



Patellofemoral instabilitede trokleoplastinin yeri

The role of trochleoplasty on treatment of patellofemoral instability

Hüseyin Serhat Yercan, Sertan Hancıoğlu

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Manisa

Troklear displazi patellar instabilitenin en önemli risk faktörüdür. Görüntüleme yöntemleri ile trokleadaki morfolojik anormallikler objektif olarak ortaya konur. Görüntülemelerden elde edilen bulgularla mevcut displazi sınıflandırılır. Kemiksel anatomi ve kırıldak oluğu düzeltme amacıyla güncel troklear osteotomi teknikleri tanımlanmıştır. Başarısız instabilite cerrahisi sonrası kurtarıcı ameliyat olarak uygulanabilmekte birlikte, ideal olan deformiteyi erken tespit edip primer cerrahi uygulamaktır. Bununla birlikte bu teknikler gelecekteki patellofemoral artrit önleyememektedir.

Anahtar sözcükler: osteotomi; trokleoplasti; eklem instabilitesi; patellofemoral eklem; patella

Trochlear dysplasia is most important risk factor for patellar instability. Imaging provides an objective basis for the morphological abnormalities of the trochlea, Existing dysplasia is classified based on imaging findings. The current techniques of trochlear osteotomy have been described to correct the bony anatomy and cartilage groove. Although it can be used as a salvage procedure after unsuccessful instability surgery, the ideal is to identify the deformity early and perform primary surgery. Although these techniques do not prevent the progression of patellofemoral arthritis.

Key words: osteotomy; trochleoplasty; joint instability; patellofemoral joint; patella

Patellofemoral instabilite (PFİ) karmaşık ve çok nedenli bir sorundur. Patellofemoral instabiliteye eşlik eden birçok anatomik faktör bildirilmiştir. Troklear displazi (%85-96), kuadriseps displazisi (%83), patella alta (%24) ve tibial tüberkülün troklear oluğu olan mesafesinin artışı (%56) eşlik eden dört temel faktör olarak bildirilmiştir.^[1] Buradan da anlaşıldığı gibi troklear displazi PFİ'nin dört ana nedeninden en sık görülenidir. Troklear displaziye, trokleanın derinliği ve morfolojik yapısındaki bozukluklar olarak tanımlayabiliriz. Çocukluk çağı akut patella çıkıklarının tekrarlama-sına sebebiyet veren ana eşlik eden faktörlerin başında troklear displazi gelmektedir.^[2]

TROKLEAR DİSPLAZİNİN ETİYOLOJİSİ

Troklear displazinin bir neden mi yoksa sonuç mu olduğu tartışmalıdır.^[3] Bu konuda Nietesvaara'nın 1994 yılındaki çalışması yol göstericidir. Bu çalışmada doğumdan 18 yaşına kadar çocukların troklear oluğu ultrason ile incelenmiş ve troklear displazinin anormal patellar yönelimin sonucunda geliştiği gösterilmiştir.^[4]

Yang ve ark. fare çalışmasında, patellar instabilite veya patellektomi olan deneklerde normalden displazik trokleaya geçişin arttığını göstermiştir.^[5] Aynı bulgular ülkeyimize Huri ve ark. medial retinakulumu kesip patellar instabiliteyi taklit ettikleri tavşanlarda troklear displazi gelişimini gösterdiler.^[6] Başka yönden bakıldığında da genetik faktörlerin troklear displazi oluşumunda rol oynadığı bildirilmiştir.^[3]

TROKLEAR RADYOLOJİ VE TROKLEAR DİSPLAZİ SINIFLAMASI

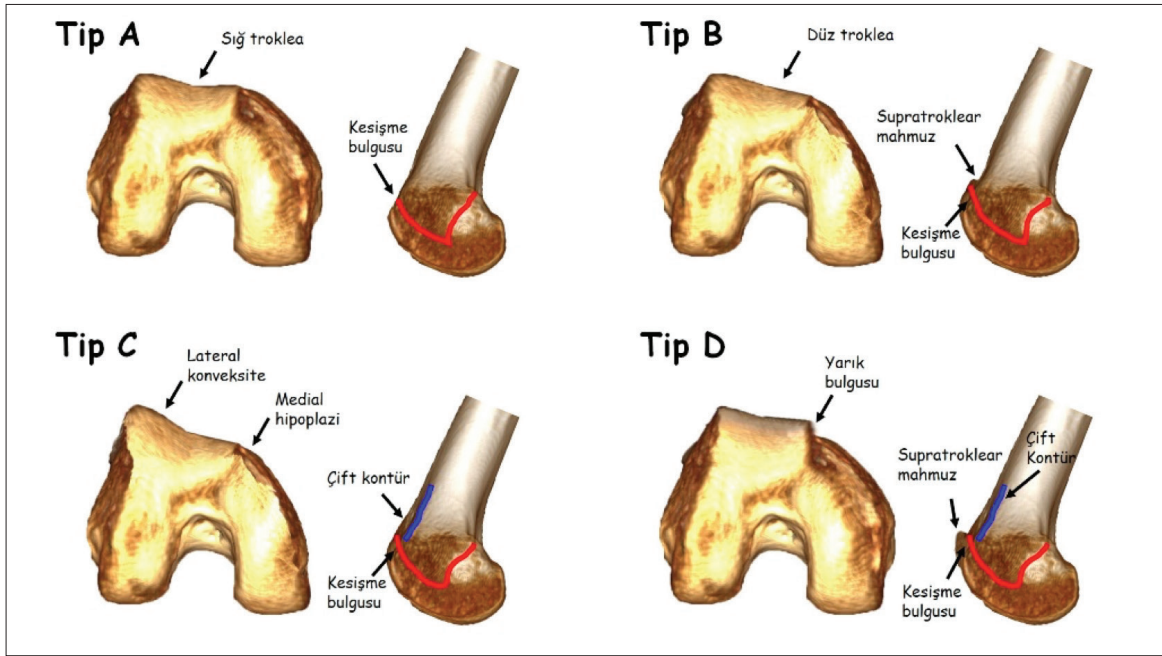
Diz 30° fleksiyonda, posterior kondillerin birbiriyle tam örtüştüğü yan pozisyonda çekilen direk grafide, troklear displazi tanısı koymada gerekli bulgular şöyle sıralanmıştır (Şekil 1):

Kesişme Bulgusu (Crossing Sign): Troklear displazi gösteren en temel bulgudur. Dejour ve ark. bu bulgunun PFİ'ye %96 oranında eşlik ettiğini göstermiştir.^[1] Normalde troklear oluğun en derin bölümünün anterior femoral kortekle devamlılığı gerekir ve bu hat hiçbir

İletişim / Contact: Prof. Dr. Hüseyin Serhat Yercan • **E-posta / E-mail:** yercanhes@yahoo.com

ORCID iD: Hüseyin Serhat Yercan, 0000-0002-4131-7536 • Sertan Hancıoğlu, 0000-0002-8131-2254

Geliş / Received: 10 Nisan 2022 • **Kabul / Accepted:** 23 Mayıs 2022



Şekil 1. Dejour'un tarif ettiği troklear displazi sınıflaması.

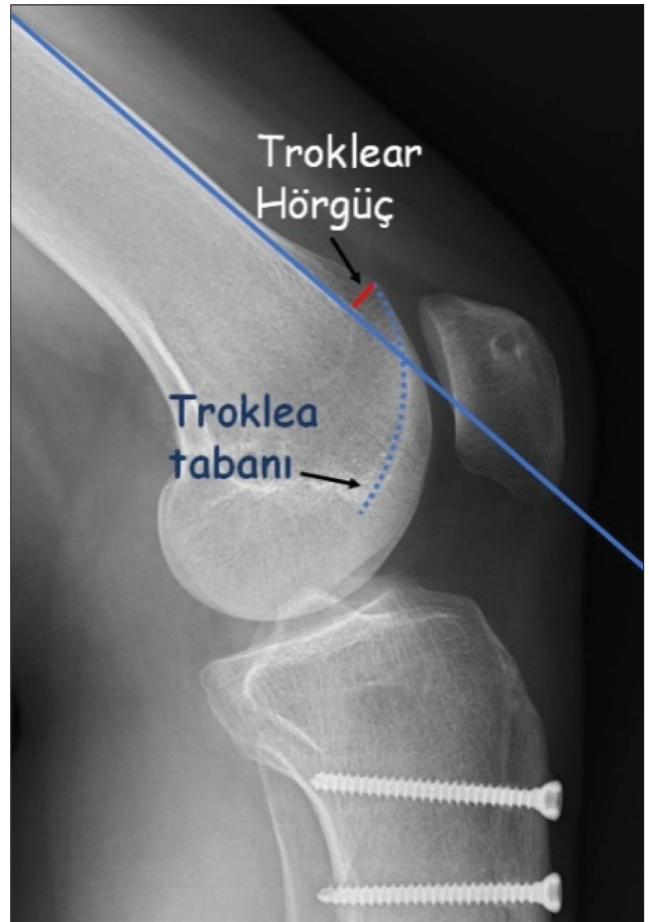
zaman her iki kondilin anterioruna ulaşmaz. Kesişme bulgusu varlığında troklear oluğun dibi, anterior femoral kortekse ulaşmadan çok önce kondillerin anteriorunu keserek sonlanır (Şekil 1).^[1]

Troklear Hörgüç (Trochlear Bump): Proksimal trokleada, patellanın oluğa girdiği bölüm sığ, yeterince oluşmamış veya konveks bir yapıdadır. Trokleanın tabanı ile anterior femoral korteksten çekilen çizginin arasındaki mesafenin 3 milimetre (mm)'den fazla olması displaziyi gösterir. Patellofemoral instabiliteye %66 oranında eşlik eder. Bu hörgüç bazen dik bir çıkıntı şeklinde olur. Bu görünümüne supratroklear mahmuz adı verilir (Şekil 2).^[1]

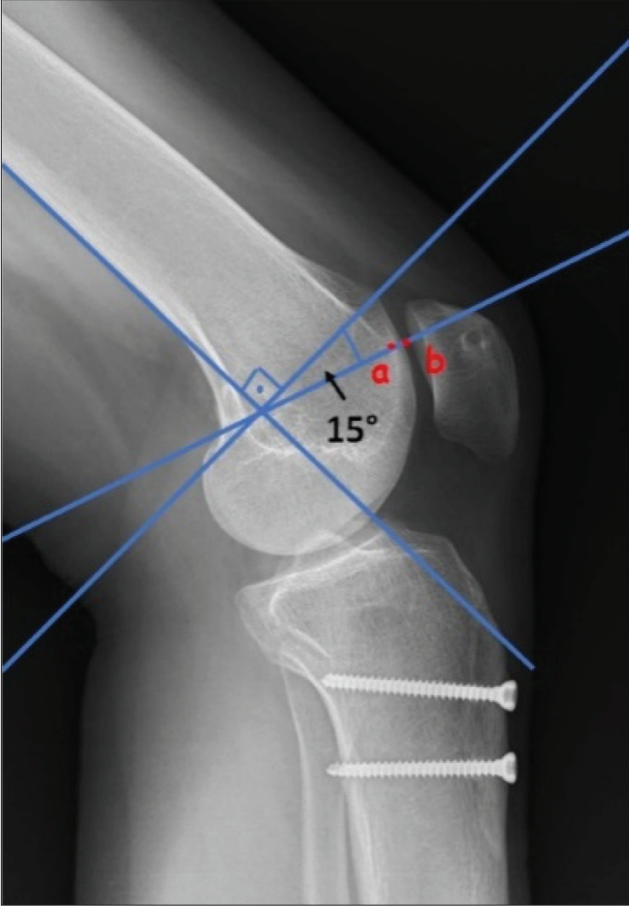
Supratroklear Mahmuz (Supratrochlear Spur): Troklea girişindeki global-anormal kemik çıkıntısıdır ve Dejour sınıflamasında önemli yeri vardır.^[4] Klinik önemi ise, patellanın diz fleksiyonuyla trokleaya girerken rampadan atlar gibi atlamasına neden olur. Supratroklear mahmuz (*supratrochlear spur*) yüksek dereceli displazinin göstergesidir (Şekil 1).^[1]

Troklear Derinlik: Posterior femoral korteksten çekilen teğet çizgiye, posterior femoral kondilin en proksimalinden bir dik doğru çekilir. Bu dik doğruya 15° açıyla çekilen doğru üzerinde trokleanın derinliği ölçülür (Şekil 3).^[1]

Çift Kontür: Her iki femoral kondilin asimetrisini gösterir. Lateral kondilin konveks görüntüsü ve medial kondilin hipoplazisi bu görüntüye neden olur (Şekil 1).^[1]



Şekil 2. Femur anterior korteksten çekilen hat (mavi çizgi) ile trokleanın tepesi arasındaki (kırmızı çizgi), troklear hörgüç olarak tanımlanır.



Şekil 3. Posterior femoral kortekse teğet çizgiye dik hatta 15° açıyla çizilen çizgi üzerinde, troklea tabanı ve fasetlerin anterior yansıması a-b arasındaki mesafe troklear derinlik olarak tanımlanır.

Bu temel bulguların dışında, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ölçülen lateral troklear inklinasyon ve trokleanın anterior lateral kondil bölümünün kısa olmasına yönelik yapılan ölçümler popülerlik kazanmıştır. Lateral troklear inklinasyon, tam ekstansiyonda yağ baskılama T2 ağırlıklı *spin-echo* transvers MRG kesitlerinde ölçülür. Aksiyel kesitlerde lateral troklear fasetle posterior kondillerden geçen hatlar arasında oluşan açıdır. Normal değerler 16° iken, 11° eşik değer olarak kabul edilir. Daha düşük değerler displaziye gösterir.^[1]

Patellotroklear indeks: Sagittal MRG kesitlerinde tam ekstansiyonda patella eklem yüzeyinin en az 1/3'ünün troklea ile eklem yapması beklenir.

Lateral kondiler indeks: Lateral kondilin anterioru ile posterior parçası arasındaki orandır. Bu değer %86'dan düşük ise kısa anterior lateral kondil tanısı koyulur.^[7]

Dejour Sınıflaması: Bu sınıflamada;

a) Troklear oluğa giriş (proksimal konveks çıkıntı veya troklear hörgüç),

b) Lateral troklear faset,

c) Medial troklear faset göz önüne alınır (Şekil 1).^[1]

Tip A: Kesişme bulgusu mevcuttur. Troklear oluk hemen hemen normal yapıda ama sığdır. Aksiyel grafide sulkus açısı 145° 'nin üzerindedir.^[1]

Tip B: Düz trokleaya giriş ve lateralde supratroklear mahmuz görülür. Lateral ve medial faset normaldir.^[1]

Tip C: Kesişme bulgusu ve çift kontür gözlenir. Çift kontürün sebebi lateral troklear fasetin konveksitesi, medialin ise hipoplazik oluşudur. Troklea normalden daha yüksek girişlidir. Lateral faset düz veya konveks iken, bazen medial troklear faset aşağıya doğru eğimlidir.^[1]

Tip D: Kesişme bulgusu, supratroklear mahmuz ve çift kontür yer alır. Aksiyel olarak bakıldığında fasetler arasında asimetri ve bir yarı bulunur. En ciddi displazidir. Lateralde konveks bir faset mevcutken medial faset çok ufak veya yoktur.^[1]

TROKLEOPLASTİ ENDİKASYONLARI VE KONTRENDİKASYONLARI

Trokleoplastinin amacı kemiksel anatomiyi düzeltmek ve troklear kırıkda oluğu da normale yakın şekillendirmektir.

Endikasyonlar:^[8-11]

- İleri derece troklear displazi (Tip B ve D; yani semptomatik büyük supratroklear mahmuzlu, 5 mm'den büyük),
- Troklear derinliği 3 mm'den az olan,
- Koronal veya rotasyonel dizilim bozukluğu olmayan,
- Belirgin J bulgusu,
- Ligamentöz laksite,
- Medial patellofemoral bağ rekonstrüksiyonu (MPFLR) ve tibial tüberkül osteotomisi uygulanıp stabilite kazanamayan belirgin troklear konveksiteye sahip PFI'li primer veya başarısız cerrahi uygulanmış hastalardır.

Kontrendikasyonlar:^[8-11]

- İmmatür hasta
- PF osteoartroz (PFOA) ve ileri kırıkda lezyonu
- Düşük dereceli displazi-Tip A
- İnstabilitenin olmadığı ön diz ağrısı

İdeal olan cerrahın trokleoplastiyi başarısız cerrahilerin ardından kurtarıcı operasyon olarak değil, hastaları erken tespit edip primer cerrahi olarak uygulayabilmesidir.^[8-11]

TROKLEOPLASTİ TİPLERİ VE TEKNİK DETAYLAR

1. Proksimal Açık Oluk Oluşturma Trokleoplastisi

Peterson ve ark.'nın 1988'de tarif ettiği oluk oluşturma cerrahisinde, proksimalde sinovyanın sıyırılmasının ardından supratroklear mahmuz çıkarılır. Ardından trokleanın patellar giriş bölgesinde merkezden 10 mm uzunlukta, 5 mm derinlikte, özel osteotomlar ile kemiksel oluk oluşturacak şekilde bir bölüm çıkarılır. Bu teknikte lateral ve medial fasetlere dokunulmaz. Proksimale sıyrılan sinovya, ortaya çıkan spongios kemiğin üzerine fibrin yapıştırıcı kullanılarak ve sütüre edilerek örtülür. Bu tip osteotomi Dejour Tip B troklear displazi için uygundur.^[12]

2. Lateral Troklear Faseti Yükselten Trokleoplasti

Albee, lateral faseti yükselten osteotomiye tanımlamıştır.^[13] Kuroda ve ark. lateral fasetin 10 mm yükseltilmesinin, 45° fleksiyonda PF basıncı %40 artırdığını göstermiştir. Bu etki patellofemoral osteoartriti tetikleyecektir.^[14]

Bu osteotomi tipi Biedert tarafından lateral fasetin uzatılmasını amaçlayan osteotomiye doğru evrilmiştir. Kısa anterolateral kondil tanısı koyulanlarda, lateral fasetin uzatılması ve beraberinde 5-6 mm yükseltilmesi opsiyoneldir. Patellanın troklea ile daha erken fleksiyon derecelerinde temasa geçip oluğa çekilmesiyle instabilitenin giderilmesi amaçlanır.^[15]

3. Oluk Derinleştirici Trokleoplasti

Masse'nin tanımladığı trokleoplasti, subkondral kemiğin alınıp, eklem kıkırdığının oluk oluşturacak şekilde bastırılıp şekillendirilmesidir.^[16] Dejour ve ark. tarafından bu osteotomi, V şeklinde trokleayı oluşturacak şekilde değiştirildi. Oluk derinleştirilirken, lateral ve medial fasetler de düzeltilir.^[7,8] Bereiter trokleoplastisi, Dejour osteotomisine benzeyen diğer popüler oluk derinleştirici trokleoplasti tipidir.^[17] Ufak teknik farklılıklar olsa da benzer yöntemlerdir.

Dejour-V oluk derinleştirici trokleoplasti: Standart medial parapatellar yaklaşımla patella laterale itildikten sonra yeni troklear oluk, interkondiler çentikten başlayıp 3-6° valgusta olacak şekilde proksimale doğru derinleştirilir. Troklear kıkırdak ve altındaki subkondral kemik, 5-6 mm kalınlıkta olacak şekilde medial ve lateral osteokondral flepler hazırlanır. Oluğun en derin bölgesi daha fazla olup medial ve lateral fasetlere doğru azalan geniş V şeklinde subkondral kemik, özel kemik traşlayıcılarla boşaltılır. Trokleanın merkezi bistüri yardımıyla kesilip merkez, medial ve lateral fasetler oluk oluşacak şekilde bastırılır. İnce U çivileri veya başsız vidalar ile sabitlenir (Şekil 4).^[7,8]

Beretier-U oluk derinleştirici trokleoplasti: Hem medial hem de lateral parapatellar yaklaşımla yapılabilir. Dejour trokleoplastisine çok benzer bir yöntemdir. Osteokondral flepler daha ince (3-5 mm) bırakılır. Dejour osteotomisinde V şeklinde oluşturulan troklear oluğun aksine, subkondral bölge çukur şeklinde oyularak U şeklinde daha gerçeğe yakın troklear oluk oluşturulmaya çalışılır. Kıkırdak kanatlar üç adet düğümsüz çapalarla tespit edilir. İlk çapa interkondiler çentiğe koyulurken diğer ikisi medial ve laterale, trokleanın başlangıcına yerleştirilir. İpler gerilerek medial ve lateral fasetleri bastırarak tespit eder. Ayrıca trokleanın tabanına uçları lateralden çıkacak şekilde kalın sütürlerle bastırılarak oluk oluşturulur. Daha ince osteokondral fleplerin daha kolay bastırılıp remodele oluşturacağı açıktır. Bununla birlikte kondrosit ölümü ve ince fleplerin nekroz riski de bu yöntemin dezavantajını oluşturur.^[17] Bu yöntemi temel alarak Blond ve ark., süperolateral, süperomedial ve lateral portalleri kullanarak artroskopik tekniği tanımlamıştır.^[18]

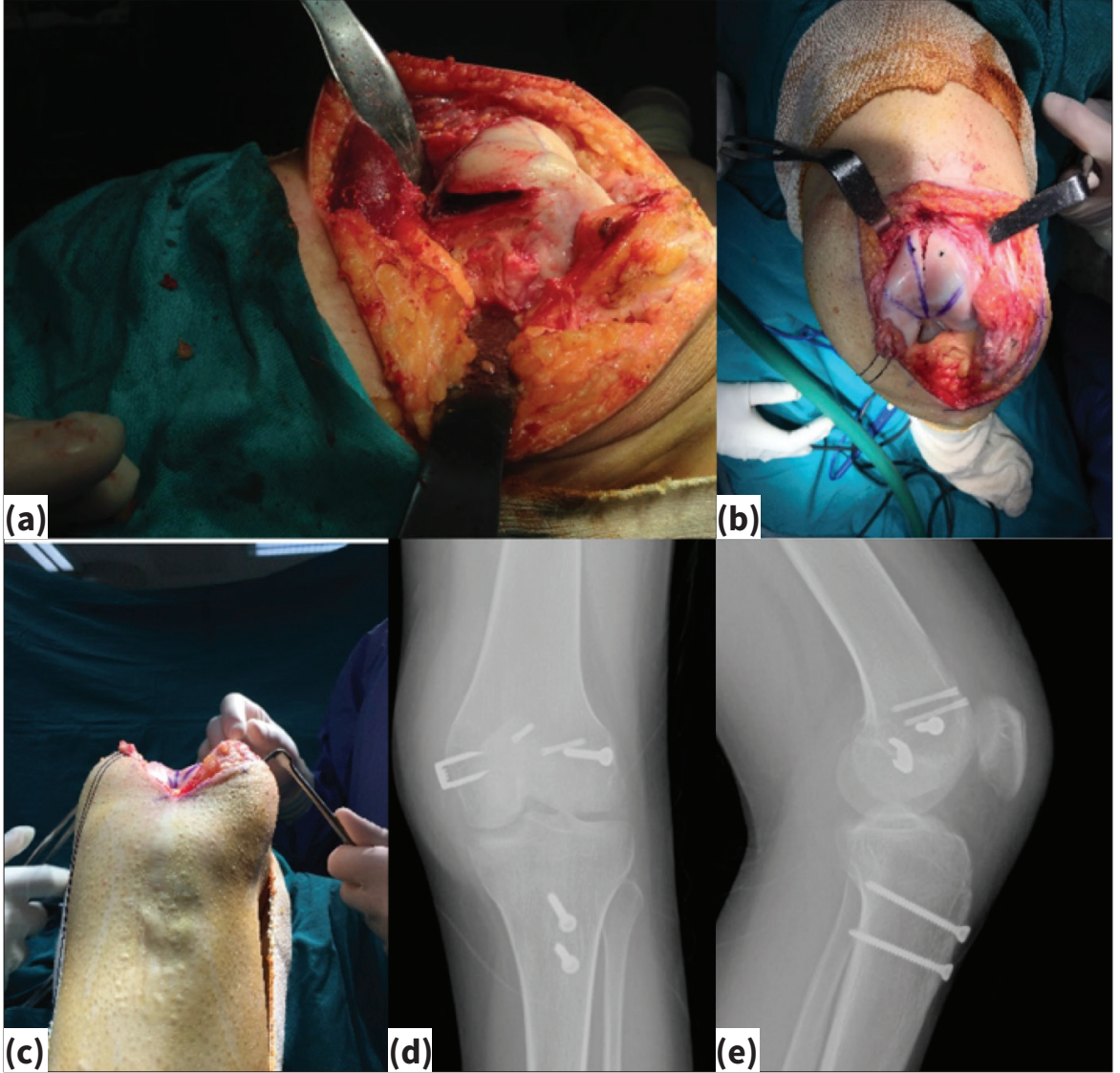
4. Goutallier Recession Wedge Trokleoplasti (Troklear Yüzeyin Aşağı Çekilmesi)

Goutallier'in tanımladığı bu osteotomide çıkıntılı ve konveks tipteki trokleanın anterior femoral korteks düzeyine geri çekilmesi amaçlanır. Bu teknikte oluk oluşturulmaz. Patellofemoral uyuma etki etmeden çıkıntılı hörgüç aşağıya indirilir. Lateral yaklaşımla, patellanın superiorundan tibial tüberkül düzeyine kadar lateral retinaküler gevşetme yapılır. Patella mediale doğru itilir. Trokleanın altından, hesaplanan miktar kadar proksimal tabanlı üçgen kemik çıkarılır. Troklea aşağıya itilerek iki adet 3,5 mm spongiöz vidayla tespit edilir.^[19-20]

Geleneksel görüş olarak Dejour Tip B ve D troklear displazilerde oluk derinleştirici trokleoplastiler uygunken Dejour Tip C displazilerde söz birliği yoktur. Oysa üç boyutlu modelleme tekniğinde, Dejour Tip B displazilerde troklear yüzeyi aşağıya çeken trokleoplastinin, Dejour Tip C ve D displazilerde ise oluk derinleştirici trokleoplastinin uygun olduğu gösterilmiştir.^[19-20]

TROKLEOPLASTİ SONUÇLARI VE SONRASINDA GÖRÜLEN SORUNLAR

Albee lateral faseti yükselten trokleoplastinin, diz fleksiyonda PF basıncı arttırıp PFOA neden olduğunu biliyoruz.^[13] On dokuz Albee trokleoplastisi uygulanan hastaların 12 yıllık izleminde, %32 kalıcı instabilite, %21 tekrar çıkık, %53 Iwano Evre 1, %27 Evre 2 PFOA tespit edilmiştir. Albee trokleoplastisi popülerliğini yitirmiş bir yöntemdir ve bazılarında göre de gereksizdir.^[21]



Şekil 4.a-e. Dejour oluk derinleştirici trokleoplasti; medial ve lateral osteokondral fleplerin hazırlanması (a), V şeklinde oluk hazırlanmış ve merkez kesilmiş, medial ve lateral fasetler oluşturulup tespit edilmiş (b,c), ameliyat sonrası diz ön-arka ve yan grafiplerindeki görüntülemeleri (d,e).

Modern teknikleri bildiren çoğu çalışmanın, fonksiyonel sonuçlara ve instabilite bulgularına odaklandığını görüyoruz. Bunun yanında çoğu hastada devam eden ağrı ve tatmin edici sonuçların değişkenliği de çarpıcıdır. Ayrıca elde edilen başarılı sonuçların ne kadarının trokleoplastiye bağlı olduğunu saptamak güçtür. Çünkü çoğu hastada kombine cerrahiler yapılmıştır.^[13,21]

Dejour-V, Bereiter-U ve artroskopik oluk derinleştirici osteotomilerde, Kujala, IKDC (*International Knee Documentation Committee*) skorları, Görsel Analog Skor (GAS, VAS), hasta memnuniyet skalası gözetildiğinde belirgin düzelme elde edildiği görülür.^[22] Dejour ve ark, revizyon cerrahisi olarak uygulanan trokleoplastilerde hasta mem-

nuniyetini %65, primer cerrahi olarak uygulananlarda ise %85 olarak bulmuştur.^[8] Verdonk ve ark. 12 hastasına Dejour trokleoplastisi uygulamış, 7-10 yıllık izlem sonunda %77 iyi ve çok iyi sonuç elde edilmiştir. Fakat objektif ve subjektif sonuçların birbiriyle tutarsız olduğunu vurgulamıştır.^[23] Utting ve ark. oluk derinleştirici trokleoplasti uyguladığı 59 hastasının fonksiyonel skorlarında belirgin düzelme elde etmiş ve instabilite görmemiştir ancak; sekiz hastada PF ağrı gelişmiştir.^[24] Fucentese ve ark. uyguladığı 17 trokleoplastiyi bilgisayarlı tomografiyle değerlendirmiş, böylece troklear derinlikte artışı ve oluk açısında düzelme göstermiştir. Fakat hastalarında %25 oranında korkutma testi pozitifliği devam etmiş ve bunlara MPFLR

uygulanması gerekmiştir.^[25] Donnel ve ark. 15 hastasının 17 dizine oluk derinleştirici trokleoplasti uygulamıştır. Bunlardan dokuzunu revizyon cerrahisi yapılan hastalar oluşturmaktaydı. Olguların 11 dizi normal bulunurken, altı dizde ılımlı J bulgusu devam etmiş. Yedi dizde ılımlı korkutma testi pozitifliği tespit edilmiştir. Hastaların fonksiyonel skorlarında düzelme görülürken, 15 hastanın sekizine artrofibrozis nedeniyle ameliyat sonrası 6-12 haftalar arasında artroskopik gevşetme ihtiyacı olmuştur.^[26] Von Knoch ve ark. 14 yıl izledikleri olgularında Kujala skorunu 95 olarak bildirmişlerdir. Bunun yanında subjektif ağrı skorunda sadece %49 düzelme olmuş ve %9'unda ağrıda değişme yokken, %33'ünde ağrıda artma saptamışlardır.^[27] Yirmi beş klinik çalışmayı irdeleyen Testa ve ark. korkutma testinin %20'lere gerilediğini, dislokasyon oranını %2, sublüksasyon oranını ise %6 olarak saptamışlardır.^[28]

Komplikasyonlar

Longo ve ark. 392 dizde 157 komplikasyon (%40) saptamışlardır. Bu meta-analizin gösterdiği gibi trokleoplasti masum bir cerrahi değildir.^[29] Leclerc ve ark. 1000 trokleoplastiyi incelediği meta-analizde %2,4 yeniden çıkık (en başarılı Dejour-V trokleoplasti), %8 rezidüel instabilite, %27 PFOA, ve %7 oranında eklem sertliği tespit etmişlerdir. Ek cerrahi gereksinimi ise %17 oranında bulunmuştur. Bu çalışma kabaca komplikasyon oranlarında yol göstericidir.^[30]

Kondral lezyonlar: Cerrahi sonrası troklear kırıkdağın canlılığının muhafazası temel sorundur. İnce bir osteokondral kabuğun bırakılmasının osteonekroza yol açabileceği düşünülmüştür. Metcalfe ve ark. Bereiter-U trokleoplastisi uygulanmış bir hastada osteokondral fleplerin erken ayrılması sorunundan bahsetmişlerdir.^[31] Her ne kadar Schöttle ve ark. Bereiter-U trokleoplastisi yapılan bölgeden aldığı biyopsilerde kırıkdağın hala yaşadığını gösterse de teorik olarak bu sorun hala varlığını korur.^[32]

Eklem sertliği: %2-46 oranında görülmüş ve sıklıkla cerrahi artroliz gerekmiştir. Oluk derinleştirici trokleoplastilerde, troklear seviyenin aşağıya çekildiği trokleoplastilere göre daha sık geliştiği gösterilmiştir.^[33]

PFI'nin tekrarı: Longo ve ark. 392 hastayı incelemiş ve nüks oranını %2 olarak bulmuşlardır (Dejour-V trokleoplastisi %3,2, Bereiter trokleoplastisi %0,8, Goutallier trokleoplastisi %10,5).^[29]

Yeniden operasyon: Testa ve ark. yeniden operasyon (reoperasyon) oranını %25 olarak bildirmiştir. En sık uygulanan cerrahiler, implant çıkarılması, artroliz, PF artroplastisi ve kondral cerrahilerdir.^[28] McNamara ve ark. Dejour-V trokleoplastinde yeniden operasyon oranını %19 (MPFLR ve artroliz) olarak bildirmişlerdir.^[34] Metcalfe

ve ark. ise 199 Bereiter-U trokleoplastinde %14 yeniden operasyon bildirmiştir (MPFLR ve tibial tüberkül osteotomisi).^[31] Trokleoplasti izole değil kombine ameliyatın bir parçası olmalıdır.^[35]

Patellofemoral eklem osteoartroz: Rouanet ve ark. oluk derinleştirici trokleoplastide, 15 yıllık izlemde, %65 oranında PFOA saptamıştır.^[36] Metcalfe ve ark. Bereiter-U osteotomisi uyguladıkları 132 dizde üç yılda %5,3, beş yılda %7,7 PFOA bulmuştur.^[31] Ne yazık ki trokleoplastinin PFOA'yi önlemede etkisi gösterilmemiştir. Von Knoch ve ark. ilk cerrahi sonrasında kırıkdağ lezyonu olanlarda uzun dönemde %30 PFOA geliştiğini bildirmiştir.^[27]

SONUÇ

Trokleoplasti uygun endikasyonda başarılı klinik sonuçlar veren ve yeterli hasta memnuniyeti sağlayan bir yöntemdir. Daha çok tek başına değil, kombine ameliyatların bir parçası olarak düşünmek gereklidir. Komplikasyonlarından hastalara bahsedilmeli, özellikle ağırlı ve PFOA'lu hastalarda uygulamadan kaçınılmalıdır. İdeal olan revizyon cerrahilerinde kurtarıcı olmasından çok uygun hastaları iyi tespit edip birincil cerrahi olarak uygulayabilmektir.

KAYNAKLAR

1. 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. [Crossref](#)
2. Lewallen LW, McIntosh AL, Dahm DL. Predictors of recurrent instability after acute patellofemoral dislocation in pediatric and adolescent patients. *Am J Sports Med* 2013;41(3):575-81. [Crossref](#)
3. Levy BJ, Tanaka MJ, Fulkerson JP. Current concepts regarding patellofemoral trochlear dysplasia. *Am J Sports Med* 2021;49(6):1642-50. [Crossref](#)
4. Nietosvaara Y. The femoral sulcus in children: An ultrasonographic study. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76(5):807-9. [Crossref](#)
5. Yang G, Li F, Lu J, Niu Y, Dai Y, Zuo L, et al. The dysplastic trochlear sulcus due to the insufficient patellar stress in growing rats. *BMC Musculoskelet Disord* 2019;20(1):411. [Crossref](#)
6. Huri G, Atay OA, Ergen B, Atesok K, Johnson DL, Doral MN. Development of femoral trochlear groove in growing rabbit after patellar instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20(2):232-8. [Crossref](#)
7. Batailler C, Neyret P. Trochlear dysplasia: Imaging and treatment options. *EFORT open Rev* 2018;3(5):240-7. [Crossref](#)
8. Dejour D, Saggin P. The sulcus deepening trochleoplasty-the Lyon's procedure. *Int Orthop* 2010;34(2):311-6. [Crossref](#)
9. Fulkerson JP. When and how i add trochleoplasty in the treatment of recurrent patella instability. *Sports Med Arthrosc* 2019;27(4):169-70. [Crossref](#)

10. Rush J, Diduch D. When is trochleoplasty a rational addition? *Sports Med Arthrosc* 2019;27(4):161-8. **Crossref**
11. Ntangiopoulos PG, Dejour D. Current concepts on trochleoplasty procedures for the surgical treatment of trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(10):2531-9. **Crossref**
12. Peterson L, Karlsson J, Brittberg M. Patellar instability with recurrent dislocation due to patellofemoral dysplasia. Results after surgical treatment. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst* 1988;48(2):130-9.
13. Albee FH. The bone graft wedge in the treatment of habitual dislocation of the patella. *Med Rec* 1915;88:257-9.
14. Kuroda R, Kambic H, Valdevit A, Andrish J. Distribution of patellofemoral joint pressures after femoral trochlear osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2002;10(1):33-7. **Crossref**
15. Biedert RM. Lengthening Osteotomy with or Without Elevation of the Lateral Trochlear Facet. In: Dejour D, Zaffagnini S, Arendt EA, Sillanpää P, Dirisamer F, (ed) *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis: Clinical Presentation, Imaging, and Treatment*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2020;33-41. **Crossref**
16. Masse Y. Trochleoplasty. Restoration of the intercondylar groove in subluxations and dislocations of the patella. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1978;64(1):3-17.
17. Bereiter H, Gautier E. Die trochleoplastik als chirurgische therapie der rezidivierenden patellaluxation bei trochleadysplasia des femurs. *Arthroskopie* 1994;7:281-6.
18. Blønd L, Schöttle PB. The arthroscopic deepening trochleoplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18(4):480-5. **Crossref**
19. Goutallier D, Raou D, Van Driessche S. Retro-trochlear wedge reduction trochleoplasty for the treatment of painful patella syndrome with protruding trochleae. Technical note and early results. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002;88(7):678-85.
20. Thauinat M, Bessiere C, Pujol N, Boisrenoult P, Beaufile P. Recession wedge trochleoplasty as an additional procedure in the surgical treatment of patellar instability with major trochlear dysplasia: Early results. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011;97(8):833-45. **Crossref**
21. Tigchelaar S, van Sambeek J, Koeter S, van Kampen A. A stand-alone lateral condyle-elevating trochlear osteotomy leads to high residual instability but no excessive increase in patellofemoral osteoarthritis at 12-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26:1216-22.
22. Nolan JE 3rd, Schottel PC, Endres NK. Trochleoplasty: Indications and technique. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2018;11(2):231-40. **Crossref**
23. Verdonk R, Jansegers E, Stuyts B. Trochleoplasty in dysplastic knee trochlea. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13(7):529-33. **Crossref**
24. Utting MR, Mulford JS, Eldridge JDJ. A prospective evaluation of trochleoplasty for the treatment of patellofemoral dislocation and instability. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90(2):180-5. **Crossref**
25. Fucentese SF, Schöttle PB, Pfirrmann CWA, Romero J. CT changes after trochleoplasty for symptomatic trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15(2):168-74. **Crossref**
26. Donell ST, Joseph G, Hing CB, Marshall TJ. Modified Dejour trochleoplasty for severe dysplasia: Operative technique and early clinical results. *Knee* 2006;13(4):266-73. **Crossref**
27. Von Knoch F, Böhm T, Bürgi ML, von Knoch M, Bereiter H. Trochleoplasty for recurrent patellar dislocation in association with trochlear dysplasia. A 4- to 14-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88(10):1331-5. **Crossref**
28. Testa EA, Camathias C, Amsler F, Henle P, Friederich NF, Hirschmann MT. Surgical treatment of patellofemoral instability using trochleoplasty or MPFL reconstruction: A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(8):2309-20. **Crossref**
29. Longo UG, Vincenzo C, Mannering N, Ciuffreda M, Salvatore G, Berton A, et al. Trochleoplasty techniques provide good clinical results in patients with trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26(9):2640-58. **Crossref**
30. Leclerc JT, Dartus J, Labreuche J, Martinot P, Galmiche R, Migaud H, et al. Complications and outcomes of trochleoplasty for patellofemoral instability: A systematic review and meta-analysis of 1000 trochleoplasties. *Orthop Traumatol Surg Res* 2021;107(7):103035. **Crossref**
31. Metcalfe AJ, Clark DA, Kemp MA, Eldridge JD. Trochleoplasty with a flexible osteochondral flap: Results from an 11-year series of 214 cases. *Bone Joint J* 2017;99-B(3):344-50.
32. Schöttle PB, Schell H, Duda G, Weiler A. Cartilage viability after trochleoplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15(2):161-7. **Crossref**
33. Carstensen SE, Feeley SM, Diduch DR. Manipulation under anesthesia with lysis of adhesions is effective in arthrofibrosis after sulcus-deepening trochleoplasty: A prospective study. *Orthop J Sport Med* 2019;7(8):2325967119864868. **Crossref**
34. McNamara I, Bua N, Smith TO, Ali K, Donell ST. Deepening trochleoplasty with a thick osteochondral flap for patellar instability: Clinical and functional outcomes at a mean 6-year follow-up. *Am J Sports Med* 2015;43(11):2706-13. **Crossref**
35. Ren B, Zhang X, Zhang L, Zhang M, Liu Y, Tian B, et al. Isolated trochleoplasty for recurrent patellar dislocation has lower outcome and higher residual instability compared with combined MPFL and trochleoplasty: A systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg* 2019;139(11):1617-24. **Crossref**
36. Rouanet T, Gougeon F, Fayard JM, Rémy F, Migaud H, Pasquier G. Sulcus deepening trochleoplasty for patellofemoral instability: A series of 34 cases after 15 years postoperative follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015;101(4):443-7. **Crossref**