



# Gelişimsel kalça displazisi (0-18 ay): Tedavi sonuçlarının klinik ve radyolojik değerlendirmesi

## Developmental dysplasia of the hip (0-18 months): Clinical and radiological evaluation of treatment results

Sancar Bakırcıoğlu<sup>1</sup>, İsmail Hakkı Dur<sup>2</sup>, Güney Yılmaz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Ankara

<sup>2</sup>TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara

<sup>3</sup>Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Ankara

Gelişimsel kalça displazisi (GKD) tedavisinde iyi sonuç elde etmek için erken tanı ve tedavi önemlidir. Erken dönemde tanı sonrası ortez kullanımı veya redüksiyon (kapalı ya da açık) ile iyi sonuçlar elde etmek mümkündür. Fakat uygulanan tedavilerin etkinliği hem klinik hem de radyolojik olarak değerlendirilmelidir. Her ne kadar klinik değerlendirmeler değerli bilgiler sağlasa da çoğu zaman süreci yönetmekte tek başına yetersizdir. Ultrasonografi (USG) ile görüntüleme; özellikle altı aydan küçük bebeklerde kalça eklemi değerlendirilmede ve ortezle tedavi edilen kalçalarda gelişimi takip etmek için faydalıdır. Ancak daha büyük bebeklerde veya kapalı ya da açık redüksiyon uygulanmış hastalarda kullanımı kısıtlıdır. Altı aydan büyük çocuklarda ise direkt grafiyle kalça eklemi morfolojisini değerlendirmek mümkündür. Ancak bazı durumlarda redüksiyon kalitesi hakkında yetersiz bilgi vermesi ve iyonize radyasyon içermesi daha ileri modalitelerin kullanımını gündeme getirmiştir. Günümüzde bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi ileri görüntüleme yöntemleri GKD tedavisinde önem kazanmaktadır. Görüntüleme alanındaki son gelişmeler ile redüksiyon kalitesinden şüphe duyulan veya detaylı anatomik değerlendirmeye ihtiyaç duyulan hastalarda iyonize radyasyon içermemesi ve yumuşak doku hakkında bilgi vermesi nedeniyle MRG tercih edilen modalitedir. Sonuç olarak tedavi sonrası uygun bir yaklaşım ile GKD'nin uygun takibi uzun dönem sonuçlar üzerinde hayati önem taşımaktadır.

**Anahtar sözcükler:** gelişimsel kalça displazisi; tedavi takibi; manyetik rezonans görüntüleme

Early diagnosis and treatment are important to achieve good results in the treatment of developmental dysplasia of the hip (DDH). Favorable results can be achieved through brace treatment or reduction (closed or open). However, the effectiveness of the applied treatments should be evaluated both clinically and radiologically. While clinical examination provides valuable information, it is often insufficient to manage the post-treatment evaluation. Ultrasonography (USG) is especially useful in evaluating the hip joint in infants younger than six months and monitoring the hips treated with orthosis. However, its use is limited in older infants or patients who have undergone closed or open reduction. In children older than six months, it is possible to evaluate hip joint morphology with direct radiography. However, in some cases, insufficient information about the reduction quality and ionizing radiation have prompted consideration of more advanced modalities. Currently, advanced imaging methods such as computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) have gained importance in the follow-up of DDH treatment. With the latest developments in imaging technology, MRI is the preferred modality in the hips with questionable reduction or which need detailed anatomical evaluation, since it does not contain ionizing radiation and provides information about soft tissue. As a result, an appropriate post-treatment approach and proper follow-up of DDH are essential for achieving favorable long-term results.

**Key words:** developmental dysplasia of the hip; treatment follow-up; magnetic resonance imaging

**G**elişimsel kalça displazisi (GKD)'nde erken tanı ve tedavinin önemi yaygın olarak bilinmekte ve kabul edilmektedir.<sup>[1]</sup> İdeal olarak GKD tedavisi, yenidoğan döneminde yapılan ultrasonografi (USG) ile

tarama sonrası tespit edildiği anda başlamaktadır.<sup>[2]</sup> Gelişimsel kalça dizplazisi için tedavi seçenekleri arasında bandaj veya ortez tedavileri, kapalı redüksiyon ve bazı durumlarda açık redüksiyon bulunmaktadır. Klinik

**İletişim / Contact:** Dr. Öğretim Üyesi Sancar Bakırcıoğlu • E-posta / E-mail: bakircioglusancar@gmail.com

**ORCID ID:** Sancar Bakırcıoğlu, 0000-0001-5403-3324 • İsmail Hakkı Dur, 0009-0000-5150-1903 • Güney Yılmaz, 0000-0001-8966-7693

**Geliş / Received:** 13 Haziran 2023 • **Revizyon / Revised:** 9 Kasım 2023, 17 Ocak 2024, 8 Şubat 2024 • **Kabul / Accepted:** 11 Şubat 2024

ve radyolojik değerlendirme tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde ve kalça eklemine gelişiminin izlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Klinik değerlendirme, erken dönemde Ortolani ve Barlow manevralarını; geç dönemde ise kalça eklem hareket açıklığı veya bacak uzunluk eşitsizliğinin ele alınmasını içerirse de tek başına yeterli bilgi sağlamamaktadır.<sup>[3-5]</sup>

Tedavi sonrası, fizik muayeneye ek olarak, kalça eklemine USG veya direkt radyografi gibi görüntüleme yöntemleriyle değerlendirilmesi gerekmektedir. Tedavide uygulanan kapalı redüksiyondan sonra %6-15, açık redüksiyondan sonra ise %2 oranında kalça eklemine kısmi veya tam çıkık olduğu daha önceki çalışmalarda belirtilmiştir.<sup>[6-8]</sup> Bu nedenle displastik olup tedavi edilen kalçalarda, uygun görüntüleme yöntemleriyle izlem esastır. Ultrasonografi, altı aydan küçük bebekler için asetabulum içindeki femur başının dinamik stabilitesi ve konumu hakkında değerli bilgiler sağlayan birincil görüntüleme yöntemidir. Alfa açısı ve Graf'ın sınıflandırması gibi parametrelere dayanan USG bulguları, GKD'nin teşhis edilmesinin yanı sıra Pavlik bandajı veya ortez tedavisinin etkinliğinin izlenmesine ve daha ileri müdahale ihtiyacının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Direkt grafilerin kullanımı ise altı aydan büyük bebeklerde giderek daha fazla önem kazanmaktadır ve kemik anatomisi hakkında ayrıntılı bilgi sağlar. Tedavinin başarısını değerlendirme ve rezidüel deformite, avasküler nekroz ve osteoartrit gibi uzun dönem komplikasyonları belirlemekte faydalıdır.<sup>[9]</sup> Son iki dekatta ise bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi görüntüleme yöntemleri, açık ya da kapalı redüksiyon uygulanan hastalarda redüksiyon kalitesini değerlendirmede kullanılmaktadır.<sup>[6]</sup>

Bu derlemede GKD tanılı 0-18 aylık bebeklerde tedavi sonuçlarının klinik ve radyolojik olarak değerlendirilmesi ele alınacaktır. Bu derleme, GKD tedavisi sonrası uygulanan kapsamlı radyolojik değerlendirmelere ve bu kritik yaş aralığındaki bebekler için uygulanacak yönetim stratejilerinin optimizasyonuna katkıda bulunacaktır.

## KLİNİK DEĞERLENDİRME

Gelişimsel kalça displazi tedavisini takiben yapılan klinik muayeneler, yapılan müdahalenin başarısını izlemek ve sağlıklı kalça gelişimini değerlendirmek için kritik bir bileşendir. Klinik değerlendirmede sorgulanan ağrı durumu sublukse veya disloke kalça hakkında bilgi verebilir. Hastanın yürüyüşünü gözlemlemek muayenenin önemli bir parçasıdır. Yürüme esnasında görülebilecek, tek taraflı çıkıklarda Trendelenburg bulgusu veya çift taraflı etkilenen kalçalarda ördek yürüyüşü gibi anormallikler saptanabilir. Ayrıca tüm planlardaki kalça eklem hareket açıklığı kontrol edilerek özellikle abdüksiyon ve iç rotasyon kısıtlılığı değerlendirilmelidir. Yeniden meydana gelen çıkıklarda bacak uzunlukları arasındaki eşitsizlik yine muayenede fikir verebilir. Yine bacak uzunluk eşitsizliğine bağlı yürürken aksama gözlemlenebilir. Klinik değerlendirmede çoğu ortopedi ve travmatoloji hekimi modifiye McKay kriterlerini kullanmaktadır (Tablo 1).<sup>[10]</sup> Klinik değerlendirme için kontrol süresi aralıkları hastanın yaşı, tedavi geçmişi ve başlangıçtaki GKD'nin şiddetine göre belirlenir. Bununla birlikte, klinik muayenenin tek başına kalça eklemine tedavi sonrası durumu hakkında yeterli olmayacağı bilinmelidir. Gelişimsel kalça displazisi yönetiminde tedavi sonrası etkinliği doğrulamak ve uzun dönem takip için görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulsa da her zaman bulgular klinik muayeneye desteklenmelidir.

## ULTRASONOGRAFİ

Ultrasonografi, tedavi sonrası kalça eklemine uygun bir redüksiyon, optimal fizyolojik gelişim ve yeniden şekillenme için kritiktir. Bu nedenle altı aydan küçük çocuklarda, Pavlik bandajı veya kapalı redüksiyon ile tedavi edilen displastik veya çıkık kalçalarda kontrol amaçlı USG kullanımı yaygındır. Ultrasonografi; Pavlik bandajı, ortez, kapalı veya açık redüksiyondan sonra kalça eklemineki stabilite ve redüksiyonun uygunluğu için kullanılmaktadır. Seri USG muayeneleriyle tedavinin ilerleyişi izlenebilir, herhangi bir displazi veya çıkık nüksü saptanabilir. Ayrıca Pavlik bandajı/ortez tedavisinin süresi veya ek müdahalelere ihtiyaç duyulması gibi tedavi yönetimi kararlarına rehberlik edebilir.

**Tablo 1.** Modifiye McKay klinik değerlendirme kriterleri<sup>[10]</sup>

| Sınıf | Durum   | Açıklama   |
|-------|---------|--|
| I     | Çok iyi | Ağrı yok, stabil kalça, topallama yok, 15°'den daha fazla iç rotasyon, Trendelenburg (-) |
| II    | İyi     | Ağrı yok, stabil kalça, hafif topallama veya harekette kısıtlılık, Trendelenburg (-)     |
| III   | Orta    | Minimal ağrı, orta derece kısıtlılık, Trendelenburg (+)                                  |
| IV    | Kötü    | Belirgin ağrı  |

Ameliyat esnasında yapılan artrografiyle kalça eklemi redüksiyonu doğrulansa da gövde alçısı uygulaması sırasında veya sonrasında kalça pozisyon değiştirebildiği için kapalı ve hatta açık redüksiyondan sonra ameliyat sonrası görüntüleme mutlaka yapılmalıdır. Redüksiyonun doğrulanması için basit, pratik ucuz ve iyonize radyasyon içermeyen bir yöntem olarak transinguinal USG kullanılabilir, ancak çalışma prensibi gereği alçıda probun yerleştirilebileceği bir pencere açmadan görüntüleme yapmak mümkün değildir. Üç boyutlu (3D) USG uygulamasının iki boyutlu (2D) USG'ye kıyasla daha güvenilir sonuçlar ortaya koyduğunu ve kalçanın yapısını daha iyi değerlendirdiğini gösteren çalışmalar bulunmakla beraber, yüksek çözünürlüklü 3D USG problemlerinin yüksek maliyeti ve rutin olarak bulunmaması 3D USG kullanımını kısıtlamıştır.<sup>[11,12]</sup> Alçıya açılan pencere alçının stabilitesini azaltabileceğinden, bu durum potansiyel olarak tekrardan bir çıkığa sebep olabilir ve tekrarlanabilirliği düşüktür.<sup>[13]</sup> Eberhardt ve ark. GKD tedavisinde redüksiyon sonrası direkt radyografiler ve transinguinal teknik ile yapılan USG'nin güvenilirliğini kıyaslamış ve USG'nin direkt radyografilere göre redüksiyon kalitesini değerlendirmede anlamlı olarak daha iyi olduğunu vurgulamışlardır.<sup>[13]</sup> Ancak Mehdizadeh ve ark. geleneksel transinguinal USG'ye alternatif olarak transgluteal USG kullanımını öne sürmüştür.<sup>[14]</sup> Araştırmacılar, gövde alçısında çok büyük bir pencere açılmadan doğrudan asetabulum ve femur başının değerlendirilmesine olanak sağlayan bu metodun, direkt radyografi ve transinguinal USG'ye göre daha başarılı olduğunu, hatta BT'nin yerini alabileceğini ifade etmişlerdir. Literatürde net bir yaş sınırı olmamakla birlikte altı aydan büyük çocuklara da USG uygulanarak erken dönem tedavi takibi yapılmaktadır.<sup>[15]</sup> İnfant döneminde uygulanan başarılı Pavlik tedavisi bandajı sonrası rezidüel asetabular displazi oranı literatürde %2 ile %30 arasında belirtilmiştir.<sup>[16,17]</sup> Bu nedenle, klinik ve ultrasonografik parametreleri normale dönen bebeklerde, USG veya direkt radyografi ile takibe duyulan ihtiyaç hakkında fikir birliği yoktur.<sup>[18]</sup>

## DİREKT RADYOGRAFI

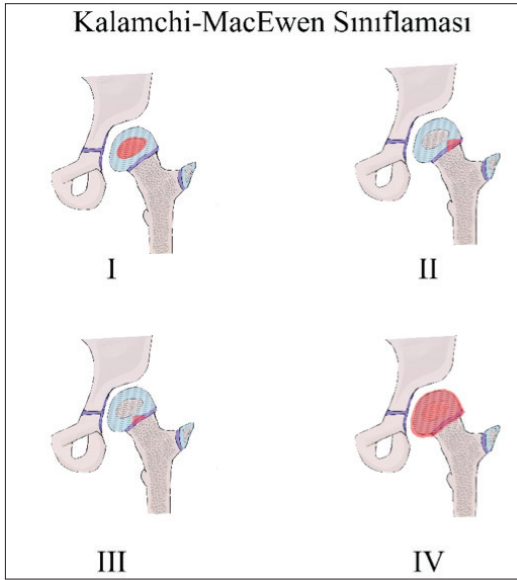
Gelişimsel kalça displazisinin tedavisinden sonra, direkt radyografiler tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde ve kalça eklemi gelişiminin izlenmesinde önemli bir rol oynar. Fakat konservatif tedavi sonrası klinik ve USG bulguları normale dönen bebeklerde GKD'nin uzun süreli radyografik takibinin gerekliliği belirsizdir. Önceki çalışmalar uzun dönem radyografik izlemenin gerekliliği konusunda şüphe uyandırırken diğerleri ise bunun önemini vurgulamışlardır.<sup>[19-21]</sup> Çoğu yazar başarılı tedaviye rağmen; rezidüel asetabular displazinin önemli bir komplikasyon olduğunu ve erken dejeneratif eklem

hastalığına neden olma potansiyelinden dolayı radyolojik takibi savunmaktadır.<sup>[22,23]</sup> Ancak bebeklerde GKD'nin uzun süreli radyografik takibi radyasyona maruz kalma ve sonuçları konusunda endişe de oluşturmaktadır. Pediyatrik hastalarda erişkinlere nazaran daha uzun bir yaşam beklentisi nedeniyle geç radyasyon etkisi olasılığı daha yüksektir.<sup>[24]</sup> Bu nedenle tedavi sonrası dönemde direkt radyografiler akılcı kullanılarak her hastada özel bir şekilde planlama yapılmalıdır.

Cerrahi tedavinin ardından, redüksiyonun başarısını değerlendirmek için rutin olarak ameliyat sonrası direkt radyografiler elde edilmektedir. Bu radyografiler kalça eklemi doğru pozisyonda ve stabil şekilde redükte edildiğinin kontrol edilmesine yardımcı olur. Ayrıca orta ve uzun takip döneminde asetabular indeks, merkez kenar açısı ve Shenton çizgisi gibi parametreler kalça eklem stabilitesi ve gelişimi hakkında nicel veriler sağlayarak sürecin yönetilmesi için cerrahlara rehberlik eder. Başarılı bir redüksiyon sonrası direkt radyografide femur başı ossifikasyonunun görülmesi ve asetabular indekste düzelme gibi bulgular göz önünde bulundurulsa da Huang ve ark. rezidüel asetabular displazi için *teardrop* ve *sourcil* hattının daha iyi bir öngörücü faktör olduğunu savunmuşlardır.<sup>[25]</sup> Çocuklar büyüdükçe iskelet yapıları değiştiğinden, kalça eklemi zaman içindeki büyüme ve gelişiminin izlenmesi için aralıklı takip radyografileri büyük önem taşımaktadır.

Tedaviden sonra direkt radyografi çekilmesinin temel amaçlarından biri de ortaya çıkabilecek olası komplikasyonları tespit etmektir. Başarılı tedaviye rağmen avasküler nekroz ve osteoartrit gibi komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Aralıklarla elde edilen direkt radyografiler osteoartritin kardinal bulguları olan eklem aralığının daralması, osteofit oluşumu ve kemik anatomisindeki parametreler hakkında fikir vermektedir. Ayrıca direkt radyografi ile avasküler nekrozun bulguları olan osteopeni, santral skleroz, subkondral kistler ve femur başının çökmesi gibi femur başı değişiklikleri tespit edilerek erken müdahale yapılabilir.

Femur başında avasküler nekroz gelişimi GKD tedavisinden sonra görülebilen oldukça ciddi bir komplikasyondur. 1969 yılında Salter ve ark. tarafından tarif edilse de 1980 yılında Kalamchi ve MacEwen avasküler nekrozu dört grupta sınıflamıştır (Şekil 1).<sup>[26,27]</sup> Tip I'de parsiyel vasküler hasara bağlı femur başında geçici olarak görülen değişikliklerle hemen her zaman uzun dönemde tam iyileşme görülmektedir. Tip II, III ve IV'te ise subkapital büyüme plağında hasarlanmaya bağlı *coxa valga*, *coxa breva* veya femur başında tam hasar görülebilir. Tip II'deki hastalarda minimal bacak uzunluk eşitsizliği veya erken evre osteoartrit görülebilir (Şekil 2).



**Şekil 1.** Kalamchi ve MacEwen sınıflamasında avasküler nekrozdan etkilenen anatomik bölgelerin gösterilmesi. Tip I: Kemikleşme merkezini etkileyen değişiklikler; tip II: Lateral fiziyel hasar; tip III: Santral fiziyel hasar; tip IV: Femur başı ve fizisin beraber tümüyle tutulumu.

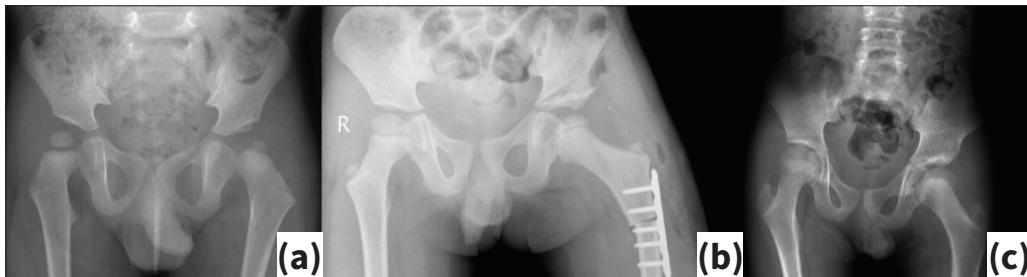
Tip III'teki hastaların kalçaları ise *coxa vara*, abduktör güçsüzlüğü ve aksama meydana gelerek yine erken evre osteoartrit bakımından risk altındadırlar. Tip IV'teki hastalar ise yine bacak uzunluk eşitsizliği, kalça eklemi dejenerasyonu ve eklem hareket açıklığında kısıtlılıkla başvurulabilirler.

Sonuç olarak direkt radyografiler redüksiyonun takibinde bazen yetersiz kalabilmektedir. Özellikle hasta popülasyonunun çoğunda femoral ossifikasyon merkezi tam kemikleşmediği için redüksiyonun tam olarak doğrulanması zordur. Ek olarak koronal planda alınan grafiler posterior çıkıkları dışlamada yetersizdir, bu yüzden çoğu durumda birbirine dik iki planda görüntü alınması gerekmektedir.<sup>[7]</sup> Bu da radyasyona hassas bir popü-

lasyonda fazladan radyasyon dozu anlamına gelir. Bu yüzden potansiyel riskleri en aza indirmek için özellikle radyasyona daha duyarlı pediatrik hastalar için direkt grafilerin kullanımında daha dikkatli olunmalıdır. Direkt grafilerin yararları her zaman potansiyel risklerden daha ağır basmalıdır ve grafilerin sıklığı bireysel hasta ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir.

### BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ VE MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME

Bilgisayarlı tomografi, çoklu eksenlerde 0,2 milimetre (mm) çözünürlüğe kadar görüntü oluşturabildiğinden kalçanın üç boyutlu yapısını göstermede çok değerli bir yöntemdir. Manyetik rezonans görüntülemeye göre genellikle daha az maliyetli olması, daha kısa sürmesi, herhangi bir ek anestezi gerektirmemesi ve daha yüksek görüntü kalitesi sebebiyle yıllarca birinci tercih olarak kabul görmüştür.<sup>[28]</sup> Ancak BT, yüksek iyonize radyasyon maruziyeti yarattığından pediatrik popülasyonda kullanımı tartışmalıdır. Büyüme çağındaki bireyler ortalama bir erişkinine göre radyasyona 5-10 kat daha hassastır ve bu durum tesadüfi kanser riskini arttırmaktadır.<sup>[29]</sup> Yeni geliştirilen pediatrik ölçekte radyasyonu azaltılmış-az kesitli BT sekansları bile 1 milisievert (mSv) gonadal maruziyete sebep olmaktadır.<sup>[30]</sup> Bu değer, bir pelvik direkt grafinin efektif dozunun 10 katı kadardır.<sup>[31]</sup> Ayrıca kız çocukların erkeklere göre daha radyosensitif olması ve GKD'nin kız çocuklarda 4-5 kat daha sık olması özellikle bu konuda radyasyonu çok daha önemli bir faktör kılmaktadır.<sup>[32,33]</sup> Ek olarak BT tıpkı direkt grafiler gibi X ışınları kullanıldığı için, hâlâ kemikleşmesini tamamlamış femoral başın tam pozisyonunun belirlenmesinde başarısız kalmaktadır. Femoral başın pozisyonu sadece kemikleşmiş proksimal metafizin pozisyonundan faydalanılarak tahmin edilebilmektedir.<sup>[34-37]</sup> Ayrıca yumuşak doku görüntülemesinin yetersiz olması sebebiyle kalça redüksiyonunu engelleyen patolojilerin ve ameliyat son-

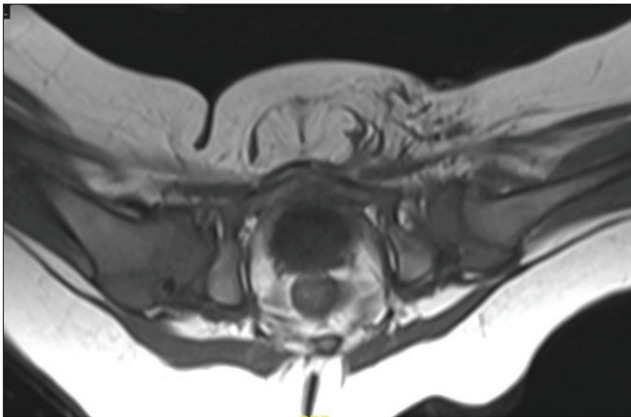


**Şekil 2.** Başka bir merkezde üç aylıkken sol kalça GKD tanısı alan hasta Pavlik bandajı ile tedavi uygulanmaya başlayan, sonrasında kapalı redüksiyon ve gövde alçısı ile tedavi edilen hastanın elde edilen ön-arka pelvis direkt radyografisinde; sol kalçasında avasküler nekroz (Kalamchi-MacEwen tip II), sublüksasyon ve rezidüel asetabular displazi olduğu tespit edildi (a), hastaya açık redüksiyon, Dega pelvik osteotomisi ve femoral derotasyon osteotomisiyle cerrahisi sonrası çekilen ön-arka pelvis grafisi (b), dört yıl sonra avasküler nekroz ve eklem uyumu için çekilen kontrol ön-arka pelvis grafisi (c).



rası komplikasyonların tanınmasında MRG'den geri kalmaktadır.

Manyetik rezonans görüntülemenin, BT'ye göre avantajı kemik dokuların yanı sıra yumuşak dokular hakkında da iyonize radyasyon olmadan bilgi verebilmesidir. Manyetik rezonans görüntüleme, GKD tedavisinden hemen sonra erken ameliyat sonrası dönemde, genellikle redüksiyon ve gövde alçısı uygulandıktan sonra istenir. Gövde alçısı uygulanırken güvenli aralık ve abduksiyon miktarı hayati öneme sahiptir. Abduksiyon az olursa yeniden çıkık, 55°-60°'den fazla olursa ise avasküler nekroz ihtimali artmaktadır. Bu nedenle güvenli aralıktan uygulanması gereken abduksiyon miktarı elde edilecek sonuç için kritiktir. Güvenli aralığı dar olan hastalarda iyonize radyasyon içermeyen MRG ideal bir görüntüleme yöntemi olarak düşünülmelidir. Ortopedi ve travmatoloji hekimlerinin gövde alçısı sonrası MRG isteme kriterleri konusunda farklı görüşleri olsa da femur başının redüksiyonunun klinik olarak veya artrografiyle intraoperatif olarak doğrulanamaması ya da alçılama sonrası anormal radyografi MRG'nin yaygın endikasyonudur.<sup>[38]</sup>



**Şekil 3.** Kapalı redüksiyon sonrası gövde alçısı içinde ilk 24 saatte elde edilen MRG'de subluksasyon tespit edilen sol kalça. Hasta daha sonra anterior açık redüksiyonla tedavi edildi.

Manyetik rezonans görüntülemenin bir dezavantajı, BT veya radyografiye kıyasla inceleme süresinin nispeten daha uzun olmasıdır. Uygulanan MRG protokolleri araştırmacılar arasında farklılık gösterse de uygulama süresi literatürde 3 ile 40 dakika arasında değişkenlik göstermektedir.<sup>[38]</sup> Literatürde MRG tekniği ile ilgili net olarak fikir birliği yoktur. Sedasyonlu veya sedasyonsuz (gövde alçısını MRG masasına bantlayarak) elde edilen görüntüler, STIR kesitler, T2 *spin echo* tekniği, T1 baskılı MRG'ler gibi çekim tekniği tercihleri veya üç boyutlu iki boyutlu ya da sadece aksiyel görüntü elde etmek gibi yaklaşımlar mümkündür (Şekil 3).

Manyetik rezonans görüntüleme kesitlerinde GKD incelenirken displastik asetabulum retroversiyonu ve femur başının örtünme miktarı mutlaka değerlendirilmelidir. Bunun yanı sıra ilişkili kırıkda hasarı veya kırıkda delaminasyon olabilir. Femur başının gecikmiş kemikleşmesi, etkilenen kalçadaki femur başı ossifik çekirdeğinin karşı tarafla karşılaştırılmasıyla belirlenebilir. Manyetik rezonans görüntüleme sayesinde iliumdaki kemikleşmemiş asetabular epifiz ve onun hemen altındaki labrum incelendiğinden tek başına radyografide görülenden daha hassas bir şekilde femur başı örtünmesi değerlendirilmektedir.<sup>[39]</sup> Walbron ve ark. GKD tedavisi sonrası elde edilen MRG'lerle kemik ve kırıkda asetabular çatıyı inceleyerek GKD'yi iki alt sınıfta betimlemişlerdir; uyumlu ve uyumsuz kalçalar. Yazarlar yetersiz asetabular kırıkda bulunan kalçaların rezidüel asetabular displazi açısından daha yakın takip gerektirdiğini belirtmişlerdir.<sup>[40]</sup>

Bahsedilenlere ek olarak GKD tedavisinde iyi bir redüksiyona engel teşkil edebilecek bağ ve yumuşak doku anormalliklerinin belirlenmesinde MRG yine oldukça faydalıdır.<sup>[41]</sup> Asetabular fossadaki fibroyağlı pulvinar hipertrofik hâle gelebilir, bu da yeterli femur başı redüksiyonunu engelleyebilir. Labrumda hipertrofi ya da eversiyon, inversiyon gibi anormal labral pozisyon açısından değerli bilgiler sağlamaktadır. Tablo 2'de GKD için MRG ile değerlendirilecek standart yapıların bir listesi ve GKD'de görülebilecek bulgular verilmiştir.<sup>[42]</sup>

**Tablo 2.** Gelişimsel kalça displazisinde manyetik rezonans görüntülemeyle değerlendirilmesi gereken anatomik yapılar ve olası bulgular<sup>[43]</sup>

| Anatomik Yapı                            | MRG bulgusu  |
|--|--|
| Asetabular morfoloji                     | Siğ, dismorfik, asetabular retroversiyon ve femur başı örtünmesi değerlendirilmelidir. |
| Femur başının pozisyonu                  | Sublukse ya da disloke   |
| Labrum                                   | Hipertrofi, mukoid dejenerasyon veya yırtık görülebilir.                               |
| Femur başlarının simetrisi               | Gecikmiş kemikleşme  |
| Femur başının perfüzyonu                 | Avasküler nekroz   |
| Pulvinar                                 | Fibroyağlı proliferasyona bağlı hipertrofi   |
| Ligamentum teres veya transvers ligament | Hipertrofi   |

Daha önce yapılan birçok çalışma GKD tedavisinden hemen sonra elde edilen MRG'lerle femur başı perfüzyonu ve avasküler nekroz gibi parametreleri ele almıştır. Kapalı redüksiyon, medial açık redüksiyon veya anterior açık redüksiyon sonrası MRG elde edilip edilmemesi gerektiği hâlen tartışmalıdır. Dibello ve ark. 25 hastanın 29 kalçasını kapalı redüksiyon ve gövde alçısıyla tedavi ettikten sonra ilk 24 saat içerisinde MRG elde etmişler ve sadece bir hastada kalça redüksiyonunun yeterli olmadığını tespit ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>[43]</sup>

Yapılan prospektif çalışmalarda da MRG ve BT'nin duyarlılık ve özgüllük bakımından eşit olduğu, hatta MRG'nin daha yüksek özgüllüğe sahip olduğu gösterilmiştir (BT: %100 duyarlılık, %96 özgüllük, MRG: %100 duyarlılık, %100 özgüllük).<sup>[44]</sup> Her iki görüntüleme yönteminin de hekim içi ve hekimler arası güvenilirlik ve tutarlılığının birbirine denk olduğu gösterilmiştir.<sup>[45]</sup> Özellikle radyasyonun kritik önem taşıdığı pediatrik popülasyonda MRG, günümüzde standart prosedür olarak yerini almıştır. Son yıllarda kullanımı artan göreceli olarak yeni bir MRG teknolojisi olan *zero echo time* (ZTE) görüntüleme ile kemik gibi yapılar daha iyi görüntülenmektedir. *Zero echo time* metodunun femoroasetabular sıkışma gibi durumlarda asetabular morfolojiyi değerlendirmek için kullanım sıklığı artmaktadır ve GKD alanında da faydalı olabileceği düşünülmektedir.<sup>[46]</sup>

Sonuç olarak, GKD tedavisi sonrası uygun bir yaklaşımla yapılan takip uzun vadeli sonuçlar üzerinde hayati önem taşımaktadır. Klinik değerlendirmeye ek olarak seçilecek olan görüntüleme yöntemi, hastanın yaşı, hastalığın ciddiyeti ve hekimin değerlendirmek istediği anatomik yapı gibi faktörler sonucu belirlenmelidir.

#### KAYNAKLAR

1. Azzopardi T, Van Essen P, Cundy PJ, Tucker G, Chan A. Late diagnosis of developmental dysplasia of the hip: An analysis of risk factors. *J Pediatr Orthop B* 2011;20(1):1-7. [Crossref](#)
2. Dezateux C, Rosendahl K. Developmental dysplasia of the hip. *Lancet* 2007;369(9572):1541-52. [Crossref](#)
3. Schwend RM, Shaw BA, Segal LS. Evaluation and treatment of developmental hip dysplasia in the newborn and infant. *Pediatr Clin North Am* 2014;61(6):1095-107. [Crossref](#)
4. Sewell MD, Eastwood DM. Screening and treatment in developmental dysplasia of the hip-where do we go from here? *Int Orthop* 2011;35(9):1359-67. [Crossref](#)
5. Stuart L, Weinstein MD, Scott J, Mubarak MD, Denniz R, Wenger MD. Developmental hip dysplasia and dislocation: Part I. *J Bone Joint Surg* 2003;85(9):1824-32. [Crossref](#)
6. Jadhav SP, More SR, Shenava V, Zhang W, Kan JH. Utility of immediate postoperative hip MRI in developmental hip dysplasia: Closed vs. open reduction. *Pediatr Radiol* 2018;48(8):1096-100. [Crossref](#)
7. Rosenbaum DG, Servaes S, Bogner EA, Jaramillo D, Mintz DN. MR imaging in postreduction assessment of developmental dysplasia of the hip: Goals and obstacles. *Radiographics* 2016;36(3):840-54. [Crossref](#)
8. Sankar WN, Gornitzky AL, Clarke NMP, Herrera-Soto JA, Kelley SP, Matheney T, et al. Closed reduction for developmental dysplasia of the hip: early-term results from a prospective, multicenter cohort. *J Pediatr Orthop* 2019;39(3):111-8. [Crossref](#)
9. Ghasseminia S, Hareendranathan AR, Jaremko JL. Narrative review on the role of imaging in DDH. *Indian J Orthop* 2021;55(6):1456-65. [Crossref](#)
10. McKay DW. A comparison of the innominate and the pericapsular osteotomy in the treatment of congenital dislocation of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 1974;(98):124-32. [Crossref](#)
11. Mostofi E, Chahal B, Zonoobi D, Hareendranathan A, Roshandeh KP, Dulai SK, et al. Reliability of 2D and 3D ultrasound for infant hip dysplasia in the hands of novice users. *Eur Radiol* 2019;29:1489-95. [Crossref](#)
12. Zonoobi D, Hareendranathan A, Mostofi E, Mabee M, Pasha S, Cobzas D, et al. Developmental hip dysplasia diagnosis at three-dimensional US: A multicenter study. *Radiol* 2018;287(3):1003-15. [Crossref](#)
13. Eberhardt O, Zieger M, Langendoerfer M, Wirth T, Fernandez FF. Determination of hip reduction in spica cast treatment for DDH: A comparison of radiography and ultrasound. *J Child Orthop* 2009;3(4):313-8. [Crossref](#)
14. Mehdizadeh M, Dehnavi M, Tahmasebi A, Mahlisha Kazemi Shishvan SA, Babakhan Kondori N, Shahnazari R. Transgluteal ultrasonography in spica cast in postreduction assessment of developmental dysplasia of the hip. *J Ultrasound* 2020;23(4):509-14. [Crossref](#)
15. Kitay A, Widmann RF, Doyle SM, Do HT, Green DW. Ultrasound is an alternative to x-ray for diagnosing developmental dysplasia of the hips in 6-month-old children. *HSS J* 2019;15(2):153-8. [Crossref](#)
16. Roovers EA, Boere-Boonekamp MM, Geertsma TS, Zielhuis GA, Kerkhoff AH. Ultrasonographic screening for developmental dysplasia of the hip in infants. Reproducibility of assessments made by radiographers. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85(5):726-30. [Crossref](#)
17. Li Y, Wang Z, Miao M, Xu Y, Shi J. Residual acetabular dysplasia after Pavlik harness treatment for Graf type II hips. *J Child Orthop* 2023;17(4):306-14. [Crossref](#)
18. Sarkissian EJ, Sankar WN, Zhu X, Wu CH, Flynn JM. Radiographic follow-up of ddh in infants: Are x-rays necessary after a normalized ultrasound? *J Pediatr Orthop* 2015;35(6):551-5. [Crossref](#)
19. Jellicoe P, Aitken A, Wright K. Ultrasound screening in developmental hip dysplasia: Do all scanned hips need to be followed up? *J Pediatr Orthop B* 2007;16(3):192-5. [Crossref](#)
20. Osarumwense D, Popple D, Kershaw IF, Kershaw CJ, Furlong AJ. What follow-up is required for children with a family history of developmental dysplasia of the hip? *J Pediatr Orthop B* 2007;16(6):399-402. [Crossref](#)

21. Imrie M, Scott V, Stearns P, Bastrom T, Mubarak SJ. Is ultrasound screening for DDH in babies born breech sufficient? *J Child Orthop* 2010;4(1):3-8. **Crossref**
22. Weinstein SL, Mubarak SJ, Wenger DR. Developmental hip dysplasia and dislocation: Part I. *Instr Course Lect* 2004;53:523-30.
23. Cooperman DR, Wallensten R, Stulberg SD. Acetabular dysplasia in the adult. *Clin Orthop Relat Res* 1983;(175):79-85. **Crossref**
24. Bone CM, Hsieh GH. The risk of carcinogenesis from radiographs to pediatric orthopaedic patients. *J Pediatr Orthop* 2000;20(2):251-4. **Crossref**
25. Huang P, Wang D, Mo Y, Zheng Y, Ning B. Teardrop and sourcil line (TSL): A novel radiographic sign that predicts residual acetabular dysplasia (RAD) in DDH after closed reduction. *Transl Pediatr* 2022;11(4):458-65. **Crossref**
26. Salter RB, Kostuik J, Dallas S. Avascular necrosis of the femoral head as a complication of treatment for congenital dislocation of the hip in young children: A clinical and experimental investigation. *Can J Surg* 1969;12(1):44-61.
27. Kalamchi A, MacEwen GD. Avascular necrosis following treatment of congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62(6):876-88. **Crossref**
28. MacDonald J, Barrow S, Carty HM, Taylor JF. Imaging strategies in the first 12 months after reduction of developmental dislocation of the hip. *J Pediatr Orthop B* 1995;4(1):95-9. **Crossref**
29. Kutanzi KR, Lumen A, Koturbash I, Miousse IR. Pediatric exposures to ionizing radiation: Carcinogenic considerations. *Int J Environ Res Public Health* 2016;13(11):1057. **Crossref**
30. Eggli KD, King SH, Boal DK, Quiogue T. Low-dose CT of developmental dysplasia of the hip after reduction: Diagnostic accuracy and dosimetry. *AJR Am J Roentgenol* 1994;163(6):1441-3. **Crossref**
31. Vilar-Palop J, Vilar J, Hernández-Aguado I, González-Álvarez I, Lumbreras B. Updated effective doses in radiology. *J Radiol Prot* 2016;36(4):975-90. **Crossref**
32. Murray KA, Crim JR. Radiographic imaging for treatment and follow-up of developmental dysplasia of the hip. *Semin Ultrasound CT MR* 2001;22(4):306-40. **Crossref**
33. Curtis JR. Computed tomography shielding methods: A literature review. *Radiol Technol* 2010;81(5):428-36.
34. McNally EG, Tasker A, Benson MK. MRI after operative reduction for developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 1997;79(5):724-6. **Crossref**
35. Grissom L, Harcke HT, Thacker M. Imaging in the surgical management of developmental dislocation of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466(4):791-801. **Crossref**
36. Harcke HT, Kumar SJ. The role of ultrasound in the diagnosis and management of congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73(4):622-8. **Crossref**
37. Bachy M, Thevenin-Lemoine C, Rogier A, Mary P, Ducou Le Pointe H, Vialle R. Utility of magnetic resonance imaging (MRI) after closed reduction of developmental dysplasia of the hip. *J Child Orthop* 2012;6(1):13-20. **Crossref**
38. Conroy E, Sproule J, Timlin M, McManus F. Axial STIR MRI: A faster method for confirming femoral head reduction in DDH. *J Child Orthop* 2009;3(3):223-7. **Crossref**
39. Kim HT, Kim JI, Yoo CI. Diagnosing childhood acetabular dysplasia using the lateral margin of the sourcil. *J Pediatr Orthop* 2000;20(6):709-17. **Crossref**
40. Walbron P, Müller F, Mainard-Simard L, Luc A, Journeau P. Bone maturation of MRI residual developmental dysplasia of the hip with discrepancy between osseous and cartilaginous acetabular index. *J Pediatr Orthop B* 2019;28(5):419-23. **Crossref**
41. Atweh LA, Kan JH. Multimodality imaging of developmental dysplasia of the hip. *Pediatr Radiol* 2013;43 Suppl 1:S166-71. **Crossref**
42. Starr V, Ha BY. Imaging update on developmental dysplasia of the hip with the role of MRI. *AJR Am J Roentgenol* 2014;203(6):1324-35. **Crossref**
43. Dibello D, Odoni L, Pederiva F, Di Carlo V. MRI in postreduction evaluation of developmental dysplasia of the hip: Our experience. *J Pediatr Orthop* 2019;39(9):449-52. **Crossref**
44. Chin MS, Betz BW, Halanski MA. Comparison of hip reduction using magnetic resonance imaging or computed tomography in hip dysplasia. *J Pediatr Orthop* 2011;31(5):525-9. **Crossref**
45. Barkatali BM, Imalingat H, Childs J, Baumann A, Paton R. MRI versus computed tomography as an imaging modality for postreduction assessment of irreducible hips in developmental dysplasia of the hip: an interobserver and intraobserver reliability study. *J Pediatr Orthop B* 2016;25(6):489-92. **Crossref**
46. Breighner RE, Bogner EA, Lee SC, Koff MF, Potter HG. Evaluation of osseous morphology of the hip using zero echo time magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med* 2019;47(14):3460-8. **Crossref**