



## Proksimal femurun radyografik değerlendirmesinde yeni bir ölçüm yöntemi: Merkez-trokanter uzaklığı

### *A new measurement method for the radiographic assessment of the proximal femur: the center-trochanter distance*

Hakan ÖMEROĞLU, <sup>1</sup> Derya Hakan UÇAR, <sup>2</sup> Yücel TÜMER <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı; <sup>2</sup>Mesa Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, Ankara; <sup>3</sup>Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

**Amaç:** Proksimal femurun radyografik değerlendirmesi için geliştirdiğimiz yeni bir yöntem -femur başı merkezi ile trokanter uç noktası arasındaki dik uzaklığın ölçülmesi- tanımlanarak sunuldu.

**Çalışma planı:** “Merkez-trokanter uzaklığı” (MTU), femur diyafiz aksına dik çizilen ve femur başı merkezi (M) ve büyük trokanterin üst ucundan (T) geçen iki paralel çizgi arasında milimetre olarak ölçülür. Eğer M noktası T noktasına göre üstte ya da altta ise ölçülen uzaklık sırasıyla pozitif ya da negatif değer olarak ifade edilir. Bu yöntemi uygulamak amacıyla, kemiksel olgunlaşmasını tamamlamamış 200 kalçanın ve tamamlamış 600 kalçanın normal olarak değerlendirilen ön-arka direkt pelvis radyografileri üzerinde ölçümler yapıldı. Elde edilen aritmetik ortalamanın bir standart sapma (SS) altı ya da üstünde kalan değerler “normal”, aritmetik ortalamanın iki SS altı ya da üstünde kalan değerler “patolojik” olarak kabul edildi. Yöntemin güvenilirliği gelişimsel kalça displazisi nedeniyle ameliyat edilen ve uzun dönem izlemi olan 43 kalçada sınıandı.

**Sonuçlar:** Kemiksel olgunlaşmasını tamamlamamış proksimal femurda -5 mm altı ve 15 mm üzeri, kemiksel olgunlaşmasını tamamlamış proksimal femurda -17 mm altı ve 7 mm üzerindeki MTU değerleri patolojik olarak değerlendirildi. Yöntemin gözlemci (kappa katsayısı 0.92 ve 0.81) ve gözlemciler (kappa katsayısı 0.88) arası güvenilirliği mükemmel düzeyde bulundu.

**Çıkanmlar:** Merkez-trokanter uzaklığı, gelişimsel kalça displazisi ve Legg-Calvé-Perthes hastalığı gibi kalça patolojilerinde proksimal femurun radyografik değerlendirmesinde kullanılabilir.

**Anahtar sözcükler:** Femur başı/radyografi; femur başı nekrozu/radyografi; kalça/radyografi; kalça çıkığı/radyografi; Legg-Perthes hastalığı; referans değeri.

**Objectives:** We developed a new method -measuring the perpendicular distance between the center of the femur head and the tip of the trochanter- for radiographic assessment of the proximal femur.

**Methods:** The “center-trochanter distance” (CTD) refers to the perpendicular line drawn to the femoral shaft axis between two parallel lines that pass through the center of the femoral head (C) and the tip of the greater trochanter (T). The measured distance in millimeters is expressed as a positive or negative value depending on the location of the point C, that is, above or below the point T, respectively. Measurements were made on anteroposterior plain radiographs of 200 skeletally immature and 600 skeletally mature hips, all of which had been assessed as normal. Values that were found to be below or above the standard deviation of 1 and 2 of the mathematical means were regarded as “normal” and “pathological”, respectively. The reliability of the method was tested in 43 hips that had been surgically treated for developmental dysplasia of the hip and had a long-term follow-up.

**Results:** The center-trochanter distance measured below -5 mm and above 15 mm in the skeletally immature proximal femora, and below -17 mm and above 7 mm in the skeletally mature proximal femora were regarded as “pathologic”. The intraobserver (kappa coefficient, 0.92 and 0.81) and interobserver (kappa coefficient 0.88) reliability of the method was found to be excellent.

**Conclusion:** The center-trochanter distance may prove to be useful in radiographic assessment of the proximal femur in several hip disorders such as developmental dysplasia of the hip and Legg-Calvé-Perthes disease.

**Key words:** Femur head/radiography; femur head necrosis/radiography; hip/radiography; hip dislocation/radiography; Legg-Perthes disease; reference values.

Ön-arka direkt pelvis radyografisi birçok kalça hastalığı için önemli bir tanı aracıdır. Bu grafide hem asetabulum hem de proksimal femurdaki radyografik değişiklikler kolaylıkla görülebilir. Legg-Calvé-Perthes hastalığı ve gelişimsel kalça displazisi (GKD) gibi değişik hastalıklarda proksimal femurun iskemik değişikliklerini takiben femur başı ve boyununun şekli bozulabilir ve femur boynunda açılmal deformiteler görülebilir.<sup>[1]</sup> Çocukların normal kalçalarında büyük trokanterin üst ucunun düz grafilerde femur başı merkezi düzeyinde ya da hemen distalinde olduğu bilinmektedir.<sup>[2]</sup> Femur başı ve büyük trokanter arasındaki ilişkinin normal olması, ikisi arasında herhangi bir büyüme farklılığının olmamasına, boyun-gövde açısının ve femur boyun uzunluğunun normal olmasına bağlıdır. Bu normal ilişki, kalça abdüktörlerine kalçanın fonksiyonel mekaniğini sürdürmede pozitif bir güç verir.<sup>[2,3]</sup> Bu yüzden, ön-arka direkt pelvis grafisinde çeşitli ölçüm yöntemlerinin kullanılmasının proksimal femurun radyografik değerlendirilmesinde yeterli bir tanımlama sağladığı ileri sürülebilir.

Bir düz ön-arka grafide femur başı ve büyük trokanter ilişkisinin değerlendirilmesi için bugüne kadar iki yöntem tanımlanmıştır. Edgren<sup>[4]</sup> bir pelvis grafisinde femur başı eklem yüzeyi ve büyük trokanterin üst ucu (tip) arasını milimetrik olarak ölçen “artikülotrokanterik uzaklığı (ATU)” tanımlamıştır. Elde edilen sayısal değer, femur başı eklem yüzeyi trokanter üst ucunun üzerinde kalıyorsa pozitif, altında kalıyorsa negatif olarak okunur. Bu parametre birçok çalışmada radyografik sonuçların değerlendirilmesinde kullanılmıştır.<sup>[2,5-8]</sup> Kalamchi ve MacEwen<sup>[3]</sup> bir pelvis grafisinde büyük trokan-

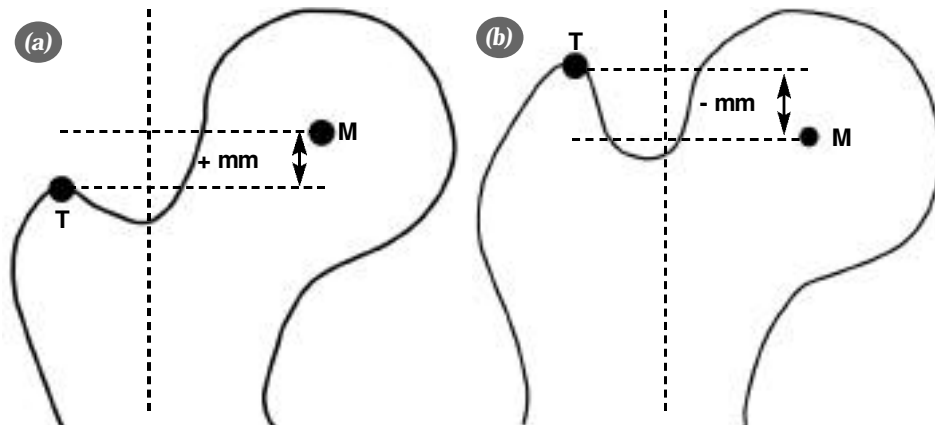
terin üst ucunun femur başının merkezine göre pozisyonunu değerlendirerek, bu ilişkiyi trokanter distalde ise pozitif, aynı seviyede ise nötral, proksimalde ise negatif olarak tanımlamışlardır. Birçok kalça patolojisinde radyografik sonuçların değerlendirilmesi için bu parametrenin kullanımı oldukça sınırlı görünmektedir.

Bu çalışmada, proksimal femurun radyografik değerlendirmesinde “merkez-trokanter uzaklığı (MTU)” olarak adlandırdığımız yeni, kolay ve objektif bir ölçüm yöntemini tanımlamak, bunun normal ve patolojik sınır değerlerini ortaya koymak ve güvenilirliğini incelemek amaçlandı.

### Hastalar ve yöntem

Merkez-trokanter uzaklığı, femur diyafizinin uzunlamasına aksına dik, femur başı merkezi (M) ve büyük trokanterin üst ucundan (T) geçen iki paralel çizgi arasındaki milimetre cinsinden uzaklıktır (Şekil 1). Grafi üzerinde M noktası, femur başı kontürleri üzerine konsantrik halkalar içeren şeffaf bir şablonun yerleştirilmesi ile saptanır. Eğer M noktası T noktasının üzerinde kalıyorsa, ölçülen uzaklık pozitif olarak (Şekil 1a); T noktasının altında kalıyorsa, ölçülen uzaklık negatif olarak ifade edilir (Şekil 1b).

Çalışmanın ilk aşamasını MTU’nun normal ve patolojik değerlerinin belirlenmesi oluşturdu. Bu amaçla, bir hastanenin ortopedi ve travmatoloji polikliniğine başvuran ya da servise yatırılan hastaların film dosyaları incelendi; çeşitli nedenlerle çekilen ve normal olarak değerlendirilen ön-arka pelvis grafileri ayrıldı. Grafiler çekilirken hastanın iki bacağı ile dizi ekstansiyonda ve patella öne bakar şekilde, film



Şekil 1. (a, b) Merkez-trokanter uzaklığının ölçümünün şematik görünümü. M: Femur başı merkezi; T: Büyük trokanterin üst ucu.

**Tablo 1.** Toplam 800 normal kalçada ölçüm sonuçları

	Kalça sayısı	Ortalama $\pm$ SS (mm)	Dağılım (mm)
Olgunlaşmamış proksimal femur	200	4.8 $\pm$ 4.8	-7 ve 17
Olgunlaşmış proksimal femur	600	-5.2 $\pm$ 6.1	-25 ve 13

odak mesafesi ise 110 cm idi. İlk grubu, proksimal femoral epifiz ve büyük trokanterik apofizin büyüme plağı çizgilerinin grafide hala görülebildiği, kemiksel olarak olgunlaşmamış olan 100 çocuğun (50 kız, 50 erkek; ort. yaş 9.2 $\pm$ 2.7) 200 proksimal femuru oluşturdu.

İkinci grubu, proksimal femur ve büyük trokanterin büyüme plağı çizgilerinin grafide görülmediği, kemiksel olarak olgunlaşmış 300 hastanın (150 erkek, 150 kadın; ort. yaş 39.1 $\pm$ 16.2) 600 proksimal femuru oluşturdu. Tüm ölçümler ikinci yazar tarafından daha önce tanımlandığı şekilde yapıldı. Tüm ölçümlerde aynı cetvel ve kalem kullanıldı. Ölçümlerden elde edilen ortalama değerler hesaplandıktan sonra, aritmetik ortalamanın bir standart sapma (SS) altı ya da üstünde kalan değerler “normal”, aritmetik ortalamanın iki SS altı ya da üstünde kalan değerler “patolojik”; bir ve iki SS arasında kalan değerler ise “tartışmalı” olarak değerlendirildi.

Çalışmanın ikinci aşamasını, daha önce GKD nedeniyle cerrahi olarak tedavi edilen kalçalarda, tanımlanan yöntemin güvenilirliğinin sınanması oluşturdu. Bu amaçla, ortalama 20 yıl (dağılım 13-28 yıl) izlem sonunda kontrol grafileri çekilen 29 hastanın (ort. yaş 21; dağılım 13-29) 43 kalçası incelendi. Kalçaların hiçbirisi redisloke değildi. Ölçümler, ilk iki yazar tarafından birbirlerinden bağımsız olarak iki hafta arayla iki kez yapıldı. Tüm ölçümlerde aynı cetvel ve kalem kullanıldı. Gözlemciler MTU'yu milimetre olarak ölçtükten sonra, kalçaları bu ölçüm değerlerine göre daha önceden tanımlanmış sınıflamaya uygun olarak “normal”, “tartışmalı” ya da “patolojik” olarak altgruplara ayırdılar. Gözlemci (intra-observer) ve gözlemciler (interobserver) arasındaki ölçüm değişkenlikleri sırasıyla, her bir gözlemcinin bir çift ölçümü arasındaki ve iki gözlemcinin ölçümlerinin çifti arasındaki farklılığın hesaplanması olarak tanımlandı. Ölçülmüş MTU değerleriyle ilgili olarak baş-trokanter ilişkisinin tipi üzerinde gözlemci ve gözlemciler arasındaki uyum kappa istatistiği kullanılarak hesaplandı.

## Sonuçlar

### Normal kalçalardan elde edilen sınır değerler

Daha önce tanımlanan formüle uygun olarak, kemiksel olarak olgunlaşmamış proksimal femur grubunda, 0 ve 10 mm arasındaki değerler “normal”, -1 ve -5 mm ile 11 ve 15 mm arasındaki değerler “tartışmalı”, -5 mm altındaki ve 15 mm üzerindeki değerler ise “patolojik” olarak değerlendirildi. Bu grupta yapılan 200 ölçümün 193'ü (%97) ortalama  $\pm$ 2 SS sınırları içindeydi. Kemiksel olarak olgunlaşmış proksimal femur grubunda -11 ve 1 mm arasındaki değerler “normal”, 2 ve 7 mm ile -12 ve -17 mm arasındaki değerler “tartışmalı”, -17 mm'den düşük ve 7 mm'den yüksek değerler “patolojik” olarak değerlendirildi. Bu grupta 600 ölçümün 575'i (%96) ortalama  $\pm$ 2 SS sınırları içindeydi (Tablo 1).

### Tedavi edilmiş kalçalardan elde edilen gözlemci ve gözlemciler arası ölçümlerin güvenilirlikleri

Ortalama gözlemci ve gözlemciler arası ölçüm farklılıkları sırasıyla 1.0 $\pm$ 0.9 mm (dağılım 0-4 mm) ve 1.7 $\pm$ 1.5 mm (dağılım 0-8 mm) idi. Merkez-trokanter uzaklığı ölçümleri, daha önce belirtilen sınıflamaya uygun olarak normal, tartışılabilir ve patolojik olarak sınıflandırıldığı zaman, birinci ve ikinci yazarın kendileri için uyum oranları (kappa katsayıları) sırasıyla %98 (0.92) ve %95 (0.81) idi. Gözlemciler arası uyum oranı (kappa katsayısı) %97 (0.88) bulundu. Hesaplanan tüm kappa değerleri mükemmel bir uyumu göstermekteydi.<sup>[9]</sup>

## Tartışma

Herhangi bir radyografik ve klinik değerlendirme sistemi, eğer doğruluğu ve güvenilirliği kanıtlanmışsa değerlidir. Ancak, bir değerlendirme sisteminin güvenilirliği, tedavi yöntemlerinin sonuçlarını değerlendirmeden ya da tedaviye yönelik rehberlik yapmadan önce saptanmalıdır.<sup>[10]</sup> Femur başı trokanter ilişkisi için daha önce tanımlanan iki radyografik değerlendirme yönteminin<sup>[3,4]</sup> birçok eksiklikleri yazarları

yeni bir değerlendirme sistemi geliştirmeye yönelmiştir. Artikülotrokanterik uzaklık yaygın olarak kullanılmakla birlikte, henüz gözlemci ve gözlemciler arası ölçüm güvenilirlikleri değerlendirilmemiştir. Ayrıca, bu ölçüm yönteminin normal ve patolojik sınır değerleri hem çocuklarda hem de erişkinlerde henüz tam olarak belirlenmemiştir. Bu durum kalçaların normal ya da patolojik olarak standart bir şekilde sınıflandırılabilmesine engel olmaktadır. Kalamchi ve MacEwen'in<sup>[3]</sup> baş-trokanter ilişkisi için tanımladıkları sınıflama sistemi ise çoğunlukla kemiksel olgunlaşmanın tamamlanmadığı hastaları kapsamaktadır. Bu yüzden yetişkinlerde kullanımı tartışmalıdır. Ayrıca, sayısal veri içermediği için subjektif bir yöntem olarak da düşünülebilir. Bunun yanında, gözlemciler arası güvenilirliği orta düzeydedir.<sup>[11]</sup> Çalışmamızda ise MTU'nun normal ve patolojik değerlerinin sınırları hem çocuklarda hem de erişkinlerde belirlenmiş ve bu yöntemin kullanımı için önemli bir gereklilik olan gözlemci ve gözlemciler arası güvenilirliği mükemmel bulunmuştur. Femur başı merkezinin aynı zamanda femurun rotasyon merkezi olduğu bilinmektedir.<sup>[2]</sup> Femur başı merkezi hem anatomik hem de biyomekanik bir nokta olduğu için, trokanter-baş ilişkisinin radyografik değerlendirilmesi için femur başı merkezini bir referans noktası olarak kullanmanın daha doğru olduğuna inanıyoruz. Merkez-trokanter uzaklığındaki belirgin bir azalmanın, temel olarak büyük trokanterin görece aşırı büyümesine, azalmış boyun-diyafiz açısına ya da azalmış femur boyun uzunluğuna bağlı olabileceği; belirgin bir artmanın ise boyun-diyafiz açısındaki artışa ve/veya femur boynunun anteversiyonundaki artışa bağlı olabileceği söylenebilir.

Klinik uygulamada düz bir grafide, aynı ATU ölçümlerinde olduğu gibi, MTU ölçümünden sonra da proksimal femurdaki patolojik değişiklikleri belirlemek olası olabilir; bir tedavi stratejisi belirlenebilir ve tedavi yöntemlerinin sonuçları değerlendirilebilir. Avantajlarının yanında, kanımızca MTU iki dezavantaja sahip gibi görünmektedir. İleri derece deforme ve düzleşmiş femur başında, baş merkezinin doğru olarak saptanması, normal bir başta olduğu kadar kolay olmayabilir. Bu sorun, femur başının merkezi olarak asetabüler konkavite merkezinin alınmasıyla çözülebilir; çünkü, asetabulum ve femur başı birbiri içine geçmiş iki daire gibi düşünüldüğünde, asetabulumun merkezi aynı zaman-

da femur başının da merkezi olarak kabul edilebilir.<sup>[12]</sup> Bununla birlikte, bu çözüm yolu sublukse ve çıkık kalçalar için geçerli değildir. Bunun yanında, beş yaşın altındaki çocuklarda MTU'nun kullanımı, bu yaş grubunda femur başı merkezinin saptanmasında yanlıgılar olabileceği gerçeğinden hareketle sınırlıdır.<sup>[1]</sup>

Sonuç olarak, MTU'nun proksimal femurun radyografik değerlendirmesi için objektif, anatomik ve basit bir ölçüm yöntemi olduğu kabul edilebilir. Bu ölçüm yöntemi mükemmel derecede gözlemci ve gözlemciler arası güvenilirliğe sahiptir. Merkez-trokanter uzaklığı, özellikle GKD ve Legg-Calvé-Perthes hastalığı gibi birçok kalça patolojisinde, proksimal femurun radyografik değerlendirilmesinde uygun bir yöntem olabilir.

### Kaynaklar

1. Tönnis D. Congenital dysplasia and dislocation of the hip in children and adults. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 1987.
2. Tachdjian MO, Kelikian AS. Distal and lateral advancement of the greater trochanter. In: Tachdjian MO, editor. Congenital dislocation of the hip. New York: Churchill Livingstone; 1982. p. 721-39.
3. Kalamchi A, MacEwen GD. Avascular necrosis following treatment of congenital dislocation of the hip. J Bone Joint Surg [Am] 1980;62:876-88.
4. Edgren W. Coxa plana. A clinical and radiological investigation with particular reference to the importance of the metaphyseal changes for the final shape of the proximal part of the femur. Acta Orthop Scand 1965;Suppl 84:1-129.
5. Garrido IM, Molto FJ, Lluch DB. Distal transfer of the greater trochanter in acquired coxa vara. Clinical and radiographic results. J Pediatr Orthop B 2003;12:38-43.
6. Iwersen LJ, Kalen V, Eberle C. Relative trochanteric overgrowth after ischemic necrosis in congenital dislocation of the hip. J Pediatr Orthop 1989;9:381-5.
7. Matan AJ, Stevens PM, Smith JT, Santora SD. Combination trochanteric arrest and intertrochanteric osteotomy for Perthes' disease. J Pediatr Orthop 1996;16:10-4.
8. Ordeberg G, Hagglund G, Hansson LI, Sandstrom S. Articulotrochanteric distance in slipped capital femoral epiphysis. Arch Orthop Trauma Surg 1990;109:191-3.
9. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 1977;33:159-74.
10. Ward WT, Vogt M, Grudziak JS, Tumer Y, Cook PC, Fitch RD. Severin classification system for evaluation of the results of operative treatment of congenital dislocation of the hip. A study of intraobserver and interobserver reliability. J Bone Joint Surg [Am] 1997;79:656-63.
11. Ömeroğlu H, Ağuş H, Biçimoğlu A, Tümer Y. Gelişimsel kalça displazisi radyolojik izleminde asetabulum ve proksimal femurun değerlendirilmesi; Asetabulum açısı ve trokanter-baş ilişkisi değerlendirmesinin güvenilirliği. Artroplastik Artroskopik Cerrahi Dergisi 2001;12:120-4.
12. Visser JD. Functional treatment of congenital dislocation of the hip. Acta Orthop Scand Suppl 1984;206:1-109.