

GELİŞİMSEL KALÇA DİSPLAZİSİ, RADYOLOJİSİ, TARAMA VE TANIDA GÖRÜNTÜLEME

Çiğdem ÜNER¹, Sonay AYDIN²

¹⁻² Dr.Sami Ulus Kadın Doğum, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Eğitim ve
Araştırma Hastanesi, Ankara / Türkiye

Öz: Gelişimsel kalça displazisi (GKD), femur başı ve asetabulumun normal anatomik ilişkisinin bozulması olarak tanımlanabilir. GKD, hafif displaziden tam kalça çıkığına kadar değişkenlik gösteren, anstabil kalça çıkıkları, subluksasyonlar, dislokasyonlar ve çeşitli malformasyonları kapsayan geniş bir spektrumdur. GKD çocukluk çağı engelliliğinin önemli bir nedenidir. GKD tüm primer kalça protezlerinin % 9' unu oluşturur (Furnes et al., 2001). İnfantlarda GKD'nin tahmini insidansı 1.5/1000-20/1000 arasında değişmektedir (Patel, 2001). GKD'nin Türkiye'de görülme sıklığı 1000 canlı doğumda yaklaşık 5 ile 10 arasında belirtilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019). 2019'da güncellenen Amerikan Radyoloji Koleji kılavuzunda, intrauterin makat pozisyonu, pozitif aile öyküsü ve kadın cinsiyeti, GKD için üç ana risk faktörü olarak vurgulanmıştır (Nguyen et al., 2019). İlk doğum, oligohidramnios, aşırı kısıtlayıcı kuduk uygulamaları ve alt ekstremité anomalileri GKD ile ilişkili diğer zayıf risk faktörleridir (Mulpuri et al., 2015). GKD tedavisinin etkinliğinde erken tanı majör bir öneme sahiptir. Yenidoğanda GKD tanısı fizik muayenede Ortolani ve Barlow testleri ve sonrasında USG değerlendirmesi ile konabilir. Fizik muayenede abduksiyon kısıtlılığı en önemli belirtidir. Türkiye Sağlık Bakanlığı, GKD Tarama Programı kapsamında yeni doğan döneminde, 3. - 4. haftalarda tüm bebeklerin kalça çıkığı açısından muayenelerinin yapılmasını ve pozitif muayene bulgusu veya risk faktörlerinden birinin varlığı durumunda ileri tetkik ve muayene için

ortopedi kliniğine sevk edilmesini önermektedir. Bu kriterlere uyan yenidoğanların yaşamlarının ilk 3-6 haftalarında GKD açısından kalça USG ile değerlendirilmesi ve tedavinin düzenlenmesi tavsiye edilmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019a). Asetabulum ve femur başının normal gelişimi ve karşılıklı uyum içinde büyümesi, birbirleri tarafından üretilen apozisyonel kuvvetlere bağlıdır. GKD’de bu apozisyonel büyüme kaybolur ve kalça konservatif tedavi ve cerrahi redüksiyonun kombinasyonu ile restore edilebilir. Ultrason ve radyografi klinik olarak şüpheli GKD’nin taranması ve doğrulanması ve varsa ciddiyetinin belirlenmesi için tercih edilen ilk görüntüleme yöntemleridir. MR gibi kesitsel çalışmalar konantrik redüksiyonu teyit etmek ve komplikasyonları tespit etmek için redüksiyon sonrası değerlendirmede tercih edilmektedir.

Anahtar Kelime: Radyoloji, kalça displazisi, fizik muayene

GİRİŞ

Gelişimsel kalça displazisi (GKD), femur başı ve asetabulumun normal anatomik ilişkisinin bozulması olarak tanımlanabilir. GKD, hafif displaziden tam kalça çıkığına kadar değişkenlik gösteren, anstabil kalça çıkıkları, subluksasyonlar, dislokasyonlar ve çeşitli malformasyonları kapsayan oldukça geniş bir spektrumdur. GKD çocukluk çağı engelliliğinin önemli bir nedenidir. GKD tüm primer kalça protezlerinin % 9’unu oluşturur (Furnes et al., 2001). İnfanlarda GKD’nin tahmini insidansı 1.5/1000-20/1000 arasında değişmektedir (Patel, 2001). GKD’nin Türkiye’de görülme sıklığı 1000 canlı doğumda yaklaşık 5 ile 10 arasında belirtilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019). GKD’nin tam etiyolojisi bilinmemekte, çok faktörlü olduğu ; anormal asetabular gelişim ve perinatal dönemde femur başı ile asetabulumun anormal etkileşimi sonucu meydana geldiği düşünülmektedir (Lee & Eberson, 2006).

2019’da güncellenen Amerikan Radyoloji Koleji kılavuzunda, intrauterin makat pozisyonu, pozitif aile öyküsü ve kadın cinsiyeti, GKD için üç ana risk faktörü olarak vurgulanmıştır (Nguyen et al., 2019). İlk doğum, oligohidramnios, aşırı kısıtlayıcı kundağ uygulamaları ve alt ekstremité anomalileri GKD ile ilişkili diğer zayıf risk faktörleridir (Mulpuri et al., 2015).

GKD tedavisinin etkinliğinde erken tanı majör bir öneme sahiptir. Ayrıca GKD'yi değerlendiren hekimin yeterli bilgi ve beceri düzeyine sahip olması şarttır. Yenidoğanda GKD tanısı fizik muayenede Ortolani ve Barlow testleri ve sonrasında USG değerlendirmesi ile konabilir. Fizik muayenede abduksiyon kısıtlılığı en önemli belirtidir. Ortolani ve Barlow testleri üç aydan küçük bebeklerde GKD taramasının en önemli klinik testlerindendir. Barlow testinde kalça fleksiyondayken adduksiyona getirilir, aynı zamanda kalça arkaya doğru nazıkçe itilir ve femur başının asetabulumdan arkaya doğru çıkıp çıkmadığı 2. ve 3. parmak uçlarıyla hissedilir. Ortolani testinde; kalça 90 derece fleksiyona alınır ve abduksiyon hareketi uygulanır. Bu sırada kalça ekleminin bir engelden atlayarak yerine oturması 2. ve 3. parmak uçlarıyla hissedilir. Ortolani pozitif ise daha şiddetli bir kalça displazisi olduğunu gösterir, çünkü istirahat halindeyken kalça dislokasyonu gözlenir. Üç aydan büyük bebeklerde gelişen kapsül ve ligamanlar nedeni ile Ortolani ve Barlow testleri güvenilirliğini kısmen yitirmektedir.

Türkiye Sağlık Bakanlığı, Gelişimsel Kalça Displazisi (GKD) Tarama Programı kapsamında yeni doğan döneminde, 3. - 4. haftalarda tüm bebeklerin kalça çıkığı açısından muayenelerinin yapılmasını ve pozitif muayene bulgusu veya risk faktörlerinden birinin varlığı durumunda ileri tetkik ve muayene için ortopedi kliniğine sevk edilmesini önermektedir. Bu kriterlere uyan yenidoğanların yaşamlarının ilk 3-6 haftalarında GKD açısından kalça USG ile değerlendirilmesi ve tedavinin düzenlenmesi tavsiye edilmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019a). Amerikan Pediatri Akademisi, Amerikan Ortopedi Cerrahları Akademisi ve Amerikan Radyoloji Koleji risk faktörleri veya fizik muayene bulguları pozitif olan bebeklerin GKD açısından radyolojik açıdan görüntülenmesini önermektedir (C. Barrera et al., 2019).

GKD'nin erken teşhisi ve tedavisi çok önemlidir. Tedavi erken tanı alan olgularda olarak daha az invazivdir ve genellikle daha etkilidir. GKD'nin geç tanısı genellikle daha karmaşık tedavi gerektirir, cerrahi müdahale ve uzun vadeli komplikasyon gelişme riskini yükseltir (Cha, Shin, & Shin, 2018). Tedavinin nihai hedefi kalça eklem uyumunu iyileştirmektir ancak kesin tedavi yaklaşımı hastanın tanı aldığı yaşa bağlıdır. Örneğin, 6 aya kadar olan bebeklerde tedavi genellikle bir Pavlik ban-

daj veya daha az kullanılan sert bir abdüksiyon ortezi (Ömeroglu, 2018). 6-18 ay arası çocuklar ve konservatif tedavisi başarısız olan çocuklar için açık veya kapalı kalça ameliyatı gerekir ve operasyonu takiben pelvipedal alçılması uygulanarak immobilizasyon sağlanır. Bu alçılama tekniği kalçayı tamamen kapladığı için ultrasonografi ve radyografi bu çocukların takibinde sınırlı yarar sağlar. MR veya BT, kalça redüksiyonunun başarılı bir şekilde gelişip gelişmediğini teyit etmek için ya da redüksiyonun önündeki engelleri ve beklenmeyen acil postoperatif komplikasyonları tespit etmek için pratikte kullanılmaktadır.

1. NORMAL GELİŞİM, FİZYOLOJİ VE PATOFİZYOLOJİ

Asetabulum ve femur başı, primordial mezenkimal hücrelerden köken alır. Asetabulum, femur başı proksimalinde derin olmayan bir çökme halinde yaklaşık 6. haftada oluşmaya başlar. 11. haftada kalça eklemine tüm bölümleri görünür hale gelir (Lee & Eberson, 2006). Bazı yazarlar bunu kalça eklemine subluksasyon veya çıkık riski altında olduğu ilk an olduğunu düşünmektedir (Singh & Beaulé, 2017). Üçüncü trimesterde fetus baş geliş pozisyonuna döner ve doğumdan önce sol oksiput ön pozisyonuna hareket eder. Bu pozisyon sol kalçayı annenin omurgasına karşı arkada kalmaya zorlar ve sol kalçanın gelişimsel kalça displazisine neden olduğu kabul edilir. Makat gelişte uzamış eylem GKD riskini artırır, çünkü sabit kalça fleksiyonu ve diz ekstansiyonu iliopsoas kontraktürünü tetikler (Dezateux & Rosendahl, 2007). Ayrıca kalça eklem kapsülünün gevşek olması GKD gelişiminde genetik bir predispozan faktördür ve maternal hormonlar, relaksin ile bazı östrojen reseptörlerinin etkileri sonucu oluşur (Perumal, Woodley, & Nicholson, 2016). Bebeklik çağında kalça eklemine gelişimi, asetabulumdaki ve femur başı içindeki büyüme kırırdağının proliferasyonuna bağlıdır. Asetabulumdaki büyüme kırırdağı, eklem kırırdağının altında bulunur ve apozisyonel olarak büyür. Asetabulum, femur başının küresel şeklini bir şablon olarak kullanır ve bu nedenle femur başı gelişim bozukluklarında displastik veya hipoplastik bir asetabulum görülür (S. L. Weinstein, 1987). Proksimal femurun iki tip büyüme plakası vardır. İlk plaka bebeklik çağında femur başı ve büyük trokanterin altında "L" şeklinde olan büyüme plakasıdır. İkinci plaka ise femur başı ve büyük trokanter

içindeki sekonder ossifikasyon merkezlerini çevreleyen sekonder büyüme plakasıdır. Sekonder büyüme plakaları femur başı ve büyük trokanterin merkezi büyümesinden ve son şeklinden sorumludur (Nguyen, Markhardt, Merrow, & Dwek, 2017).

Erken gelişim sırasında kalça eklemine normal fizyolojik büyümesi, femur başı ile asetabulum arasındaki karşılıklı etkileşime dayanır. Bu etkileşim ile ortaya çıkan basınç apozisyonel büyümeyi inhibe ederek eklem uyumunu sağlamaktadır (Lee & Eberson, 2006). Bu nedenle tedavi edilmemiş GKD'li çocuklarda kalça eklemine ciddi morfolojik bozulması esas olarak bu düzensiz büyümenin sonucudur. Tipik bulgular arasında yeterince gelişmemiş bir asetabulum ve künt femur başı gelişimi yer alır (Nguyen et al., 2019). Bu durum bacak boyu farklılıkları ve erken osteoartrit gibi gecikmiş komplikasyonlara neden olabilir. Tipik olarak 4.- 6. ay arasında görülen femur başı içindeki sekonder ossifikasyon merkezi görünümü etkilenen tarafta normal tarafa göre gecikmiştir (Paranjape, Cziger, & Katz, 2002). Yaklaşık 8-9 yaşlarında asetabulum erişkin morfolojiye ulaşır. Plastisitesinin önemli bir kısmını kaybetmesi kalça eklemine erişkin morfolojisini ve gelecekteki prognozunu belirleyen önemli bir dönüm noktasıdır (Kotlarsky, Haber, Bialik, & Eidelman, 2015).

Femur başının asetabulumuna anormal yerleşimi, kalça eklemine iki tarafı arasındaki arteriyel beslenme ve epifizal vasküler anatomi açısından belirgin farklılıklara yol açarak doku perfüzyonunu risk altına sokar. Femur başının vasküler anatomisi, çocuklarda ince bir yapıdadır. Çocuğun gelişimi sırasında lateral sirkumfleks arterin kanlanmaya katkısındaki azalma, medial femoral sirkumfleks arterin femur başı perfüzyonunun ana arteri olmasını sağlar (May & Spencer, 2016). Büyüme plağı, vasküler bariyer görevi yaparak, femur boynunda yükselen damarları arkaya ve yukarıya hareket etmeye zorlar ve bu sayede femur başının beslenmesine katkı sağlar (Zaghloul & Mohamed, 2018). Femur başının asetabulumuna göre aşırı abduksiyonu veya asimetrik kompresyonu, medial sirkumfleks arter ve epifizyal damarlar içerisindeki antegrad akışı engelleyerek bölgesel ya da küresel avasküler nekroz (AVN) riskini artırır (Ogden, 1974; S. Weinstein & Dolan, 2018). Buna karşın asetabulumu AVN'den koruyan çok çeşitli intra ve ekstra-osseöz anastomozlar bulunmaktadır (Coughlin, Shivji, Quah, & Forward, 2018).

2. GÖRÜNTÜLEME

2.1. Ultrasonografi

Risk faktörü olan veya en az bir fizik muayene bulgusu pozitif olan bebek aksi kanıtlanana dek GKD'li olarak değerlendirilmeli ve derhal radyolojik görüntüleme sağlanmalıdır. Bunun yanında risk faktörü bulunmayan ve fizik muayenesi normal olan bebeklerde de GKD olasılığı düşük de olsa mevcuttur (C. Barrera et al., 2019). Tüm yenidoğanların kalçalarının yaşamın en geç ilk 4-6 haftasında ultrasonografik olarak taranması bir başka yöntemdir ve bu sayede geç tanı alan GKD vakalarının oranının azaldığı gösterilmiştir (Mulpuri et al., 2015). Ultrason, 4 aydan daha küçük ya da femur başı içindeki sekonder ossifikasyon merkezi oluşmamış bebeklerin değerlendirilmesinde de tercih edilen bir yöntemdir. Sekonder ossifikasyon merkezi tipik olarak 4 ay ile 6 aylık arasında oluşmaya başlar. Kızlarda ossifikasyon merkezi oluşumu erkeklerden daha erkendir (Mulpuri et al., 2015). Ultrason erken bebeklik döneminde GKD saptamada birincil görüntüleme yöntemidir, çünkü 4 ila 6 aylık olana kadar femur başı esas olarak kırıkardadır ve bu ossifikasyon başlayana kadar düz radyografilerin kullanımını sınırlar (Atweh & Kan, 2013). GKD'nin tanısında USG taramanın özgüllüğü ve duyarlılığı %90'dan fazladır (Erdem, Bulut, Gülabi, & Çakar, 2002). USG, BT ve MR görüntüleme gibi tanı yöntemlerine göre, daha kısa zamanda yapılması, maliyetinin düşük ve noninvaziv olması, dinamik inceleme imkanı sunması açılarından üstündür (C. Barrera et al., 2019).

USG'de GKD'nin tanısında kullanılan birincil ölçüm, asetabular alfa açısıdır (Nguyen et al., 2019). Alfa açısı, asetabüler çatıdan iliumun dikey korteksine kadar olan kemiksi asetabulumun derinliğinin bir ölçüsüdür (C. Barrera et al., 2019). Alfa açısı, yatay iliak kanadı, labrum, kemikli ve kırıkardaklı asetabular çatı ve iskium içeren 2 boyutlu bir koronal görüntü üzerinde Graf yöntemiyle ölçülür (Graf, 2007). Graf yöntemine göre alfa açısı 60 dereceden yüksek ise incelenen kalça normal olarak sınıflandırılır, alfa açısı 50 ila 59 derece arasında değişen bir kalça hafif displastik olarak kabul edilir, alfa açısı 43 ila 49 derece arasında değişen bir kalça orta derecede displastik olarak kabul edilirken, alfa açısı 43 dereceden düşük olan bir kalça şiddetli displastik olarak kabul edilir (Graf, 2007). Ayrıca alfa açısı, klinik, radyolojik takip ve tedavinin gerekli olup

olmadığını belirlemek için USG incelemesinde kullanılan primer displazi ölçütüdür (Graf, 2007). Alfa açısının tanı ve tedavi takibindeki yeri bazı yayınlarda hala tartışılmaktadır. Örneğin; Jaremko ve arkadaşları alfa açısının tek başına GKD tanısı koymada yetersiz olduğu, normal olan bir kalçayı displastik kalça sınıflandırmasına dahil edebileceği gibi, displastik bir kalçayı da normal kalça sınıfına sokma ihtimali olduğu üzerinde durmuşlardır (Jaremko et al., 2014).

2.1.1 Kalça Ultrasonografisi Teknikleri

USG'nin GKD tanısında yaygın kullanılmasıyla beraber Graf'ın uygulama tekniğinden farklı teknikler de uygulanmaya çalışılmıştır (Harcke, Clarke, Lee, Borns, & MacEwen, 1984; Rosendahl, Markestad, & Lie, 1992; Saies, Foster, & Lequesne, 1988; Suzuki, Kasahara, Futami, Ushikubo, & Tsuchiya, 1991; Terjesen, Bredland, & Berg, 1989). Bu teknikler görünüme, görüntü planına ve görüntüleme yönüne göre farklılıklar gösterir. Graf'ın uygulama tekniği şüphesiz en yaygın yöntem olup birçok ülkede kabul görmüş bir uygulamadır (Graf, 2007). Lineer prob ile elde edilen bu statik yöntemde lateral koronal görünüm ve asetabulum değerlendirilir. Graf; ortaya koyduğu tekniğin belli disiplinler içerisinde uygulanması gerektiğini, referans noktaların doğru tespiti durumunda uygulayıcıdan bağımsız bir yöntem olduğunu, alınan görüntülerin farklı kişilerce farklı yorumlanamayacağını bu nedenden ötürü güvenilir bir uygulama tekniği olduğunu savunmuştur (Graf, 2007).

Harcke'nin 1984 yılında tanımladığı uygulama tekniğinde ise, lineer prob ile görüntüleme sağlanmaktadır. Bu esnada bebek supin ya da lateral dekübit pozisyonundadır. Bu yöntem femur başının istirahat durumu ile Ortoloni ve Barlow testleri uygulandığı esnadaki pozisyonunu değerlendiren dinamik bir yöntemdir. Bu yöntem kişinin yorumlamasına göre farklılıklar göstermesi bakımından subjektif bir tekniktir (Harcke et al., 1984).

Saies, 1988 yılında Harcke tekniğine femur başı dislokasyonu ölçümünü ekleyip modifiye etmiştir. Bebeğe supin pozisyon verildikten sonra kalça fleksiyondayken kalça ekleminin transvers lateral görüntüsü elde edilir. Barlow testine benzer bir şekilde arkaya doğru baskı uygu-

lanıp femur başı posteriora deplase edilmeye çalışarak görüntü elde edilir (Saies et al., 1988).

Tersejen tekniğinde ise, lineer veya oval prob yardımıyla bebek supin pozisyonundayken frontal ve transvers planlarda statik ve dinamik görüntüler elde edilir ve femur başı örtüsünün ölçümleri sayısal olarak değerlendirilir. 1000 yenidoğan bebek üzerinde yaptığı klinik ve ultrasonografik incelemeler sonrasında femur başı kapsamının kemikli asetabüler çatı ile ölçülmesine dayanan bu teknikte bu parametreye “Bony Rim Percentage” (BRP) adı verildi. Ortalama BRP kızlarda % 55.3, erkeklerde % 57.2 idi (Terjesen et al., 1989).

Suzuki ve arkadaşları ise, her iki kalça da anterior yaklaşımla eş zamanlı olarak görüntülenmeler yapmışlardır. Bu teknikte her iki kalça aynı anda görüntülendiğinden, femur başı ile pelvis arasındaki ilişkinin belirlenmesine yardımcı olmak için çizgiler çekilebilir, femur başının proksimal, anteroposterior ve lateral yer değiştirmesinin tümü gösterilebilir olmasına dikkat çekilmiştir. Bebekler supin pozisyon verildikten sonra kalçalar ekstansiyon ve fleksiyon-abduksiyon pozisyonlarında değerlendirilirler (Suzuki et al., 1991).

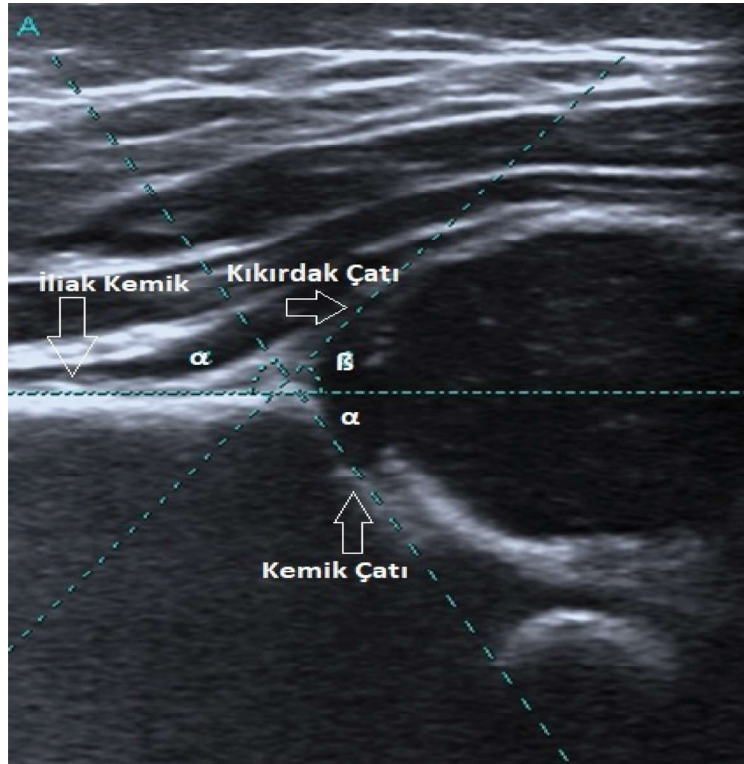
Rosendhal, Graf’ın uyguladığı tekniği Barlow manevrası ile modifiye etmiştir ve kalça morfolojisi üzerine değerlendirmelerde bulunmuştur. Koronal planda α açısıyla morfolojiyi değerlendirirken, Barlow testiyle stabilizeyi değerlendirmiştir (Rosendahl et al., 1992).

2.1.2 Graf’ın USG Tekniği

Graf’ın USG tekniğini uygulamak için bebeğe lateral dekübit pozisyonu verilir. Lateral pozisyonda yatan bebeğin kalçasından koronal görüntü alabilmek için probun fazla eğimli olmamasına özen gösterilmelidir. Bebeğin sakın bir şekilde uygulamaya izin vermesi için ortam ısısı ve ses düzeyi iyi ayarlanmalıdır. Bu bakımdan bebek biberonla beslenebilir veya annesinin parmağını emmesi sağlanabilir. USG, yüksek frekanslı Lineer prob yardımıyla koronal ve enine düzlemlerde elde edilen statik ve stres görüntülerinin bir kombinasyonu kullanılarak gerçekleştirilir (Rosenberg et al., 2013). Tam protokol kurumlar ve uygulayıcılar arasında değişiklik gösterebilir. Koronal nötral görüntü ge-

leneksel olarak femur baş kapsanma oranı ve asetabüler açıları ölçmek için kullanılmıştır.

GKD'li çocuklarda asetabulum sığdır. Pulvinar ve ligamentum teres hipertrofisi ile birlikte, femur başının yetersizliğine veya kapsanma oranının azalmasına yol açar [41]. Normal olarak yerleşmiş bir femur başı, asetabulum ile en az %50 oranında kaplanır. Femur başının pozisyonu ultrasonda üç çizgi çizilerek değerlendirilir: taban çizgisi, kemik çizgisi ve kıkırdak çatı çizgisi. Temel çizgi, hyalin kıkırdak çatısının en üst kısmından os iliumuna kadar uzanır. Kemik çizgisi, os iliumun alt kenarından kemik çatısına doğru çekilir. Kıkırdak çatı çizgisi, kemik kenarından asetabular labrumun merkezine uzanır. Kemikli çizgi ile taban çizgisi arasında oluşan açı alfa açısı olarak bilinir. Kıkırdak çatı çizgisi ile taban çizgisi arasında oluşan açıya β açısı denir (Copuroglu, Ozcan, Aykac, Tuncer, & Saridogan, 2011). (Şekil 1)



Şekil 1. Gelişimsel kalça displazisinde ultrasonografi değerlendirilmesi

3 aydan büyük bebeklerde 60 derece veya yukarısı, 3 aydan küçük bebeklerde ise 50 – 59 derece arası bir açıklık normal kabul edilir. β açısı, kıkırdaklı asetabuler çatinın derinliğini belirler ve kıkırdaklı asetabulum ile iliumun kortikal kenarı arasında oluşturulur. 55 derece veya daha az bir β açısı normal olarak kabul edilir. β açısı femoral baş kapsamını daha iyi temsil etmesine rağmen, uygulayıcılar arası ölçümlerde yüksek değişkenlik nedeniyle daha az güvenilir kabul edilir (Hareendranathan, Mabee, Punithakumar, Noga, & Jaremko, 2016).

α açısı asetabulum derinliği ile koreledir. α açısı azaldıkça asetabulumun sığlaştığı ve femur başının asetabulumdan disloke olduğu görülür. β açısı, femur başının labrum tarafından kapsanmasıyla ilişkilidir. β açısı arttıkça labrumun femur başı tarafından yukarı doğru itildiği ve femur başının disloke olduğu görülür. Sonuç olarak femur başı asetabulumdan disloke oldukça α açısı azalırken, β açısı ise artmaktadır (Graf, 2007). Bu ölçümler kalça displazisinin varlığını belirlemek için kullanılır. Eğer anormal bir kalça anatomisi varsa en yaygın kabul gören Graf Sınıflandırması kullanarak displazinin şiddetine göre sınıflama yapılır. (Tablo 1; (Graf, 2007))

Tablo 1. Graf Sınıflandırmasına Göre Displazi Tipleri

Tip	Yaş	Kemik çatı (α açısı)	Kemik köşe	Kıkırdak çatı (β açısı)
Tip I	Tüm yaşlar	İyi $\alpha \geq 60^\circ$	Köşeli/yuvarlak	Femur başını örtüyor $\beta < 55^\circ$ Tip Ia $\beta \geq 55^\circ$ Tip Ib
Tip IIa+	0-6 hafta	Yetersiz $\alpha = 50^\circ - 59^\circ$	Yuvarlak	Femur başını örtüyor
Tip IIa-	6-12 hafta	Yetersiz $\alpha = 50^\circ - 59^\circ$	Yuvarlak	Femur başını örtüyor
Tip IIb	>12 hafta	Yetersiz $\alpha = 50^\circ - 59^\circ$	Yuvarlak	Femur başını örtüyor
Tip IIc	Tüm yaşlar	Ciddi yetersiz $\alpha = 43^\circ - 49^\circ$	Yuvarlak-düzleşmiş	Femur başını örtüyor $\beta < 77^\circ$
Tip IId	Tüm yaşlar	Ciddi yetersiz $\alpha = 43^\circ - 49^\circ$	Yuvarlak-düzleşmiş	Femur başını örtüyor $\beta < 77^\circ$
Tip IIIa	Tüm yaşlar	Kötü $\alpha < 43^\circ$	Düzleşmiş	Yukarıya itilmiş (deplase) Dejenerasyon yok
Tip IIIb	Tüm yaşlar	Kötü $\alpha < 43^\circ$	Düzleşmiş	Yukarıya itilmiş (deplase) Dejenerasyon var
Tip IV	Tüm yaşlar	Kötü $\alpha < 43^\circ$	Düzleşmiş	Aşağıya itilmiş (deplase)

Bu sınıflandırmaya dayanarak, Tip I kalçalı bebekler herhangi bir tedavi gerektirmezken, Tip IIb ve daha yüksek kalçalı bebekler müdahale gerektirir. Tip IIa kalçalı bebeklerin yönetimi tartışmalıdır, çünkü bu kalçaların tedavi gerektirip gerektirmediği konusunda fikir birliği yoktur. Bazı yazarlar, kemikli asetabular çatının olgunlaşmasının biraz gecikmesinin fizyolojik olarak olgunlaşmamış kalçaları gösterdiğini savunmaktadırlar (Graf, 2007). Tip IIa kalçalı bebekler ayrıca Tip IIa+ ve Tip IIa- olmak üzere iki alt gruba sınıflandırılır. Tip IIa+ minimal derecede olgunluk derecesine 6. haftada ulaşır. Tip IIa- ise 6. haftada minimum olgunluk derecesine ulaşamaz. Tip IIa + kalçalar olumlu sonuç verebilecek hastaları tanımlarken, Tip IIa- kalçaları ise risk altında kalanları tanımlar (Graf, 2007).

Çalışmalar, Tip IIa+ kalçaların spontan iyileşme oranının yaklaşık % 95 olduğunu göstermiştir, ancak bu oran, tüm kalçaların tedavi edildiği Tip IIb kalçalar için % 85'e düşmektedir (Graf, 2007). Tip IIa kalçalarının prognozu zamanla meydana gelen olgunlaşma değişikliklerine bağlı olduğundan, Tip IIa kalçalı bebeklerin 12 haftalık olgunluğa geldiklerinde tekrar değerlendirilmesi gerekmektedir (Chen et al., 2017). Tip IIb kalçaların müdahaleye rağmen rezidüel displazi riski vardır ve Tip IV kalçaların Pavlik bandaj ile tedavi başarısızlığı riski daha yüksektir (Sibiński, Adamczyk, Higgs, & Synder, 2012).

Ultrason, kalça displazisinin klinik tanısı ve sınıflandırılmasında vazgeçilmez bir yardımcı haline gelmiştir. USG doğumdan sonra herhangi bir zamanda gerçekleştirilebilse de gereksiz tedavilerin önüne geçmek adına ilk 4 hafta içerisinde yeni doğanların USG ile taranmasından kaçınmak mantıklı bir yaklaşım olacaktır (Ömeroglu, 2018). En uygun inceleme zamanı genellikle 8. hafta olarak kabul edilmektedir (Gokharman, 2019). Ayrıca preterm bebekler term bebeklere kıyasla daha düşük α ve β açıları gösterebilirler (Patel, 2001).

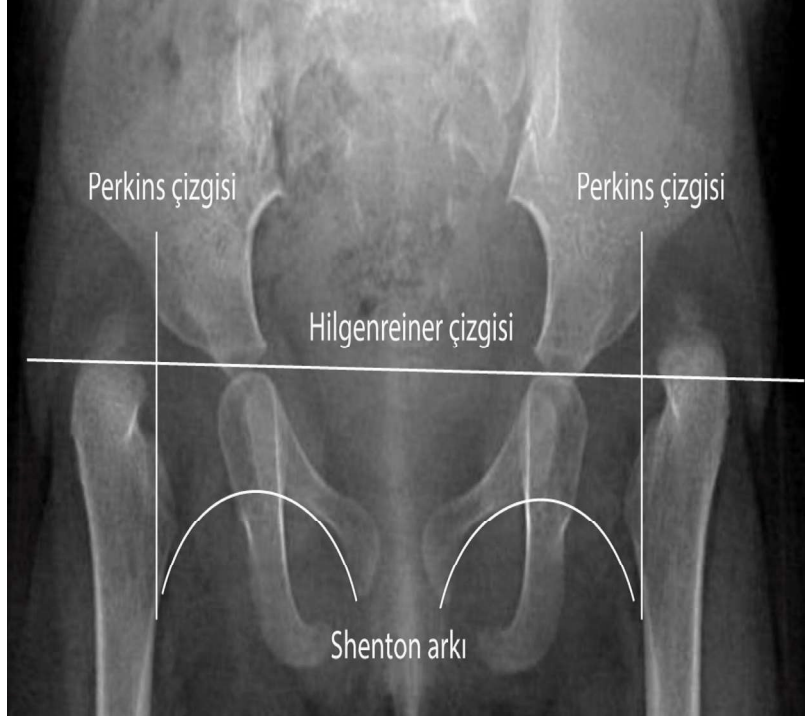
2.2. Radyografi

İlk radyografi, kalçalar nötr pozisyondayken kurşun kalkan olmadan gerçekleştirilir. Anteroposterior (AP) pelvis radyografisi ile femur başları ve osseöz asetabular morfolojideki sekonder ossifikasyon merkezleri dahil tüm kalça ve pelvik yapıların görüntülenmesi sağlanır. Kalça subluksasyonu veya dislokasyonu mevcutsa redüksiyon açısından "frog leg" grafi ile değerlendirme yapılır. Radyografi aracılığıyla tanı koyarken hastanın uygun konumlandırılması çok önemlidir. Pelvik rotasyon ve eğim, yanlış pozitif ve yanlış negatif sonuçlara yol açarak tanısal doğruluğu azaltabilir (Beltran et al., 2013). Tanı konulduktan sonra tedavi yanıtını değerlendirmek ve komplikasyonları tespit etmek için rutin radyografi çekilir.

AP grafide GKD şiddetinin değerlendirilmesi birkaç çizgi ve açı üzerinden yapılır. AP grafide rutin olarak değerlendirilen yapılar; infantlar ve küçük çocuklarda henüz kemikleşmemiş olan triradiat kırık-dak, merkez kenar açısı ve asetabular indekstir. Asetabular indeks,

Hilgenreiner çizgisi ile asetabular çatının inferomedial ve superolateral yönlerini birleştiren bir çizgi arasında oluşan açıdır. Hilgenreiner çizgisi, bilateral triradiat kırıkdağların üst kenarından bir çizginin çizilmesiyle oluşur (Iyer & Chapman, 2015). Asetabular indeksin yenidoğanlarda 30 derece veya daha az, 1 yaşından büyük çocuklarda 22 derece veya daha az olması normaldir (C. A. Barrera et al., 2019). Bu indeks yaşa ve cinsiyete göre değişir (Tonnis, 1976).

İnfanlarda, femur başının uygun pozisyonu Perkins çizgisi ve Shenton yayı kullanılarak değerlendirilir. Perkins çizgisi, asetabular çatının lateral kenarının kesişiminden, Hilgenreiner çizgisine dik olarak çizilir. Femur başı normalde bu çizgilerden oluşan ağın inferomedial kadranında bulunur (Iyer & Chapman, 2015). Bu değerlendirme ossifikasyon merkezinin görünümünün sıklıkla geciktiği, asimetric olarak daha küçük ve genellikle biraz eksantrik olarak yerleştiği displastik kalçalarda daha zordur (Ramo, De La Rocha, Sucato, & Jo, 2018). Bundan dolayı bazı yazarlar femur başı pozisyonu yerine proksimal femur metafizeal korteksinin kullanılmasını önermişlerdir (Ramo et al., 2018). Shenton arkı, femur boynunun medial korteksi ve superior pubik ramusun inferior korteksi tarafından oluşturulur. Bu arkın pürüzsüz ve sürekli olduğu normal kalçaların aksine, subluksasyonlu veya çıkık bir kalçadaki superolateral yer değiştirme süresiz bir ark oluşturur. Bununla birlikte Shenton arkı AP görünümde farklı seviyelerde iki bileşenden oluştuğundan görüntülemenin optimum hasta pozisyonunda gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır. (Şekil 2)



Şekil 2. Gelişimsel kalça displazisinde X-Ray anterior posterior grafi değerlendirilmesi

2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Kesitsel görüntüleme, genel olarak cerrahi redüksiyondan sonrası femur başının normal fizyolojik gelişimi ve asetabulumun yeniden yapılanması için kritik olan konsantrik redüksiyonu teyit etmek amacıyla gerçekleştirilir (Hamano et al., 2019). Her ne kadar floroskopik artrografi ile konsantrik redüksiyon intraoperatif olarak doğrulansa da kalçanın son konumu Spica alçı yerleştirme sırasında veya sonrasında değişebilir (Rosenbaum, Servaes, Bogner, Jaramillo, & Mintz, 2016). Kapalı redüksiyon sonrası kesitsel görüntülemeye tespit edildiği bildirilen tekrarlayan dislokasyon oranları % 6 ile % 15 arasında değişirken açık redüksiyon sonrası bu oran yaklaşık % 2'dir (Rosenbaum et al., 2016; Westhoff, Wild, Seller, & Krauspe, 2003; Wicart, Seringe, Glorion, Brassac, & Rampal, 2018).

Hem BT hem de MR sağladıkları çok yönlü görüntüleme imkanı sayesinde kalça eklemine üç boyutlu değerlendirme imkanı sunmaktadır. Dislokasyon tespitinde BT ve MR'ın duyarlılığı ve özgüllüğü eşdeğerdir, ancak iyonize radyasyon içermemesi ve üstün yumuşak doku çözünürlüğü ile MR avantaja sahiptir (Rosenbaum et al., 2016). MR, kalça redüksiyonu sonrası anormallikleri, beklenmeyen komplikasyonları ve redüksiyona engel olan durumları tespit edebilir. Kontrastlı MR incelemeleri, AVN açısından risk altındaki çocukları tespit etmek için kullanılabilecek bir tekniktir.

MR, ameliyattan hemen sonra (rezidüel anesteziden faydalanarak) veya taburcu edilmeden önce yapılabilir. Göreceli olarak daha kısa görüntüleme protokolü olması ve takılan Spica alçı içindeki sınırlı hareketlilik bebeklerin sedasyona gereksinim duymadan görüntülenmesine izin verir (Fukiage, Yamasaki, & Suzuki, 2014; McNally, Tasker, & Benson, 1997).

3. REDÜKSİYON

3.1. Redüksiyon Sonrası Eklem Uyumu

Redüksiyon sonrası kalça eklemine konsantrik ya da eksantrik kaymalar, subluksasyon hatta dislokasyon görülebilir. Kalça uyumu tri-radiat kırıkta düzeyinde aksiyal ve koronal düzlemlerde değerlendirilmelidir (Elbourne et al., 2002). Displastik kalça ve hipoplastik asetabulum normal bölgesel işaretlerin güvenli tanımlanmasını zorlaştırabilir. Hilgenreiner veya Perkins çizgisine olan uzaklık gibi nicel endekslerden ziyade iyi bir gözlemci tarafından yapılacak analizler eklem uyumunu değerlendirmek açısından daha değerlidir (Jadhav, More, Shenava, Zhang, & Kan, 2018). Zamanla eklemde kendini sınırlayan minimal rezidü subluksasyonlar gibi kabul edilebilir değişiklikler ortaya çıkabilir; fakat normal ve anormal spektrum arasındaki sınır kesin tanımlanamamıştır. Bu vakalar yakından takip edilmelidir. (Chin, Betz, & Halanski, 2011; Jadhav et al., 2018).

Displastik kalçanın Spica alçı içindeki en uygun konumlandırılması yaklaşık 90 derecede fleksiyon ve 55 derecede abduksiyona izin verecek şekildedir (McNally et al., 1997). Az abduksiyon bile tekrarlayan dislo-

kasyonla sonuçlanabilirken aşırı abdüksiyon femur başı perfüzyonunu tehlikeye atabilir (Jaramillo et al., 1995). Kalça abdüksiyon derecesi, aksiyel görüntülerde ölçülen abdüksiyon açısı kullanılarak ölçülebilir. Tuber ischiadicumların arka kenarlarını birleştiren çizgi ve femoral diyafiz boyunca çizilen ikinci bir çizgi arasındaki açıdan 90 derece çıkarılarak belirlenir (Haruno et al., 2019). Bu yöntem 90 dereceden az fleksiyona alınan kalçalar için yanlış sonuç verebilir ve bu hata oranı fleksiyon açısındaki azalmaya bağlı olarak gittikçe artar (Haruno et al., 2019). Her ne kadar bazı yazarlar 55-60 derecenin altındaki abduksiyon açısının AVN gelişimine karşı koruyucu olabileceğini savunmuş olsalar da, AVN gelişen vakaların incelendiği kohort çalışmalarında abdüksiyon açıları ile ilgili anlamlı bir sonuç henüz bulunamamıştır. (Ge, Cai, & Wang, 2016; Gornitzky, Georgiadis, Seeley, Horn, & Sankar, 2016). Bu nedenle tek başına anormal bir açı yeniden konumlandırma kararını belirlemek için yetersiz olabilir.

3.2. Redüksiyonun Önündeki Engeller

Konsantrik redüksiyonun önündeki engeller eklem içi veya eklem dışı yapılar şeklinde gruplandırılabilir. Displazi ile eklem içindeki yapıların adaptif hipertrofisi hipoplastik eklem alanını karmaşık hale getirebilir. Bu da femur başının eklem içinde daha derinde oturmasını engelleyebilir (Bachy et al., 2012; Rosenbaum et al., 2016). Bu eklem içi yapılar; pulvinar, ligamentum teres, gereğinden fazla eklem kapsülü, transvers asetabular ligament ve limbus oluşumu olan veya olmayan labrumdan meydana gelir. Transvers ligament ve labrum eklem dışı yapılar olmasına rağmen geleneksel olarak eklem içi yapılar kategorisi altında gruplanırlar çünkü redüksiyon sırasında eklem içerisine yerleştirilirler (Bachy et al., 2012; Mitchell et al., 2007).

Pulvinar, ligamentum teres ve transvers ligamentin hipertrofisi sıvıya duyarlı puls sekanslarında koyu yapılar olarak görülür. Bununla birlikte yağsız baskılanmış görüntülerde pulvinarın yüksek sinyali koyu kalan ligamentlerden ayırt edilebilir. Bu yapıların rezeksiyonu sadece diğer sebeplerden dolayı açık redüksiyon gerektiğinde gerçekleştirilir. Bunun nedeni spontan iyileşmenin zamanla eklemin yeniden şekillenmesi olarak tanımlanmış olmasıdır (Mitchell et al., 2007). Bu fenomene

“kenetlenme” veya “yerleşme” denir. Redüksiyon sonrası MR çalışmalarında labral pozisyon bulguları, pulvinar kalınlık ve transvers ligament kalınlığı; persistan asetabüler displazi veya gelecekteki pelvik osteotomi ihtiyacı gibi sonuçları öngörme konusunda yeterli olmadığı tespit edilmiştir (Mitchell et al., 2007).

Labrumun küresel görünümü dış asetabular duvar ve asetabüler kırık ile kaynaşabilen labrumun birleşme noktasında ortaya çıkan patolojik fibröz skar dokusu oluşumunun ortaya çıkardığı görünüm limbus oluşumu izlenimi verebilir. MR’da, limbusun küre şeklinde bir morfolojisi vardır ve genellikle heterojen sinyale sahiptir. Kapalı cerrahi redüksiyon sırasında labrum, kalça eklemi içinde ters çevrilebilir ve sıkışabilir, böylece tam redüksiyonu önler ve eklem içi kalabalığı artırır. Bu senaryoda, tam redüksiyon sağlanabilmesi için açık redüksiyon düşünülebilir. Bununla birlikte, gelecekteki asetabular büyümeyi bozabileceği veya olumsuz yönde etkileyebileceğinden cerrahi rezeksiyondan kaçınılabilir (Rosenbaum et al., 2016).

Eklem dışı engeller arasında eklem kapsülü uyumsuzluğu, iliopsoas tendon kısalığı ve addüktör ve dış rotator kasların kontraksiyonu bulunur (Rosenbaum et al., 2016). Uyumsuz bir eklem kapsülü, kapsül gevşetmesi; iliopsoas tendon kısalığı, tendon gevşetmesi ile tedavi edilebilir. Addüktör ve dış rotator kas kontraksiyonları tenotomi ile tedavi edilebilir. MR görüntülemesinde bu müdahaleler kaslarda ve çevresindeki yumuşak dokularda ödem meydana getirir, bu da sıvıya duyarlı sekanslarda yüksek sinyal şeklinde görülür ve kontrast sonrası görüntülerde ise genelde kontrastlanma yoktur.

4. FEMUR BAŞI GELİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

GKD’de % 4 ile % 47 arasında değişen bir oranda meydana gelen AVN, değişmiş femur başı perfüzyonunun bir sonucudur (Novais, Kestel, Carry, & Meyers, 2016; Sankar et al., 2019). Bazı yazarlar anormal femur başı perfüzyonu için belirteç olarak cerrahi redüksiyonun ardından femur başında kontrast tutulumu olmamasını kullanmıştır (Jaramillo et al., 1995).

Epifiz kırıkdağı içindeki damarlar femoral sirkumfleks damarlardan ayrılan dallardan köken alır ve kırıkta kanalları içinde arter, ven ve

kapiller içeren pleksuslar halinde hareket eder (Jaramillo et al., 1995). Sekonder ossifikasyon merkezinin infantil dönemde ortaya çıkmasından önce bu vasküler kanallar femur shaftı eksenini boyunca paralel doğrultuda seyreder. Bu kanallar sekonder ossifikasyon merkezinin ortaya çıkmasından hemen önce merkezi olarak birleşerek ossifikasyon merkezinin çevresinde bir tekerlek simidi deseni oluşturmaktadır (Chung, 1976; Nguyen et al., 2017). 12-18 aydan önce bu kanallar fizisi geçebilir. Bu aylardan sonra bu kanallar daha uzak transfizeal bağlantıyı azaltır ve engeller (Jaramillo et al., 1995; Nguyen et al., 2017).

MR görüntülemesinde gadolinyum bazlı kontrast ajanların uygulanmasını takiben vasküler kanallar görselleştirilebilir. Dinamik kontrastlı görüntüleme sırasında epifizeal kontrast tutulumu üç aşamada ilerler: vasküler, kanaliküler ve kartilajinöz (Jaramillo et al., 1995). Vasküler faz, kontrast verilisinden sonra ilk önce meydana gelir ve vasküler kanallardaki arteriollerin kontrastlanması ile karakterize edilir. Bunu kontrast maddenin vasküler kanallara yayıldığı kanaliküler faz ve kontrast maddenin kontrast enjeksiyonundan yaklaşık 5-10 dakika sonra meydana gelen, epifiz kırıkdağının kontrastlanması ile oluşan kartilajinöz faz izler. Bu kontrastlanma paterni besin maddelerinin damar lümeninden intra-kanaliküler, perivasküler dokuya ve en sonunda kırıkdağın içine yavaş difüzyonunu gösterir (Jaramillo et al., 1995).

4.1. Manyetik Rezonans Protokolü Uygulaması

Kemikleşmemiş epifiz kırıkdağının kanallardan oluşan anatomisi, epifiz kırıkdağının çevresindeki osteokondral yapılara kıyasla (yani primer büyüme plakası, proksimal femoral metafiz ve eğer varsa, sekonder ossifikasyon merkezi) görüntülemesinde nispi bir gecikmeye neden olur. Epifiz kırıkdağının en iyi görüntülendiği zaman kontrast enjeksiyonundan yaklaşık 5-8 dakika sonradır (Back et al., 2019). Çocuklarda sekonder ossifikasyon merkezinin aşamalı olarak genişlemesi vasküler kanalların karşılıklı progresif gelişimi ile ilişkilidir ve epifiz görüntülemesini engellemektedir (Nguyen et al., 2017). Sekonder ossifikasyon merkezi varlığı da femur başı gelişimini belirlemek için bir belirteç olarak kullanılmıştır. Sekonder ossifikasyon merkezinin MR'da görüntülenmesi, hematopoetik kemik iliğin vaskülarizasyonunun düşük olması nedeni-

yle, komşu proksimal femoral metafiz ile karşılaştırıldığında daha zordur (Barnewolt, Shapiro, & Jaramillo, 1997).

Cerrahi olarak düzeltilmiş GKD'li bebeklerde, sekonder ossifikasyon merkezinin oluşumu gecikir. Bu sebeple epifiz kırırdağının maksimum gelişimini en iyi şekilde görüntülemek için özel MR geliştirme protokolleri oluşturulmuştur. Tiderius ve arkadaşları, çeşitli görüntüleme modellerini gruplayarak normal görüntüleme, asimetrik görüntüleme, fokal azalmış görüntüleme ve global azalmış görüntülemeden oluşan bir görüntüleme şeması önermişlerdir (Tiderius et al., 2009). Normal görüntüleme, femur başlarında epifiz kanallarının ve büyüme plakasının normal olarak görüntülenmesini tanımlar. Asimetrik görüntüleme; femur başında kontralateral müdehalesiz tarafla karşılaştırıldığında epifiz kanallarında, epifiz kırırdağında veya fizisinde nispeten düşük sinyal yoğunluğunu gösterir. Fokal azalmış görüntüleme; femur başında epifiz veya ossifikasyon merkezindeki fokal kaybı gösterir. Global azalmış görüntüleme, varsa ossifikasyon merkezi de dahil olmak üzere tüm epifizin içinde tam bir görüntüleme yokluğunu tanımlamaktadır.

5. ÖNERİLEN UZUN VADELİ UYGULAMALAR

Jaramillo ve arkadaşları, hayvan modellerinde yaptıkları çalışmalarda, hiperabduksiyonun asetabüler çerçeveye basarak posterior bası oluşturduğunu ve femur başının lokal perfüzyonunu bozduğunu saptamış, bu durumu kontrastlı MR görüntüleri sayesinde gödstermiştir (Jaramillo et al., 1995). Meydana gelen iskemi ilk 6 saat için geri dönüşümlüdür (Jaramillo et al., 1995). Bu çalışma ışığında postoperatif 50 bebek kalçasını inceleyen ve artmış abduksiyon açısı ile kontrast sonrası görüntülerde artmış anormallikler arasında anlamlı bir korelasyon tespit eden bir takip çalışması yayınlanmıştır (Jaramillo, Villegas-Medina, Laor, Shapiro, & Millis, 1998). Bu çalışmalar ışığında, cerrahi kalça redüksiyonunu takiben gerçekleştirilen kontrastlı MR incelemelerinin temel amacının, AVN için risk altında olabilecek, değişmiş femur başı gelişimi olan bebekleri tespit etmek olduğu söylenebilir.

Femur başının normal olarak büyümesi AVN gelişimine karşı koruyucu bir faktördür, ancak anormal femur başı formasyonlarının AVN

gelişimine etkileri halen yeterince iyi tanımlanamamıştır (Tiderius et al., 2009). Gornitzky ve arkadaşları, düşük abdüksiyon açılarında remodeling izlenen ve müdahale edilmemiş, 25 kalçaya ait MR inceleme sonuçları ve yine 25 kalçaya ait kontrastsız BT incelemelerini geriye dönük olarak karşılaştırdıklarında; 4 yıla kadar yapılan izlemlerde AVN oranlarının BT grubunda (% 28, n = 7) MR grubuna göre (% 4, n = 1) daha yüksek olduğunu saptamışlardır (Gornitzky et al., 2016). Tiderius ve arkadaşlarının yaptığı retrospektif kohort çalışmasında ise, AVN gelişen bebeklerde global azalmış görüntülemenin (%9) daha yaygın saptandığı vurgulanmıştır. Fokal görüntüleme azalması veya asimetric görüntüleme ile AVN gelişimi arasında ilişki bulunamamıştır (Tiderius et al., 2009). Haruno ve arkadaşları ise, MR incelemesinde femur başı görüntülemesinin % 80'den az olmasını AVN için risk faktörü olarak tanımlamıştır (Haruno et al., 2019). Global azalmış görüntülemeye sahip bazı hastalarda yine de normal kalça gelişimi izlenebilmektedir. Bu nedenle konuyla ilgili şu anki anlayışımız küçük örneklem büyüklüklerine sahip, değişken görüntüleme protokolleri uygulanmış ve doğrulanmış referans standardı bulunmayan çalışmalardan elde edilen bilgiler nedeniyle eksik kalmaktadır. Femur başının net olarak görüntülenmesi sadece görüntüleme tekniklerine ve görüntü zamanlamasına değil aynı zamanda displazinin şiddeti ve hastanın hemodinamiği gibi çeşitli faktörlerden de etkilenmektedir. Uzun vadeli prognoz ise redüksiyonun yapılma zamanının yanında alçı ile ilgili çoklu değişkenlere ve tedavi süresince meydana gelen komplikasyonlara da bağlıdır. Bu nedenle daha büyük hasta gruplarında ve daha uzun takip süreleriyle gerçekleştirilecek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

SONUÇ

Asetabulum ve femur başının normal gelişimi ve karşılıklı uyum içinde büyümesi, birbirleri tarafından üretilen apozisyonel kuvvetlere bağlıdır. GKD'de bu apozisyonel büyüme kaybolur ve kalça konservevatif tedavi ve cerrahi redüksiyonun kombinasyonu ile restore edilebilir. Ultrason ve radyografi klinik olarak şüpheli GKD'nin taranması ve doğrulanması ve varsa ciddiyetinin belirlenmesi için tercih edilen ilk görüntüleme yöntemleridir. MR gibi kesitsel çalışmalar konsantrik

redüksiyonu teyit etmek ve komplikasyonları tespit etmek için redüksiyon sonrası değerlendirilmede tercih edilmektedir. Anormal femur başı gelişimine ait detaylar henüz tam olarak anlaşılamamış olduğundan, bu alanın aydınlatılması için gelecekteki çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

Atweh, L. A., ve Kan, J. H. (2013). Multimodality imaging of developmental dysplasia of the hip. *Pediatric radiology*, 43(1), 166-171.

Bachy, M., Thevenin-Lemoine, C., Rogier, A., Mary, P., Ducou Le Pointe, H. ve Vialle, R. (2012). Utility of magnetic resonance imaging (MRI) after closed reduction of developmental dysplasia of the hip. *Journal of children's orthopaedics*, 6(1), 13-20.

Back, S. J., Chauvin, N. A., Ntoulia, A., Ho-Fung, V. M., Toro, J. S. C., Sridharan, A. ve Sankar, W. N. (2019). Intraoperative Contrast-Enhanced Ultrasound Imaging of Femoral Head Perfusion in Developmental Dysplasia of the Hip: A Feasibility Study. *Journal of Ultrasound in Medicine*.

Barnewolt, C., Shapiro, F. ve Jaramillo, D. (1997). Normal gadolinium-enhanced MR images of the developing appendicular skeleton: Part I. Cartilaginous epiphysis and physis. *AJR. American journal of roentgenology*, 169(1), 183-189.

Barrera, C., Cohen, S., Sankar, W., Ho-Fung, V., Sze, R. ve Nguyen, J. (2019). Imaging of developmental dysplasia of the hip: ultrasound, radiography and magnetic resonance imaging. *Pediatric radiology*, 49(12), 1652.

Barrera, C. A., Cohen, S. A., Sankar, W. N., Ho-Fung, V. M., Sze, R. W. ve Nguyen, J. C. (2019). Imaging of developmental dysplasia of the hip: ultrasound, radiography and magnetic resonance imaging. *Pediatric radiology*, 49(12), 1652-1668. doi:10.1007/s00247-019-04504-3

Beltran, L. S., Rosenberg, Z. S., Mayo, J. D., De Tuesta, M. D., Martin, O., Neto, L. P. ve Bencardino, J. T. (2013). Imaging Evaluation of Developmental Hip Dysplasia in the Young Adult. *American Journal of Roentgenology*, 200(5), 1077-1088. doi:10.2214/AJR.12.9360

Cha, S. M., Shin, H. D. ve Shin, B. K. (2018). Long-term results of closed reduction for developmental dislocation of the hip in children of

walking age under eighteen months old. *International orthopaedics*, 42(1), 175-182.

Chen, C., Doyle, S., Green, D., Blanco, J., Scher, D., Sink, E. ve Dodwell, E. R. (2017). Presence of the ossific nucleus and risk of osteonecrosis in the treatment of developmental dysplasia of the hip: a meta-analysis of cohort and case-control studies. *JBJS*, 99(9), 760-767.

Chin, M. S., Betz, B. W. ve Halanski, M. A. (2011). Comparison of hip reduction using magnetic resonance imaging or computed tomography in hip dysplasia. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 31(5), 525-529.

Chung, S. (1976). The arterial supply of the developing proximal end of the human femur. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 58(7), 961-970.

Copuroglu, C., Ozcan, M., Aykac, B., Tuncer, B. ve Saridogan, K. (2011). Reliability of ultrasonographic measurements in suspected patients of developmental dysplasia of the hip and correlation with the acetabular index. *Indian journal of orthopaedics*, 45(6), 553.

Coughlin, T. A., Shivji, F. S., Quah, C. ve Forward, D. P. (2018). Acetabular fractures, anatomy and implications for treatment. *Orthopaedics and Trauma*, 32(2), 116-120.

Dezateux, C. ve Rosendahl, K. (2007). Developmental dysplasia of the hip. *The Lancet*, 369(9572), 1541-1552.

Elbourne, D., Dezateux, C., Arthur, R., Clarke, N., Gray, A., King, A. ve Group, U. C. H. T. (2002). Ultrasonography in the diagnosis and management of developmental hip dysplasia (UK Hip Trial): clinical and economic results of a multicentre randomised controlled trial. *The Lancet*, 360(9350), 2009-2017.

Erdem, M., Bulut, G., Gülabi, D. ve Çakar, G. (2002). Gelişimsel Kalça Displazisinde Ultrasonografinin Önemi. *Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi*, 8(1), 58-61.

Fukiage, K., Yamasaki, N., & Suzuki, S. (2014). Visualization of developmental dysplasia of the hip in infants by using three-dimensional magnetic resonance imaging. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 23(2), 107-111.

Furnes, O., Lie, S., Espehaug, B., Vollset, S., Engesaeter, L. ve Havelin, L. (2001). Hip disease and the prognosis of total hip replacements: a review of 53 698 primary total hip replacements reported to the Norwegian arthroplasty register 1987-99. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 83(4), 579-579.

Ge, Y., Cai, H. ve Wang, Z. (2016). Quality of reduction and prognosis of developmental dysplasia of the hip: a retrospective study. *Hip International*, 26(4), 355-359.

Gornitzky, A. L., Georgiadis, A. G., Seeley, M. A., Horn, B. D. ve Sankar, W. N. (2016). Does perfusion MRI after closed reduction of developmental dysplasia of the hip reduce the incidence of avascular necrosis? *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 474(5), 1153-1165.

Gokharman, F.D., Aydin, S., Fatihoglu, E., Ergun, E. ve Kosar, P.N. (2019) Optimizing the Time for Developmental Dysplasia of the Hip Screening: Earlier or Later? *Ultrasound Q* 35:130-135.

Graf, R. (2007). Hip sonography: 20 years experience and results. *Hip International*, 17(5_suppl), 8-14.

Hamano, D., Yoshida, K., Higuchi, C., Otsuki, D., Yoshikawa, H. ve Sugamoto, K. (2019). Evaluation of errors in measurements of infantile hip radiograph using digitally reconstructed radiograph from three-dimensional MRI. *Journal of orthopaedics*, 16(3), 302-306.

Harcke, H. T., Clarke, N., Lee, M., Borns, P. F. ve MacEwen, G. D. (1984). Examination of the infant hip with real-time ultrasonography. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 3(3), 131-137.

Hareendranathan, A. R., Mabee, M., Punithakumar, K., Noga, M. ve Jaremko, J. L. (2016). Toward automated classification of acetabular shape in ultrasound for diagnosis of DDH: Contour alpha angle and the rounding index. *Computer methods and programs in biomedicine*, 129, 89-98.

Haruno, L. S., Kan, J. H., Rivlin, M. J., Rosenfeld, S. B., Schallert, E. K., Zhu, H. ve Shenava, V. R. (2019). Spica MRI predictors for epiphyseal osteonecrosis after closed reduction treatment of dysplasia of the hip. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 28(5), 424-429.

Iyer, R. S., & Chapman, T. (2015). *Pediatric imaging: The essentials*.

Jadhav, S. P., More, S. R., Shenava, V., Zhang, W. ve Kan, J. H. (2018). Utility of immediate postoperative hip MRI in developmental hip dysplasia: closed vs. open reduction. *Pediatric radiology*, 48(8), 1096-1100.

Jaramillo, D., Villegas-Medina, O., Doty, D., Dwek, J., Ransil, B., Mulkern, R. ve Shapiro, F. (1995). Gadolinium-enhanced MR imaging demonstrates abduction-caused hip ischemia and its reversal in piglets. *Pediatric radiology*, 25(8), 578-587.

Jaramillo, D., Villegas-Medina, O., Laor, T., Shapiro, F. ve Millis, M. (1998). Gadolinium-enhanced MR imaging of pediatric patients after reduction of dysplastic hips: assessment of femoral head position, factors impeding reduction, and femoral head ischemia. *AJR. American journal of roentgenology*, 170(6), 1633-1637.

Jaremko, J. L., Mabee, M., Swami, V. G., Jamieson, L., Chow, K. ve Thompson, R. B. (2014). Potential for change in US diagnosis of hip dysplasia solely caused by changes in probe orientation: patterns of alpha-angle variation revealed by using three-dimensional US. *Radiology*, 273(3), 870-878.

Kotlarsky, P., Haber, R., Bialik, V. ve Eidelman, M. (2015). Developmental dysplasia of the hip: What has changed in the last 20 years? *World journal of orthopedics*, 6(11), 886.

Lee, M. C. ve Eberson, C. P. (2006). Growth and development of the child's hip. *Orthopedic Clinics*, 37(2), 119-132.

May, C. ve Spencer, S. (2016). The Pediatric Femur: Development, Growth, and Surgical Anatomy. In *Pediatric Femur Fractures* (pp. 1-25): Springer.

McNally, E., Tasker, A. ve Benson, M. (1997). MRI after operative reduction for developmental dysplasia of the hip. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 79(5), 724-726.

Mitchell, P., Chew, N., Goutos, I., Healy, J., Lee, J., Evans, S. ve Hulme, A. (2007). The value of MRI undertaken immediately after reduction of the hip as a predictor of long-term acetabular dysplasia. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 89(7), 948-952.

Mulpuri, K., Song, K. M., Goldberg, M. J. ve Sevarino, K. (2015). Detection and nonoperative management of pediatric developmental dysplasia of the hip in infants up to six months of age. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 23(3), 202-205.

Nguyen, J. C., Dorfman, S. R., Rigsby, C. K., Iyer, R. S., Alazraki, A. L., Anupindi, S. A. ve Chandra, T. (2019). ACR Appropriateness Criteria Developmental Dysplasia of the Hip-Child. *Journal of the American College of Radiology*, 16(5), S94-S103.

Nguyen, J. C., Markhardt, B. K., Merrow, A. C. ve Dwek, J. R. (2017). Imaging of pediatric growth plate disturbances. *RadioGraphics*, 37(6), 1791-1812.

Novais, E. N., Kestel, L. A., Carry, P. M. ve Meyers, M. L. (2016). Higher Pavlik harness treatment failure is seen in Graf type IV Ortolani-positive hips in males. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 474(8), 1847-1854.

Ogden, J. A. (1974). Changing patterns of proximal femoral vascularity. *JBJS*, 56(5), 941-950.

Ömeroglu, H. (2018). Treatment of developmental dysplasia of the hip with the Pavlik harness in children under six months of age: indications, results and failures. *Journal of children's orthopaedics*, 12(4), 308-316.

Paranjape, M., Cziger, A. ve Katz, K. (2002). Ossification of femoral head: Normal sonographic standards. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 22(2), 217-218.

Patel, H., Canadian Task Force on Preventive Health Care,. (2001). Preventive health care, 2001 update: screening and management of developmental dysplasia of the hip in newborns. *Cmaj*, 164(12), 1669-1677.

Perumal, V., Woodley, S. J. ve Nicholson, H. D. (2016). Ligament of the head of femur: A comprehensive review of its anatomy, embryology, and potential function. *Clinical Anatomy*, 29(2), 247-255.

Ramo, B. A., De La Rocha, A., Sucato, D. J. ve Jo, C. H. (2018). A New Radiographic Classification System for Developmental Hip Dysplasia is Reliable and Predictive of Successful Closed Reduction and Late Pelvic Osteotomy. *J Pediatr Orthop*, 38(1), 16-21. doi:10.1097/bpo.0000000000000733

Rosenbaum, D. G., Servaes, S., Bogner, E. A., Jaramillo, D. ve Mintz, D. N. (2016). MR Imaging in postreduction assessment of developmental dysplasia of the hip: goals and obstacles. *RadioGraphics*, 36(3), 840-854.

Rosenberg, H. K., Benator, R. M., Bulas, D. I., Donaldson, J. S., Coley, B. D., Goodman, T. R. ve Weinert, D. M. (2013). Ultrasound examination for detection and assessment of developmental dysplasia of the hip. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 32(7), 1307-1317.

Rosendahl, K., Markestad, T. ve Lie, R. (1992). Ultrasound in the early diagnosis of congenital dislocation of the hip: the significance of hip stability versus acetabular morphology. *Pediatric radiology*, 22(6), 430-433.

Saies, A., Foster, B. ve Lequesne, G. (1988). The value of a new ultrasound stress test in assessment and treatment of clinically detected hip instability. *Journal of pediatric orthopedics*, 8(4), 436-441.

Sankar, W. N., Gornitzky, A. L., Clarke, N. M., Herrera-Soto, J. A., Kelley, S. P., Matheney, T. ve Williams, N. (2019). Closed reduction for developmental dysplasia of the hip: early-term results from a prospective, multicenter cohort. *Journal of pediatric orthopedics*, 39(3), 111.

Sibiński, M., Adamczyk, E., Higgs, Z. C. ve Synder, M. (2012). Hip joint development in children with type IIb developmental dysplasia. *International orthopaedics*, 36(6), 1243-1246.

Singh, A. ve Beaulé, P. E. (2017). Development Anatomy and Its Impact on Hip Function. In *Hip Joint Restoration* (pp. 921-927): Springer.

Suzuki, S., Kasahara, Y., Futami, T., Ushikubo, S. ve Tsuchiya, T. (1991). Ultrasonography in congenital dislocation of the hip. Simultaneous imaging of both hips from in front. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 73(6), 879-883.

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2019a). Gelişimsel Kalça Displazisi (GKD) Tarama Programı. <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/cocukergen-tp-liste/geli%C5%9Fimsel-kal%C3%A7a-displazisi-gkd-tarama-program%C4%B1.html> (ET: 27.12.2019)

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2019b). Gelişimsel Kalça Displazisi Tarama Programı Genelgesi. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/mevzuat/genelge/GKD_Genelge_2019_13.pdf (ET:28.12.2019)

Terjesen, T., Bredland, T. ve Berg, V. (1989). Ultrasound for hip assessment in the newborn. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 71(5), 767-773.

Tiderius, C., Jaramillo, D., Connolly, S., Griffey, M., Rodriguez, D. P., Kasser, J. R. ve Kim, Y.-J. (2009). Post-closed reduction perfusion magnetic resonance imaging as a predictor of avascular necrosis in developmental hip dysplasia: a preliminary report. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 29(1), 14-20.

Tonnies, D. (1976). Normal values of the hip joint for the evaluation of X-rays in children and adults. *Clin Orthop Relat Res*(119), 39-47.

Weinstein, S. ve Dolan, L. (2018). Proximal femoral growth disturbance in developmental dysplasia of the hip: what do we know? *Journal of children's orthopaedics*, 12(4), 331-341.

Weinstein, S. L. (1987). Natural history of congenital hip dislocation (CDH) and hip dysplasia. *Clinical orthopaedics and related research*(225), 62-76.

Westhoff, B., Wild, A., Seller, K. ve Krauspe, R. (2003). Magnetic resonance imaging after reduction for congenital dislocation of the hip. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 123(6), 289-292.

Wicart, P., Seringe, R., Glorion, C., Brassac, A. ve Rampal, V. (2018). Closed reduction in late-detected developmental dysplasia of the hip: indications, results and complications. *Journal of children's orthopaedics*, 12(4), 317-322.

Zaghloul, A. ve Mohamed, E. M. (2018). Hip Joint: Embryology, Anatomy and Biomechanics. *Biomedical Journal*, 1, 15.