çağı ortopedik hastalıkları <ul style="list-style-type: none"> • Perthes hastalığı • kaymış femur başı epifizi
İyatrojenik <ul style="list-style-type: none"> • femoral osteotomi
Gelişimsel <ul style="list-style-type: none"> • sferik olmayan femur başı • koksa vara

2.4.2. Klinik Prezantasyon & Tanı:

Femoroasetabuler sıkışma, genellikle genç erişkinlik döneminde özellikle kasık bölgesine vuran ağrı varlığı ile prezente olmaktadır. Ağrı, daha nadiren posterior ve laterale de yayılım gösterebilir. Hastaların çoğunda ağrıyı başlatan bir olay ya da majör travma öyküsü mevcut değildir ve ağrının öyküsü haftalara ve aylara yayılacak şekilde kroniktir (34). Philippon ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada hastaların ancak %24'ünde ağrı hikayesinde net travmanın mevcut olduğu ortaya konmuştur (33). Byrd ve Jones'un cam tipi femoroasetabuler sıkışmanın artroskopik tedavisi ile ilgili yayınladığı seride ağrının ortaya çıkışı ile cerrahi arasında geçen ortalama zaman 32 ay olarak tespit edilmiştir (19). Ağrı özellikle sportif aktiviteler, çömelme ve yürüme ile artma eğilimindedir (20). Ağrının lokasyonunu tariflemeleri istendiği zaman hastaların ellerini kalçada anatomik olarak femur başını içerecek şekilde avuç içleriyle o bölgeye koymaları 'C işareti' olarak bilinir (29, 34). Zaman içerisinde patolojinin ve eklem kıkırdağındaki harabiyetin ilerlemesi ile ağrının şiddetinde artma ve hareketle

ortaya çıkan klik sesi gibi mekanik semptomlar görülür. Bununla beraber şıklama sesi gibi mekanik semptomlar femoroasetabuler sıkışma hastalarında da iliotalibyal bandın trokanter majör boyunca veya m. iliopsoasın iliopektineal eminens boyunca patolojik teması sonucunda ortaya çıkmaktadır (33). Femoroasetabuler sıkışma, özellikle minör anatomik ve radyolojik varyasyonlar, kolaylıkla gözden kaçabilecek kemik patolojileri sonucunda ortaya çıktığı için hastalar uzun süre tanı almadan farklı kliniklerde değerlendirilir ve gereksiz radyolojik – cerrahi işlemlere maruz kalırlar.

Hastalar avasküler nekroza yol açabilecek etyolojiler ve gelişimsel kalça displazisi açısından sorgulanmalıdır (23). Femoroasetabuler sıkışmanın ayırıcı tanıda atletik pubalji, yumuşak doku tümörleri, osteitis pubis, avasküler nekroz, inguinal herniler, alt lomber spinal patolojiler, sinir sıkışma sendromları yer alır (1, 7, 34).

Klinik tanıda sıkışma testi hemen daima pozitifdir (1, 20, 33). Anterior sıkışma (FADIR) testi, hasta sırt üstü yatarken kalça eklemının pasif olarak 90 derece fleksiyona ve takiben adduksiyona getirilmesi sonrası internal rotasyona zorlanması ile gerçekleştirilir (Şekil 2.4). Labral veya kırıldak lezyonu varlığında ani, keskin ve derin yerleşimli kasık ağrısı ortaya çıkar. Kalça displazisinde de benzer klinik muayene bulguları ortaya çıksa da internal rotasyon ve fleksiyondaki kısıtlılık femoroasetabuler sıkışmada çok daha belirgindir (29).

FABER testinde, ilgili taraf kalça eklemi fleksiyon, abduksiyon ve eksternal rotasyona getirilerek o tarafın topuğu karşı alt ekstremitenin dizi üzerine konur (37) (Şekil 2.5). Femoroasetabuler sıkışmanın olduğu tarafta, femur epikondilinin muayene masasına olan mesafesi sağlam tarafa göre en az 4 cm daha fazladır (34). FABER testi, femoroasetabuler sıkışmada anterior sıkışma testi kadar sıklıkla pozitif olarak izlenmez ve hastalığın ilerleyen dönemlerinde pozitifleşir (1). Ayrıca kalça eklemi haricinde distal lomber ve sakroilyak eklem patolojilerinde de pozitif olarak saptanabilir (38).

Daha nadiren görülen posteroinferior sıkışma durumunda ise posterior sıkışma testi pozitif olarak saptanır. Posterior sıkışma testinde, hasta sırt üstü yatarken ilgili taraf alt ekstremitte sedye dışına uzatılarak kalçanın ekstansiyonu sağlanır. Hastanın gövdesini muayene masasının ucuna getirip her iki alt

ekstremitelerini serbest bıraktıktan sonra ilgili olmayan bacağı kendine çekmesiyle de muayene edilmek istenen kalça ekleminde ekstansiyon sağlanabilir (38). Bu pozisyonda kalçanın eksternal rotasyona zorlanmasıyla posterior sıkışma mevcut ise derin kasık ağrısı ortaya çıkar (20). Ancak bilateral sıkışma olasılığı mevcutsa bütün klinik testlerin sonuçları buna göre yorumlanmalıdır.

Martin ve Sekiya'nın yaptığı çalışmada FABER, FADIR testleri üzerinde farklı değerlendiriciler arasındaki uyumun orta – iyi düzeyde olduğu ortaya konmuştur (37).



Şekil 2.4: FADIR testi



Şekil 2.5: FABER testi

2.4.3. Radyolojik Tanı:

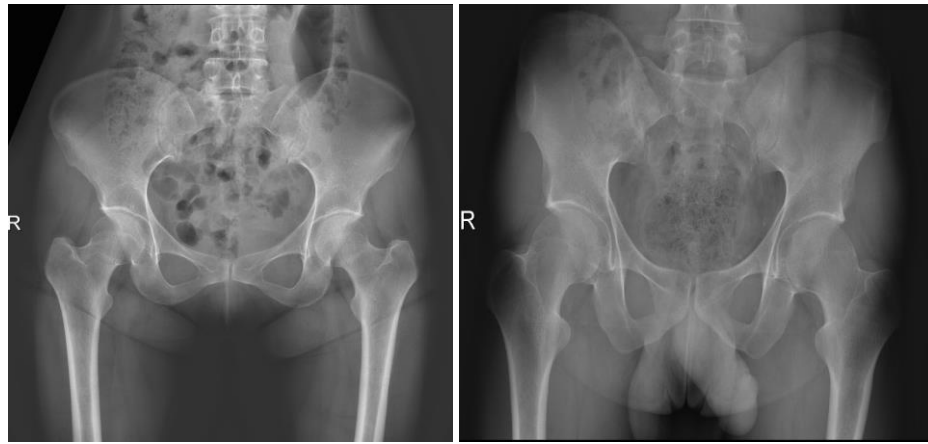
2.4.3.1. Direk Grafi:

Femoroasetabuler sıkışma ve genel olarak kalça eklemine radyolojik değerlendirilmesinde ilk basamak direk grafilerdir. Kalça ve pelvisin direk grafilerle değerlendirilmesi için farklı projeksiyonlar mevcut olup bunlar arasında anteroposterior (AP), cross table lateral, 45 derece Dunn grafisi ve frog leg grafisi sayılabilir (39).

AP pelvis grafisi, hasta sırt üstü uzanırken tercihen her iki alt ekstremitesi 15 derece iç rotasyonda iken ve X-ışını femur başlarının arasına santralize iken elde olunur (29). X-ışını tüp-film uzaklığı 120 santimetre olmalıdır. Simfizis pubis ile koksiksin inferior ucu arasındaki mesafe birkaç santimetre olmalıdır. Koksiksin ucu, orta hatta olacak şekilde simfizis pubis ile aynı hatta olmalıdır. Grafide rotasyon olup olmadığı obturator foramenlere ve simetrisine bakarak değerlendirilebilir (39). Grafinin pozisyonunun, rotasyon ve tilt varlığının optimum değerlendirilebilmesi için AP grafinin kalça grafisi olarak değil pelvis grafisi olarak geniş FOV ile elde olunması gereklidir (31). 15 derece iç rotasyon

sayesinde, normalde var olan femoral anteversiyonun üstesinden gelinerek cam lezyonlarının daha kolay görülmesi sağlanabilir (23).

AP pelvis grafisi, asetabulumu net olarak değerlendirmeye imkan sağlamasının yanında pelvik halkayı oluşturan diğer kemik yapılar ve sakrum hakkında da fikir edinilmesini sağlar. Ayrıca eklem aralığında özellikle yük taşıyan yüzlerde daralma, osteofit oluşumları, femur boynundaki herniasyon pitleri gibi dejeneratif osteoartrit bulgularını da ortaya koyar (40). Femoroasetabuler sıkışma varlığında AP pelvis grafilerinde femur baş-boyun ofsetindeki azalma ve femur başı sferisitesindeki kayıp kalitatif olarak değerlendirilebilir (Şekil 2.6). Ayrıca asetabuler tarafta kalsifikasyon ve osifikasyon varlığı da saptanabilir (20).



(A)

(B)

Şekil 2.6: Uygun teknikte elde olunmuş normal sınırlarda AP pelvis grafisi (A) ve bilateral cam deformitesi olan bir vakanın AP pelvis grafisi (B). Sağda daha belirgin olmak üzere bilateral femur baş-boyun ofsetinde azalma ve femur başı sferisite kaybı izleniyor (B).

Pincer tipi sıkışmada asetabulumun femur başını kapsamamasını değerlendirmek için en sık kullanılan ölçüm ‘merkez-kenar açısı’dır, merkez-kenar açısının 40 derecenin üzerinde olması durumunda asetabuler fazla kapsamadan söz edilir (29). Asetabuler displazide ise açının değeri 20 derecenin altına düşer. Normal bireylerde AP grafide asetabuler fossa ilioiskiyal çizginin lateralinde kalır. Asetabuler fossanın tabanının ilioiskiyal çizginin medyalinde izlenmesi

durumunda koksa profunda, femur başının izlenmesi durumunda ise asetabuler protrüzyondan söz edilebilir (11).

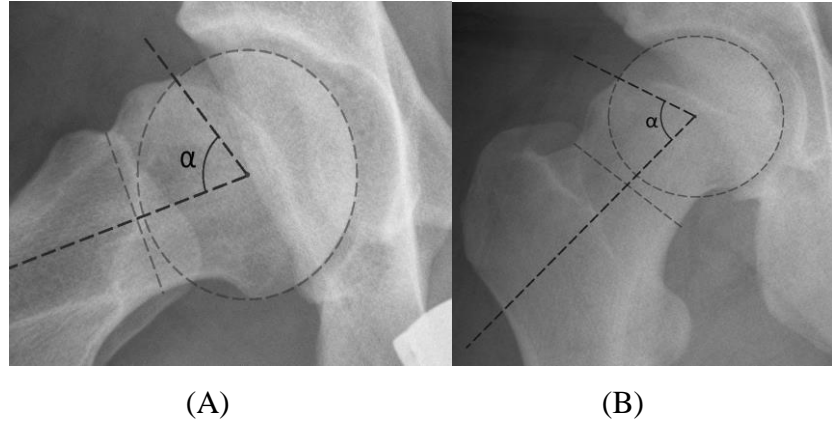
Asetabuler retroversiyon olup olmadığını değerlendirmek için asetabulumun anterior ve posterior konturları çizilir. Normal kalça eklemide asetabulumun anterior ve posterior konturunu oluşturan çizgiler birbiriyle kesişmez. Anterior konturu oluşturan çizginin posterior konturu oluşturan çizgiyi çaprazlaması durumuna ‘sekiz’ veya ‘crossover’ bulgusu adı verilir ve asetabuler retroversiyon göstergesidir (39). Asetabuler retroversiyonun optimum değerlendirilebilmesi için pelvis grafisinin uygun teknikle ve dozda çekilmiş olması, tilt olmaması şarttır.

Cross table lateral grafi, karşı taraf alt ekstremitte fleksiyonda iken ilgili taraf alt ekstremitte yaklaşık 15 derece iç rotasyona alınarak elde olunur. X-ışını, femur başına santralize edilerek 45 derece açı ile gönderilir. Cross table lateral grafi, femur baş-boyun bileşkesi anteriordaki ofset azalması, konkavite kaybını ve varsa dejeneratif değişiklikleri gösterir (23).

Dunn grafisi ise 45 veya 90 derece ile elde olunabilmektedir. İlgili kalça, Dunn grafisinin derecesine göre 45 veya 90 derece fleksiyon ve 20 derece abduksiyon pozisyonunda rotasyon yaptırılmaksızın pozisyonlanarak grafi elde olunur. X-ışını kaynağı ile film arasındaki mesafe yaklaşık 100 cm civarında olmalıdır (39). 45 derece lateral Dunn grafisi, anterolateral yerleşimli cam lezyonlarını en iyi gösteren projeksiyondur (29).

Frog leg lateral grafi, hasta sırt üstü yatarken ilgili tarafta diz eklemine 30-40 derece fleksiyon, kalça eklemine ise 45 derece abduksiyona getirilmesi ile elde olunur. İlgili tarafın ayak topuğu karşı alt ekstremitenin dizine dayanır pozisyonda durur. X-ışını kaynağı ile film arasındaki mesafe yaklaşık 100 cm civarında olmalıdır. (39). Frog leg lateral grafi, anterior yerleşimli cam lezyonlarını başarıyla ortaya koyar (29).

Alfa açısı, kesitsel görüntüleme yöntemlerinde tanımlandığına benzer şekilde direk grafilerde farklı projeksiyonlarda ölçülebilir. Elde olunan projeksiyonda femur boynu ortasından femur başı merkezine uzanan çizgi ile femur başı merkezinden femur başının sferik şeklini kaybettiği noktaya çizilen çizgi arasında kalan açı alfa açısı olarak ölçülür (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Frog-leg lateral grafi (A) ve AP grafide alfa açısı ölçümleri (41).

Femur baş-boyun ofseti kalitatif olarak A-P pelvis grafisi, Dunn grafisi veya frog leg lateral grafi ile değerlendirilebilir. Femur baş-boyun bileşkesinin anterior ve posterior düzeylerinde konturdaki konkavite karşılaştırılır. Cam deformitesinin çok daha sık görüldüğü lokasyon olan anteriorda posteriora göre konturda konkavite kaybı veya tersine konveksite varlığı durumunda femur baş-boyun ofsetinde azalma sözkonusudur. Baş-boyun ofset oranı ise kantitatif bir gösterge olup özellikle lateral grafilerde değerlendirilebilir. Femur başının en anterioru ve femur boynunun en anterior korteksinden femur boynunun aksına paralel çizgiler çekilerek aradaki mesafe ölçülür. Bu mesafenin femur başının çapına bölünmesi ile elde olunan oran ‘baş-boyun ofset oranı’dır. Oran 0,17’den küçükse cam deformitesi varlığı muhtemeldir (39).

Direk grafilere üzerinden cam deformitesini değerlendirmek için önerilmiş bir başka ölçüm beta açısıdır. İlk olarak Wyss ve arkadaşları tarafından MRG incelemesinde tanımlanmıştır (42) bununla beraber direk grafilere de beta açısı ölçümü üzerine çalışılmıştır. Önerilen grafi tekniğinde hasta oturur pozisyonda kalça eklemi 90 derece fleksiyonda ve 20 derece abduksiyonda iken X-ışını femura santralize edilir. Elde olunan görüntülerde femur başının merkezi tespit edilir. Bu noktadan femur başının sferik şeklini yitirdiği noktaya ve asetabulumun süperolateral ucuna iki çizgi çekilir. Çekilen çizgilerin arasında kalan açı beta açısıdır. Femoroasetabuler sıkışma sendromu olan hastalarda ölçülen beta

değerlerinin, normal asemptomatik hastalara göre istatistiksel anlamlı olarak daha düşük olduğu gösterilmiştir (43).

2.4.3.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme:

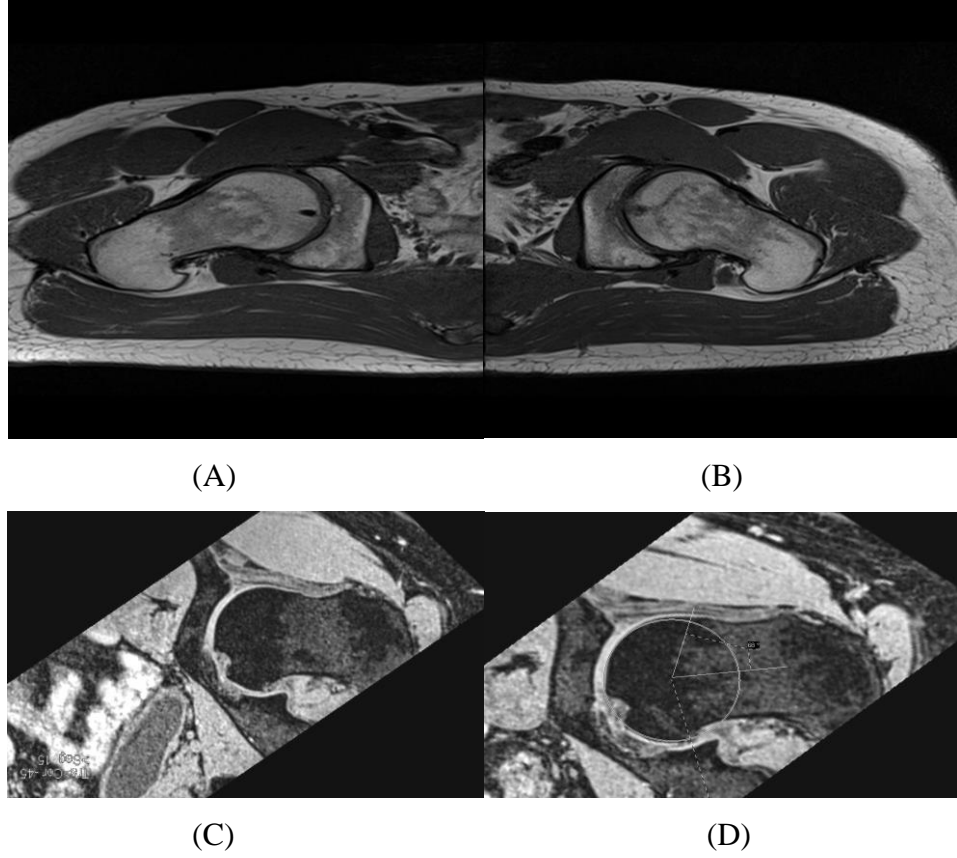
MRG tetkiki, yüksek kontrast rezolüsyonu ve kesitsel görüntüleme özellikleri sayesinde kalça eklemi ve çevresindeki yumuşak dokuları, labrumu değerlendirmede tercih edilecek görüntüleme yöntemidir. Femoroasetabuler sıkışmanın bileşenlerini ve sonuçlarını ortaya koyabilmesinin yanında klinik olarak karışabilecek diğer ayırıcı patolojilerin de tanınmasını sağlar (29). Özellikle eşlik eden labral patoloji şüphesi mevcut ise öncelikle tercih edilmesi gereken tetkik MR artrografidir. Kalça MR artrografisi için hasta, tercihen floroskopi ünitesinde sırt üstü pozisyonda yatırılır, ilgili alt ekstremitte internal rotasyonda olmalıdır. Giriş yeri tespit edildikten sonra steril olarak temizlenir ve cilt giriş yerine lokal anestetik tatbik edilir. 20-22 Gauge iğne ile femur başı süperolaterali civarından dik olarak girilir. Floroskopi altında az miktarda iyotlu kontrast madde verilerek eklem içerisinde olup olunmadığı kontrol edilir. Kontrast maddenin verildiği lokasyonda durup birikmesi eklem aralığına girilemediğini gösterir. Eklem aralığına girildiğinden emin olununca gadolinyum şelatı kontrast madde, iyotlu kontrast madde, serum fizyolojik ve lokal anestetikten oluşan karışımdan 12-15 ml intraartiküler olarak enjekte edilir. MR tetkiki, intraartiküler enjeksiyondan sonra 20-30 dakika içerisinde başlatılmalıdır (11).

İntraartiküler tatbik edilen gadolinyumlu kontrast madde, eklem aralığını distandü ederek anatomik yapıların daha kolay ayırt edilebilmesini sağlar. Ayrıca kontrast madde labrumda yırtık veya ayrılma olan noktalara dolarak buraların görünürlüğünü artırır (44). Labral yırtık aracılığı ile eklem sıvısının eklem aralığının dışına sızması neticesinde ekstraartiküler kistler oluşabilir. MR artrografi; cam kemik deformitesini, os asetabuli varlığını ve labral yırtıkları göstermekte yüksek başarıya sahip iken femur başı ve asetabulumun kıkırdak lezyonlarını ortaya koymakta daha düşük sensitivite ve spesifisiteye sahiptir (45).

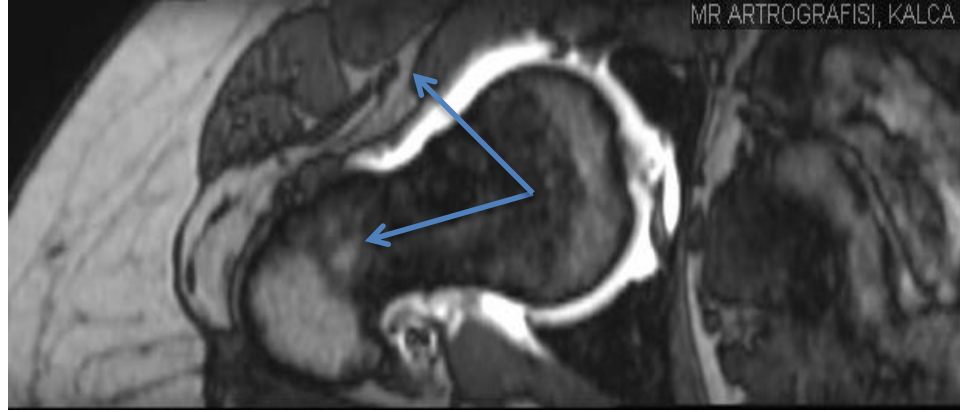
Kalça ekleminin oryantasyonu, nispeten ince femoral ve asetabuler kıkırdak varlığı nedeniyle bu yapıların standart ve oblik düzlemlerde optimum

değerlendirilmesi güçlük arz etmektedir. Bu nedenle hem parsiyel volüm etkisinden kurtulmak, hem de labrum veya femur baş-boyun bileşkesi gibi yapıları bütüncül olarak değerlendirmek için radyal MR görüntüleme uygulanmaktadır (14).

Cam tipi femoroasetabuler sıkışmada ilk olarak tariflenen parametrelerden biri olup halen en sık kullanılan ölçüm alfa açısıdır. İlk olarak Nötzli ve arkadaşları tarafından oblik aksiyel düzlemdeki görüntüler üzerinden tanımlanmıştır. (4). Alfa açısı ölçümü için; femur boynunun en dar olduğu yerde ortası ile femur başının merkezini birleştiren femur boynuna paralel longitudinal bir çizgi çekilir. Femur başının merkezinden, femur başının anteriorda boyuna doğru uzanımında sferik şeklini kaybettiği noktaya ikinci bir çizgi çekilir. İki doğru arasında kalan açı, alfa açısı olarak ifade edilmektedir (4). Femur baş-boyun bileşkesindeki kemik spur varlığı, baş-boyun ofset kaybı gibi cam deformitesine yol açan durumlar, alfa açısında artışa neden olmaktadır (Şekil 2.8 ve Şekil 2.9). Bununla beraber açı, asetabuler retroversiyon veya asetabuler kalsifikasyon – osifikasyon gibi durumlardan etkilenmemektedir.



Şekil 2.8: Çalışmada cam deformitesi tespit edilen olgunun MR görüntüleri. T1A aksiyel oblik görüntülerde (A,B) bilateral femur baş-boyun bileşkesinde konkavite kaybı izleniyor. Aynı vakanın anterosüperior reformat görüntülerinde deformite ve ofset kaybı daha belirgin olarak görülüyor (C,D). Sol kalça alfa açısı 68 derece olarak ölçüldü (D).



Şekil 2.9: MR arthrografiye cam deformitesi ve alfa açısı ölçümü. Femur baş-boyun ofsetinde azalma izleniyor. Bu vakada alfa açısı 64 derece olarak ölçüldü.

2.4.3.3. Bilgisayarlı Tomografi:

Manyetik rezonans görüntüleme ölçülebilen alfa açısı, femur baş - boyun ofseti ve ofset oranı, anterior femoral mesafe gibi femoroasetabuler sıkışmanın tüm kantitatif parametreleri; kesitsel bir görüntüleme yöntemi olması dolayısıyla BT tetkikinde de ölçülüp değerlendirilebilir. Bununla beraber femoroasetabuler sıkışmanın değerlendirilmesi konusunda BT ile ilgili veri azdır. BT'nin kemik sınırlarını ve milimetrik kemik anomalilerini gösterme konusunda özellikle tetkik ince kesitlerle elde olduğunda avantajları mevcuttur (46). Ayrıca çok detektörlü teknoloji ile beraber tomografi tetkiklerinin belirgin yüksek spasyal rezolüsyonla elde olunabilmesi bir diğer avantajdır. Z-aksında detektör sayısının artması, kesit kalınlığının düşmesi beraberinde yüksek longitudinal rezolüsyonu da getirmiştir. Bu sayede femur baş-boyun bileşkesinin sadece standart anterior yüzünün değerlendirilmesi yerine 3 boyutlu reformatlar ile beraber çepeçevre bütün femur baş-boyun bileşkesinin değerlendirilmesi mümkün olmaktadır (47). Ancak BT tetkikinin en önemli dezavantajı, iyonizan radyasyon içermesidir.

2.4.3.4. Ultrasonografi:

US günümüzde kas-iskelet sisteminin değerlendirilmesinde giderek daha yaygın olarak kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Ucuz, hızlı, rahat erişilebilir ve gerektiğinde kolaylıkla tekrarlanabilir olması açılarından avantajlı bir görüntüleme yöntemidir. Ayrıca önemli bir diğer avantajı iyonizan radyasyon içermeyen bir görüntüleme yöntemi olmasıdır. Yakın dönem literatürde kalça eklemine yönelik US'nin femoroasetabuler sıkışma tanısına yardımcı kantitatif değerlendirme ölçütleri olan alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümlerinde kullanılabileceğine yönelik çalışmalar mevcuttur (5, 7).

2.4.4 Tedavi:

Femoroasetabuler sıkışmanın morfolojisini radyolojik olarak barındıran semptomatik bireylerde ilk tedavi basamağı konservatif yöntemlerdir. Hastalara öncelikle genel günlük aktivitelerinin tekrar düzenlenmesi, ağrı kesici olarak nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçlar tavsiye edilir (23, 48). Ayrıca aşırı fleksiyon ve internal rotasyon gerektirecek hareketlerden kaçınılmalı, germe ve güçlendirme egzersizleri yapılmalıdır. Hastalara verilecek konservatif tedavi, bireylerin günlük aktivitelerine, varsa uğraştıkları profesyonel spor dallarına göre modifiye edilmelidir. Konservatif tedavinin öncelikli amacı ağrının azaltılmasıdır. Özellikle 6 hafta civarında konservatif tedaviye yanıt vermeyen hastalar cerrahi aday olarak kabul edilebilir (34). Ancak konservatif tedavinin, semptomatik femoroasetabuler sıkışmanın tedavisinde ve prognozunda etkili olduğuna dair net veri ve yapılmış prospektif randomize çalışma bulunmamaktadır (29-31).

Femoroasetabuler sıkışmanın cerrahi tedavisinde açık, mini-açık veya artroskopik yöntemler tanımlanmıştır. Tüm cerrahi yöntemlerde genel prensip, labruma veya eklem kıkırdağına yönelik debridman ve refiksasyon ile beraber mutlaka altta yatan kemik anomalisine yönelik de cerrahi girişimin yapılmasıdır. Aksi takdirde femoroasetabuler sıkışmanın tekrarlama ve dejenerasyonun tekrarlayarak ilerlemesi söz konusudur (31). İleri derecede dejeneratif eklem hastalığı varlığında kalça koruyucu cerrahilerin başarısı düşüktür, hastalar

genellikle total kalça replasmanına gitmektedir (29). Cerrahi sonrası iyi sonuç ile ilgili faktörler arasında ise hafif düzeyli osteoartrit, labral refiksasyon yapılması, genç yaş ve sınırlı kırıldak harabiyeti varlığı sayılabilir (49). Özellikle fizis hattının açık olduğu pediatrik hasta grubunda cerrahi yaklaşım öncesi dikkatli olunmalıdır. Eğer cam deformitesi, açık olan fizis hattını da ilgilendiriyorsa kemik lezyona yönelik cerrahi fizis hattının kapanmasından sonraya ertelenmelidir (34).

3. BİREYLER ve YÖNTEM

3.1. Çalışma grubu

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onayı alınan (*GO 15/311 kayıt numaralı*) bu prospektif çalışmada Nisan 2015-Temmuz 2015 tarihleri arasındaki 4 aylık dönemde Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri'ne herhangi bir nedenle başvurup Radyoloji Bölümü'ne herhangi bir tetkik için yönlendirilen, bilinen sistemik ve onkolojik hastalığı olmayan 10-30 yaş arasındaki bireyler çalışmaya davet edildi. 18 yaş üstü bireylerin kendileriyle, 18 yaş altı bireylerin kendileri ve eşlik eden aile bireyleriyle konuşularak bunların arasından gönüllü olan 38 birey çalışmaya dahil edildi. Katılan bireylerden erişkin ise aydınlatılmış onam, çocuk ise aydınlatılmış onam ve veli rıza formu alındı.

Çalışmaya katılmayı kabul edenlerin hikayeleri hazırlanan bir form ile sorgulandı (Bkz. EK 1). Bu formda demografik bilgiler olarak hastanın yaşı, cinsiyeti yer almaktaydı. Hikaye olarak kalçalara veya uyluklara yönelik travma varlığı, gelişimsel kalça displazisi, Perthes hastalığı, kaymış femur başı epifizi gibi kalça eklemine ilgilendiren diğer konmuş tanılarının olup olmadığı, halen devam eden veya son 3 ay içerisinde olan kasık veya kalça ağrısı varlığı, geçmişte kalça eklemlerine yönelik herhangi bir cerrahi işlem ve radyolojik görüntüleme yapıp yapılmadığı sorgulandı.

Hikayeyi takiben bireyler, Hacettepe Üniversitesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda aynı hekim tarafından muayene edildi. Femoroasetabuler sıkışmaya yönelik muayenede her iki alt ekstremiteye ayrı ayrı FADIR testi, FABER testi ve posterior sıkışma testi yapıldı. Bu manevralar sırasında ani ortaya çıkan, derin yerleşimli olarak hissedilen keskin kalça veya kasık ağrısı varlığında muayenenin pozitif olarak kabul edilmesi ve bu bireylerin çalışma dışı bırakılması planlandı. Çalışma grubundaki bireylerin hiçbirisinde muayenede pozitiflik saptanmadı.

Gönüllülerden iki kişi hikayelerinin alınması sonrası çalışma dışı bırakıldı. Bireylerin birisinde (11 yaş, kız) tek kalçada tedavi edilmiş gelişimsel kalça

displazisi hikayesi, ikincide (22 yaş, erkek) solda m. rektus femorise yönelik operasyon hikayesi mevcuttu.

Çalışma kriterlerini sağlayan 36 bireyin hepsine her iki kalça eklemine yönelik ayrı ayrı MRG ve US tetkiki yapıldı. Bireylerin birinde (27 yaş, erkek) radyolojik tetkiklerde bilateral cam deformitesi ve ofset kaybı saptandığı için değerlendirme dışı bırakıldı. Böylece 35 bireyde toplam 70 kalça eklemi çalışmaya alındı.

3.2. MRG yöntemi

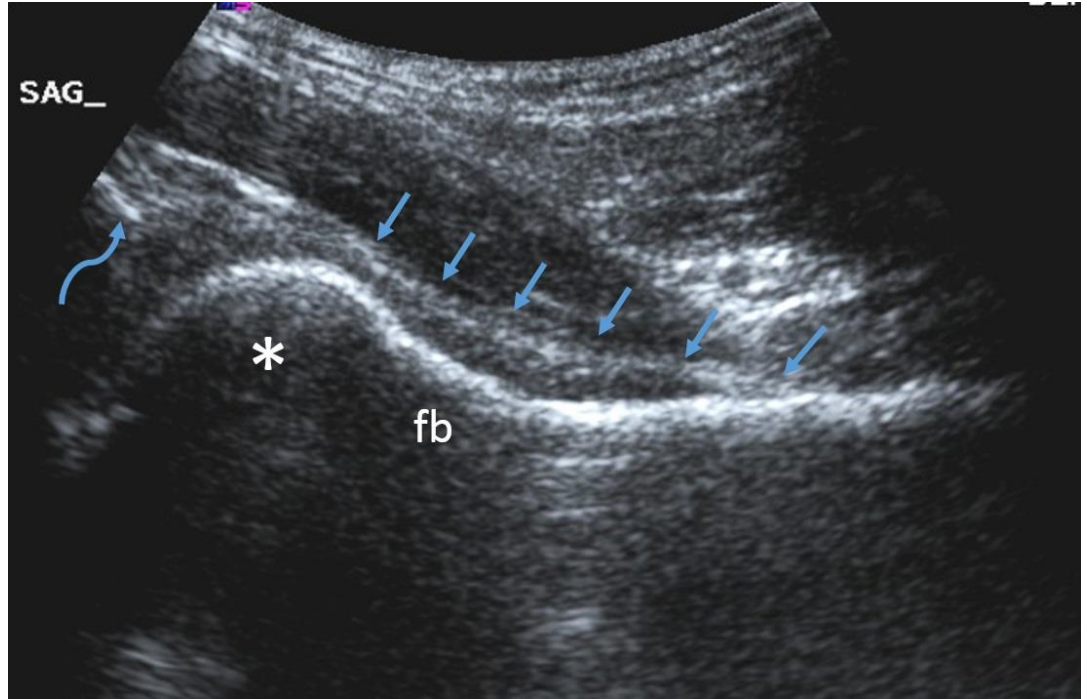
Manyetik rezonans görüntüleme 1,5 Tesla manyetik alan gücündeki MRG cihazı ile (Magnetom Symphony Tim; Siemens, Erlangen, Almanya) kalça sargısı kullanılarak yapıldı. İntravenöz veya intraartiküler kontrast madde kullanılmadı. Her iki kalçayı da içerecek şekilde geniş FOV ile koronal T1A turbo spin eko sekansı anatomik olarak femur-asetabulum ilişkisini daha global olarak değerlendirmek için alındı. Ardından standart kalça eklem MRG tetkikinde alındığı gibi femur boynuna paralel aksta aksiyel oblik T1A turbo spin eko görüntüler her iki kalçaya yönelik küçük field of view (FOV) ile ayrı ayrı elde olundu. Aksiyel oblik görüntüler femur baş-boyun bileşkesini anterior projeksiyondan değerlendirmeye imkan vermektedir. Son olarak, optimum radial reformat yapılabilmesi ve z-aksında yüksek rezolüsyonda görüntüler ile değerlendirme için izovolumetrik olarak koronal ince kesit spoiled gradiyent eko VIBE (volumetric interpolated breath-hold examination) sekansı her iki kalça için ayrı ayrı elde olundu. Çalışmada kullanılan MRG protokolü Tablo 3.1’de özetlenmiştir.

Tablo 3.1: Bilateral kalça MRG tetkiki sekansları ve parametreleri

Sekans adı	Sekans parametreleri
Koronal T1 turbo spin eko (iki kalça birden)	TR: 589 TE: 19 flip açısı: 180 kesit kalınlığı: 4 mm NEX: 3 FOV: 327 x 340 mm matriks: 370 x 384
Aksiyel oblik T1 turbo spin eko (her iki kalça ayrı ayrı)	TR: 621 TE: 11 flip açısı: 180 kesit kalınlığı: 3 mm NEX: 2 FOV: 220 x 220 mm matriks: 320 x 320
Koronal izovolumetrik T1 gradiyent eko (her iki kalça ayrı ayrı)	TR: 16.2 TE: 7.1 flip açısı: 10 kesit kalınlığı: 0.8 mm NEX: 1 FOV: 234 x 300 mm matriks: 300 x 384

3.3. US yöntemi

US incelemeleri tüm bireylerde aynı cihazda (Antares; Siemens, Erlangen, Almanya), 15 yıllık US deneyimi olan aynı radyoloji uzmanı (BO) tarafından yapıldı. US tetkikinde 2 - 6 MHz'lik prob her iki kalça ekleminde femur boynunun uzun aksına paralel olarak longitudinal olarak konumlandırıldıktan sonra, kalça ekleminin anterosüperior kadranını değerlendirmek için kranyale kaydırılıp 40-45 derece inferiora açılarak görüntüler elde edildi (7). İnceleme birey sırt üstü yatar pozisyonda, kalça eklemi ve bacaklar nötral pozisyonda iken yapıldı. Alınan görüntülerde femur başı ve boynunun aynı imajda izlenmesine ve eklem kapsülünün femur boynunda yapışma yerinin görülmesine dikkat edildi (Şekil 3.1). Her bireyde, her bir kalça eklemi için üç uygun görüntü kayıt edildi ve PACS sistemine gönderildi.



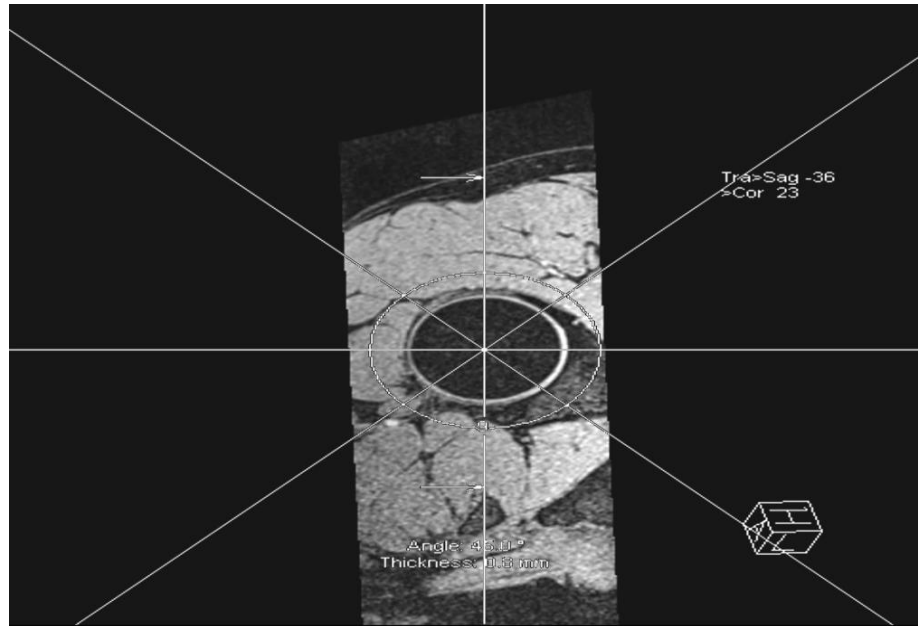
Şekil 3.1: Anterosüperior kalça US görüntüsü. US görüntüsünde femur başı-boynu ve eklem kapsülünün (*oklar*) femur boynuna yapışma yeri izleniyor. Kıvrık ok: asetabulum. Asterisk: femur başı. Fb: Femur boynu.

3.4. Radyolojik değerlendirme

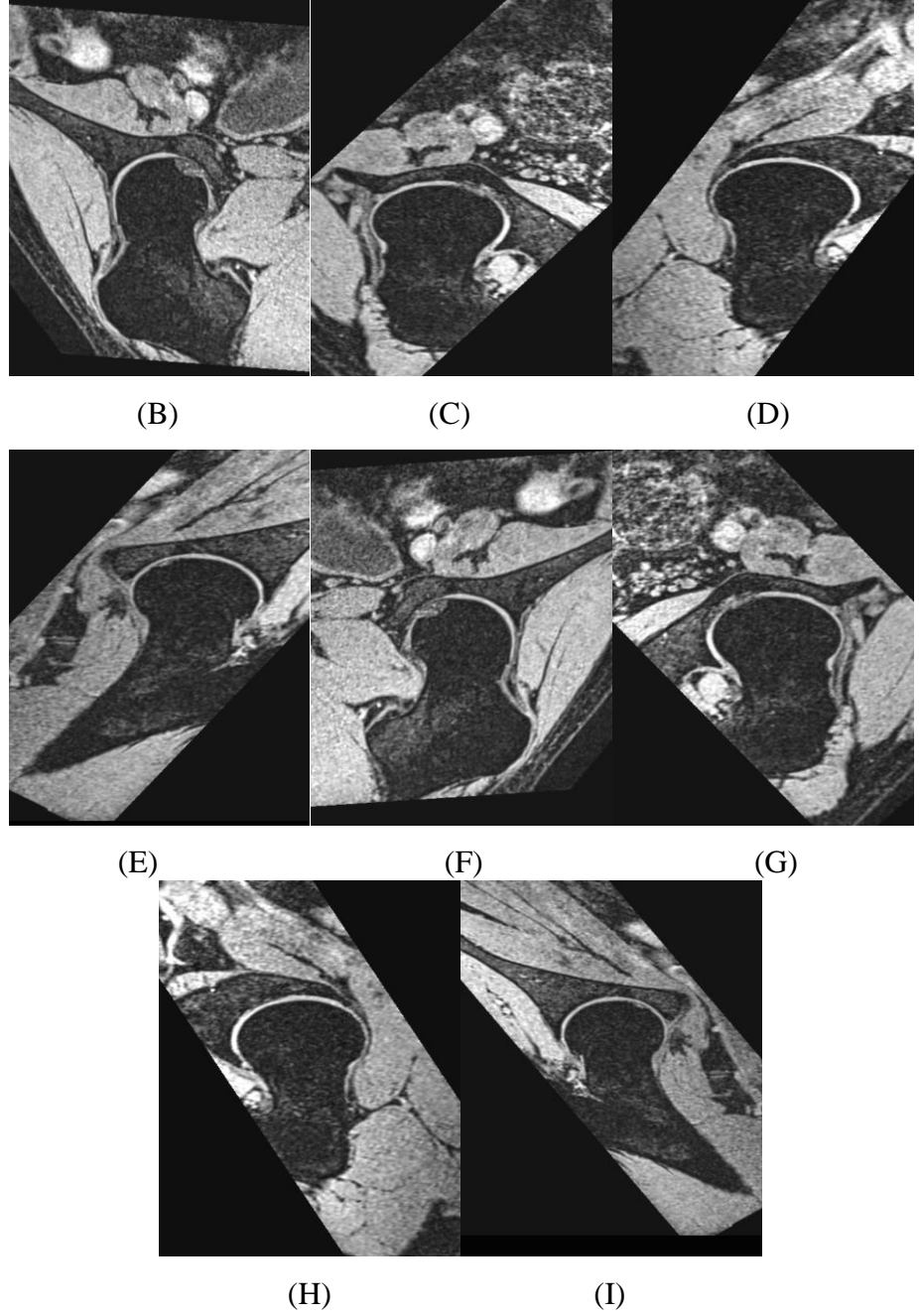
Radyolojik değerlendirme çalışma grubundaki bireylerin MR görüntüleri ve US görüntüleri PACS'a ("Picture Archiving Communication System" - Görüntü Arşivleme İletişim Sistemi) aktarıldıktan sonra görüntü üzerinde otomatik ölçüm yapabilme işlevleri kullanılarak radyoloji uzmanı (BO) ve radyoloji kıdemli araştırma görevlisi (SB) tarafından birbirinden bağımsız olarak yapıldı. İki değerlendirmecinin ölçüm teknikleri arasında standardı sağlamak için öncelikle rastgele seçilen beş bireyin US ve MR görüntüleri üzerinden 10 kalça eklemine birlikte deneme ölçümleri yapıldı. Bu ortak değerlendirmeden sonra çalışma için bağımsız olarak yapılacak ölçümlere geçildi. US ve MRG ölçümleri arasında en az 2 haftalık zaman dilimi bırakıldı. Her bir değerlendirmeci birbirinden bağımsız olarak ve aynı hastanın diğer tetkikinin sonuçlarından kör olarak ölçümleri tamamladı (Bkz. EK 2).

3.4.1. MRG değerlendirme

Femur baş-boyun bileşkesinin anterosüperior kadranının değerlendirilmesi ve ölçümlerin anterosüperior kadrandan gerçekleştirilmesi için izovolümetrik görüntüler üzerinden radial reformatlar yapıldı. Radial reformat için koronal ve aksiyel kesitlerde femur boynuna dik akslar kullanılarak femur baş-boyun bileşkesinin ve femur başının an faz olarak görülmesi sağlandı (14, 50). Her kalça eklemi için radial görüntüleme ile 45'er derecelik açı aralıklarıyla elde olunan 8 adet reformat görüntü oluşturuldu (Şekil 3.2). Bunlardan anatomik olarak anterosüperiora denk gelen reformat görüntü alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümleri için kullanıldı.



(A)



Şekil 3.2: Kalça MRG radial reformat görüntüleri. Femur başını an faz olarak gören radial reformat (A) ve elde olunan görüntüler: İnférieur (B), posteroinférieur (C) , posterior (D), posterosüperior (E), süperior (F), anterosüperior (G), anterior (H), anteroinférieur (I).

Alfa açısının ölçümü

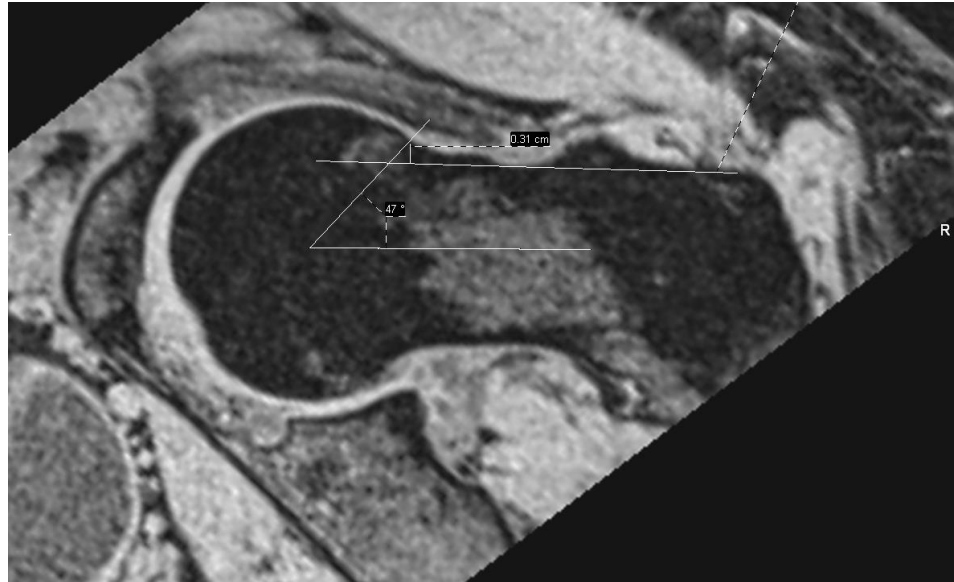
MRG tetkikinde alfa açısı Nötzli ve arkadaşlarının tanımladığı biçimde ölçüldü: Femur boyununun ön-arka mesafesinin en dar olduğu düzeyde orta noktası tespit edildi. Buradan sferik femur başının merkezine uzanan bir çizgi çekildi. İkinci çizgi, femur başının merkezinden femur başının sferik şeklini kaybettiği noktaya çekildi. Bu iki çizgi arasında kalan açı, alfa açısı olarak ölçüldü (4). (Şekil 3.3)

Anterior femoral mesafe ölçümü

MRG tetkikinde anterior femoral mesafe Lohan ve arkadaşlarının MR artrografide tanımladıkları şekilde ölçüldü: Radial reformatlarda anterosüperior kadrandan elde olunan görüntüde femur boynu korteksinden çekilen çizgiye dik olarak femur baş-boynu bileşkesinde anteriorda en belirgin epifiz büyümesinin olduğu noktaya olan uzaklık anterior femoral mesafe olarak ölçüldü (51). (Şekil 3.3)

MRG'de kalitatif değerlendirme

Femur-baş boyun bileşkesinde ofset kaybı, spur varlığı gibi morfolojik özellikler değerlendirildi.



Şekil 3.3: MRG'de reformat anterosüperior görüntüde alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümü.

3.4.2. US değerlendirme

Çalışmadaki her bireyde, her bir kalça eklemi için alınan üç görüntü üzerinden alfa açısı ve anterior femoral uzaklık ayrı ayrı ölçülerek bu üç ölçümün ortalama değeri kayıt edildi. Ortalama değerlerde virgülden sonraki tek ondalık hane dahil edildi.

Alfa açısı ölçümü

US görüntüleri üzerinde alfa açısı, Buck ve arkadaşlarının US'de tanımladığı şekilde beş basamakla ölçüldü (Şekil 3.4):

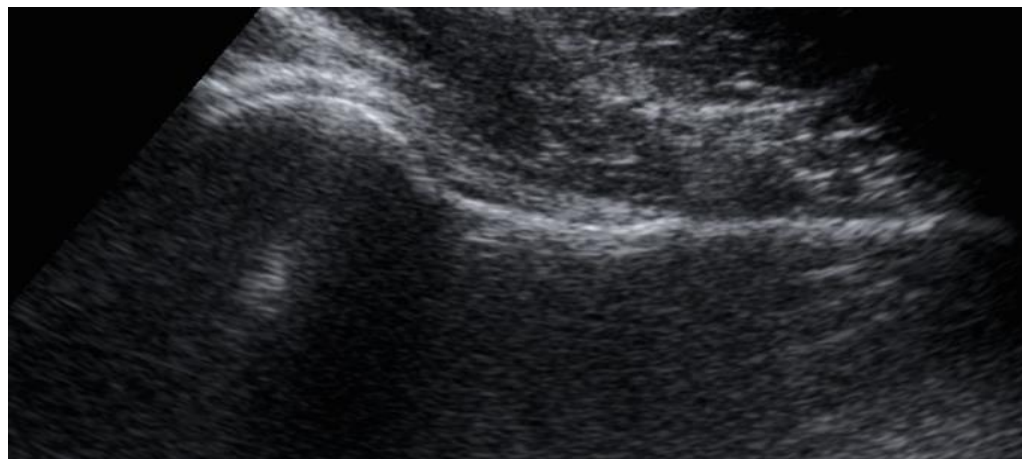
1. Femur başına teğet geçen ve eklem kapsülünün femur boynundaki insersiyonuna uzanan çizgi çekildi.

2. Femur başının anterior kemik konturunu oluşturan daire parçası üzerinden geçen tam bir daire oluşturabilmek için üç adet nokta belirlendi. İlk nokta teğet geçen çizginin femur başına değdiği yere, ikinci nokta femur başının sferik olarak izlendiği en proksimal noktaya, üçüncü nokta ilk iki noktanın mesafe olarak ortasına yerleştirildi ve bu üç nokta üzerine oturan tam bir daire oluşturuldu.

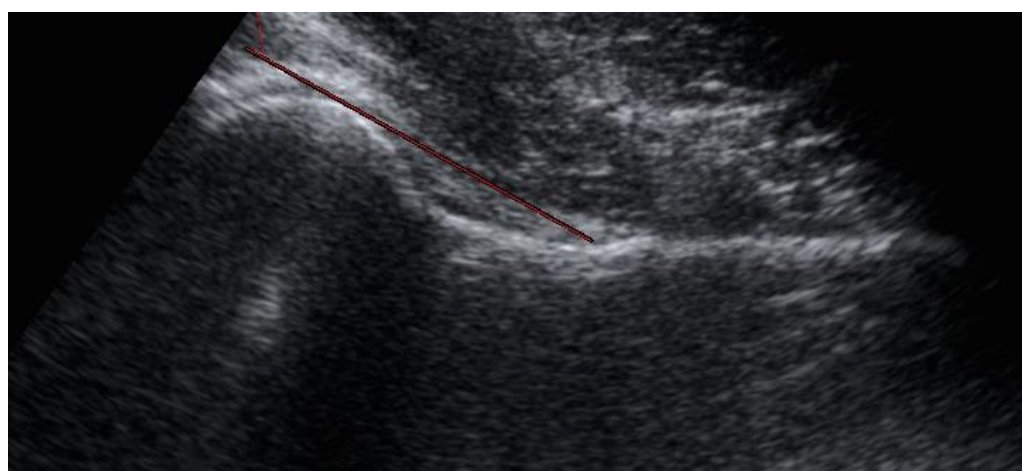
3. Femur başının daire merkezinden geçen ve teğet olan çizgiye paralel ikinci bir çizgi çekildi. Femur boynu düzeyinde kemik iliği ve posterior kontur US incelemesinde görülemediğinden bu çizginin, kestirim olarak femur boynunun aksını temsil ettiği kabul edildi.

4. Femur başının merkezinden, femur baş-boyun geçişinde femur başının sferik şeklini kaybettiği noktaya (*tam dairenin femur başını terkettiği nokta*) uzanan bir çizgi çekildi.

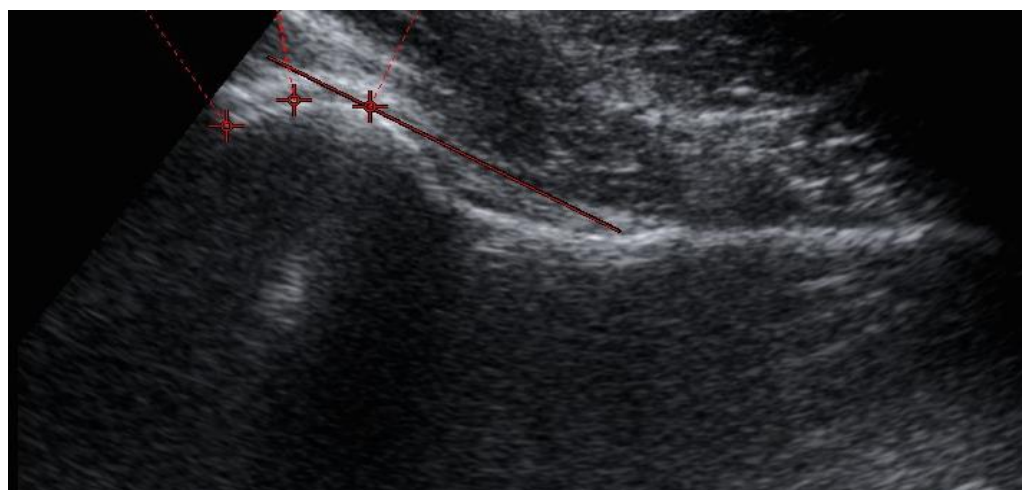
5. Bu çizgi ile femur boynunun aksını temsil ettiği kabul edilen çizgi arasında kalan açı alfa açısı olarak değerlendirildi (4, 7, 33).



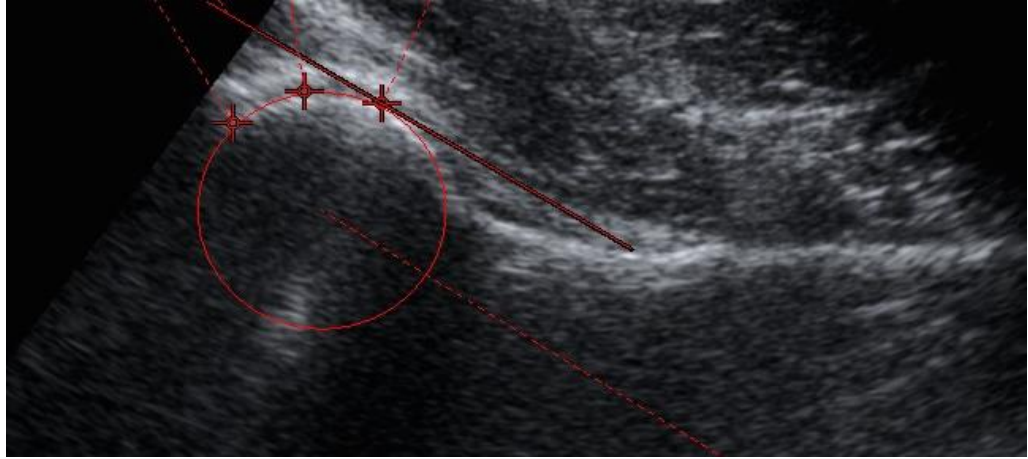
(A)



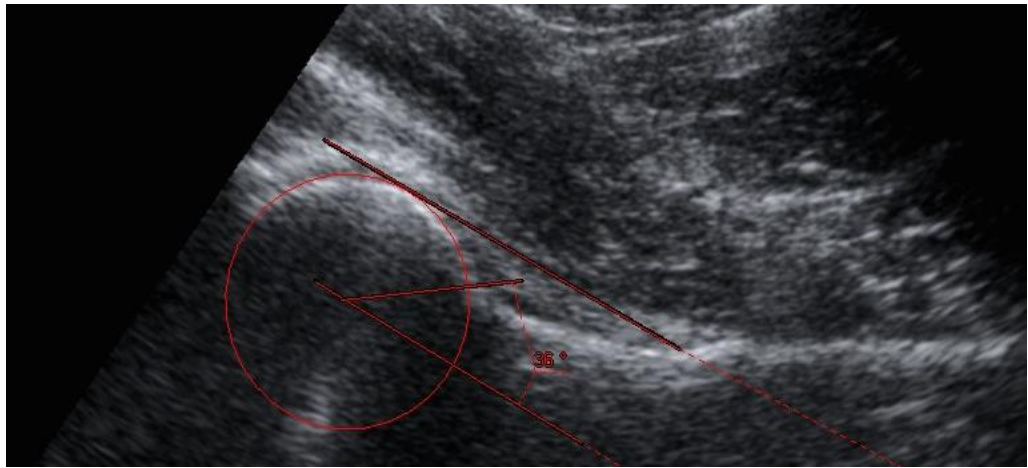
(B)



(C)



(D)

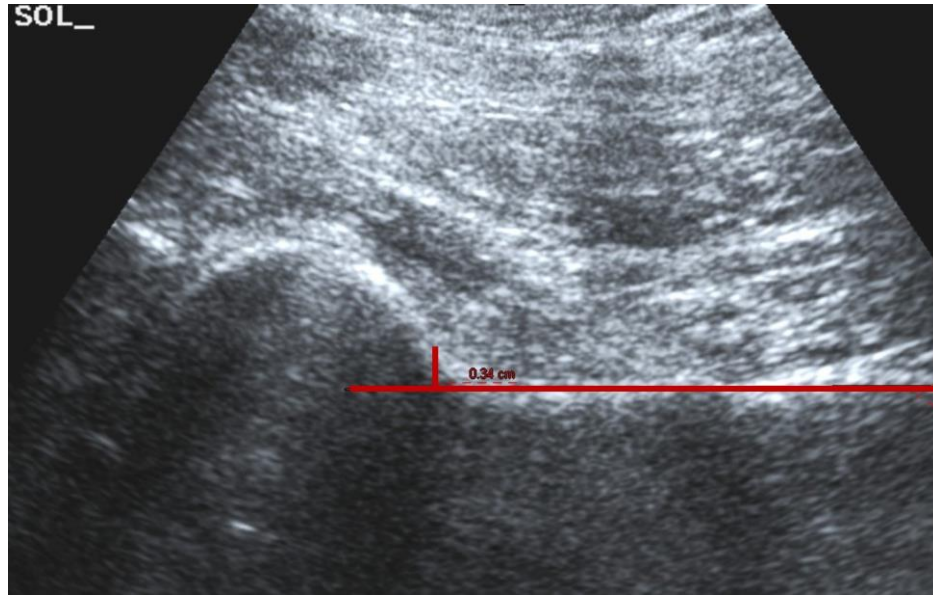


(E)

Şekil 3.4: US'de alfa açısı ölçümü. Femur başı ve boynunu longitudinal olarak gösteren görüntü elde olundu (A). Femur başına teğet geçen ve eklem kapsülünün femur boynundaki insersiyonuna uzanan çizgi çekildi (B). Femur başının anterior konturunu oluşturan daire parçası üzerinden geçen tam bir daire oluşturabilmek için üç adet nokta belirlendi. İlk nokta teğet geçen çizginin femur başına değdiği yere, ikinci nokta femur başının sferik olarak izlendiği en proksimal noktaya, üçüncü nokta ilk iki noktanın ortasına yerleştirildi ve bu üç nokta üzerine oturan bir daire oluşturuldu (C). Femur başının daire merkezinden geçen ve teğet olan çizgiye paralel ikinci bir çizgi çekildi. Bu çizginin, femur boynunun aksını temsil ettiği kabul edildi (D). Femur başının merkezinden, femur baş-boyun geçişinde femur başının sferik şeklini kaybettiği noktaya uzanan bir çizgi çekildi. Bu çizgi ile femur boynunun aksını temsil ettiği kabul edilen çizgi arasında kalan açı alfa açısı olarak değerlendirildi (E).

Anterior femoral uzaklık ölçümü

US tetkikinde anterior femoral uzaklık Hsu ve arkadaşları tarafından tanımlandığı şekilde ölçüldü. Elde olunan anterosüperior görüntülerde femur boynu anterior korteksi ve dahil olmuşsa trokanter majörden geçen çizgi ile femur baş-boyun bileşkesindeki anterior konturdaki en belirgin nokta arasındaki dik mesafe belirlenerek anterior femoral uzaklık olarak kabul edildi (5). (Şekil 3.5)



Şekil 3.5: US'de anterior femoral mesafe ölçümü.

3.5. İstatistiksel değerlendirme

Çalışma grubundaki bireylerden elde edilen verilerin istatistiksel hesaplamaları için SPSS versiyon 21.0 (SPSS, Inc. Chicago, ABD) adlı istatistik yazılım programı kullanıldı. Çalışma grubundaki bireylerin demografik verileri için tanımlayıcı istatistikler kullanıldı (minimum, maksimum, medyan, standart sapma). Elde olunan verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı Kolmogorov - Smirnov testi ile değerlendirildi.

Ölçümleri yapan değerlendirmeciler arasındaki uyum için sınıf içi korelasyon katsayısı ('*ICC: intraclass correlation coefficient*') kullanıldı. Sınıf içi korelasyon katsayısı 0 ile 1 arasında değer almakta olup 0 olması hiç uyumun

olmamasını, 1 olması tam uyum varlığını ifade etmektedir. 0-0,2 arası değerler yetersiz uyumu, 0,2-0,4 arası değerler zayıf uyumu, 0,4-0,6 arası değerler orta derecede uyumu, 0,6-0,8 arası değerler iyi uyumu, 0,8-1,0 arası değerler mükemmel uyumu göstermektedir. US ve MRG incelemelerinde yapılan ölçümlerin karşılaştırılması için Student-t testi kullanıldı. Çalışmada güven aralığı % 95 olup $p < 0.05$ olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Ölçülen değerler aritmetik ortalama \pm iki standart sapma olarak verildi.

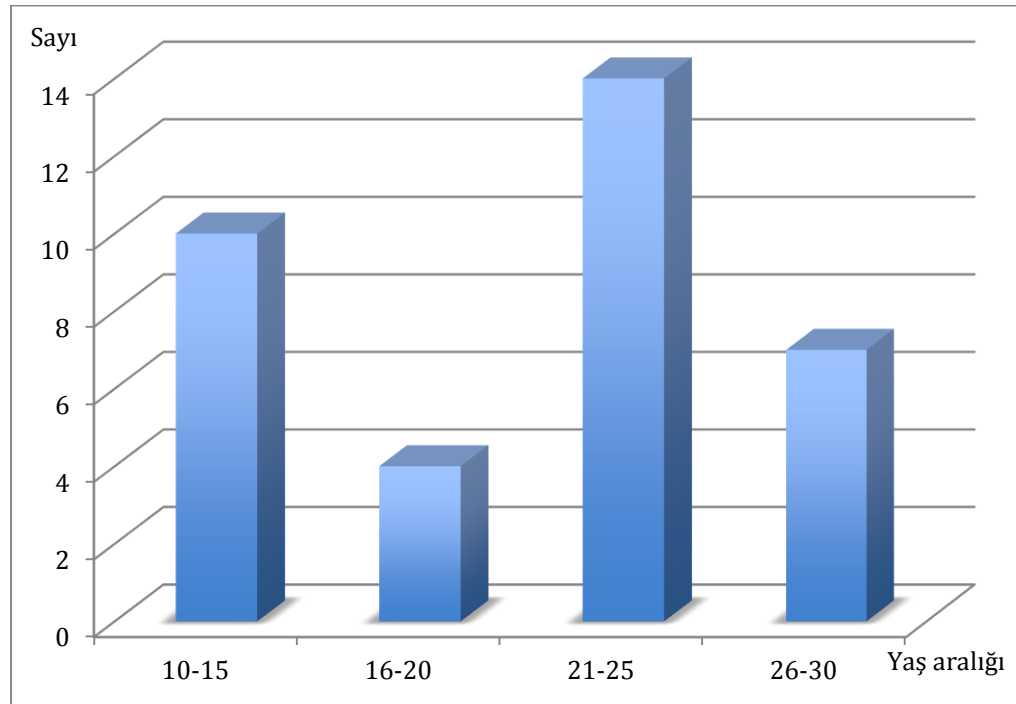
4. BULGULAR

4.1. Demografik bulgular

Çalışmaya katılan 35 bireyin 12'si kadın (% 34,3), 23'ü erkek (% 65,7) olup yaşları 10-29 arasındaydı (medyan: 22). Kadınlar 10-29 (medyan: 18,5) yaş; erkekler 10-29 (medyan: 22) yaş aralığındaydı.

Çalışmaya katılan bireylerin yaş aralığına göre dağılımı Grafik 1'de verilmiştir.

Grafik 1: Çalışma grubundaki bireylerin yaş aralığına göre dağılımı



4.2. Radyolojik bulgular

70 kalça ekleminin US ve MRG görüntülerinin ayrı ayrı değerlendirilmesinde; US tetkikinde birinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde alfa açısı $44,59 \pm 1,16$ derece (minimum: 34,00 – maksimum: 54,60); ikinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde alfa açısı $42,71 \pm 0,84$ derece (minimum:

33,30 – maksimum: 51,00) olarak bulundu. Birinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde anterior femoral mesafe $2,98 \pm 0,13$ mm (minimum: 1,70 – maksimum: 4,00); ikinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde anterior femoral mesafe $3,13 \pm 0,10$ mm (minimum: 2,30 – maksimum: 4,30) bulundu (Tablo 4.1).

MRG tetkikinde birinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde alfa açısı $48,78 \pm 1,02$ derece (minimum: 35,00 – maksimum: 57,00); ikinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde alfa açısı $46,27 \pm 0,86$ derece (minimum: 38,00 – maksimum: 54,00) bulundu. Birinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde anterior femoral mesafe $2,88 \pm 0,13$ mm (minimum: 2,00 – maksimum: 4,00); ikinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde anterior femoral mesafe $3,14 \pm 0,08$ mm (minimum: 2,40 – maksimum: 3,90) bulundu (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: US ve MRG tetkiklerinde her iki değerlendirmecinin alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçüm değerleri

	Alfa açısı (derece)		Anterior femoral mesafe (mm)	
	US	MRG	US	MRG
1. değerlendirmeci	$44,59 \pm 1,16$	$48,78 \pm 1,02$	$2,98 \pm 0,13$	$2,88 \pm 0,13$
2. değerlendirmeci	$42,71 \pm 0,84$	$46,27 \pm 0,86$	$3,13 \pm 0,10$	$3,14 \pm 0,08$

Her iki değerlendirmecinin sonuçlarına göre erkek bireylerde US'de ölçülen alfa açısı $43,99 \pm 0,96$ derece (minimum: 33,30 – maksimum: 54,60); anterior femoral mesafe $3,10 \pm 0,10$ mm'dir (minimum: 1,70 – maksimum: 4,30). MRG'de ölçülen alfa açısı $47,96 \pm 0,84$ derece (minimum: 40,00 – maksimum: 57,00); anterior femoral mesafe $3,05 \pm 0,10$ mm'dir (minimum: 2,00 – maksimum: 4,00). Kadın bireylerde US'de ölçülen alfa açısı $43,00 \pm 1,04$ derece (minimum: 34,60 – maksimum: 51,30); anterior femoral mesafe $2,96 \pm 0,14$ mm (minimum: 1,90 – maksimum: 3,90); MRG'de ölçülen alfa açısı $46,68 \pm 1,24$ derece (minimum: 35,00 – maksimum: 57,00); anterior femoral mesafe $2,95 \pm 0,14$ mm'dir (minimum: 2,00 – maksimum: 3,90) (Tablo 4.2).

Erkek ve kadın bireylerin ölçümleri karşılaştırıldığında US'de ölçülen alfa açısı için $p = 0,20$; anterior femoral mesafe için $p = 0,11$ bulundu. MRG'de ölçülen alfa açısı için $p = 0,08$; anterior femoral mesafe için $p = 0,27$ bulundu.

Tüm ölçümler için erkek bireyler ile kadın bireyler arasındaki istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 4.2: Erkek ve kadın bireylerde US ve MRG tetkiklerinde alfa açısı ve anterior femoral mesafe ortalama değerleri (AFM: anterior femoral mesafe).

	Erkek		Kadın	
	Alfa açısı	AFM	Alfa açısı	AFM
US	43,99 ± 0,96	3,10 ± 0,10	43,00 ± 1,04	2,96 ± 0,14
MRG	47,96 ± 0,84	3,05 ± 0,10	46,68 ± 1,24	2,95 ± 0,14

Gözlemciler arası uyumun değerlendirilmesinde; sınıf içi korelasyon katsayısı US alfa açısı ölçümünde 0,528 ($p = 0,001$), US anterior femoral mesafe ölçümünde 0,539 ($p = 0,001$); MRG alfa açısı ölçümünde 0,753 ($p < 0,0001$), MRG anterior femoral mesafe ölçümünde 0,466 ($p = 0,005$) bulunmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: US ve MRG’de alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümleri için değerlendirmeciler arasındaki sınıf içi korelasyon katsayısı ve p değerleri.

	US		MRG	
	Alfa açısı	AFM	Alfa açısı	AFM
ICC	0,528	0,539	0,753	0,466
p değeri	0,001	0,001	< 0,0001	0,005

US tetkiki, MRG tetkikine göre ölçüm değerleri açısından karşılaştırıldığında alfa açısı için $p < 0,05$, anterior femoral mesafe için $p < 0,05$ olarak bulunmuştur. Dolayısıyla MRG tetkiki ile karşılaştırıldığında US tetkikindeki ölçümlerde hem alfa açısı, hem de anterior femoral mesafe istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Femoroasetabuler sıkışma sendromunun herhangi bir risk faktörü olmayan genç bireylerde erken kalça eklemi osteoartriti nedeni olarak özellikle Ganz ve arkadaşlarının cerrahi serilerdeki anatomik ve patofizyolojik gözlemleri üzerine yaptığı çalışmalardan sonra ortaya konması önceden primer veya idiopatik olarak sınıflanan kalça osteoartritine yaklaşımda çığır açıcı olmuştur (20). Gosvig ve arkadaşlarının 2803 direk grafi üzerinden yaptığı çalışmada sıklık olarak erkeklerin % 6'sı, kadınların % 2'sinde cam deformitesi tespit edilmiştir (52). Bununla beraber femoroasetabuler sıkışma tanısını koymak için gerekli anamnez ve klinik muayene, tedavisinde izlenecek metodlar konusunda yaygın çalışmalar yapılmıştır. Benzer durum tanıda yardımcı olacak radyolojik tetkiklerin cinsi, bu tetkiklerin tekniği ve tetkikler üzerindeki ölçümler için de sözkonusudur.

Murray, idiopatik osteoartritler üzerine yaptığı ve cam lezyonlarını da içeren minör anatomik varyasyonları 'tilt deformitesi' olarak adlandırdığı çalışmasında radyolojik olarak direk grafileri, özellikle de AP pelvis grafilerini kullanmıştır (40). AP pelvis grafileri, asetabulumdaki veya femur proksimalindeki minör anatomik anomalileri gösterdiği gibi ileri dönem osteoartrit bulgularını da (eklem aralığında daralma, osteofit oluşumları, skleroz, labral kalsifikasyon) gösterebilmektedir. Ancak semptomatik hastalarda femoroasetabuler sıkışma sendromu tanısını koyup tedaviye yönlendirmenin önemi, son dönem osteoartrit gelişimini engellemektir çünkü ileri osteoartrit varlığında kalça eklemine koruyucu minör cerrahi işlemlerin yüz güldürücü olma şansı düşük olup hastalar total kalça artroplastisi gibi reoperasyona gitmektedir (29). Ayrıca ileri dönem osteoartrit bulguları geliştikten sonra, durumun etyolojisini klinik ve radyolojik olarak saptamak imkansız hale gelmektedir (28). Dolayısıyla günlük klinik pratikte öncelik, semptomlar ortaya çıktıktan kısa süre sonra doğru ayırıcı tanı ile hastaları konservatif ve gerekirse cerrahi tedaviye yönlendirmek olmalıdır.

Bu yönde, ilk önerilen ve halen cam tipi femoroasetabuler sıkışma tanısında femur baş-boyun bileşkesindeki osseöz deformiteyi kantitatif olarak gösteren ve en çok kullanılan ölçüm alfa açısıdır. İlk olarak Nötzli ve arkadaşları tarafından kesitsel görüntüleme yöntemi olan MRG üzerinde tanımlanmış olup alfa

açısı, femur boynu longitudinal aksına paralel reformatlar ile elde olunan aksiyel oblik görüntüler üzerinden ölçülmüştür. Değerlendirmeciler arası ve değerlendirme içi yüksek uyum saptanmış olup alfa açısı, asemptomatik kontrol grubunda 42 derece, cam deformitesi olanlarda ise 74 derece olarak ölçülmüştür. Aradaki fark da istatistiksel anlamlı olarak değerlendirilmiştir. Alfa açısının eşik değeri olarak ise 50 derece önerilmiştir (4).

Alfa açısı, ilk olarak kesitsel görüntüleme yöntemleri üzerinde tanımlanmış olmakla beraber direk grafilerde de femur baş-boyun ofset kaybını yansıtması bakımından kullanılmıştır. Barton ve arkadaşlarının MR tetkikini referans yöntem olarak kullanıp alfa açısının sınır değerini 50.5 derece olarak kabul ederek direk grafilerin farklı projeksiyonları ile karşılaştırdığı çalışmada farklı projeksiyonlardan duyarlılık ve özgüllük açısından en yükseği Dunn projeksiyonu, en düşüğü ise AP pelvis grafisi olmuştur. Dunn projeksiyonu % 91 duyarlılık ve % 88 özgüllük, AP pelvis grafisi ise % 60 duyarlılık ve % 81 özgüllüğe sahip bulunmuştur. MRG ile korelasyon katsayıları ise Dunn grafisinde 0,702 iken AP pelvis grafisinde 0,349 olarak hesaplanmıştır (53).

Direk grafiler ile değişik projeksiyonlarda kalitatif ve kantitatif değerlendirme yapılabilmeyle birlikte direk grafilerin sağladığı kesitsel olmayan an faz görüntüler, cam deformitesinin optimum değerlendirilmesine engel olmakta hatta belli anatomik yerleşimde olmayan atipik cam lezyonlarının gözden kaçmasına neden olmaktadır. Barton ve arkadaşlarının çalışmasında AP pelvis grafisinde normal olarak değerlendirilen kalça eklemlerinin % 50 kadarının MR incelemesinde cam deformitesi ile beraber yüksek alfa açılara sahip olduğu görülmüştür (53). Dudda ve arkadaşlarının MR tetkikini AP grafi ve lateral grafilerle karşılaştırdığı çalışmada çalışma popülasyonunun % 34,6'sını oluşturan grupta her iki projeksiyondaki direk grafilerde femur başı tamamen sferik olarak saptanmasına karşın MR incelemesinde özellikle anterosüperior görüntüde artmış alfa açıları ve femur başında asferisite izlenmiştir (54).

Direk grafilerin femoroasetabuler sıkışma tanısı için tek radyolojik tetkik olarak kullanılmasının bir diğer muhtemel sakıncası projeksiyonların uygun ve standart teknikte elde olunması gerekliliğidir. Bununla beraber Pollard ve arkadaşlarının yaptığı kadavra çalışmasında femurun rotasyonunun 30 derecelik

bir menzil dahilinde olması halinde ölçümlerdeki varyasyonların ihmal edilebilecek düzeyde olduğu tespit edilmiştir (55).

Literatürde alfa açısının fizyolojik-patolojik ayrımı açısından alt eşik değeri için önerilen tetkik ve ölçüm değerleri arasında belirsizlik mevcuttur. Gosvig ve arkadaşlarının 2803 direk grafi üzerinden ölçtükleri alfa açısı, erkekler için ortalama 55 derece (minimum: 30 – maksimum: 100), kadınlar için ortalama 45 derece (minimum: 34 – maksimum: 108) olarak bulunmuştur. Laborie ve arkadaşlarının 2038 adet 19 yaşındaki popülasyondan elde ettiği kohortta direk grafi üzerinden ölçtüğü alfa açısı değerleri frog-leg lateral grafi için ortalama erkeklerde 47 derece, kadınlarda 42 derece; AP grafi için ise erkeklerde 62 derece, kadınlarda 52 derecedir. Yine bu çalışmada AP grafi için ölçülen alfa açısı değerlerinin, frog-leg lateral grafi için ölçülen değerlere göre anlamlı olarak yüksek bulunduğu görülmüştür (41). Benzer şekilde Pollard ve arkadaşlarının 83 bireyin lateral grafi üzerinden yaptığı ölçümlerde alfa açısı erkeklerde 48 derece, kadınlarda 47 derece olarak bulunmuştur (55). Fraitzl ve arkadaşlarının 339 asemptomatik bireyin lateral ve AP grafi üzerinden yaptığı alfa açısı ölçümlerinde ortalama alfa açısı erkeklerde lateral grafi için 49 derece, AP grafi için 49 derece; kadınlarda lateral grafi için 46 derece, AP grafi için 45 derece olarak bulunmuştur (56). Domayer ve arkadaşları, MR radial reformatları ile farklı projeksiyonlardaki direk grafi cam deformitesi tespit edilen bireylerde karşılaştırmıştır. Anterosüperior ve süperoanterior kadran reformatları ile korelasyonu en yüksek projeksiyonların lateral projeksiyon ve Dunn projeksiyonu olduğunu (sırasıyla korelasyon katsayıları: 0,772 ve 0,511) göstermiştir. Yine MR ile karşılaştırıldığında pozitif öngörünün Dunn projeksiyonunda daha yüksek olduğu gösterilmiştir (57).

Cam deformitesi varlığı için alfa açısının alt sınırı olarak özellikle radyoloji literatüründe farklı çalışmalarda farklı değerler önerilmiştir: 50-50,5 derece (45, 47, 53, 58) ve 55 derece (5, 46, 51, 57, 59, 60) sıklıkla eşik değer olarak kabul edilmiştir. Sutter ve arkadaşları duyarlılıkta bir miktar azalmaya karşın özgüllükte daha belirgin bir artışı beraberinde getirdiği için alfa açısının eşik değerinin 55 derece yerine 60 derece olmasını önermiştir zira alfa açısının eşik değerinin 55 derece olarak kabul edilmesi yalancı pozitif sonuçları ve gereksiz fazladan cam tipi

femoroasetabuler sıkışma tanısını beraberinde getirmektedir (6). Saucier ve arkadaşlarının asemptomatik bireylerin BT görüntüleri üzerinden alfa açısını aksiyel oblik ve radial reformat ile ölçtükleri çalışmada % 95'lik güven aralığı ile tespit ettikleri eşik alfa değerleri erkekler için 68 ve 83 derece, kadınlar için 69 ve 84 derecedir. Bulunan ve önerilen alfa sınır değerleri literatür ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek olup yazarlar, literatürdeki değerlerin tekrar gözden geçirilmesini önermişlerdir (61).

Çalışmamızda sağlıklı bireylerde yapılan MRG tetkikinde alfa açısı 1. değerlendirmeci için ortalama 48,78 derece (minimum: 35,00 – maksimum: 57,00); 2. değerlendirmeci için ortalama 46,27 derece (minimum: 38,00 – maksimum: 54,00) olarak ölçüldü. Bulunan değerler, literatürdeki kontrol grubu ve femoroasetabuler sıkışma tanısı alan hastaları karşılaştıran çalışmalardaki kontrol grubu bireyleriyle uyumluluk göstermektedir. Çalışmamızda cam deformitesi saptanan bir bireyde alfa açısı, sağ kalçada 1. değerlendirmecinin yaptığı ölçümde 67 derece, 2. değerlendirmecinin yaptığı ölçümde 61 derece; sol kalçada 1. değerlendirmecinin yaptığı ölçümde 68 derece, 2. değerlendirmecinin yaptığı ölçümde 65 derece bulundu (Şekil 2.8). Hem 1. hem de 2. değerlendirmeci tarafından ölçülen değerler literatürde MRG'de femoroasetabuler sıkışma tanısı için tanımlanan eşik değerlerin üzerindedir.

Cam deformitesinin üç boyutlu düşünülmesi gereken, femur baş-boyun bileşkesinin bir noktasını değil genellikle segmenter bir alanını ilgilendiren bir deformite olduğunun anlaşılması ile ilintili olarak özellikle kesitsel görüntüleme yöntemlerinde standart projeksiyonların ve tek lokasyondan alfa açısı ölçümünün yetersiz olabileceği görüşü ortaya çıkmıştır (47). Nötzli ve arkadaşlarının alfa açısını tanımladığı çalışmada kullanılan aksiyel oblik reformat görüntüleri, femur baş-boyun bileşkesinin sadece anterior yüzeyini temsil etmektedir. Bununla beraber yapılan çalışmalarda cam deformitesinin en sık ve belirgin olarak anterior değil anterosüperiora da yer aldığı belirtilmiştir; buna bağlı olarak da alfa açısı anteriora göre anterosüperiora daha yüksek değerler göstermektedir (6, 47, 54, 57, 59). Anterosüperior kadrandan yapılan ölçümlerin cam deformitesini daha iyi temsil ettiği ve normal bireylerle cam deformitesi olanları daha iyi ayırt ettiği ortaya konmuştur (6). Bundan ötürü cam tipi femoroasetabuler sıkışmayı

değerlendirirken standart projeksiyonların yanı sıra radial reformatlar elde olup değerlendirilmesi gündeme gelmiştir. Radial reformatlar ile standart anterior posterior görüntülerin yanı sıra anterosüperior, anteroinferior, posteroinferior ve posterosüperior kadranların da değerlendirilebilmekte, gerektiğinde bu akslardan ölçümler yapılabilmektedir (14). Anatomik lokasyon için sadece kadran isimleri kullanılabilceği gibi bazı çalışmalarda saat kadranı analogisi ile patolojinin saat cinsinden ifade edilmesi de kullanılmıştır. Bu nedenle çalışmamızda alfa açısı ölçümleri standart aksiyel oblik görüntüler üzerinden değil radial reformatlardan elde olunan anterosüperior kadranı temsil eden görüntüler üzerinden yapıldı.

MR artrografi, cam veya pincer deformitesini anatomik olarak ortaya koyabilmesinin yanında eklem aralığında kontrast madde ile distansiyon meydana getirerek labral lezyonları ve kıkırdak delaminasyonunu daha yüksek duyarlılık ve özgüllük ile göstermektedir. Aprato ve arkadaşlarının MR artrografi ile artroskopik veya açık cerrahi bulgularını karşılaştırdığı çalışmada MR artrografinin özellikle alfa açısının sınırı 50 derece olarak kabul edildiğinde cam deformitesi varlığını gösterme oranının % 100 olduğu belirtilmiştir. MR artrografi, os asetabuli varlığını da 100 % hassasiyet ve duyarlılıkla gösterirken bu oranlar labral yırtıklar ve özellikle asetabuler ve femoral kıkırdak hasarında belirgin olarak düşmektedir (45). Kassarjian ve arkadaşlarının 40 adet cam tipi femoroasetabuler sıkışma sendromu olan hastada MR artrografi ile yaptığı çalışmada artmış alfa açısının yanında en sık rastlanan bulgular olarak anterosüperior kıkırdak patolojisi ve anterosüperior labral yırtık belirtilmiştir. Hastaların % 88'inde bu üç bulgu birlikte gözlenmiştir (60). Çalışma grubumuzu sağlıklı bireyler oluşturduğu ve çalışmamızda labral yırtık ve kıkırdak hasarı araştırmayı amaçlamadığımız için MRG incelemesini daha invazif bir yöntem olan MR artrografi şeklinde yapmadık.

Alfa açısı ölçümündeki ve eşik değerinin belirlenmesi noktasındaki uzlaşma yokluğu nedeniyle yardımcı kantitatif radyolojik ölçümler önerilmiştir. Bunlar arasında direk grafiler üzerinden ölçülen beta açısı (43, 62), trianguler indeks (52, 56); MRG ile ölçülen femoral ofset (63) ve anterior femoral mesafe (51) sayılabilir.

Anterior femoral mesafe, ilk olarak Lohan ve arkadaşları tarafından ölçülmüş olup intraoperatif cam deformitesi teyit edilen hastalar ile kontrol grubu

karşılaştırılarak bulgular tanımlanmıştır. Hasta bireylerle gönüllüler arasında anterior femoral mesafe değerleri karşılaştırıldığında cam deformitesi olanlarda değerler istatistiksel anlamlı olacak şekilde daha yüksek olduğunu üç bağımsız değerlendirmecinin iki farklı zamanlı ölçümleriyle göstermiştir. Cam deformitesi açısından anterior femoral mesafenin eşik değeri olarak ise 3.6 mm önerilmiştir. Ancak anterior femoral mesafenin farklı değerlendirme için ortalama duyarlılığı % 55,1, özgüllüğü ise % 63,8 olduğu için tek başına bu parametrenin cam tipi femoroasetabuler sıkışmanın tanısında kullanılması önerilmemiştir (51). Ehrmann ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise anterior femoral mesafe gönüllülerde 1. değerlendirmeci için $1,7 \pm 2,2$ mm; 2. değerlendirmeci için $2,0 \pm 1,5$ mm olarak ölçülmüştür. Ayrıca anterior femoral mesafenin performansını alfa açısından daha iyi bulan Lohan ve arkadaşlarının aksine anterior femoral mesafenin alfa açısına ek bir katkı sağlamayabileceğini öne sürülmüştür (63). Çalışmamızda sağlıklı bireylerde yapılan MRG tetkikinde anterior femoral mesafe 1. değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde ortalama 2,88 mm (minimum: 2,00 – maksimum: 4,00); 2. değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde ortalama 3,14 mm (minimum: 2,40 – maksimum: 3,90) olarak ölçüldü. Bulunan değerler, literatürde bildirilen normal anterior femoral mesafe değerleriyle uyumluluk göstermektedir.

Ultrasonografi; ucuz, tekrarlanabilir, kısa süreli ve kolay erişilebilir olması, gerektiğinde portabl şartlarda gerçekleştirilebilmesi ve iyonizan radyasyon içermemesi nedeniyle cam tipi femoroasetabuler sıkışma tanısında kullanılmaya adaydır. Ultrasonografi ile preoperatif ve osteokondroplasti sonrası femur baş-boyun ofseti ve alfa açısını karşılaştırarak anlamlı sonuçlar elde eden çalışmalar mevcuttur (64).

Buck ve arkadaşları, MR artrografi referans tetkik olarak kullanarak cam tipi sıkışması olan hastalardaki US bulgularını değerlendirmiştir. Çalışmada femur baş ve boynunu içerecek şekilde hem anterior, hem de anterosüperior projeksiyon görüntüleri elde olunmuştur. US, anterosüperior ofset ve konkavite kaybı konusunda duyarlı, anterosüperior kemik spur varlığını gösterme konusunda özgül bulunmuştur. Alfa açısı ölçümünde ise hem anterior projeksiyonda hem de anterosüperior projeksiyonda değerlendirme için ancak orta derecede uyum izlenmiştir (uyum katsayıları sırasıyla 0,515 ve 0,509). Anterosüperior

projeksiyonda US ile MR arasındaki uyum ise değerlendirmeciler arasında farklılık göstermiştir: 1. değerlendirmeci için uyum katsayısı 0,889 gibi mükemmel yakın bir değer iken 2. değerlendirmeci için kötü bir uyum katsayısı olarak 0,199 bulunmuştur (7). Çalışmamızda US tetkikinde birinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde alfa açısı 44,59 derece (minimum: 34,00 – maksimum: 54,60); ikinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde alfa açısı 42,71 derece (minimum: 33,30 – maksimum: 51,00) olarak bulundu. Bulunan değerler, US ile yapılan çalışmalardaki kontrol grubu bireyleriyle uyumluluk göstermektedir.

Hsu ve arkadaşları MR’da tanımlanan anterior femoral mesafeyi cam tipi sıkışma tanısı klinik olarak konmuş bireylerde US ile ölçmüş ve MR artrografi görüntüleriyle karşılaştırmıştır. Anterior ve anterosüperior konturlardaki ölçümler yüksek gözlemciler arası ve gözlemci içi uyum (sırasıyla uyum katsayıları: 0,913 – 0,968 ve 0,933 – 0,968) göstermiş olmakla beraber anterosüperior konturdaki ölçümlerin tekrarlanabilirliği düşük bulunmuştur. Çalışmada US tetkikinde anterior femoral mesafe ölçümleri için eşik değer olarak 4,0 mm önerilmiş olup bu değer ile % 80,9 duyarlılık, % 87,5 özgüllük değerlerine ulaşılmıştır (5). Çalışmamızda birinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde anterior femoral mesafe 2,98 mm (minimum: 1,70 – maksimum: 4,00); ikinci değerlendirmecinin yaptığı ölçümlerde anterior femoral mesafe 3,13 mm (minimum: 2,30 – maksimum: 4,30) bulundu. Bulunan değerler, US ile yapılan çalışmalardaki kontrol grubu bireyleriyle uyumluluk göstermektedir.

Anterior femoral mesafenin US veya MRG tetkikinden ölçülmesi ve eşik değerlerinin ortaya konması noktasında literatürde uyumsuzluk mevcuttur. Lohan ve arkadaşlarının MRG’de ortaya koydukları eşik değer 3,6 mm iken Hsu ve arkadaşlarının US’de ortaya koydukları eşik değer 4,0 mm’dir. Bu uyumsuzluğun muhtemel sebeplerinden birisi hangi düzeyden ölçüm yapıldığı ile ilgilidir; anterior veya anterosüperiordan ölçüm yapılmasına göre değer değişiklik gösterebilmektedir. Bir diğer sebep ise MRG’de yüksek kontrast rezolüsyonu ile eklem kapsülünün posterior yüzü ve femur baş-boyun proksimalini örten eklem kıkırdağının MRG ölçümlerine dahil edilip edilmemesi konusunda uzlaşma bulunmamasıdır (5, 51).

Ultrasonografide anterior veya anterosüperior ölçüm yapılmasının yanı sıra hastanın pozisyonlanması konusunda da farklı çalışmalarda farklı uygulamalar mevcuttur. Lerch ve arkadaşları, cam tipi femoroasetabuler sıkışma tanısında MRG ile karşılaştırarak US'nin geçerliliğini değerlendirdikleri çalışmada femur baş ve boynunu ortaya koyan longitudinal görüntüleri, nötral pozisyonun yanı sıra 20 derece internal ve eksternal rotasyonda da elde etmiştir. MRG ile karşılaştırdıklarında US'de özellikle nötral ve 20 derece internal rotasyon pozisyonunda ölçtükleri alfa açısı arasında güçlü korelasyon (sırasıyla 0.67 ve 0.77) tespit edilmiştir. 20 derece internal rotasyonda elde olunan ölçümlerin korelasyonu nötral pozisyonunda elde olunanlara göre daha yüksektir. Bunun muhtemel nedeni olarak ise femurun fizyolojik olarak var olan antetorsiyonunun internal rotasyon pozisyonuna göre nötral pozisyonunda cam deformitesinin görülmesini engelleyebileceği öne sürülmüştür (65). Çalışmamızda US görüntüleri sadece nötral pozisyonunda elde olundu.

Femoroasetabuler sıkışma tanısında güvenilir bir yöntem olarak kabul edilen MRG ile yapılan alfa açısı ölçümlerinde çalışmamızda iki değerlendirmeci arasında iyi uyum çıkması (0,753, $p < 0,0001$) literatüre benzer şekilde MRG'nin objektif bir görüntüleme yöntemi olduğunu desteklemektedir. Anterior femoral mesafe ölçümlerinde ise iki değerlendirmeci arasında orta derecede uyum saptanmıştır (0,466, $p = 0,005$). Literatüre göre normal değeri 3,6 – 4,0 mm'nin altında kabul edilen anterior femoral mesafenin ölçümünün çok hassas olduğu ve ölçüm sırasındaki milimetrik sapma değerlerinin bile farklılık yaratabileceğini düşünmekteyiz.

Ultrasonografinin uygulayıcıya bağımlı olması ve tecrübe gerektirmesi, standart projeksiyonların elde olunması ve bunlar üzerinden optimum kalitatif ve kantitatif değerlendirme yapılabilmesini sınırlamaktadır. US ile alınan görüntüler üzerinden yapılan ölçümlerde değerlendirmeciler arasında orta derecede uyum bulunması (alfa açısı 0,528, $p = 0,001$; anterior femoral mesafe 0,530, $p = 0,001$) standart görüntüler alındığı ve ölçüm yapabilmek için gerekli anatomik yapılar belirlendiği sürece kendi içerisinde güvenilir bir tetkik olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda US ile MRG arasında alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümleri açısından uyum bulunamamıştır. Bu nedenle elde olunan veriler MRG

olmadan cam deformitesinin kantitatif değerlendirmesinde US'nin tek başına güvenilir olmayacağını göstermektedir.

Standart anterosüperior projeksiyonda US görüntüsü alabilmek için probun açıldırılmasındaki değişiklikler ölçüm farklılıklarına neden olabilmektedir. Erişkinde kemikler mineralize olduğu için US tetkiki ile kemiklerin sadece proba yakın olan konturları izlenip değerlendirilebilmektedir. Kapsülün insersiyosundan femur başına teğet çizilen doğrunun femur boynunun uzun aksını temsil ettiği varsayılmıştır ancak femur baş ve boynunun posterior konturu ve kemik iliği izlenemediğinden bu ancak bir yaklaştırım olarak kalmaktadır. Dolayısıyla US'de alfa açısı ölçümünde hatalara yol açabilmektedir. US'nin her ne kadar alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümünde literatürde faydalı olabileceği vurgulansa da US tek başına femoroasetabuler sıkışmanın diğer komponentlerini değerlendirmede yetersizdir; kırık yapılar ve asetabuler kemik çatı US ile değerlendirilememektedir.

Çalışmanın başlıca limitasyonları şunlardır:

- Kadın gönüllü sayısı, erkek gönüllü sayısı ile karşılaştırıldığında azdır. Erkek bireyler ile kadın bireyler arasında US ve MRG ölçümleri arasında anlamlı fark bulunamamış olup bunun muhtemel sebebi kadın bireylerin sayısının azlığı olabilir.
- US ile yapılan bazı çalışmalarda nötral pozisyonun yanı sıra 20 derece internal ve eksternal rotasyon pozisyonlarında da ölçümler yapılmıştır. Ancak bizim çalışmamızda US sadece nötral pozisyonda yapıldı.
- MR tetkikinde, cam deformitesinin anterosüperiorda daha sık ve daha belirgin olarak görülmesi üzerine yapılan çalışmalara dayanarak bu çalışmada sadece radial reformatlardan anterosüperior kadrana denk gelen görüntüden ölçümler yapıldı. Radial reformatlarda anterosüperior kadran hariç diğer anatomik düzlemlere tekabül eden görüntülerden ayrıca ölçüm yapılmadı. Bu nedenle MRG'de farklı düzlemler arasında ölçümler karşılaştırılmadı.

- Çalışma için değerlendirmeciler arası uyum tespiti (*interobserver*) açısından iki farklı değerlendirmeci tarafından kör ölçümler yapılmış olmakla birlikte değerlendirmeci içi (*intraobserver*) uyum açısından ölçümler aynı değerlendirmeci tarafından farklı zamanlarda tekrarlanmadı.

6. SONUÇLAR:

MRG, femoroasetabuler sıkışma tanısının konulmasında yardımcı olan kantitatif değerlendirmeye imkan sağlayan alfa açısı ölçümlerinde objektif ve güvenilir bir görüntüleme yöntemidir. Ancak US tetkikin verileri MRG tetkikin verileri ile karşılaştırıldığında uyumsuz bulunmuş olup alfa açısı ve anterior femoral mesafe ölçümlerinde US tek başına güvenilir bir görüntüleme yöntemi değildir.

7. KAYNAKLAR:

1. Dooley PJ. Femoroacetabular impingement syndrome: Nonarthritic hip pain in young adults. *Canadian family physician Medecin de famille canadien*. 2008;54(1):42-7.
2. Sutter R, Zanetti M, Pfirrmann CW. New developments in hip imaging. *Radiology*. 2012;264(3):651-67.
3. Siebenrock KA, Ferner F, Noble PC, Santore RF, Werlen S, Mamisch TC. The cam-type deformity of the proximal femur arises in childhood in response to vigorous sporting activity. *Clinical orthopaedics and related research*. 2011;469(11):3229-40.
4. 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. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2002;84(4):556-60.
5. Hsu YC, Wu YC, Wang HH, Lee MS, Huang GS. Assessment of cam-type femoroacetabular impingement by ultrasonography: value of anterior femoral distance measurements. *Ultraschall in der Medizin*. 2012;33(7):E158-65.
6. Sutter R, Dietrich TJ, Zingg PO, Pfirrmann CW. How useful is the alpha angle for discriminating between symptomatic patients with cam-type femoroacetabular impingement and asymptomatic volunteers? *Radiology*. 2012;264(2):514-21.
7. Buck FM, Hodler J, Zanetti M, Dora C, Pfirrmann CW. Ultrasound for the evaluation of femoroacetabular impingement of the cam type. Diagnostic performance of qualitative criteria and alpha angle measurements. *European radiology*. 2011;21(1):167-75.
8. Strayer LM. The Embryology of the Human Hip Joint. *The Yale journal of biology and medicine*. 1943;16(1):13-26 6.
9. Callaghan JJ, Rosenberg AG, Rubash HE. *The adult hip*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.

10. Helms CA. Musculoskeletal MRI. 2nd ed. Philadelphia, Pa.: Saunders Elsevier; 2009. vii, 442 p. p.
11. Llopis E, Higuera V, Vano M, Altonaga JR. Anatomic and radiographic evaluation of the hip. *European journal of radiology*. 2012;81(12):3727-36.
12. Aydingoz U, Ozturk MH. MR imaging of the acetabular labrum: a comparative study of both hips in 180 asymptomatic volunteers. *European radiology*. 2001;11(4):567-74.
13. Thomas JD, Li Z, Agur AM, Robinson P. Imaging of the acetabular labrum. *Seminars in musculoskeletal radiology*. 2013;17(3):248-57.
14. Petchprapa CN, Dunham KS, Lattanzi R, Recht MP. Demystifying radial imaging of the hip. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 2013;33(3):E97-E112.
15. Griffiths EJ, Khanduja V. Hip arthroscopy: evolution, current practice and future developments. *International orthopaedics*. 2012;36(6):1115-21.
16. Jacobson JA. Fundamentals of musculoskeletal ultrasound. Philadelphia, PA: Saunders/Elsevier; 2007. 345 p., 10 p. of plates p.
17. Netter FH. Atlas of human anatomy. 5th ed. Philadelphia, Pa. ;: Saunders; 2011. 532, 44 p. p.
18. Domb BG, Shindle MK, McArthur B, Voos JE, Magennis EM, Kelly BT. Iliopsoas impingement: a newly identified cause of labral pathology in the hip. *HSS journal : the musculoskeletal journal of Hospital for Special Surgery*. 2011;7(2):145-50.
19. Byrd JW, Jones KS. Arthroscopic femoroplasty in the management of cam-type femoroacetabular impingement. *Clinical orthopaedics and related research*. 2009;467(3):739-46.
20. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Notzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clinical orthopaedics and related research*. 2003(417):112-20.

21. Nepple JJ, Vigdorichik JM, Clohisy JC. What Is the Association Between Sports Participation and the Development of Proximal Femoral Cam Deformity? A Systematic Review and Meta-analysis. *The American journal of sports medicine*. 2015.
22. Grant AD, Sala DA, Schwarzkopf R. Femoro-acetabular impingement: the diagnosis-a review. *Journal of children's orthopaedics*. 2012;6(1):1-12.
23. Banerjee P, McLean CR. Femoroacetabular impingement: a review of diagnosis and management. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2011;4(1):23-32.
24. Allen D, Beaulé PE, Ramadan O, Doucette S. Prevalence of associated deformities and hip pain in patients with cam-type femoroacetabular impingement. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2009;91(5):589-94.
25. Agricola R, Bessems JH, Ginai AZ, Heijboer MP, van der Heijden RA, Verhaar JA, et al. The development of Cam-type deformity in adolescent and young male soccer players. *The American journal of sports medicine*. 2012;40(5):1099-106.
26. Dudda M, Kim YJ, Zhang Y, Nevitt MC, Xu L, Niu J, et al. Morphologic differences between the hips of Chinese women and white women: could they account for the ethnic difference in the prevalence of hip osteoarthritis? *Arthritis and rheumatism*. 2011;63(10):2992-9.
27. Pollard TC, Villar RN, Norton MR, Fern ED, Williams MR, Murray DW, et al. Genetic influences in the aetiology of femoroacetabular impingement: a sibling study. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2010;92(2):209-16.
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. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2005;87(7):1012-8.
29. Pun S, Kumar D, Lane NE. Femoroacetabular impingement. *Arthritis & rheumatology*. 2015;67(1):17-27.

30. Bedi A, Kelly BT. Femoroacetabular impingement. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2013;95(1):82-92.
31. Leunig M, Beaulé PE, Ganz R. The concept of femoroacetabular impingement: current status and future perspectives. *Clinical orthopaedics and related research*. 2009;467(3):616-22.
32. Tannast M, Goricki D, Beck M, Murphy SB, Siebenrock KA. Hip damage occurs at the zone of femoroacetabular impingement. *Clinical orthopaedics and related research*. 2008;466(2):273-80.
33. Philippon MJ, Maxwell RB, Johnston TL, Schenker M, Briggs KK. Clinical presentation of femoroacetabular impingement. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2007;15(8):1041-7.
34. Philippon MJ, Patterson DC, Briggs KK. Hip arthroscopy and femoroacetabular impingement in the pediatric patient. *Journal of pediatric orthopedics*. 2013;33 Suppl 1:S126-30.
35. Ito K, Minka MA, 2nd, Leunig M, Werlen S, Ganz R. Femoroacetabular impingement and the cam-effect. A MRI-based quantitative anatomical study of the femoral head-neck offset. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2001;83(2):171-6.
36. Siebenrock KA, Behning A, Mamisch TC, Schwab JM. Growth plate alteration precedes cam-type deformity in elite basketball players. *Clinical orthopaedics and related research*. 2013;471(4):1084-91.
37. Martin RL, Sekiya JK. The interrater reliability of 4 clinical tests used to assess individuals with musculoskeletal hip pain. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2008;38(2):71-7.
38. Martin HD, Kelly BT, Leunig M, Philippon MJ, Clohisy JC, Martin RL, et al. The pattern and technique in the clinical evaluation of the adult hip: the common physical examination tests of hip specialists. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. 2010;26(2):161-72.

39. Clohisy JC, Carlisle JC, Beaulé PE, Kim YJ, Trousdale RT, Sierra RJ, et al. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult hip. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2008;90 Suppl 4:47-66.
40. Murray RO. The aetiology of primary osteoarthritis of the hip. *The British journal of radiology*. 1965;38(455):810-24.
41. Laborie LB, Lehmann TG, Engesaeter IO, Sera F, Engesaeter LB, Rosendahl K. The alpha angle in cam-type femoroacetabular impingement: new reference intervals based on 2038 healthy young adults. *The bone & joint journal*. 2014;96-B(4):449-54.
42. Wyss TF, Clark JM, Weishaupt D, Notzli HP. Correlation between internal rotation and bony anatomy in the hip. *Clinical orthopaedics and related research*. 2007;460:152-8.
43. Brunner A, Hamers AT, Fitze M, Herzog RF. The plain beta-angle measured on radiographs in the assessment of femoroacetabular impingement. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2010;92(9):1203-8.
44. Steinbach LS, Palmer WE, Schweitzer ME. Special focus session. MR arthrography. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 2002;22(5):1223-46.
45. Aprato A, Masse A, Faletti C, Valente A, Atzori F, Stratta M, et al. Magnetic resonance arthrography for femoroacetabular impingement surgery: is it reliable? *Journal of orthopaedics and traumatology : official journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology*. 2013;14(3):201-6.
46. Kim J, Choi JA, Lee E, Lee KR. Prevalence of Imaging Features on CT Thought to Be Associated With Femoroacetabular Impingement: A Retrospective Analysis of 473 Asymptomatic Adult Hip Joints. *AJR American journal of roentgenology*. 2015;205(1):W100-5.
47. Khan O, Witt J. Evaluation of the magnitude and location of Cam deformity using three dimensional CT analysis. *The bone & joint journal*. 2014;96-B(9):1167-71.

48. Wall PD, Fernandez M, Griffin DR, Foster NE. Nonoperative treatment for femoroacetabular impingement: a systematic review of the literature. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*. 2013;5(5):418-26.
49. Clohisy JC, St John LC, Schutz AL. Surgical treatment of femoroacetabular impingement: a systematic review of the literature. *Clinical orthopaedics and related research*. 2010;468(2):555-64.
50. Aydingoz U. Radial Imaging of the Hip Also for Properly Measuring the alpha Angle. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*. 2014;34(4):1141-2.
51. 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 radiology*. 2009;38(9):855-62.
52. Gosvig KK, Jacobsen S, Palm H, Sonne-Holm S, Magnusson E. A new radiological index for assessing asphericity of the femoral head in cam impingement. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2007;89(10):1309-16.
53. Barton C, Salineros MJ, Rakhra KS, Beaulé PE. Validity of the alpha angle measurement on plain radiographs in the evaluation of cam-type femoroacetabular impingement. *Clinical orthopaedics and related research*. 2011;469(2):464-9.
54. Dudda M, Albers C, Mamisch TC, Werlen S, Beck M. Do normal radiographs exclude asphericity of the femoral head-neck junction? *Clinical orthopaedics and related research*. 2009;467(3):651-9.
55. Pollard TC, Villar RN, Norton MR, Fern ED, Williams MR, Simpson DJ, et al. Femoroacetabular impingement and classification of the cam deformity: the reference interval in normal hips. *Acta orthopaedica*. 2010;81(1):134-41.
56. Fraitzl CR, Kappe T, Pennekamp F, Reichel H, Billich C. Femoral head-neck offset measurements in 339 subjects: distribution and implications for femoroacetabular impingement. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2013;21(5):1212-7.

57. Domayer SE, Ziebarth K, Chan J, Bixby S, Mamisch TC, Kim YJ. Femoroacetabular cam-type impingement: diagnostic sensitivity and specificity of radiographic views compared to radial MRI. *European journal of radiology*. 2011;80(3):805-10.
58. Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis--what the radiologist should know. *AJR American journal of roentgenology*. 2007;188(6):1540-52.
59. Rakhra KS, Sheikh AM, Allen D, Beaulé PE. Comparison of MRI alpha angle measurement planes in femoroacetabular impingement. *Clinical orthopaedics and related research*. 2009;467(3):660-5.
60. Kassarian A, Yoon LS, Belzile E, Connolly SA, Millis MB, Palmer WE. Triad of MR arthrographic findings in patients with cam-type femoroacetabular impingement. *Radiology*. 2005;236(2):588-92.
61. Lepage-Saucier M, Thiery C, Larbi A, Lecouvet FE, Vande Berg BC, Omoumi P. Femoroacetabular impingement: normal values of the quantitative morphometric parameters in asymptomatic hips. *European radiology*. 2014;24(7):1707-14.
62. Khan M, Ranawat A, Williams D, Gandhi R, Choudur H, Parasu N, et al. Relationship between the alpha and beta angles in diagnosing CAM-type femoroacetabular impingement on frog-leg lateral radiographs. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2015;23(9):2595-600.
63. Ehrmann C, Roskopf AB, Pfirrmann CW, Sutter R. Beyond the alpha angle: Alternative measurements for quantifying cam-type deformities in femoroacetabular impingement. *Journal of magnetic resonance imaging : JMRI*. 2015.
64. Lerch S, Kasperczyk A, Berndt T, Ruhmann O. Ultrasonography can quantify the extent of osteochondroplasty after treatment of Cam-type femoroacetabular impingement. *International orthopaedics*. 2015;39(5):853-8.

65. Lerch S, Kasperczyk A, Warnecke J, Berndt T, Ruhmann O. Evaluation of Cam-type femoroacetabular impingement by ultrasound. *International orthopaedics*. 2013;37(5):783-8.

EKLER

EK 1. ETİK KURUL ONAYI






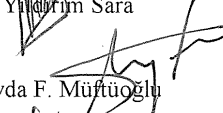

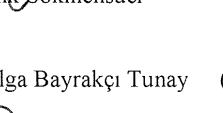
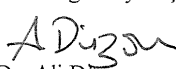
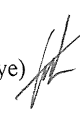
T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557-571

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 13.05.2015 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2015/10
Proje No : GO 15/311 (Değerlendirme Tarihi: 29.04.2015)
Karar No : GO 15/311 – 11

Üniversitemiz Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Berna OĞUZ'un sorumlu araştırmacı olduğu, Arş. Gör. Yiğitcan KARANFİL ve Prof. Dr. Üstün AYDINGÖZ ile birlikte çalışacakları, Arş. Gör. Dr. Sinan BALCI'nın tezi olan GO 15/311 kayıt numaralı ve "*Femoroasetabular Sıkışma Tanısında Kullanılan Alfa Açısının ve Anteriyör Femoral Uzaklığın Ölçümünde Ultrasonografinin Etkinliği: Sağlıklı Bireylerde MRG ile Karşılaştırmalı Değerlendirme.*" başlıklı proje önerisi araştırmacının gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan) |  | İZİNLİ | 9 Prof. Dr. Rahime Nohutçu (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken (Üye) |  | İZİNLİ | 10. Prof. Dr. R. Köksal Özgül (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara (Üye) |  | İZİNLİ | 11. Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Sevdâ F. Müftüoğlu (Üye) |  | İZİNLİ | 12. Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmenşier (Üye) |  | İZİNLİ | 13 Prof. Dr. Leyla Dinç (Üye) |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) |  | İZİNLİ | 14. Prof. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ali Düzova (Üye) |  | İZİNLİ | 15. Av. Meltem Onurlu (Üye) |
| 8. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye) |  | | |

EK 2: VERİ TOPLAMA FORMU

“Femoroasetabular sıkışma tanısında kullanılan alfa açısının ve anterior femoral uzaklığın ölçümünde ultrasonografinin etkinliği: sağlıklı bireylerde MRG ile karşılaştırmalı değerlendirme”

KOD:**AD-SOYAD:****DOSYA NO:****BOY:****KİLO:****YAŞ:****CİNSİYET:****DEĞERLENDİRME TARİHİ:**

1. Kalçalarınızdan herhangi birine yönelik travma geçirdiniz mi?
2. Geçmişte kalça kırığı veya doğumsal kalça çıkığı hikayesi var mı?
3. Geçmişte Perthes, ‘kaymış (slipped) femoral epifiz’ gibi kalçanın dejeneratif hastalıklarına ait tanı aldınız mı?
4. Halen tek taraflı veya iki taraflı kalça veya kasık ağrısı şikayetiniz var mı?
5. Düzenli olarak spor yapıyor musunuz? Yapıyorsanız haftada kaç saat ve hangi tip sportif aktivite?
6. Kalçalarınıza yönelik herhangi bir radyolojik inceleme (röntgen, ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme) yapıldı mı?

mı?

18

EK 3 US/MRG DEĞERLENDİRME FORMU

BİRİNCİ/İKİNCİ DEĞERLENDİRMECİ

SAG KALÇA

	US/MRG
Alfa açısı (kantitatif; derece)	
Anterior femoral uzaklık (kantitatif; mm)	
Femur baş-boyun bileşkesi konturu (kalitatif; düz-konkav-konveks)	
Femur baş-boyun bileşkesinde kemik çıkıntısı varlığı (kalitatif) (var, yok)	

SOL KALÇA

	US/MRG
Alfa açısı (kantitatif; derece)	
Anterior femoral uzaklık (kantitatif; mm)	
Femur baş-boyun bileşkesi konturu (kalitatif; düz-konkav-konveks)	
Femur baş-boyun bileşkesinde kemik çıkıntısı varlığı (kalitatif) (var, yok)	