



## Açık kama osteotomisinin posterior tibial eğim üzerine etkisi

### *The effect of open wedge osteotomy on the posterior tibial slope*

Hasan BOMBACI, Kerem CANBORA, Gökhan ONUR, Mücahit GÖRGEÇ

*Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği*

**Amaç:** Proksimal tibial osteotomi alt ekstremitenin koronal plandaki dizilimini ve yük dağılımını değiştirerek etkili olan bir yöntemdir. Bununla birlikte, tibia üst uç osteotomisi sagittal planda da değişikliklere neden olabilir. Bu çalışmada açık kama osteotomisinin sagittal plandaki etkileri araştırıldı.

**Çalışma planı:** Osteoartrit nedeniyle proksimal tibial osteotomi uygulanan 20 kadın hastanın (ort. yaş 54.1; dağılım 43-64) 22 dizi çalışmaya alındı. Hastalara Puddu plağı kullanılarak açık kama osteotomisi uygulandı. Ameliyat öncesi ve sonrasında yan diz grafilerinde posterior tibial eğim açıları ölçülerek karşılaştırıldı. Ortalama izlem süresi 12.8 ay (dağılım 4-33 ay) idi.

**Sonuçlar:** Bütün hastalarda osteotomi hattı ortalama 10.8 haftada (dağılım 8- 14 hafta) kaynadı. On beş dizde ameliyat öncesindeki tibiofemoral eklem hareket açıklığı korundu; yedi dizde 5-10 derece arasında değişen hareket kaybı meydana geldi. Ameliyattan sonra üç hastada patellofemoral eklemden ağrı veya hareket kısıtlılığı şikayetleri görüldü. Düzeltme kaybı ve derin enfeksiyona rastlanmadı. Ameliyat öncesinde ortalama  $7.2 \pm 4.1$  derece olan posterior tibial eğim açısı, ameliyat sonrasında 3.5 derece artış göstererek  $10.8 \pm 4.1$  derece bulundu ( $p < 0.005$ ). Eğim açısında en çok artış, destek plağının osteotomi hattının daha ön kısmına yerleştirilmiş olduğu olgularda görüldü.

**Çıkarımlar:** Bulgularımız, açık kama osteotomisinin posterior tibial eğim açısını anlamlı derecede artırdığını gösterdi. Bu artışta, tibia üst ucunun üçgen şeklinde olmasının yanı sıra plağın şekli ve uygulama yerinin etkisi olabilir. Plağın, osteotomi hattını arkadan öne doğru azalan yükseklikte tutacak şekilde düzenlenmesi, posterior tibial eğim açısındaki değişiklikleri azaltabilir.

**Anahtar sözcükler:** Kemik plağı; eklem instabilitesi/etiyoloji; diz eklemi/radyografi; osteoartrit, diz/cerrahi/radyografi; osteotomi/yöntem; patella; tibia/cerrahi/radyografi.

**Objectives:** Proximal tibial osteotomy improves the alignment and weight distribution of the lower extremity on the coronary plane. However, upper end osteotomy of the tibia may cause changes in the sagittal plane. In this study, we evaluated open wedge osteotomy operations with regard to its effect on the sagittal plane.

**Methods:** The study included 22 knees of 20 female patients (mean age 54.1 years; range 43 to 64 years) who underwent proximal tibial osteotomy for osteoarthritis. Open wedge osteotomy was performed in all the patients with the use of a Puddu plate. Pre- and postoperative posterior tibial slope angles were measured on lateral radiographs. The mean follow-up period was 12.8 months (range 4 to 33 months).

**Results:** Union of the osteotomy line was obtained in all the patients in a mean of 10.8 weeks (range 8 to 14 weeks). While the tibiofemoral range of motion did not change in 15 knees, it decreased by 5 to 10 degrees in seven knees postoperatively. Complaints of pain or limitation of the patellofemoral joint were observed in three patients. No correction loss or deep infection developed. The mean posterior tibial slope angle showed a significant increase by 3.5 degrees, from preoperative  $7.2 \pm 4.1$  degrees to postoperative  $10.8 \pm 4.1$  degrees ( $p < 0.005$ ). The more anteriorly the plate was placed in the osteotomy line, the higher increase in the posterior tibial slope angle was noted.

**Conclusion:** These findings suggest that open wedge osteotomy results in a significant increase in the posterior tibial slope angle, which may be associated with the triangular shape of the upper end of the tibia, the design of the plate, and the site of plate application. The use of a plate with a decreasing height from posterior to anterior may decrease these changes in the posterior tibial slope angle.

**Key words:** Bone plates; joint instability/etiology; knee joint/radiography; osteoarthritis, knee/surgery/radiography; osteotomy/methods; patella/radiography; tibia/surgery/radiography.

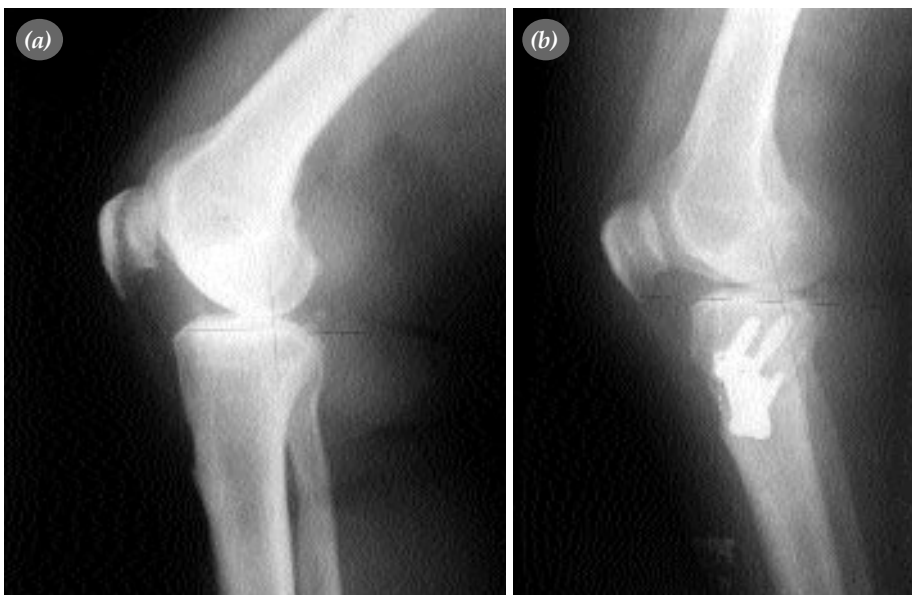
Osteoartritler ileri yaşlarda dejeneratif faktörlere bağlı olabileceği gibi, genç yaşlarda spora bağlı diz bağ yaralanmaları (menisektomi, ön çapraz bağ yaralanması, vs.) sonucunda da görülebilir. Diz ekleminde tek kompartmanı tutan osteoartritlerde tibia proksimal uç osteotomileri günümüzde en sık kullanılan yöntemlerden biridir.<sup>[1-7]</sup> Değişik tekniklerin bulunmasına karşın, açık ve kapalı kama osteotomisi daha sık kullanılmaktadır.<sup>[2,5,8-11]</sup> Bu osteotomiler asıl olarak, alt ekstremitenin koronal plandaki dizilimini değiştirerek dize gelen yükleri daha az etkilenmiş bölgelere aktarmayı amaçlar. Yapılan çalışmalar da daha çok bu düzeltmelerin yeterliliği ya da yetersizliği üzerinedir.<sup>[3,4,9,10,12-15]</sup> Ancak, uygulanan tekniğe bağlı olarak, sagittal plandaki yük dağılımında da bazı değişiklikler meydana gelebilir. Bu değişiklikler, özellikle ön veya arka çapraz bağ yetersizliği olan hastalarda olumlu ya da olumsuz sonuçlar doğurabilir; sağlam bağlar üzerinde stres yoğunlaşmasına ve uzun vadede yeni bağ lezyonlarına neden olabilir.<sup>[16,17]</sup> Ayrıca, tibial eğimdeki bu artış, gittikçe daha az invaziv yöntemlerin kullanıldığı günümüz cerrahisinde, bu hastaların bazılarının kaçınılmaz sonucu olan diz protezi uygulamalarında gözden kaçırılması gereken bir ayrıntıdır.<sup>[2,18,19]</sup> Tek kompartmanlı diz protezlerinde, 7 dereceden fazla posterior tibial eğim bulunmasının, özellikle ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması olan dizlerde olumsuz sonuçlar doğuracağı bildirilmiştir.<sup>[18]</sup>

Çalışmalar, yüksek tibial osteotomilerin tibial eğim açısında değişikliğe neden olabileceğini göstermektedir.<sup>[4]</sup> Posterior tibial eğim açısındaki (PTEA) değişiklikler patella ile patellar tendon arasındaki ilişkiyi de etkilemektedir.<sup>[20]</sup> Tibia üst ucunun üçgen şeklinde olması, arzu edilen planın dışında sapmaların olmasını kolaylaştırmaktadır. Proksimal osteotomide kullanılan farklı tekniklerin PTEA'yı ne oranda etkilediği hala araştırılması gereken bir konudur. Bilgilerimize göre, proksimal tibial osteotomiden (PTO) sonra tibial eğimdeki değişimleri ve diz eklemindeki yük dağılımını araştırılan laboratuvar ve klinik çalışmalar sınırlı sayıdadır.<sup>[16,17,21]</sup> Kubbe osteotomisinin etkilerinin incelendiği tek bir klinik çalışmaya rastladık.<sup>[21]</sup>

Bu çalışmada, günümüzde sık kullanılan yöntemlerden biri olan açık kama osteotomisinin uygulandığı hastalarda PTEA'daki değişiklikleri incelemeyi amaçladık.

### Hastalar ve yöntem

2002-2004 yılları arasında, medial eklem aralığındaki osteoartrit nedeniyle açık kama osteotomisi uygulanan, en az dört aylık takibi olan ve osteotomi hattı kaynamış 20 kadın hastanın (ort. yaş 54.1; dağılım 43-64) 22 dizi çalışmaya alındı. Diğer yöntemlerle (kapalı kama, kubbe osteotomisi, vb.) osteotomi yapılan olgular; kaynamama nedeniyle ikinci bir cerrahi müdahaleyle greft konan, derin enfeksiyon



**Şekil 1.** Açık kama osteotomisi ile proksimal tibial osteotomi yapılmış 51 yaşında kadın hastada dizin (a) ameliyat öncesi ve (b) ameliyat sonrası yan grafi. Posterior tibial eğim açısında artış görülmekte.

nedeniyle yeniden ameliyat edilen veya düzeltme kaybı olan olgular değerlendirmeye alınmadı. Hastaların dördünde sağ, 14'ünde sol diz tutulmuştu; iki hastada iki dizde de osteoartrit vardı.

Varus deformitesiyle beraber medial kompartmanda osteoartriti olan, fleksiyon kontraktürü olmayan, en az 90 derece fleksiyon hareket açıklığına sahip hastalara osteotomi uygulandı. Ameliyat öncesinde medial tibiofemoral artroz Ahlbäck'in<sup>[22]</sup> radyografik değerlendirmesine göre sınıflandırıldı ve tüm dizlerde I. ve II. derece olarak değerlendirildi. Femoral kondil ya da tibial platoda aşırı kemik kaybı ve romatoid artrit, proksimal tibial osteotomi uygulaması için kontrendikasyon olarak kabul edildi.

Ameliyat öncesinde bütün hastalarda her iki dizin ayakta ön-arka ve 30 derece fleksiyonda yan grafile-



**Şekil 2.** Yan diz grafisinde tibial eğim açısının ( $\alpha$ ) ölçülmesi. Posterior tibial eğim, tibia posterior korteksine teğet geçen çizgiye dik çizgi ile tibia platosunun posterior eğimi arasındaki açı olarak ölçüldü.

ri çekildi. Ayakta çekilen ortoröntgenografide, femur başından çizilen çizgi, tibia platosunda 2/3 medial ve 1/3 lateral plato kesişme yerine kadar uzatıldı. Ayak bileği merkezinden tibia üst ucundaki aynı noktaya uzanan ikinci bir çizgi çizilerek aradaki açı ölçüldü ve bu değer düzeltme açısı olarak planlandı. Her bir derecelik düzeltme için 1 mm'lik açılma hedeflendi. Böylece, düzeltmeden sonra, mekanik aksın tibia platosunun yaklaşık 1/3 dış ve 1/3 orta kesişme yerinden geçmesi sağlandı.

### Ameliyat tekniği

Ameliyattan önce başlanan birinci kuşak sefalosporinle yapılan antibiyotik profilaksisi 48 saat sürdürüldü. Tromboemboli profilaksisi için, ameliyat öncesinden ameliyat sonrası 10. güne kadar düşük molekül ağırlıklı heparin kullanıldı. Açık kama osteotomisine anteromedial longitudinal insizyonla başlandı. Skopi kontrolünde ve Puddu plağı (Arthrex, Münih, Almanya) uygulama tekniğine göre, ameliyat öncesi hesaplanan miktarda (en az 9 mm, en çok 12.5 mm) açma yapılarak dört delikli plak iki adet spongiöz ve iki adet kortikal vida ile tespit edildi. Açılan mesafe aynı taraftaki iliyak kanattan alınan spongiöz greftle dolduruldu (Şekil 1). Ameliyat sırasında lateral platoda nondeplase kırık meydana gelen bir hastada dört hafta süreyle alçı atel kullanılırken, diğer hastalarda ameliyat sonrası dönemde elastik bandaj ve orta basınçlı varis çorabı uygulandı. Bacağın yükseltilmesi ve buz uygulamasına devam edilerek hastanın tolere edebildiği ölçüde pasif ROM egzersizlerine başlandı. Dört haftadan sonra kısmi yüklenmeye, konsolidasyon geliştikten sonra da tam yüklenmeye geçildi.

Posterior tibial eğim açısı, tibia posterior korteksine teğet giden çizgiye dik çizgi ile tibia platosunun posterior eğimi arasındaki açı olarak belirlendi (Şekil 2). Bu açılar osteotomi uygulanan hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kaynama tamamlandıktan sonraki son kontrollerinde çekilen yan diz grafilerinde ölçüldü. Ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ölçülen değerler ikili t-testi ile karşılaştırıldı.  $P < 0.05$  değerleri anlamlı kabul edildi. Hastalar son kontrollerinde eklem hareket açıklığı ve patellofemoral eklem ağrısı açısından değerlendirildi ve ameliyattan memnuniyetleri sorgulandı. Ağrı değerlendirmesi görsel analog skala (GAS) ile yapıldı. Ortalama izlem süresi 12.8 ay (dağılım 4-33 ay) idi.

## Sonuçlar

Bütün hastalarda osteotomi hattı ortalama 10.8 haftada (dağılım 8- 14 hafta) kaynadı. Posterior tibial eğim açısı, ameliyat öncesi grafilerde ortalama  $7.2 \pm 4.1$  derece, ameliyat sonrası grafilerde ise  $10.8 \pm 4.1$  derece ölçüldü. Ameliyat sonrası grafilerde meydana gelen ortalama 3.5 derecelik artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p < 0.005$ ). Eğim açısında en çok artış görülen olgularda, destek plağının osteotomi hattının daha ön kısmına yerleştirilmiş olduğu görüldü.

Komplikasyon olarak bir hastada ameliyat sırasında lateral tibia platosunda nondeplase kırık, bir hastada da yüzeysel enfeksiyon gelişti. Enfeksiyon, duyarlı parenteral antibiyotik ile cerrahi girişime gerek kalmadan tedavi edildi. Osteotomi yapılırken lateral platoda gelişen nondeplase kırık, metafize uygulanan ve mümkün olduğu kadar uzun konulan vidalarla tespit edildi ve hastaya dört hafta alçı atel uygulandı. Bu olguda da sorunsuz iyileşme sağlandı.

Yirmi iki dizin 15'inde ameliyat öncesindeki tibiofemoral eklem hareket açıklığı korundu. Yedi dizde 5-10 derece arasında değişen hareket kaybı meydana geldi. Bir hastada ameliyattan sonra, merdiven çıkarken patellofemoral eklemden hafif ağrı (GAS 2) yakınması ortaya çıktı; bir hastada ameliyat öncesi dönemde hafif olan (GAS 1) şikayetler arttı (GAS 2-3); bir hastada ise patellofemoral eklemden ameliyat öncesi döneme göre hareket kısıtlılığı gelişti. Düzeltme kaybı ve derin enfeksiyona rastlanmadı.

Hastalara ameliyattan memnuniyetleri sorulduğunda, 12 dizin ameliyat öncesi döneme göre daha iyi olduğu, 10 dizde ise anlamlı bir değişiklik olmadığı öğrenildi.

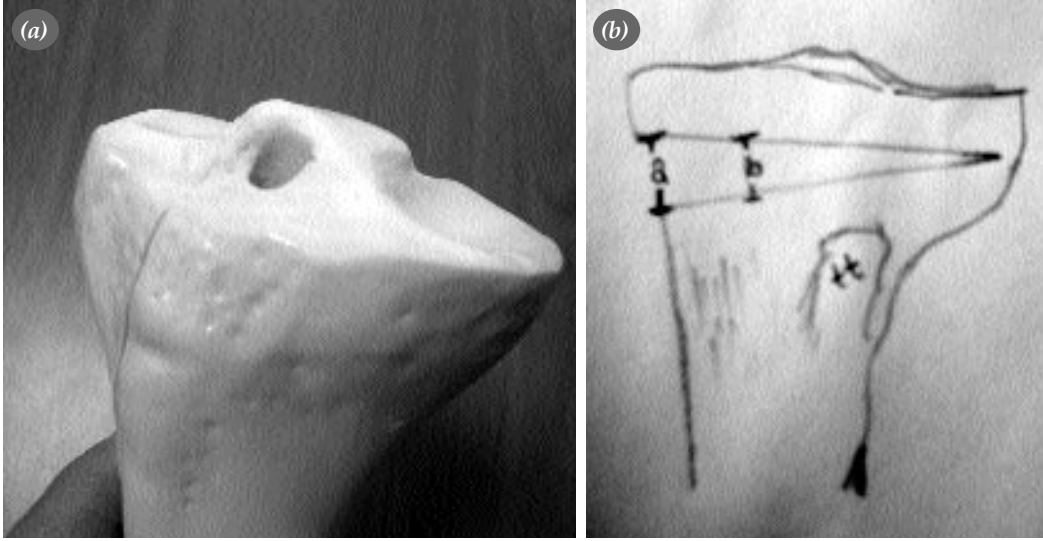
## Tartışma

Proksimal tibial osteotominin, seçilmiş hastalarda, tek kompartmanı tutan osteoartritlerde etkili ve zaman kazandırıcı bir yöntem olduğu pek çok çalışmada gösterilmiştir.<sup>[3-5,8,13,19,20,23]</sup> Total diz protezi uygulamalarından sonra gittikçe iyi sonuçlar alınması ve tek kompartmanlı diz protezlerinin teknik ve tasarım olarak gelişmesiyle PTO'nun endikasyon sınırları daralsa da, özellikle osteoartrit tek kompartmanı etkilediği genç hastalarda PTO hala ilk tercih

edilen yöntemdir. Çeşitli çalışmalarda osteoartritin derecesine bağlı olarak 6-15 yıl arasında zaman kazandırdığı bildirilen bu yöntemin günümüz tedavi uygulamaları arasındaki önemi tartışmalıdır.<sup>[4,13,15,19,20,24]</sup> Proksimal tibial osteotomilerden sonra koronal plandaki düzeltmelerin sonuç üzerine etkisi geniş bir şekilde değerlendirilirken, sagittal plandaki değişiklikler ve bunun sonuca etkisi yeterince ele alınmamıştır. Son zamanlarda, proksimal tibial osteotominin PTEA üzerine etkilerini gösteren çalışmalar yayınlanmaya başlanmış ve PTEA'nın diz stabilitesi açısından son derece önemli olduğu vurgulanmıştır.<sup>[16,17,21]</sup> Tibial eğimdeki her 10 derecelik artış tibial translasyonda 6 mm'lik artışa neden olmaktadır.<sup>[16]</sup> Hernigou ve ark.<sup>[4]</sup> koronal plandaki düzeltmenin tam olmasının gonartroz seyrini durdurduğunu, yetersiz düzeltmenin ise rahatsızlığın ilerlemesini durduramadığını saptamışlardır. Tibial platodaki değişikliklerin dizde instabilite ve tibial translasyona yol açtığı göz önüne alındığında, temelde koronal plandaki açısal düzeltmeleri hedefleyen PTO'nun sagittal planda neden olacağı değişiklikler de ayrı bir osteoartrit nedeni olabilir.

Proksimal tibial osteotomi düşünülen hastalarda osteoartroz, ileri yaşlarda ortaya çıkan dejeneratif osteoartritlere bağlı olabildiği gibi, daha genç ve aktif kişilerde ÖÇB yaralanması sonucu da gelişebilir. Ön çapraz bağın koptuğu dizlerde bozulan diz kinematiki kuadriseps ve hamstring adalelerinin rehabilitasyonu bir dereceye kadar dengelenebilir.<sup>[25]</sup> Ancak, diz ekleminin geometrisi, özellikle tibial eğimdeki değişiklikler, bu dizlerde tibial translasyonu ve hamstring adalelerinin kompensasyonunu da çok yakından etkilemektedir.<sup>[26]</sup> Bu durumlarda PTEA'nın önemi daha da artmaktadır.<sup>[18]</sup>

Açık kama osteotomisinden sonra PTEA'nın artması tibia proksimal kısmının üçgen şeklindeki yapısıyla da ilgilidir. Üçgenin bir köşesini destek olarak bir düzlemde yapılan açılanmalarda, diğer iki köşedeki yükseklikler hiçbir zaman eşit olamaz. Dolayısıyla, iki köşeyi birleştiren kenarla buna karşı gelen osteotomi hattı arasındaki mesafe de arkadan öne, yandan ortaya doğru gittikçe değişecektir. Bu durumda öne ve mediale doğru yerleştirilen osteotomi destek plağı posterior tibial eğimin artmasına yol açabilir (Şekil 3). Hernigou ve ark.<sup>[4,27]</sup> açma osteotomisi uygulanan olgularda istenmeyen tibial eğim değişikliklerinin önlenmesi için, kamanın



**Şekil 3. (a)** Tibia üst ucu tepesi tüberositez tibiada bir üçgeni andırmaktadır. **(b)** Açık kama osteotomisinde kamanın medialdeki tabanının, posteromedial köşeden anteriora (tt: tüberositez tibia) doğru yükseklik değişimi görülmekte.

posterior kenarının açılması planlanan mesafe kadar olması gerektiğini ve bu mesafenin öne doğru azalması gerektiğini vurgulamışlardır. Çalışmamızda standart Puddu plakları kullanılarak yapılan açık kama osteotomisinden sonra PTEA anlamlı derecede artmıştır (ameliyat öncesi ve sonrasındaki ortalamalar sırasıyla  $7.2^\circ$  ve  $10.8^\circ$ ). Medialdeki açma osteotomisinin yapıldığı bölge genişliğine eşit bir destek kullanarak PTEA'yı bozmadan açılmayı sürdürmek, eğer plağın uygulandığı yer medial yüzeyin ortası ise pek mümkün olmamaktadır. Posterior tibial eğim açısındaki değişiklikleri en aza indirmek için, posterior kesiyi tam yapmanın yanı sıra, Hernigou ve ark.nın<sup>[4,27]</sup> da vurguladığı gibi, plağın istenilen yükseklikte ve posterior medial köşeye yakın konması gerekmektedir.

Normal PTEA'nın azaldığı durumlarda, tibia koronal planda femura göre posteriora doğru yer değiştirecektir. Bu durum ÖÇB yırtığı olan olgularda arzu edilebilir olsa da, posterior çapraz bağ hasarı olan olgularda dizdeki instabiliteyi artıracaktır. Öte yandan, tibial eğimdeki artma tibianın öne translasyonuna neden olacak ve ÖÇB yetmezliği olan hastalarda instabiliteyi daha da artıracaktır. Giffin ve ark.<sup>[17]</sup> tibial eğim açısının bağ lezyonu olan dizlerdeki etkilerini biyomekanik çalışmayla göstermişlerdir. Bu bulgular ışığında, bağ lezyonu olan dizlerde osteotomi yöntemi bağ lezyonunun niteliğine göre planlanmalıdır. Posterior tibial eğim açısındaki bu değişme

potansiyeli, bağ lezyonu olan dizlerde instabiliteyi azaltmak için de kullanılacak bir özelliktir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonuyla birlikte yapılan açık kama osteotomisinin diz stabilitesinin sağlanması, ağrının azaltılması ve erken dönemdeki osteoartrit durdurulmasında başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir.<sup>[28]</sup>

Proksimal tibial osteotomi uygulanan olguların bir kısmının kaçınılmaz sonucu total diz protezi olmaktadır. Vainionpaa ve ark.<sup>[19]</sup> PTO uygulanan 103 hastanın 16'sında (%15.5) osteotomiden ortalama 7.6 yıl sonra total diz protezi uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir. Kaper ve ark.nın<sup>[20]</sup> çalışmasında olguların %23.9'unda total diz protezine başvurulmuştur. Proksimal tibial osteotomileri izleyen diz protezi ameliyatlarını planlarken artmış PTEA da önemlidir. Çünkü PTEA'daki artışın, tibianın öne translasyonunu normal dizlerde dahi artırdığı bilinmektedir.<sup>[16]</sup> Bu durum, yükün belli bir bölgede odaklanmasına bağlı olarak daha erken artroza ve daha derin kemik kaybına yol açabilir. Gerçekten de, PTEA'nın fazla olduğu dizlerde tibia platosundaki kemik kaybı daha çok posteriora görülmüştür.<sup>[4]</sup> Ayrıca, PTO'dan sonra total diz protezi yapılan hastalarda aşırı tibial eğim protez için yapılan kesilerle düzeltilebilse de, normalden fazla translasyona uğramış dizlerde zamanla gelişebilecek ilave bağ lezyonları araştırılmaya değer bir konudur.<sup>[4,20]</sup>

Proksimal tibial osteotomiden sonra patella ile patellar tendon arasındaki değişimler bilinmektedir.<sup>[29,30]</sup> Scuderi ve ark.<sup>[29]</sup> PTO yapılan 66 dizin %89'unda patella yüksekliğinin azaldığını saptamışlardır. Kaper ve ark.<sup>[20]</sup> PTEA'daki değişikliklerin "patella baja"ya neden olabileceğini göstermişlerdir. Çalışmamızda da üç hastada patellofemoral eklemden hareket kısıtlılığı ya da ağrı şeklinde yakınmalar görüldü. Proksimal tibial osteotomilerde patellofemoral yakınmalar mutlak kontrendikasyon oluşturmasa da osteotomiden sonra bu sorunların gelişebileceği akılda tutulmalıdır.

Çalışmamızın bulguları, açık kama osteotomiden sonra PTEA'da artış olduğunu doğrulamaktadır. Açık kama osteotomisi ameliyatlarında, destek plağının, tibianın posteromedial köşesini planlanan miktarda açacak şekilde yerleştirilmesi istenmeyen sagittal plan anormalliklerini önleyebilir. Bunun yanında, kesi hattını destekleyen plağın, osteotomi hattını arkadan öne doğru azalan yükseklikte tutacak şekilde düzenlenmesi de etkili olabilir. Sagittal plandaki değişiklikler, daha sonraki cerrahi girişimleri etkileyebileceği gibi, yapılan osteotominin etkinliğini de azaltabilir. Bu konunun kesin olarak ortaya konması için sagittal plan değişikliklerine odaklanmış daha uzun süreli klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

## Kaynaklar

1. Aynaci O, Aydin H, Turhan AU. High tibial osteotomy in the treatment of varus gonarthrosis. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2001;35:342-6.
2. Brueckmann FR, Kettelkamp DB. Proximal tibial osteotomy. Orthop Clin North Am 1982;13:3-16.
3. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. J Bone Joint Surg [Am] 1993;75:196-201.
4. Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, Goutallier D. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. J Bone Joint Surg [Am] 1987;69:332-54.
5. Kafadar A, Bombacı H, Tuygun H, Turkmen M. Results of high tibial osteotomy in gonarthrosis. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 1994;28:346-8.
6. Nagel A, Insall JN, Scuderi GR. Proximal tibial osteotomy. A subjective outcome study. J Bone Joint Surg [Am] 1996;78:1353-8.
7. Poilvache P. Osteotomy for the arthritic knee: a European perspective. In: Insall JN, Scott WN, editors. Surgery of the knee. Vol. 2, 3rd ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2001. p. 1465-505.
8. Erdogan F, Kesmezacar H, Ogut T, Orak M, Tenekecioglu Y. The use of a modified Weber technique for high tibial osteotomy. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2003;37:26-32.
9. Insall JN, Joseph DM, Msika C. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. J Bone Joint Surg [Am] 1984;66:1040-8.
10. Koshino T, Morii T, Wada J, Saito H, Ozawa N, Noyori K. High tibial osteotomy with fixation by a blade plate for medial compartment osteoarthritis of the knee. Orthop Clin North Am 1989;20:227-43.
11. Sen C, Kocaoglu M, Bilen E, Dikici F, Hepgur G. Comparison of two different techniques for high tibial osteotomy: internal fixation vs circular external fixator. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2001; 35:382-9.
12. Ivarsson I, Myrnerets R, Gillquist J. High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee. A 5 to 7 and 11 year follow-up. J Bone Joint Surg [Br] 1990;72:238-44.
13. Rinonapoli E, Mancini GB, Corvaglia A, Musiello S. Tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A 10- to 21-year follow up study. Clin Orthop Relat Res 1998;(353):185-93.
14. Sprenger TR, Doerzbacher JF. Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to twenty-two years. J Bone Joint Surg [Am] 2003; 85:469-74.
15. Yasuda K, Majima T, Tsuchida T, Kaneda K. A ten- to 15-year follow-up observation of high tibial osteotomy in medial compartment osteoarthritis. Clin Orthop Relat Res 1992; (282):186-95.
16. Dejour H, Bonnin M. Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture. Two radiological tests compared. J Bone Joint Surg [Br] 1994;76:745-9.
17. Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL, Harner CD. Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. Am J Sports Med 2004;32:376-82.
18. Hernigou P, Deschamps G. Posterior slope of the tibial implant and the outcome of unicompartmental knee arthroplasty. J Bone Joint Surg [Am] 2004;86:506-11.
19. Vainionpaa S, Laike E, Kirves P, Tiusanen P. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. A five to ten-year follow-up study. J Bone Joint Surg [Am] 1981;63:938-46.
20. Kaper BP, Bourne RB, Rorabeck CH, MacDonald SJ. Patellar infera after high tibial osteotomy. J Arthroplasty 2001;16: 168-73.
21. Cullu E, Aydogdu S, Alparslan B, Sur H. Tibial slope changes following dome-type high tibial osteotomy. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2005;13:38-43.
22. Ahlback S. Osteoarthritis of the knee. A radiographic investigation. Acta Radiol Diagn 1968;:Suppl 277:7-72.
23. Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy. A 10- to 22-year follow up study. Clin Orthop Relat Res 1999; (367):18-27.
24. Tandoğan R, Kayaalp A, Teker K, Hersekli MA. Açık kama proksimal tibial osteotomi. In: Tandoğan R, editör. Gonartrozda artroplasti dışı tedavi yöntemleri. Ankara: Türk Spor Yaralanmaları Artroskopisi ve Diz Cerrahisi Derneği; 2003. s. 103-110.
25. Sellards RA, Bach BR. Management of acute anterior cruciate ligament injuries. In: Callaghan JJ, Rosenberg AG, Rubash HE, Simonian PT, Wickiewicz TL, editors. The adult knee. Vol 1. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p. 663-706.
26. Liu W, Maitland ME. Influence of anthropometric and mechanical variations on functional instability in the ACL-deficient knee. Ann Biomed Eng 2003;31:1153-61.

27. Hernigou P, Goutallier D. Subchondral bone wear of the tibial plateau in femorotibial knee osteoarthritis. Radiologic aspects in the profile incidence. Clinical, anatomical correlations and consequences. [Article in French] *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1990;57:67-72.
28. Dejour H, Neyret P, Boileau P, Donell ST. Anterior cruciate reconstruction combined with valgus tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1994;(299):220-8.
29. Scuderi GR, Windsor RE, Insall JN. Observations on patellar height after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg [Am]* 1989;71:245-8.
30. Windsor RE, Insall JN, Vince KG. Technical considerations of total knee arthroplasty after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg [Am]* 1988;70:547-55.