



## Çocuklarda kalça radyografisinin değerlendirilmesi

### Evaluation of hip radiographs in children

Mustafa İncesu,<sup>1</sup> Murat Songür,<sup>2</sup> Mehmet Sonar,<sup>1</sup> Gökhan Sabri Uğur<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir

<sup>2</sup>Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Zonguldak

Gelişen teknoloji ve görüntüleme yöntemlerindeki yeniliklere rağmen, çocuk kalçasının görüntülemesinde standart radyografi halen önemini korumaktadır. Hem anatomik hem de radyolojik olarak erişkin kalçasından büyük farklılıklar gösteren çocuk kalçasının radyolojik değerlendirmesinde ortak bir dil oluşturmak adına birçok radyolojik parametre tanımlanmıştır. Bu derlemede sık kullanılan ve güncel çocuk kalça radyografisi değerlendirme parametreleri özetlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Kalça; pediatrik; radyografi.

Despite advances in technology and progresses in imaging methods, plain radiography remains as a useful tool in radiological evaluation of pediatric hip. Within the purpose of adopting a common discourse, numerous radiological parameters have been introduced for the radiological evaluation of adult and pediatric hip including many anatomical and radiological differences. In this review, current common radiological evaluation parameters of pediatric hip radiography were summarized.

Key words: Hip; pediatric; radiography.

Kalça radyografisi birçok kalça patolojisinin tanısında kullanılan bir yöntemdir. Çocuk kalça eklemi sürekli gelişmekte olduğundan ve halen büyük kısmı kemikleşmediğinden radyolojik değerlendirmesi erişkin kalçasına göre farklıdır. Bu derlemede özellikle kalça gelişiminin değerlendirilmesi için standart pelvis radyografisinde ölçülen bazı parametreler ve yöntemler örnekleriyle özetlenmiştir.<sup>[1]</sup>

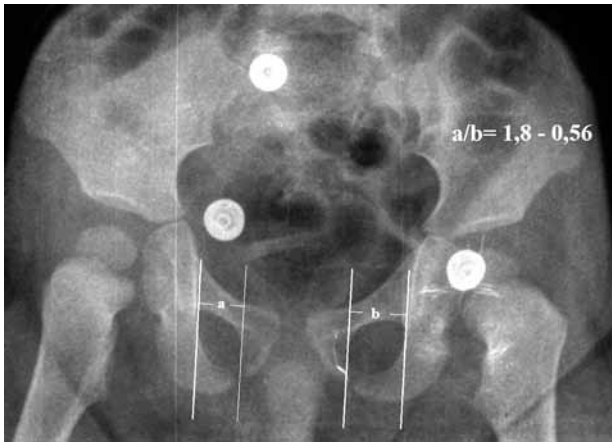
### İDEAL ÖN-ARKA PELVİS RADYOGRAFİSİ

Ön-arka pelvis grafisi kalça eklemının frontal düzlemdeki patolojilerinin ortaya konması ve ilgili ölçümlerin yapılabilmesi için gereklidir. İdeal bir grafi, tanıyı sağlamalı, patolojinin miktarını tanımlamalı ve tedavi planını yapabilmeye imkân sağlamalıdır. İdeal ön-arka grafi dizler ve kalçaların ekstansiyonda ve adduksiyonda olduğu pozisyonda çekilmelidir. Her iki patella tam ön yönde olmalı ve ışın hüzmesi femur başlarının orta noktasına odaklanmalıdır.

Pelvis grafisinde doğru konumlandırma için birtakım oranlar tanımlanmıştır. Pelvik dönüklük (rotasyon) ve eğim (tilt) özellikle asetabuler ölçümlerde farklılıklara neden olmaktadır.

Tönnis,<sup>[1]</sup> pelvik rotasyon için pelvik rotasyon oranını tanımlamış ve bu orana göre her iki obturator foramenin genişliklerinin 1.8 ile 0.56 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Bu oranların arasındaki rotasyonlu grafilerde asetabuler indeksin koronal planda en fazla 2 derece değiştiğini bildirmekle birlikte bu oranın ötesindeki dönüklüklerde ise farkın 8 dereceye kadar değiştiğini belirtmiştir (Şekil 1). Tönnis, rotasyonun olduğu tarafta asetabuler indeksin azaldığını, benzer şekilde pelvik eğimin artması ile indeksin azaldığını bildirmiştir. Portinaro ve ark.<sup>[2]</sup> ise tam ters bulgular bildirmişlerdir.

Asetabuler indeksin farklı ölçülmesine yol açabilen diğer bir neden de pelvik eğimdir. Pelvik eğim



Şekil 1. Pelvik rotasyon oranı (a/b).



Şekil 2. İskiyum-pubis açısı.

arttıkça asetabuler indeksin azaldığı (inlet görünüm), pelvik eğim azaldıkça da asetabuler indeksin arttığı (outlet görünüm) gözlenmiştir. Dolayısıyla pelvik eğimi standardize etmek için birtakım parametreler tanımlanmıştır. Tönnis ve Brunken beş yaş altı çocuklar için simfizis-iskiyum açısını tanımlamışlardır.<sup>[1]</sup> Her iki iskiyumun en üst noktasından simfizis pubis'in en kranial kenarını birleştiren çizgilerin birbirleriyle oluşturduğu açı ölçülmüştür. Açı azaldıkça pelvik eğimin azaldığı, arttıkça da pelvik eğimin arttığını bildirmişlerdir. Buna göre belli yaş grupları için;

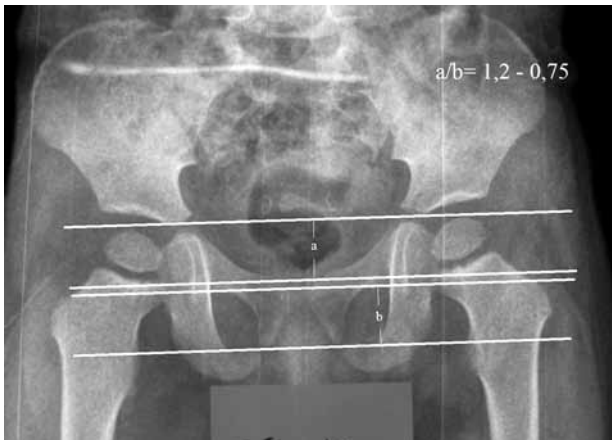
1-6 ay: 100°-135°

7-12 ay: 100°-130°

1-2 yaş: 95°-128°

2-3 yaş: 90°-125°

3-5 yaş: 85°-115° arası değerler, normal pelvik eğim olarak tanımlanmıştır (Şekil 2).<sup>[1]</sup>



Şekil 3. Pelvik eğim indeksi (a/b).



Şekil 4. Simfizis-sakrokoksigeal mesafe (D).

Pelvik eğim için kullanılan bir diğer yöntem ise Ball ve Kommenda'nın<sup>[3]</sup> tanımladığı pelvik eğim indeksi-dir. Bu indekse göre obturator foramen'in yüksekliğinin, Hilgenreiner çizgisi ile simfizis pubis arası dik mesafeye oranının 1.2 ile 0.75 arası olması, normal pelvik eğim olarak tanımlanmıştır (Şekil 3). Ergenlerde ve erişkinlerde ise pelvik eğimin standardizasyonu için Simfizis-sakrokoksigeal eklem arası mesafenin ölçülmesi önerilmektedir (Şekil 4).<sup>[4]</sup> Boniforti ve ark.,<sup>[5]</sup> iki yaşa kadar simfizis-iskiyum açısının kullanılmasını, iki yaştan sonra ise pelvik eğim indeksinin kullanılmasını önermişlerdir.

van der Bom ve ark.,<sup>[6]</sup> asetabuler ölçümlerin hem pelvik eğim hem de pelvik dönüklükten birlikte etkilendiğini, dolayısıyla parametrelerden birindeki değişikliğin diğer parametreyi de etkilediğini bildirmişlerdir. Pelvik dönüklük için Tönnis'in tanımladığı oranı kullanmış (R dönüklük) ve pelvik eğim için ise sakrokoksigeal eklem-simfizis arası mesafenin obturator foramen yüksekliğine oranını tanımlamışlardır



**Şekil 5.** Kabul edilebilir birleşik dönüklük ve eğim değerleri.

(R eğim). van der Bom ve ark.nın<sup>[6]</sup> tanımlamasında dönüklük oranı 1.0-2.0 arası, pelvik eğim oranı ise 1.1-1.8 arası olarak hesaplanmış ve yapılan grafi ölçümlerinde kabul edilebilir hata payınının 4.5 derece olarak gözlemlendiği bildirilmiştir (Şekil 5).

İdeal bir pelvis grafisinde alt ekstremitenin pozisyonu çok önemlidir. Özellikle bir ve iki yaş arası dönemde kalça dış rotasyonda iken grafi çekilmesi, femur başı ossifikasyon merkezinin dış rotasyonun etkisiyle asetabulumdan uzakta ve yarı çıkık görünümünde olmasına yol açmaktadır. Eğer aşırı bir anteversiyon yok ise nötral bir grafide femur boyununun yan ve orta sınırlarının uzunluğu yaklaşık aynı olmalıdır. Trokanter majör nötral pozisyonda femur boyununun yanında yer almakta iken aşırı anteversiyonda femur boynu ile üst üste görünebilmektedir.



**Şekil 6.** Uygun femoral rotasyon.

Benzer şekilde nötral pozisyonda görünmeyen veya kısmen görünen trokanter minörün belirgin bir şekilde görülmesi, kalçanın dış rotasyonda olduğunu göstermektedir (Şekil 6).<sup>[1]</sup>

### RADYOLOJİK ÖLÇÜM PARAMETRELERİ

Kalça patolojilerinin gerek tanı, gerek tedavi planlaması, gerekse tedavi edilmiş hastaların takibi ve hastalığın prognozu için birçok radyolojik ölçüm yöntemleri tanımlanmıştır. İdeal bir ölçüm yönteminde; referans noktaları anatomik olarak kolay belirlenir olmalı ve yapılan ölçümler filmin büyütme miktarından etkilenmemelidir.

#### Asetabuler İndeks

1925'te Hilgenreiner tarafından tanımlanan asetabuler indeks, asetabulum çatisının değerlendirilmesi için sık kullanılan bir yöntemdir. Bu ölçümde öncelikle iliumun Y kırıkdağındaki en alt yan noktası belirlenir. Ardından asetabulumun sklerotik kısmının en yan noktası belirlenir. Eğer pelvik eğime bağlı olarak ön ve arka kenar ayrı olarak görünüyorsa her iki hattın yanda kesiştiği nokta asetabulumun yan noktası olarak alınmalıdır. Bu iki noktayı birleştiren çizgi ile her iki iliyum noktasını birleştiren çizgi (Hilgenreiner) arasındaki açı, asetabuler indeks olarak tanımlanmıştır. Tönnis,<sup>[7]</sup> yedi yaşına kadar asetabuler indeks değerlerini tanımlamıştır. Bu değerler, normal toplum değerlerinin standart sapma değerlerine göre değerlendirilmiş ve ortalamanın 1 ile 2 standart sapma arası değerleri hafif displazi, ortalamanın 2 standart sapma üzeri değerler ise ağır displazi olarak kabul edilmiştir. Asetabuler indeks, intrauterin pozisyonlamaya bağlı olarak sol kalçada daha yüksek olarak ölçülmektedir (Şekil 7). Ölçüm noktalarının belirlenmesindeki tutarsızlıktan dolayı asetabuler indeks ölçümünün sekiz yaş üzeri çocuklarda kullanılmaması önerilmiştir.<sup>[8]</sup> Asetabuler indeks ölçümünde 3-5 derece arası gözlemci içi, 3-8 derece arası gözlemciler arası farklılıklar bildirilmiştir. İlaveten asetabulum yan kenarının tam



**Şekil 7.** Asetabuler indeks.

belirgin olmadığı grafilerde ise ölçüm farklılıklarının daha fazla olduğu bildirilmiştir.<sup>[5,9,10]</sup> Bu nedenlerden dolayı ölçüm hatasını en aza indirmek için anatomik noktaların iyi belirlenmesi ve birden fazla ölçüm ile değerlendirme yapılması önerilmektedir.

### Asetabulumun Yük Taşıyan Kısımının Açısı

Triradiat kırırdağın füzyonunun ardından asetabuler çatının değerlendirilmesi için asetabulumun sklerotik kenarının üst kısmına teğet olarak çizilen çizginin Hilgenreiner çizgisinin analoğu bir çizgi ile yaptığı açı ölçülmektedir. Bu açının üst sınırı 10 derece olarak belirlenmiştir (Şekil 8).<sup>[1]</sup> Ergen dönemde bu açı, Sourcil denilen asetabulumun yük taşıyan sklerotik kısmının yan ve iç kenarlarını birleştiren çizginin yatay düzlem ile yaptığı açı olarak ölçülmektedir ve üst sınırı 10 derece olarak belirlenmiştir.

### ACM Açısı

Idelberger ve Frank tarafından tanımlanmış olan ACM açısı, pelvik eğim ve dönüklükten nispeten daha az etkilendiği için sık kullanılmaktadır. ACM açısında asetabulum üst yan noktası (A) ile asetabuler çentiğin en alt orta noktasını (B) birleştiren çizginin orta noktasından (M) çekilen dik çizginin asetabulumla ulaştığı nokta (C)'nin çizilmesi ve belirlenmesi sonrası AC-CM çizgilerinin birbirleriyle yaptığı açı ölçülmektedir. Bu

ölçümde dikkat edilmesi gereken nokta, C noktasının yerleşim yeridir. Eğer C noktası asetabuler fovea'ya denk geliyor ise asetabulumun sklerotik eğriliğinin devamına denk gelecek şekilde belirlenmelidir. On altı yaş altındaki hastalarda 53 derece ve üzeri patolojik olarak kabul edilmektedir. Bu ölçüm asetabuler eğiklikten öte asetabulumun sığılığı veya derinliği ile ilgili veri sağlamaktadır (Şekil 9).<sup>[1]</sup>

### Sharp'ın Asetabuler Açısı

Sharp açısı, asetabuler gelişimin değerlendirilmesi için kullanılan yöntemlerden biridir. Bu ölçümde asetabulumun yan kenarı ile Köhler'in gözyaşı damlasının alt kenarını birleştiren çizginin her iki gözyaşı damlasını birleştiren çizgi ile yaptığı açı ölçülmektedir. Bu açı, öncelikle büyük çocukların kalçasının değerlendirilmesi için tanımlanmıştır. Sharp açısında 33-38 derece arası değerler normal, 39-42 derece arası değerler üst sınır olarak tanımlanmıştır, 43 derece ve üzeri değerlerin ise patolojik olduğu bildirilmiştir.<sup>[11]</sup> Ancak asetabuler gelişimin değerlendirildiği tüm açı ölçümlerinde asetabulumun yan kenarı olarak hangi noktanın seçilmesi gerektiği tartışılmıştır. Ogata ve ark.<sup>[12]</sup> asetabulumun sklerotik kısmının yan kenarını tanımlamış, bu tanımla bilgisayarlı tomografi (BT) ile asetabuler baş-örtünme miktarını belirleyerek dört



Şekil 8. Asetabulumun yük taşıyan kısmının açısı (Sourcil açısı).



Şekil 9. ACM açısı.



Şekil 10. Sharp açısı.

tip asetabulum tanımlamışlardır. Bu tanımlamaya göre, tip I ve tip II'de asetabulumun sklerotik kısmı asetabulum yan köşesine kadar uzanım göstermekte iken tip III ve tip IV'de ise asetabulumun sklerotik kenarı femur başını örtmekte yetersiz kalmaktadır. Bu yetersizlik BT ile doğrulanmıştır. Bu çalışmada asetabulumun dış yan kenarı olarak sklerotik kenarın en dış noktasının asetabulumun koronal değerlendirilmesi için referans noktası olarak alın-

ması gerektiği bildirilmiştir.<sup>[12]</sup> Ağuş ve ark.<sup>[13]</sup> her iki yöntemin (Sharp-Ogata), yeterli gözlemciler arası uyuma sahip olduğunu bildirerek, sklerotik yan kenarının referans olarak alınmasını önermişlerdir (Şekil 10).

### Merkez Kenar (CE) Açısı

Wiberg'in tanımladığı CE açısı, frontal düzlemde femur başı-asetabulum ilişkisini ölçer. Burada femur başının merkezinin asetabulum yan kenarını birleştiren çizgi ile femur başı merkezinden dik çekilen çizgi arasındaki açı ölçülür. Femur başı merkezinin belirlenmesi için konsantrik daire yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde, dış dairenin femur başının üst yan ve alt içine uyması önerilmektedir (Şekil 11).<sup>[14]</sup> Sekiz yaş altı çocuklarda femur başının merkezinin belirlenmesinde ossifiye olmuş çekirdeğin büyüme kırıkdağına en yakın noktasının merkez noktası olarak alınması önerilmiştir (Şekil 12).<sup>[15]</sup> Merkez kenar açısının, dokuz yaş ve üzeri çocuklarda 25 derecenin altında olması, patolojik olarak değerlendirilmektedir. Ogata ve ark.<sup>[12]</sup> ise, asetabulumun sklerotik en yan kenarının ölçümde referans olarak alınmasının daha uygun olacağını bildirmişlerdir. Türk toplumundaki CE açısı değerinin alt sınırı ise 16 yaş ve üzeri toplumda 20 derece olarak tanımlanmıştır.<sup>[16]</sup>



Şekil 11. Merkez kenar (CE) açısı.



Şekil 12. Sekiz yaş altı grafide CE açısı ölçümü.



Şekil 13. MZ mesafesi.

### MZ Mesafesi

Femur başı-asetabulum konsantrik uyumunun göstergesi olan MZ mesafesi, ACM ve CE ölçümlerinin ardından, femur başı merkezi ile M noktası arasındaki mesafenin ölçülmesi ile bulunur (Şekil 13).<sup>[1]</sup> M-Z mesafesinin normal değerleri, 5-8 yaş arası için 5 mm'den az olması, 9-12 yaş arası için ise 4 mm'den az olması gerektiği bildirilmiştir.<sup>[1]</sup> MZ mesafesi, sağlıklı kalçalarda femur başı merkezi asetabulum merkezinin içinde yer alabileceğinden, alternatif olarak vektörel yönde



Şekil 14. Ön örtünme açısı.

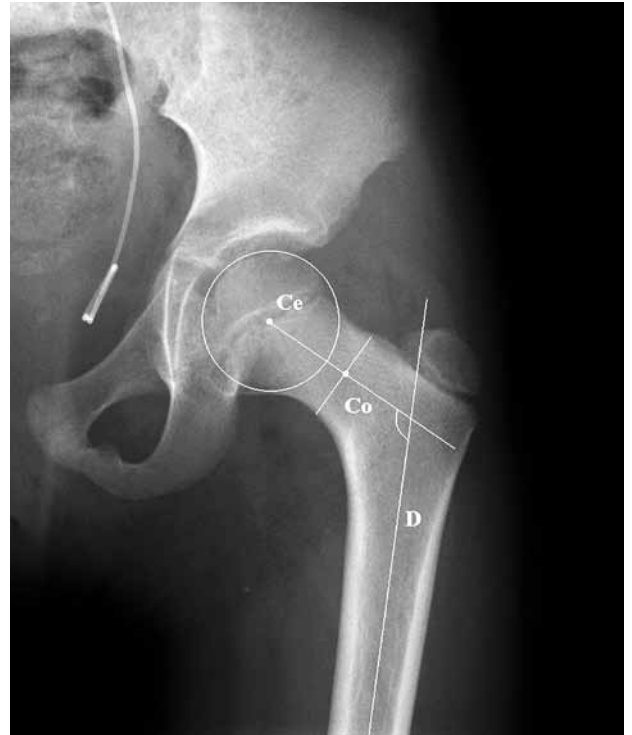
ve düşey düzlemdeki birbirlerine olan mesafeleri "+,-" (içinde veya yanında) değerler şeklinde tanımlanmıştır. Displazik ve normal kalçalardaki değerleri bildirilmiştir.<sup>[17]</sup> Bu ölçüm yöntemi ile standart MZ ölçümüne göre daha düşük gözlemci içi ve gözlemciler arası farklılık bildirilmekle birlikte kalça displazisi araştırmasında her iki yöntemin de kullanılabileceği bildirilmiştir.<sup>[1]</sup>

### Ön Örtünme Açısı (VCA)

Lequesne ve de Seze tarafından, ön asetabuler yetmezlik için tanımlanmış olan VCA açısı, yalancı profil grafisi ile ölçülür.<sup>[1]</sup> Bu grafi, ayakta ve ön-arka planda çekilecek tarafın 65 derece kasete döndürüldüğü (yan çevrildiği) ancak ayağın kasete paralel olduğu bir yönelimle çekilmektedir. Merkez kenar açısına benzer şekilde femur başı ortası ile asetabulum ön kenarına çizilen çizgi ile femur başı merkezinden dik çekilen çizgi arasındaki açıdır. Normal değerlerin CE açısı ile aynı olduğu belirtilmiş, 20 derecenin altındaki değerler ise patolojik olarak bildirilmiştir (Şekil 14).<sup>[1]</sup>

### Baş-Boyun-Diyafiz açısı (CCD; centrum-collum-diaphyseal)

Baş-boyun-diyafiz açısı, femur boyununun femur uzun eksenine yaptığı açıyı temsil etmektedir. Muler tarafından tanımlanmış olan CCD açısı, daha önce de birçok araştırmacı tarafından tanımlanmış ve



Şekil 15. Baş-boyun-diyafiz açısı (CCD açısı).



**Şekil 16.** Yamamuro'nun femoral yer değiştirme değerleri.

pozisyona bağlı bir ölçüm olduğundan farklı değerler bildirilmiştir. Doğru CCD ölçümü için öncelikle uygun bir grafi elde edilmelidir. Baş-boyun-diyafiz açısı aşırı femoral anteversiyon düşündüren bir durum yoksa her iki alt ekstremitenin 15-20 derece iç rotasyonda çekilen ön-arka grafisinde ölçülmelidir. Bu grafide femur başı merkezi, CE açısının ölçümünde kullanılan yöntemle aynı şekilde daire merkezi yöntemi ile belirlenir. Bu nokta ile boynun orta kesiminden alınan noktayı birleştiren çizginin femur başı ile yaptığı açı, bize CCD açısını vermektedir (Şekil 15).<sup>[1]</sup> Bilgisayarlı tomografinin yaygın olmadığı dönemde diz kapaklarının öne baktığı pozisyonda çekilen ön-arka grafide femoral anteversiyonun Rippstein yöntemi ile belirlenmesi ile ölçülen CCD açısının, Müller'in tanımladığı ve Grunert'in geliştirdiği cetvelde oranlanarak gerçek CCD açı oranı belirlenmekteydi.<sup>[18]</sup> Günümüzde CCD açısı, BT ile femoral anteversiyon tam olarak belirlendikten sonra anteversiyon miktarı kadar iç rotasyonda çekilen grafi ile veya BT görüntülerinin yeniden şekillendirilmesi ile ölçülebilmektedir.

### Femoral yer değiştirme

Femur başının üst ve yan yer değiştirmesinin belirlenmesi için kullanılan indekslerden Yamamuro'nun tanımladığı yöntemin gözlemci içi ve gözlemciler



**Şekil 17.** Smith'in yan yer değiştirme oranı.

arası uyumun yüksek olduğu bildirilmiştir.<sup>[5]</sup> Bir-dört yaş arası çocuklarda kullanılması önerilen bu yöntemde, proksimal femoral metafizin üst kenarının orta noktasının dikey düzlemde iskiyum yan kenarına olan uzaklığı (yan yer değiştirme-Yamamuro B) ile yatay düzlemde Hilgenreiner çizgisine olan uzaklığı (üst yer değiştirme-Yamamuro A) olarak tanımlanmıştır. Yamamuro A ve B oranlarının normal değerleri bir ay-dört yaş arası için sırasıyla 7-14 mm ile 5-12 mm şeklinde tanımlanmıştır (Şekil 16).<sup>[19]</sup> Smith'in tanımladığı yan yer değiştirme oranının da gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumun yüksek olması nedeniyle kullanılması önerilmektedir.<sup>[5,8]</sup> Smith ve ark.nın<sup>[20]</sup> instabilite indeksi, iki doğrusal uzunluğun oranı olduğundan büyütme veya açılanmadan daha az etkilenmektedir. Bu teknikle femur proksimal metafizinin iç kenarının orta hat ile mesafesinin, Perkins çizgisinin orta hatta olan mesafesine oranı şeklinde ölçülmektedir (Şekil 17). Normal değerler 0.6-0.9 arası olarak bildirilmiştir.<sup>[1]</sup>

### Baş-Merkez Farkı Mesafesi

#### CHDD (Center-head discrepancy disance)

Baş-merkez farkı mesafesi, tedavi edilmiş tek taraflı kalça displazisi olgularında femur başının dışa yer değiştirme miktarını belirlemek için tanımlanmıştır. Bu değer, femur başı merkezleri ile pelvis orta hattı arasındaki mesafelerin farkının etkilenmemiş olan mesafeye oranlanması şeklinde hesaplanmakta ve yüzde olarak verilmektedir.<sup>[21]</sup>  $[(AC-NC)/NC \times \%100]$  (Şekil 18). Her ne kadar Kitoh ve ark.<sup>[22]</sup> CHDD ile asetabuler gelişim arasında belirgin bir ilişki saptamamış olsalar da, Kim ve ark.<sup>[23]</sup> CHDD oranının %6'dan fazla olduğu kalçalarda asetabuler gelişimin olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, standart radyografi, halen pediatrik kalça patolojilerinin tanı ve takibinde vazgeçilmezdir.



Şekil 18. Baş-Merkez farkı mesafesi (CHDD).

Uygun pozisyonda çekilmiş grafilerde, anatomik noktaların tam olarak belirlendiği ölçümler, radyolojik açıdan anlamlı ve değerlidir. Her ne kadar bu ölçümler direkt biyomekanik değerler olmasa da kalçanın normal veya deforme/displazik olması ile ilgili önemli veriler barındırmaktadır.

### KAYNAKLAR

- Tönnis D. Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 1987.
- Portinaro NM, Murray DW, Bhullar TP, Benson MK. Errors in measurement of acetabular index. J Pediatr Orthop 1995;15:780-4.
- Ball F, Kommenda K. Sources of error in the roentgen evaluation of the hip in infancy. Ann Radiol (Paris) 1968;11:298-303.
- Tannast M, Murphy SB, Langlotz F, Anderson SE, Siebenrock KA. Estimation of pelvic tilt on anteroposterior X-rays-a comparison of six parameters. Skeletal Radiol 2006;35:149-55.
- Boniforti FG, Fujii G, Angliss RD, Benson MK. The reliability of measurements of pelvic radiographs in infants. J Bone Joint Surg [Br] 1997;79:570-5.
- van der Bom MJ, Groote ME, Vincken KL, Beek FJ, Bartels LW. Pelvic rotation and tilt can cause misinterpretation of the acetabular index measured on radiographs. Clin Orthop Relat Res 2011;469:1743-9.
- Tönnis D. Normal values of the hip joint for the evaluation of X-rays in children and adults. Clin Orthop Relat Res 1976;119:39-47.
- Broughton NS, Brougham DI, Cole WG, Menelaus MB. Reliability of radiological measurements in the assessment of the child's hip. J Bone Joint Surg [Br] 1989;71:6-8.
- Spatz DK, Reiger M, Klaumann M, Miller F, Stanton RP, Lipton GE. Measurement of acetabular index intraobserver and interobserver variation. J Pediatr Orthop 1997;17:174-5.
- Kay RM, Watts HG, Dorey FJ. Variability in the assessment of acetabular index. J Pediatr Orthop 1997;17:170-3.
- Sharp IK. Acetabular dysplasia. The acetabular angle. J Bone Joint Surg [Br] 1961;43:268-72.
- Ogata S, Moriya H, Tsuchiya K, Akita T, Kamegaya M, Someya M. Acetabular cover in congenital dislocation of the hip. J Bone Joint Surg [Br] 1990;72:190-6.
- Agus H, Biçimoglu A, Omeroglu H, Tümer Y. How should the acetabular angle of Sharp be measured on a pelvic radiograph? J Pediatr Orthop 2002;22:228-31.
- Wiberg G. Shelf operation in congenital dysplasia of the acetabulum and in subluxation and dislocation of the hip. J Bone Joint Surg [Am] 1953;35:65-80.
- Inan M, Senaran H, Mackenzie WG. Center of the femoral head: a magnetic resonance imaging study. J Pediatr Orthop 2006;26:471-3.
- Ozçelik A, Omeroğlu H, Inan U, Ozyurt B, Seber S. Normal values of several acetabular angles on hip radiographs obtained from individuals living in the Eskişehir region. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2002;36:100-5.
- Ozçelik A, Omeroğlu H. Two alternative methods for the measurement of MZ distance on a hip radiograph. Arch Orthop Trauma Surg 2003;123:215-8.
- Grunert S, Brückl R, Rosemeyer B, Rippstein and Müller roentgenologic determination of the actual femoral neck-shaft and antetorsion angle. 1: Correction of the conversion table and study of the effects of positioning errors. Radiologe 1986;26:293-304. [Abstract]
- Yamamuro T, Chene SH. A radiological study on the development of the hip joint in normal infants. J Jpn Orthop Assoc 1975;49:421-39.
- Smith WS, Badgley CE, Orwig JB, Harper JM. Correlation of postreduction roentgenograms and thirty-one-year follow-up in congenital dislocation of the hip. J Bone Joint Surg [Am] 1968;50:1081-98.
- Chen IH, Kuo KN, Lubicky JP. Prognosticating factors in acetabular development following reduction of developmental dysplasia of the hip. J Pediatr Orthop 1994;14:3-8.
- Kitoh H, Kitakoji T, Katoh M, Ishiguro N. Prediction of acetabular development after closed reduction by overhead traction in developmental dysplasia of the hip. J Orthop Sci 2006;11:473-7.
- Kim HT, Kim JI, Yoo CI. Acetabular development after closed reduction of developmental dislocation of the hip. J Pediatr Orthop 2000;20:701-8.