






Alt Ekstremitenin Rotasyonel Sorunlarına Radyolojik Yaklaşım

Radiologic Approach in the Rotation Problems of Lower Extremity

 Mine ÖZKOL,^{a,b}
 A. Merter KEÇELİ,^b
 İ. Şebnem ÖRGÜÇ,^a
 Özüm TUNÇYÜREK,^c
 Yüksel PABUŞÇU^a

^aRadyoloji AD,
^bPediyatrik Radyoloji BD,
 Celal Bayar Üniversitesi
 Tıp Fakültesi,
 Manisa

^cRadyoloji AD,
 Adnan Menderes Üniversitesi
 Tıp Fakültesi,
 Aydın

Received: 05.11.2017
 Accepted: 18.03.2018
 Available online: 04.06.2018

Correspondence:
 A. Merter KEÇELİ
 Celal Bayar Üniversitesi
 Tıp Fakültesi,
 Pediyatrik Radyoloji BD, Manisa,
 TÜRKİYE/TURKEY
 merterkeceli@gmail.com

ÖZET Alt ekstremitenin rotasyonu, morfolojik değişikliklerden deformiteye kadar uzanan geniş bir spektrumdur. Çocukluk çağındaki alt ekstremitte hastalıkları arasında, pes planustan sonra ikinci sıklıkta görülen antite multifaktoryel özellikteki rotasyonel sorunlardır. Bu derlemede, bu sorunlarda kullanılan radyolojik yöntemleri, örnek olgular ve tıbbi literatürle tartıştık. Farklı görüntüleme yöntemleri ve olguların klinik yönetimindeki farklılıklar nedeni ile radyolojik standardizasyon güçtür. Bu derlemede amacımız, kendi deneyimlerimizle birlikte en sık kullanılan yaklaşımları, astebular anteversiyonu, femoral ve tibial torsiyonu, patellofemoral uyumu anlatmaktır.

Anahtar Kelimeler: Kemik anteversiyonu; femur; tibia; radyoloji

ABSTRACT The rotation of the lower extremities involves a broad spectrum of varieties from deformities to morphological differentiations. The rotational problems are the second most common entity after pes planus among the lower extremity diseases of childhood. Lower extremity problems are multifactorial. In this review the radiological methods used for imaging of common causes are discussed through representative case, considering the literature. Because of the varying clinical managements and several different imaging methods, radiological standardization is very difficult. In this review, we aimed to provide contribution to this challenging issue by addressing the most common approaches and our experiences. Regarding the terminology and evaluation of acetabular anteversion, femoral torsion, patello-femoral adjustment and tibial torsion.

Keywords: Bone anteversion; femur; tibia; radiology

Alt ekstremitenin uzun kemiklerinin (femur ve tibia) kendileri üzerinde, longitudinal ekseninde internal (mediale) veya eksternal (laterale) rotasyonları vardır. Bunlar yürüme fonksiyonunda ayağın içe veya dışa doğru yönelmesinin en önemli nedenleridir.¹⁻³

Femurda 15°-47° internal, tibiada 9°-40° eksternal rotasyonla normal yetişkin insanın ayağı yaklaşık 8-10 derece dışa dönüktür. Bu fizyolojik versiyonlar dizdeki fizyolojik valgusun oluşumunu da sağlar.⁴

Alt ekstremitenin rotasyonları varyasyondan, deformiteye kadar geniş bir yelpazeyi oluşturan morfolojik farklılıklardır. Klinik olarak rotasyonun derecesine göre, normal fonksiyonla uyumlu olmaktan; etkilenen kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinde osteoartrite yol açmaya kadar geniş bir klini-

kopatolojik tabloya yol açmaktadır. Bu problemlerin öncelikli klinik bulgusu içe basma (İB) ve dışa basma (DB) olmaktadır.^{2,3,5-7}

Alt ekstremitelerdeki rotasyon deformiteleri, pes planustan sonra ikinci sıklıkta rastlanan problemlerdir. Alt ekstremitedeki rotasyon problemleri estetik kaygıların yanı sıra vücut ağırlık dağılımının ve dengesinin bozulması nedeniyle, problemlilik eklem ve alt ekstremitenin diğer eklemlerinde erken dejenerasyona yol açabilmektedir. Ülkemizdeki İB ve DB oranları uluslararası literatürle uyumludur (%0,37).³ İB etiolojisinde en sık femoral antetorsiyon ve tibiyanın aşırı internal rotasyonu yer almaktadır.⁶ DB etiolojisinde ise kalçada dışa rotasyon, femur ve tibiada dışa rotasyon, kalça çevresi imbalansı ve ayakta kalkaneovalgus, vertikal talus, pes planus gibi patolojiler rol oynamaktadır.³ Literatürdeki karmaşık terminoloji nedeniyle kısa bir açıklama yapmak gerekirse;

Versiyon: Ekstremitenin rotasyonundaki normal değişiklikleri tanımlamaktadır. Femoral versiyon transservikal ve transkondiler akslar arasındaki açısal farklılıktır. Normal femurda boyun ve baş, sagittal plana göre mediale dönüktür (antevert). Tibial versiyon tibia üst platosu ve transmalleolar aks arasındaki açısal farklılıktır. Normal tibia sagittal planda laterale dönük durumda uzaysal yerleşim göstermektedir (retrovert) (Şekil 1).¹

Klinik olarak normal değerler ($\pm 2SD$) içinde yer alan olgular "rotasyonel varyasyon", normal değerler dışında yer alan olgular "torsiyonel deformite" olarak adlandırılmaktadır.^{2,3}

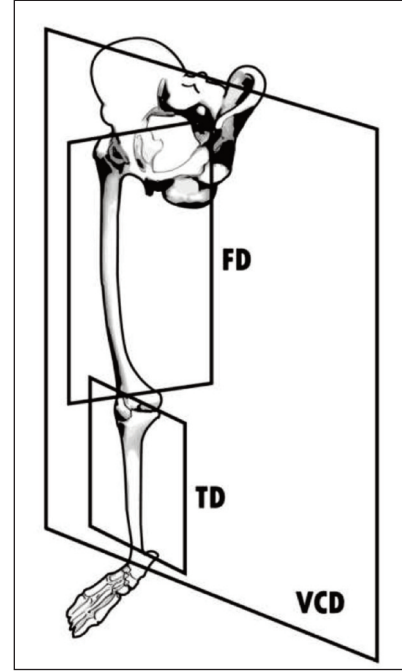
Torsiyon: Kemiğin uzun eksenine etrafında dönüş yapması şeklinde tarif edilir.⁷

Femoral Torsiyon: Medial femoral torsiyon (MFT)=femoral antetorsiyon; Lateral femoral torsiyon (LFT)=femoral retrotorsiyon terimleri anormal femoral rotasyonları tanımlar.⁴

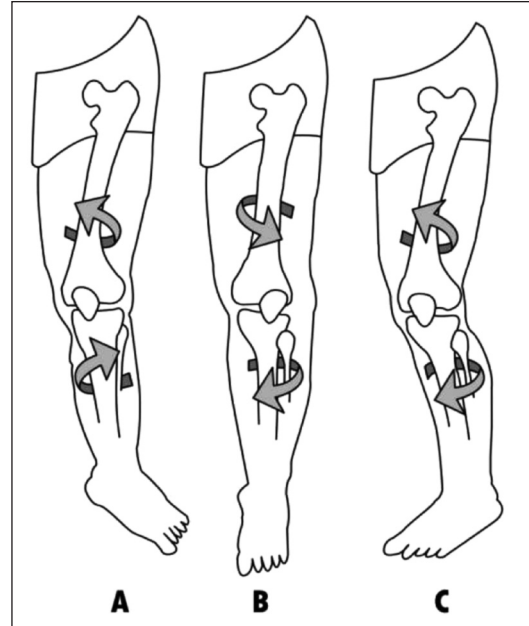
Tibial torsiyon: Medial tibial torsiyon (MTT)=tibial antetorsiyon; Lateral tibial torsiyon (LTT)=tibial retrotorsiyon terimleri anormal tibial rotasyonları tanımlar (Şekil 2 A, B, C).^{4,5}

Alt ekstremitelerde rotasyon problemleri çok etkenlidir. Sık rastlanan etkenleri ortaya koyan

radyolojik yöntemleri, bugüne kadar sunulmuş literatürler ışığında ve kendi örneklerimizle inceledik. Eklemleri proksimalden distale doğru ele aldık.



ŞEKİL 1: Alt ekstremitelerde femoral ve tibial dönüklük. VCD: Vücut koronal düzlemi; FD: Femoral dönüklük; TD: Tibial dönüklük.



ŞEKİL 2: a) Medial femoral torsiyon (MFT)+Lateral tibial torsiyon (LTT), b) Lateral femoral torsiyon (LFT)+Medial tibial torsiyon (MTT), c) Medial femoral torsiyon (MFT)+Medial tibial torsiyon (MTT).

ASETABULAR ANTEVERSİYON

Alt ekstremitenin proksimal eklemi olan kalça ekleminde asetabulum anteverttir. Asetabular anteverسیون açısı, pelvisin sagittal planı ile asetabulumun ön ve arka kenarlarına teğet duran plan arasındaki açıdır.⁷ Asetabular anteverسیون açısı, (-2°)-(14°) aralığında (2° retroversion-14° anteverسیون) ve ortalama olarak kadında 9°, erkekte 6° olarak bildirilmektedir.^{6,7}

Ölçüm Yöntemi: Asetabular anteverسیونun değerlendirilmesi AP pelvis grafisinde tanımlanmıştır. Bu ölçümde asetabulumun anterior ve posterior kenarları çizilerek femur başı santraline olan uzaklık değerlendirilmektedir.⁷ Ancak pelvik tilt olmadan grafi elde etmek ve asetabulumun ön ve arka duvarlarını çizmek pratikte güçtür.

Bilgisayarlı Tomografide (BT) de asetabular anteverسیونun ölçüm yöntemi tanımlanmıştır. Bu açının ölçümünde, hasta pron pozisyonda ve bacaklar paralel olarak masaya yatırılır. Her iki iliak krest anterior uçları ve simfizis pubis masaya değmelidir. Pelvis mutlaka tam nötral pozisyonda olmalıdır. Visser ve ark. yaptıkları çalışmada pelvik tiltin asetabular anteverسیونu değiştirdiğini bildirmişlerdir. Çekimde her iki kalça eklemi görüntülere girmeli, femur başı asetabular çukuru tam doldurmalı ve kesitler femur başının en geniş yerinden geçmelidir (Resim 1).⁷

FEMORAL TORSİYON

Anteverسیون planı, femur başı santralinden geçen çizgi ile femur boynu tabanının alt kesiminden geçen çizgi arasındadır. Kondiler plan ise medial ve lateral kondillerin posterior yüzlerinden geçer (Şekil 3).^{8,9}

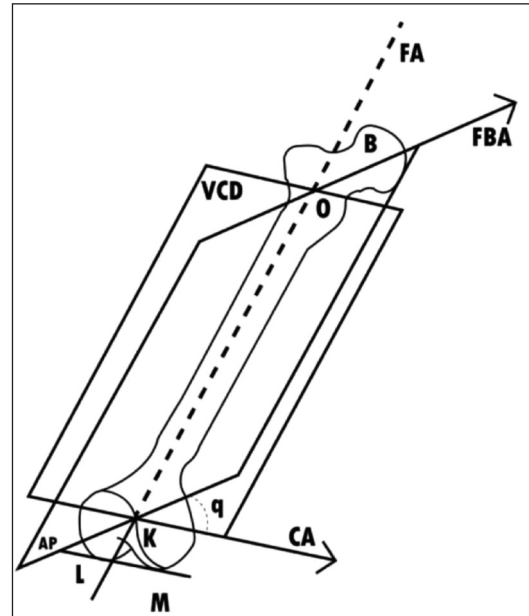
Femurun anteverسیون açısı (FA) femurun transkondiler eksenine ile femur boyununun shaft eksenine arasındaki açıdır.^{8,10} Kadavra çalışmalarında FA açısının doğumda 30° civarında olduğu saptanmış olup, iskelet gelişimi ile genç erişkinde yaklaşık 12° ye düşebilmektedir.¹⁰ Klinik çalışmalarda da yaş ile azalma bildirilmektedir.⁷

ÖLÇÜM YÖNTEMİ

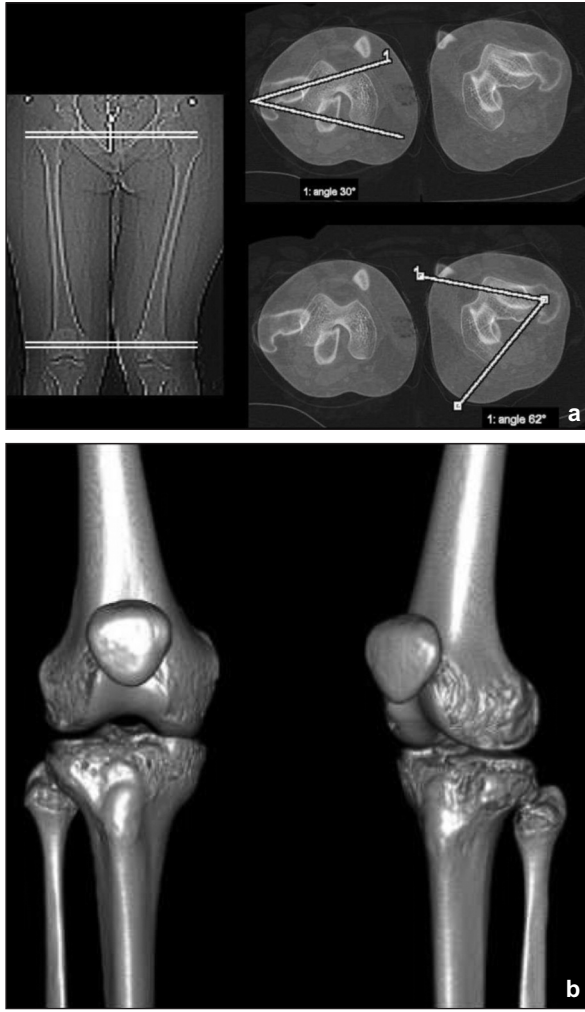
Bilgisayarlı Tomografi: Alt ekstremitte, femur uzun eksenine paralel olacak şekilde masaya yerleştirilir. Ön-arka topogram üzerinde; proksimal femurda, femur başının üstünden trokanter majorun en lateral noktası dahil olacak şekilde femur boynu bitimine (tabanına) kadar olan düzeyden; distal femurda, medial ve lateral kondiller düzeyinden 10 mm kalınlıkta ortalama dört adet



RESİM 1: Prone pozisyonda alınmış aksiyel BT kesitinde asetabular anteverسیون ölçümü (sagittal plan ve asetabulum ön, arka uçlarını birleştiren plan).



ŞEKİL 3: Vücut koronal düzlemi (VCD); FA: Femoral aks; FBA: Femoral boyun aksı; FB: Femur başı; CA: Coronal aks; O/K: Düzlemlerin kesişme noktaları; AP: Anteverسیون planı; q: Anteverسیون açısı; LM: Femoral posterior kondiler hat.



RESİM 2: a,b: Femur anteversiyon açısı ölçümünde, rehber görüntü üzerinde işaretleme ile femur başı, femur boynu ve kondiler düzeyin aksiyel BT kesitlerinin süperpoze görüntüsü, açı ölçümleri (a): Üç boyutlu rekonstrüktif görüntülerde anteversiyonun gösterilmesi (b).

ardışık kesit olacak şekilde programlar hazırlanır. Ancak hastanın femoral kondil yüksekliğine göre kesit sayısı değiştirilebilir.

FA ölçümlerinde literatürde farklı yöntemler tanımlanmaktadır. Bunlar:

a) Billing: BT de uygulanan bu metotta FA, kondiler plan ile anteversiyon planı arasındaki açıdır (Şekil 3).⁹

b) Murphy: Bu BT yöntemi protokolünde proksimal kesit olarak femur başından ve femur boynu tabanından geçen kesitler, distal kesit olarak da kondillerin en geniş görüldüğü kesitler seçilmektedir. Bu kesitlerde femur başı santrali ile

boyun kesitlerindeki diafiz santrali arasındaki hat anteversiyon planını oluşturmaktadır.⁸ Anteversiyon planı ile posterior interkondiler hat arasındaki açı anteversiyon açısıdır (Resim 2).

Ancak pratik uygulamada femur başı santralinden alınacak nokta farklı sebeplere bağlı olarak görüntüleme ve ölçüm problemleri yaratabilmektedir. Bu düşünce ile Schnider ve ark. boynun en kalın olduğu ve büyük trokanter görüntüye girdiği kesiti proksimal kesit olarak kabul ederek yeni bir yorum getirmiştir.⁹ Böylece proksimal kesitteki boyun eksenini ile distal kesitteki kondillerin posteriorlarını birleştiren eksen arasındaki açı FA açısı olarak tanımlamıştır. Bu temelde aşağıdaki Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) yöntemi ile literatüre katılmıştır.

c) Schneider: Bu MRG yönteminde T1A gradient eko sekansı ve 8 mm kesit kalınlığı kullanılmaktadır. Femur boynunun eksenine uygun olarak seçilebilen eğimli kesitler kullanılabilirdiği için femoral torsiyonun daha optimal ölçülebildiği bildirilmektedir. Koronal planda baş ve boyundan geçirilen kesitler proksimal hattı belirler (Resim 3).⁹ Distal hattı ise BT’de kullanıldığı gibi kondillerin posteriorlarından geçen hat oluşturmaktadır.



RESİM 3: Femur anteversiyon ölçümünde koronal plan MRG T1 ağırlıklı görüntülerde femur boynundan geçen kesit planları.

Ultrason (US) kullanıldığında uygulanan ek-senler ise;

d) Moulton-Upadhyay: Femur boyun ekseni-nin transkondiler eksene oluşturduğu açı FA ola-rak kabul edilmiştir.¹⁰

e) Lausten -Terjesen: Femur başı ve büyük tro-kanterin anteriorundan geçen teğet hat ile poste-rior kondiler ekseni arasındaki açı FA olarak kabul edilmiştir.¹¹

f) Terjesen: Femur başı ve büyük trokanterin anteriorundan geçen teğet hat ile anterior kondi-ler aks arasındaki açı FA açısı olarak kabul edilmiş-tir.¹¹

Yukarıda yöntemleri açıklanmış olan ultraso-nografik uygulamalarda 5/10 MHz lik yüzeyel transduser kullanılarak, kalça ve dizler 90° fleksi-yonda hasta lateral pozisyonda iken ölçümler ya-pılmaktadır. Görüntü alanında femur başı, boynu ve büyük trokanter mutlaka gözükmeli ve femur başının en büyük izlendiği imaj seçilmelidir (Resim 4). Literatürde bu görüntüyü Prasad ve ark. “duck sing” olarak adlandırılmıştır.¹⁰

Ultrasonografik yöntemlerde femur boynu ve kondillerin posterior yüzlerinin net görüntülene-memesi hata oranını arttırmaktadır.^{10,11} Ancak pos-terior kondiler aks görüntülenemediği için anterior kondiler aksı belirleyip üzerinde düzeltme faktörü

ekleme yöntemi de literatürde kullanılmaktadır.¹¹ Anteversiyon düzlemi olarak femur boyun ekseni-nin; bazal düzlem olarak da anterior kondiler eksen 9-10° lik düzeltme faktörü ile kullanılabilir. Bu US yöntemi ile de FA ölçümünün güvenilir olarak ya-pılabildiğini belirten yayın literatürde mevcuttur.¹¹

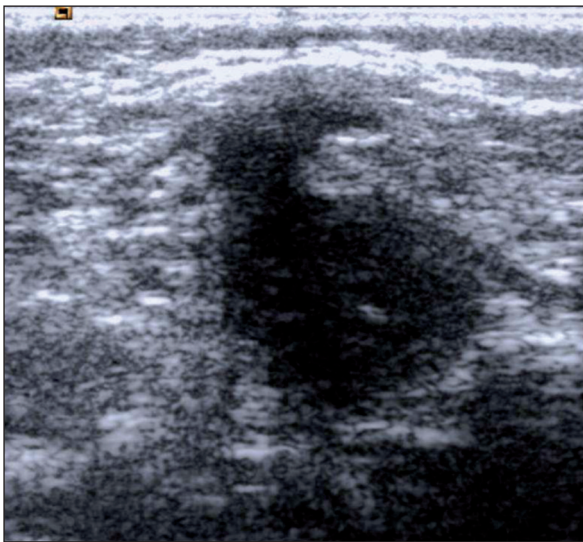
g) Prasad ve ark.: İnfantta femoral anteversi-yon açısı ölçümünün amaçlandığı bu yöntemde, femur başının lateraline çekilen vertikal bir hat ile femur başı ve trokanterden teğet geçen hat arasın-daki açı ölçülür. Prasad bu ölçüm yöntemini, femur kondiler hattı yendiğinde gösterilemediğinden, femur başı ve trokanterin seçildiği görüntü üzerin-den tanımlamıştır.¹⁰ Gri skala aksiyel kesitte femur başı, boynu ve büyük trokanter ördek silüetini ha-tırlattığından, bu görüntüye duck sign adını ver-miştir (Resim 4).

Kuru kemik ile yapılan çalışmalarda tarif edi-len yöntemlerin hasta üzerinde kullanılmaması ay-rıca BT ve MRG yöntemlerinde vazgeçilmeden kullanılan distaldeki femur kondiler hattının US ile yönleme katılamaması; US yönteminin güvenilirli-ğini tartışılır kılmaktadır. Ancak özellikle yeni do-ğanlarda femur baş boynun X ışını ile gösterile-memesi, istenilen pozisyonun tetkik sırasında ve-rilememesine rağmen, radyasyona maruz bırakma-sı gibi sebeplerle belli yaş grubu için US tercih edilmeye devam etmektedir (Resim 4).^{10,11}

Cebulski-Delebarre ve ark., X ışını kullanarak, basarak erek pozisyonda, tüm alt ekstremitayı aynı anda sagittal ve koronal planlarda tarayan, üç bo-yutlu (3D) rekonstrüksiyon oluşturan bir sistem-den söz etmektedirler. Sistemde, özel yazılım özellikleri ile 3D ve kaynak görüntülerden açısız ölçümlerin daha kolay ve doğru hesaplandığını, bu yüzden çalışmalarında bu sistemi kullandıklarını bildirmişlerdir.¹²

PATELLOFEMORAL UYUM

Klinik olarak diz kapağı ağrısı olarak karşılaşılan tablonun açıklanmasında, patellanın subluksasyo-nundan instabilitesine kadar birçok klinikopatolo-jik olayın ortaya konmasında radyolojik yöntem-ler rol almaktadır.



RESİM 4: Gri skala US'de ördek silüeti görünümü (duck sign). (FB: Femur başı, BT; Büyük torakanter)

Patellar Maltracking: Dizin hareketi esnasındaki patellofemoral uyumsuzluğa verilen isimdir.¹³

Patellofemoral Malalignment: Herhangi bir aksa göre patellanın rotasyonel veya translasyonel deviasyonudur. Bir başka tanımlamaya göre statik konumda diz çeşitli fleksiyon açılarında iken patella ve trokleanın birbirine olan uyumsuzluğudur.¹³

Bunlar, diz önu patella ağrısının en önemli sebepleridir.

Patellanın Direkt Radyografisi: İdeal görüntülemesi oldukça zor olan lateral patella grafisini literatürde beş farklı elde etme yöntemi mevcuttur.¹³

a) Hasta pron pozisyonda yatarken dize 90° den büyük fleksiyon yaptırılır. Işın yönü kranio-kaudaldır.¹⁵

b) Hasta supin pozisyonda yatarken dize 20° fleksiyon uygulanır. Işın krurise paralel ve kranio-kaudaldır (Laurin metodu).¹³

c) Hasta supin pozisyonda yatarken dize 45° fleksiyon uygulanır. Işın krurise paralel ve kranio-kaudaldır (Merchant metodu).¹³

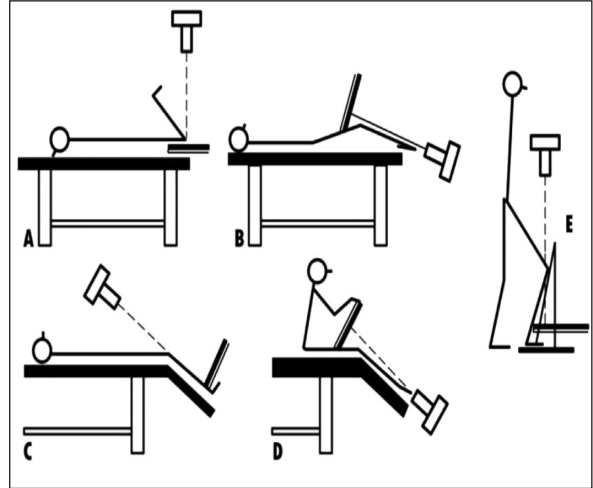
d) Hasta oturur pozisyonda diz 45° fleksiyonda iken ışın krurise paralel kaudokranialdır.¹³

e) Hasta ayakta dururken diz dar açılı desteğe dayatılır. Işın yere dik ve kranio-kaudaldır (Şekil 4).¹³

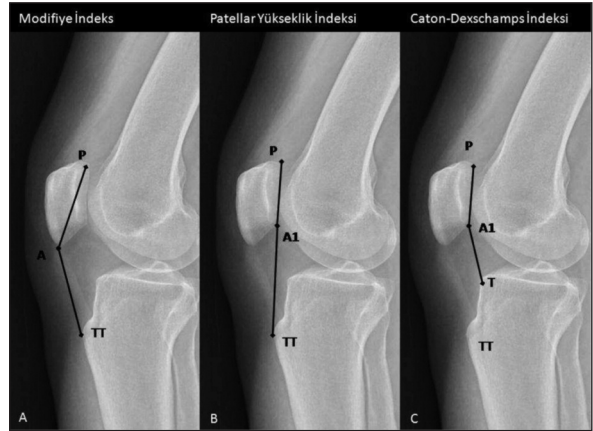
Lateral patella grafisi, patellar instabilite hakkında bazı veriler sağlayan bir grafidir. Özellikle troklear derinliğin, troklear tümseklenmenin normale göre varyasyonlarının ve kesişmesi işaretinin (crossing sing) değerlendirilmesini sağlar (Resim 5).

Lateral patella grafisinde normalde trokleanın tabanı femur anterior korteksi ile devam eder. Crossing sing ise troklear tabanın normalden önce iki kondil ile kesişmesi bulgusudur.¹⁵

Patella alta ve infera (baja) patellanın normal konumuna göre sırasıyla, yüksek ve alçak yerleşimini belirleyen patolojik durumlardır. Patella yüksekliği ölçümü hala zorlukla yapılabilmektedir. Patella yan grafilerinde tatmin edici olmayan sonuçlar elde edilmektedir. Literatürde ve rutin kullanımında Insall-Salvati metodu ve Modifiye İndeks Ölçümleri mevcuttur.



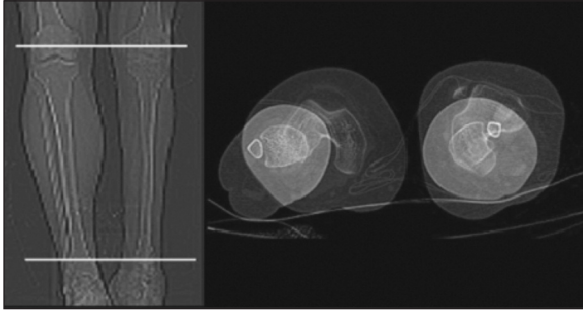
ŞEKİL 4: Patellanın direkt radyografi çekiminde ışın, kaset ve hasta pozisyonları.



RESİM 5: Lateral patella grafisinde; Modifiye İndeks=A, TT/A, P; Patellar Yükseklik İndeksi=A1, TT/A1, P; Caton-Dexschamps İndeksi=A1, T/A1, P.

Insall-Salvati metodu: Patellanın maksimum diagonal uzunluğunun patellar ligaman uzunluğuna oranı hesaplanır. Bu değer patella alta için 1,2'ye eşit ya da bu değerden yüksektir. Patella baja için ise 0,8' den küçüktür.

Modifiye İndeks Ölçümü: Patellanın inferior artiküler noktası ile başlayan patellar ligaman uzunluğunun patellar eklem uzunluğuna oranı patella alta için 2'den büyüktür. Ancak patellar morfolojik varyasyonlar modifiye indeksin duyarlılığını düşürmektedir.¹³ Caton ve Dexschamps'a göre lateral patella grafisinde, patellar eklem düzeyinin alt ucu ile tibia platosunun üst kenarı arasındaki uzaklığın, patellar artiküler yüzey uzunluğu arasındaki



RESİM 6: Alt ekstremite total torsiyonel ölçümünde, kesitlerin alındığı düzeyi gösteren A-P rehber görüntü ve aksiyel kesitlerin süperpoze görüntüsü.

oranına Patellar Yükseklik İndeksi denir. Patellar indeks 1,2'den büyük ise yüksek yerleşimli patelladan (patella alta) söz edilmektedir (Resim 6).¹⁵

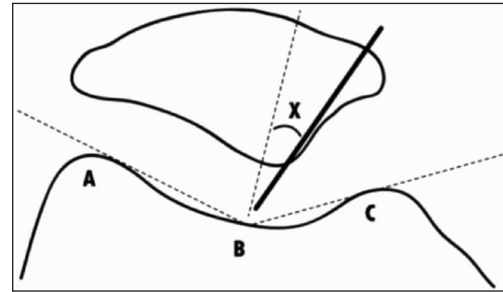
Patellofemoral Eklem BT: Patellofemoral eklem ilişkisini ortaya koymak için patella ve femur kondiler düzeyinden geçen kesitlerle gerçekleştirilen bu metod, eklem 0°,15°,30° ve 45° diz fonksiyonlarında nötral ve quadriceps kası kontraksiyonunda dinamik görüntülenmesi ile kullanılır. Hasta supin pozisyonda ayak 15° lateral rotasyonda iken ön-arka topogram alınır. Patellanın üst ucu ve kondil üst seviyesini kapsayan ve patella alt ucuna kadar devam eden aralıkta 5 mm kalınlıkta kesitler alınır. Kondilleri en geniş, interkondiler çukurunu en derin, Roman arkının en düzgün görüldüğü, patellanın koronal planda en geniş olduğu kesit seçilir. Yüksek yerleşimde patella varsa, patellanın en geniş olduğu kesit dikkate alınmalıdır. En geniş patella kesitinde çizilen eksenler en düzgün Roman arkı kesitine taşınarak ölçümler yapılır.^{13,14}

1. Sulkus açısı -Uyum açısı: Lateral ve medial kondillerin artiküler yüzlerine, merkez interkondiler sulkusun en derin noktası (B) olmak üzere teğet çizilen hatlarının, kondil anterior uçlarına teğet noktaları (A ve C) arasında kalan açıya sulkus açısı denir (Normali: 126°-150°). Sulkus açısının açıortayı ile sulkus apeksinden (patellar artiküler yüzeyin en arka noktası) geçen çizgi arasındaki açıya uyum açısı denir (Normali: 8-13 derece) (Şekil 5).^{6,13}

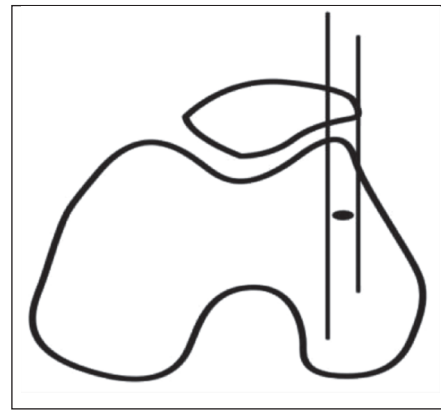
2. Lateral patellar kayma: Medial ve lateral kondilleri anterior uçlarına teğet geçen çizgi ile bu çizgiye medial kondilden dik olarak çizilen çizgi

arasındaki mesafedir. Normal dizde medial patellar kenar bu eksen 1 mm'den fazla uzaklaşmaz (Şekil 6).^{6,13}

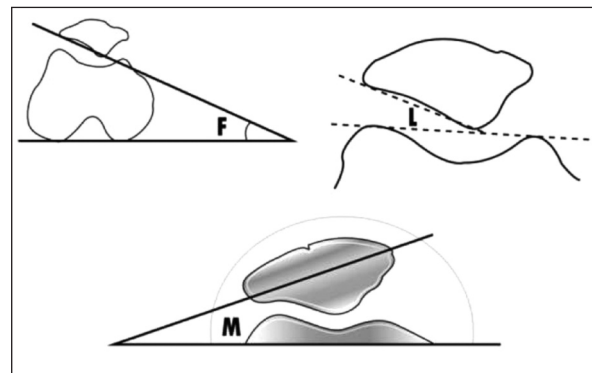
3. Patellar tilt: Patellanın femura göre posteriora açılmasıdır. Ölçümünde yazarlar farklı hatlar kullanmaktadır. Femoral kondillerin posterior uçlarından geçen hat ile, patellanın en geniş aksiyel eksenini arasında oluşan açıdır (Merchant metodu) (Şekil 7a). Femoral kondillerin posterior uçların-



ŞEKİL 5: Uyum açısı.



ŞEKİL 6: Lateral patellar kayma.



ŞEKİL 7: a,b,c Patellar tilt, Lateral patello-femoral açı; (M: Merchant metodu; F: Fulkerson metodu; L: Laurin metodu.)

dan geçen hat ile patella lateral artiküler yüzden geçen hat arasındaki açıdır (Fulkerson metodu) (Şekil 7b). Femoral kondillerin anterior uçlarını birleştiren çizgi ile lateral patellar artiküler yüzden çizgi arasında kalan açıdır (Lateral patellofemoral açı, Laurin metodu) (Şekil 7c).¹³

Quadriseps kasının kasılması ile patellar tilt 5-10° artar, yani dinamik BT ile sensitive artar.^{5,13,14,15} Patellanın medial ucunun posteriora yaklaşması, açının daralması patolojinin varlığı demektir.¹⁵

TİBİAL TORSİYON

Pür Tibial Torsiyon Açısı, tibia platosunun en geniş yerinden geçen koronal plandaki çizgi ile intermalleolar çizgi (iç ve dış malleollerin en uç noktaları arasındaki çizgi) arasındaki açıdır (Resim 7). Normal yetişkinde tibia eksternal rotasyondadır, bu torsiyon derecesi yaşa göre farklılıklar gösterir. Tibianın fetustaki torsiyon açısı yaklaşık 0° dir. Yaşamın ilk yılından itibaren tibia eksternal rotasyona uğrar ve erişkinde ortalama yaklaşık 20°'ye ilerler.¹⁶

Klinikte hastalar karşımıza tibianın lateral torsiyonu (LTT) veya medial torsiyonu (MTT) ile gelmektedir. Tibianın eksternal rotasyonu, doğal gelişimi çoğunlukla 7 yaşta tamamlanır. Bu yaş öncesi alt ekstremité rotasyon problemlerinin spontan düzeldiği kabul edilmektedir.¹⁶

Ancak LTT varsa, büyüme ile tibia daha da dışa döndüğü için zamanla kötüleşir. Özellikle LTT, MFT ile birlikteyse diz içe, ayak bileği ise dışa dönmüştür. Yani femur-tibia aksları ters yönlere dönmüş olup tahminen dizdeki aks bozukluğu da eklem ağrısını yaratmaktadır. Diz ve bilek eklemlerinin her ikisi de yürüme çizgisi dışına çıkar buna "malalignment sendromu" denir. MTT ise LTT'den daha az görülür. Sekiz yaş sonrası uyluk-ayak açısı 10°'den fazla içeri dönükse cerrahi düzeltme gerekliliği doğar. Görüldüğü gibi içe basma ve dışa basmada MTT ve LTT'yi tek başına düşünmek olanaksızdır (Şekil 2 a,b,c).^{4,6}

Alt ekstremitéde tüm bacağın total torsiyonel incelenmesinde proksimal referans düzeyi femur kondillerinden, distal referans düzeyi ise tibia-fibular malleoller düzeyden alınmaktadır (Resim 6). Normalde bacağın torsiyonel aksı ilk yaş için 2-

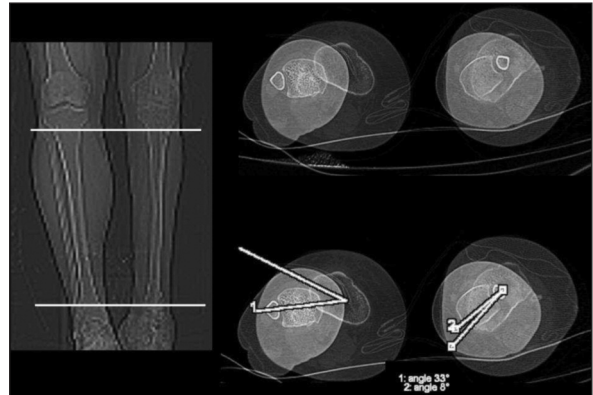
8°, erken çocukluk ve genç erişkin dönemi için 20-47° olarak bildirilmektedir.¹⁶

Bacağın torsiyonun BT ile araştırmasında hastaya kalça ve dizler tamamen ekstansiyonda, bacaklar birbirine paralel supin pozisyon verilip aşağıda tanımlanan noktalardan 5mm'lik kesitler alınır. Proksimaldeki çizgi femoral kondillerin posterior uçlarından geçer (Resim 6). Bu düzey, epifiz çizgilerinin yaklaşık 2 mm distaline uyar.¹⁶ Kristiansen ve ark.nın çalışmasında, iki bacak karşılaştırılmalı olarak değerlendiriliyorsa aradaki farkın 0.5±2° arasında olması istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Aynı çalışmada tibial torsiyon açısının 4 yaş sonrası her yıl için 1° artış gösterdiği bildirilmiştir.¹⁶

Bacak rotasyonunu bu şekilde açıklamamıza karşın pür tibial torsiyonu inceleme dışında tutmak olası değildir. Daha önce belirttiğimiz gibi pür torsiyon araştırması tibia proksimal platosu ile malleolar düzeyden geçen kesitlerle yapılmaktadır.⁹ Ancak bazı ortopedi çalışmalarında alt kesit, tibia epifizinin 2 mm proksimalinden alınmaktadır (Resim 7).¹⁶

Yanı sıra tüberositas tibia malpozisyonlarının da bu klinikopatolojik tabloda anlam kazandığı bildirilmektedir.¹⁷ Son zamanlarda femur ve patella kinematığı ile ilgili kinematik MRG çalışmaları da yapılmaktadır.¹⁸

Son dönemde tıbbi literatürde alt ekstremité rotasyonel bozuklukları konusunda yapılan çalış-



RESİM 7: Tibial torsiyon ölçümünde, kesitlerin alındığı düzeyi gösteren A-P topogram ve aksiyel kesitlerin süperpoze görüntüsü. Tibial Torsiyon Açısı, tibia platosunun en geniş yerinden geçen koronal plandaki çizgi ile intermalleolar çizgi arasındaki açının ölçümü ile elde edilir. Görüntülerde MTT geliştiği görülmektedir.

malardan bahsetmek gerekirse; Lee ve ark.nın alt ekstremitenin torsiyonel kemik patolojileri ile rotasyonel yürüyüş bozukluklarının arasındaki ilişkiyi göstermek üzere 33 serebral palsili çocukta yaptıkları çalışmada, rotasyonel yürüyüş bozukluğu parametrelerinin yalnızca %24.7'sinin torsiyonel kemik patolojilerinden etkilendiği saptanmıştır. Tüm rotasyonel yürüyüş bozukluklarının, kemik torsiyonuna bağlanamayacağını ifade etmektedirler.¹⁹

Simon ve ark., içe dönük patellaya bağlı yürüyüş bozukluklarının tek sebebinin femoral anteversiyon açısı fazlalığı olmadığını; yürüyüş anormalliğinin sadece bu sebepten kaynaklanamayacağını bildirmişlerdir. Aşırı internal pelvik rotasyonun içe dönük patellanın en sık nedenleri arasında olduğunu saptamışlardır.²⁰

Cebulski-Delebarre ve ark. ise, primer semptomatik düztaban erişkinlerde alt ekstremitte rotasyon anormalliklerini tanımlamak üzere 24 olguda yaptıkları çalışmada, kontrol ve hasta grupları arasında anormallik açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Primer düztabanlık tanılı olgularda alt ekstremitte rotasyon anomalisi birlikteliği tanımlanmamıştır.¹²

Ancak bu iki patolojinin çocuklarda ilişkili olduğu iyi bilinmektedir.²¹⁻²³ Çocuklarda erişkinlerden farklı olarak, primer düz tabanlık artmış femoral anteversiyon ve tibiada dışa torsiyon ile bağlantılıdır.^{12,21-23}

Tüm bu bilgiler ışığında uyguladığımız alt ekstremitenin rotasyonel ölçümlerine yönelik BT protokollerini, özet olarak aşağıda sunulmuştur:

1. Prone pozisyonda asetabular düzey (10 mm kalınlık, ardışık kesit)
2. Supin pozisyonda, ayak 15° lateral rotasyonda iken, femur baş-boyun-büyük trokanter düzeyi (8-10 mm kalınlık, ardışık kesit)
3. Femur kondiler-troklear-inter-kondiler sulcus-patella-tibia proksimal plato-tuberositas tibia düzeyi (gerekliyse ek patella kesiti) (5 mm kalınlık, ardışık kesit)

4. Malleolar, tibia distal epifizo-metafizler düzeyi (5 mm kalınlık, ardışık kesit)

5. Dinamik patellafemoral BT (0, 15, 30, 45° ile nötral ve kuadriseps kası kontraksiyonunda).

SONUÇ

BT ve MRG gibi radyolojideki teknolojik gelişmeler, yeni ölçüm yöntemlerini yaratmıştır. Böylelikle radyogramların iki boyutlu ölçüm tekniklerinin, daha doğru sonuç veren ve uygulaması kolay olan üç boyutlu tekniklerle yer değiştirmesini sağlamıştır. BT kemik dokuda yeterli çözünürlüğe sahip olup, uygulama süresi kısalığı ve maliyet düşüklüğü ile MRG'den üstündür. Dolayısıyla, radyolog ve klinisyenlerin alt ekstremitte rotasyon problemlerindeki beklentilerini karşılamada BT ilk yöntemdir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Mine Özkol, A. Merter Keçeli, Şebnem Örgüç; **Tasarım:** Mine Özkol, A. Merter Keçeli, Şebnem Örgüç; **Denetleme/Danışmanlık:** Şebnem Örgüç, Yüksel Pabuşçu; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Mine Özkol, A. Merter Keçeli, Özüm Tunçyürek; **Analiz ve/veya Yorum:** Mine Özkol, Şebnem Örgüç, Yüksel Pabuşçu; **Kaynak Taraması:** Mine Özkol, A. Merter Keçeli, Özüm Tunçyürek; **Makalenin Yazımı:** Mine Özkol, A. Merter Keçeli, Şebnem Örgüç; **Eleştirel İnceleme:** Mine Özkol, Şebnem Örgüç, Yüksel Pabuşçu; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Mine Özkol; **Malzemeler:** Mine Özkol.

KAYNAKLAR

1. Lovell WW, Winter RB, Morrissy RT, Weinstein SL. The lower extremity rotational variation. Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics. 2 Vol. Chapter 27. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p.1059-1105.
2. Staheli LT, Corbett M, Wyss C, King H. Lower-extremity rotational problems in children. Normal values to guide management. J Bone Joint Surg Am 1985;67(1):39-47.
3. Yorgancıgil H, Özerdemoğlu RA. [Age and sex distribution of lower extremity torsional deformities]. Acta Orthop Traumatol Turc 1998;32(2):152-4.
4. Gupton M, Terreberry RR. Anatomy, Lower Limb, Knee. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2018 Jan-.2018 May 4.
5. McNally EG. Imaging assessment of anterior knee pain and patellar maltracking. Skeletal Radiol 2001;30(9):484-5.
6. Carr JB 2nd, Yang S, Lather LA. Pediatric Pes Planus: A State-of-the-Art Review. Pediatrics 2016;137(3):e20151230.
7. Tönnes D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. J Bone Joint Surg Am 1999;81(12):1747-70.
8. Murphy SB, Simon SR, Kijewski PK, Wilkinson RH, Griscom NT. Femoral anteversion. J Bone Joint Surg 1987;69(8):1169-76.
9. Schneider B, Laubenberger J, Jemlich S, Groene K, Weber HM, Langer M. Measurement of femoral antetorsion and tibial torsion by magnetic resonance imaging. Br J Radiol 1997;70(834):575-9.
10. Prasad SS, Bruce C, Crawford S, Higham J, Garg N. Femoral anteversion in infants: a method using ultrasound. Skeletal Radiol 2003;32(8):462-7.
11. Akan H, Karaismailoğlu TN, Albayrak H, Kopuz C. [Femoral anteversion measurement by ultrasound] Hacettepe J Orthop Surg 1993;3:2.
12. Cebulski-Delebarre A, Boutry N, Szymanski C, Maynou C, Lefebvre G, Amzallag-Bellenger E, et al. Correlation between primary flat foot and lower extremity rotational misalignment in adults. Diagn Interv Imaging 2016;97(11):1151.
13. Elias DA, White LM. Imaging of patellofemoral disorders. Clin Radiol 2004;59(7):543-57.
14. Grelsamer RP. Patellar malalignment. J Bone Joint Surg Am 2000;82-A(11):1639-50.
15. Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1994;2(1):19-26.
16. Kristiansen LP, Gunderson RB, Steen H, Reikerås O. The normal development of tibial torsion. Skeletal Radiol 2001;30(9):519-22.
17. Miyanishi K, Nagamine R, Murayama S, Miura H, Urabe K, Matsuda S, et al. Tibial tubercle malposition in patellar joint instability: a computed tomography study in full extension and 30 degree flexion. Acta Orthop Scand 2000;71(3):286-91.
18. Muhle C, Brossmann J, Heller M. Kinematic CT and MR imaging of the patellofemoral joint. Eur Radiol 1999;9(3):508-18.
19. Lee KM, Chung CY, Sung KH, Kim TW, Lee SY, Park MS. Femoral anteversion and tibial torsion only explain 25% of variance in regression analysis of foot progression angle in children with diplegic cerebral palsy. J Neuroeng Rehabil 2013;10:56.
20. Simon AL Jr, Presedo A, Ilharreborde B, Mallet C, Mazda K, Penneçot GF. Can turned inward patella predict an excess of femoral anteversion during gait in spastic diplegic children? J Pediatr Orthop 2014;34(4):405-10.
21. Taussig G. [Anomalies of rotation of the lower limbs. Introduction]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1982;68(1):3-4.
22. Piat C, Allain J. Pied plat valgus. EMC 2000;27:60-A-10.
23. Zafiroopoulos G, Prasad KS, Kouboura T, Danis G. Flat foot and femoral anteversion in children--a prospective study. Foot (Edinb) 2009;19(1):50-4.