



Erişkinlerde medial patellofemoral ligaman rekonstrüksiyonu cerrahi teknikleri

Surgical techniques for medial patellofemoral ligament reconstruction in adults

Deniz Gülabi, Mustafa Çalışkan, Bülent Kılıç

T.C. Sağlık Bakanlığı, Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

Patellofemoral eklem stabilitesi statik, dinamik ve kemik kısıtlayıcıların uyumlu şekilde işlev göstermeleriyle sağlanmaktadır. Medial patellofemoral ligaman (MPFL) ise, patellanın lateral instabilitesine karşı direnç sağlayan en önemli statik yumuşak doku kısıtlayıcısıdır. Patellanın lateral dislokasyonu genellikle MPFL yırtığına yol açmakta ve altta yatan patolojiye göre izole ya da kemik tekniklerle kombine şekilde MPFL rekonstrüksiyonu uygulanmaktadır. Medial patellofemoral ligaman rekonstrüksiyonunda pek çok farklı cerrahi teknik tarif edilmiş olmakla birlikte, yayınlarda hangi cerrahi tekniğin standart yaklaşım olması gerektiğine ilişkin bir görüş birliği yoktur. Bununla birlikte uygulanan cerrahi tekniklerin çoğu normal anatomiyi yakalamayı ve MPFL'nin ideal izometride patellar ve femoral yapışma yerlerine tespitini hedeflemektedir. Cerrahi teknik genel olarak; dizin anestezi altında ve artroskopik muayenesi, greftin patellaya tespiti, patellofemoral intervalin oluşturulması, femoral yapışma yerinin belirlenmesi, femoral tünel hazırlığı, greftin femura tespiti gibi pek çok aşamadan oluşmaktadır. Her aşama uygulanan tekniğe göre kendi içerisinde farklılıklar göstermekte ve cerrahi başarı üzerine değişiklik gösteren oranlarda etki etmektedir. Komplikasyonlar genellikle cerrahi tekniğe bağlı hatalardan kaynaklanmaktadır. Derlememizde, MPFL rekonstrüksiyonunda takip ettiğimiz yaklaşım, literatürdeki farklı teknikler ve olası komplikasyonlar özetlenmiştir.

Anahtar sözcükler: patellar instabilite; patella çıkığı; medial patellofemoral ligaman; femoral yapışma

The coordinated functioning of static, dynamic, and osseous restraints provides patellofemoral joint stability. Medial patellofemoral ligament (MPFL) is the most important static soft tissue constraint that provides resistance to lateral instability of the patella. Lateral dislocation of the patella usually leads to MPFL tear, and MPFL reconstruction is performed either in isolation or combination with bone procedures, depending on the underlying pathology. Although many different surgical techniques have been described in MPFL reconstruction, there is no consensus in the literature on which surgical technique should be the standard approach. However, most applied surgical techniques imitate normal anatomy and fix the MPFL to the patellar and femoral attachments in ideal isometry. The surgical technique generally consists of many stages such as, knee examination under anesthesia, arthroscopic examination of the knee, fixation of the graft to the patella, creation of the patellofemoral interval, determination of the femoral attachment site, preparation of the femoral tunnel, and femoral graft fixation. Each stage differs according to the technique applied and has varying effects on surgical success. Complications are usually due to surgical technique errors. This review article explains the approach we follow in MPFL reconstruction, different techniques in the literature, and possible complications.

Key words: patellar instability; patellar dislocation; medial patellofemoral ligament; femoral attachment

Medial patellofemoral ligaman (MPFL), patellanın lateral instabilitesine karşı direnç sağlayan en önemli yumuşak doku kısıtlayıcısıdır.

[1] Yapılan biyomekanik ve radyolojik temelli çalışmalarda patellada laterale çıkık olabilmesi için MPFL'nin bütünlüğünün bozulması gerektiği belirtilmiştir. [1-3] MPFL yırtıkları genellikle femoral tutunma bölgesinden gerçekleşmekte ve MPFL rekonstrüksiyonu tek

başına ya da kemik tekniklerle kombine şekilde uygulanmaktadır. [4,5]

Tekrarlayan patella çıkıklarında ya da akut çıkık sonrası osteokondral fragman varlığı, sporcu kimlik ya da çıkık sonrası devam eden sublüksasyon varlığında MPFL rekonstrüksiyon endikasyonu doğmaktadır. [6,7] Medial patellofemoral ligaman rekonstrüksiyonunda

İletişim / Contact: Prof. Dr. Deniz Gülabi • E-posta / E-mail: dgulabi@yahoo.com

ORCID ID: Deniz Gülabi, 0000-0002-4131-7536 • Mustafa Çalışkan, 0000-0003-4426-844X • Bülent Kılıç, 0000-0001-8101-804X

Geliş / Received: 14 Mart 2022 • **Kabul / Accepted:** 9 Mayıs 2022

pek çok farklı cerrahi teknik tarif edilmiş olmakla birlikte, literatürde hangi cerrahi tekniğin standart yaklaşım olması gerektiğine ilişkin bir görüş birliği yoktur. Her tekniğin diğerine göre avantajları ve dezavantajları olabilmektedir. Örneğin, greftin patellaya tespitinde çift tünel tekniğinin kullanılması tek tünel tekniğine göre daha fazla iyatrojenik patella kırıklarına yol açmakla birlikte, çift noktadan patellaya yapılacak greft tespiti MPFL'nin yelpaze şeklindeki gerçek anatomisini taklit etmesi ve diz fleksiyonuyla oluşacak patolojik rotasyonu da engellemesi nedeniyle tek tünel tespitine göre daha anatomik bir rekonstrüksiyona olanak sağlamaktadır.^[8]

Derlememizde MPFL rekonstrüksiyonunda takip ettiğimiz yaklaşımın yanında, literatürdeki farklı teknikler ve olası cerrahiye bağlı komplikasyonlar hakkında güncel bilgiler verilmesi amaçlanmıştır.

CERRAHİ TEKNİK

Hasta Pozisyonu

Bu cerrahide, hasta ışın geçiren masa üzerinde sırtüstü (*supin*) pozisyonda hazırlanır. Turnike yerleştirilir ancak genellikle şişirilmesine gerek yoktur. Cerrahi esnasında tanısal artroskopiye yardımcı olması için turnike seviyesinde bir yan bar yerleştirilmesi gerekir. Cerrahi tarafın karşısına özellikle femoral tünelin belirlenmesine yardımcı olmak için, gerçek lateral görüntü elde etmek amacıyla C-kollu floroskopi cihazı yerleştirilir.

Diz Eklemine Anestezi Altında ve Artroskopik Muayenesi

Hasta anestezi altındayken patellar instabilite değerlendirilmelidir. Patellanın mediale ve laterale gezinimi değerlendirilmeli, eğer patella disloke edilebiliyorsa dizin kaç derece fleksiyonunda tekrar redükte olduğu not edilmelidir. Diz ligamanlarının kapsamlı muayenesi yapılmalı, lateral yapının sıklığı anestezi altında değerlendirilmelidir.

Hastanın anestezi altında diz muayenesini takiben dizin detaylı artroskopik muayenesi yapılmalıdır. Kondral yüzeyler değerlendirilerek trokleara displazi varlığı, patellanın troklear olukta gezinimi, kırıkda hasarının uzanımı gibi parametreler incelenmelidir. Çıkarılması gereken osteokondral fragmanların tespiti için diz eklemine etraflıca değerlendirmesi yapılmalıdır. Patellanın troklea ile olan uyumunun değerlendirilmesinde ve olası osteokondral fragmanların eksizyonu için süperolateral ya da süperomedial portal üzerinden 30°'lik optiğe ek olarak 70°'lik optik de kullanılabilir.

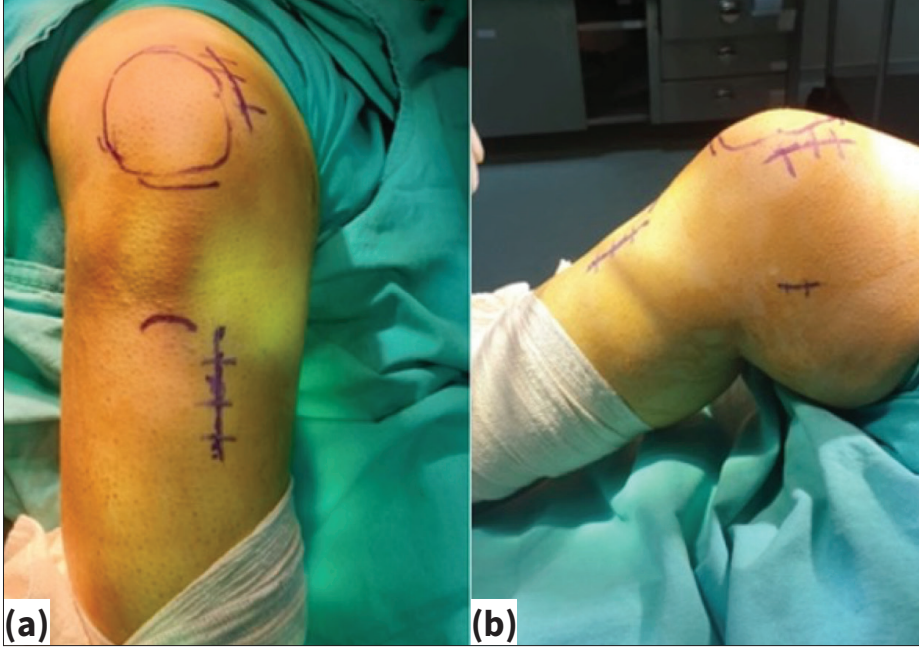
Greft Tercihi

Medial patellofemoral ligaman rekonstrüksiyonunda literatürde grasilis, semitendinosus, kuadriseps ve adduktör magnus tendon otogreftlerinin kullanıldığı görülmektedir.^[9] Bu greftlerin hepsinin orjinal MPFL'ye göre daha sert ve güçlü biyomekanik özellikleri mevcuttur.^[10] Bu durumun ortaya çıkaracağı avantaj ve dezavantajlara ilişkin ise uzun dönem takip sonuçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Hamstring otogrefti kullanımının greft bölgesinde ağrı, enfeksiyon ya da safen sinir hasarına bağlı olarak uyuşma, his kaybı gibi riskleri mevcuttur.^[11] Bunun yanında allogreft kullanımı ise yüksek maliyetlere yol açan bir uygulamadır. Hangisinin daha üstün olduğu ise literatürde hâlen belirsizdir. Weinberger ve ark.'nın 31 çalışmayı değerlendirmeye aldıkları meta-analiz çalışmasında revizyon oranları ve klinik sonuçlar üzerine greft tercihinin bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.^[12] Biz kendi uygulamamızda semitendinosus otogreftini kullanmaktayız. Elde edilen otogreft genellikle 180-200 mm uzunluğunda ve ikiye katlandığında 5 mm ya da 6 mm çapta olmaktadır.

Patellanın Hazırlanması ve Greftin Patellaya Tespiti

Patellanın medial kenarı hizasında orta 1/3 kısımdan proksimale doğru uzanan yaklaşık 5 cm'lik dikey bir insizyon yapılır (Şekil 1). Bu insizyon üzerinde derinleşirken Warren ve Marshall tarafından tarif edilmiş olan, dizin medial bölgesinin koronal plandaki katmansal yapısı göz önünde bulundurulmalıdır.^[13] Öncelikle birinci katmanı oluşturan longitudinal retinakulum geçilir ve sonrasında MPFL'nin bulunduğu ikinci katmana ulaşılmış olunur. Bu aşamada MPFL'nin patellaya tutunan transvers liflerinin de kesilmesiyle kapsül tarafından oluşan üçüncü katmana ulaşılır. Kapsül sağlam (intakt) bırakılır.

Greftin patellaya tespiti patellada açılan tüneller üzerinden ya da patellaya yerleştirilen sütür çapalar aracılığıyla olmaktadır. Patellaya açılan tünellere greftin tespiti; interferans vidası, *endobutton* aracılığıyla asıcı tespit sistemleri, dayanıklı sütürler ya da hiçbir implant kullanmadan oluşturulan kemik köprüler sayesinde sağlanabilir.^[14] Tünel oluşturulmadan yapılan patella tespiti ise sütür çapa ve transosseöz sütürler ile sağlanır. Literatürde greftin patellaya tespitinde kullanılan bu tespit materyallerinden herhangi birinin diğerlerine göre klinik anlamda daha fazla fayda sağladığına yönelik ise net veriler mevcut değildir. Russ ve ark.'nın kadavrada yaptıkları biyomekanik çalışmada paralel tünel üzerinden interferans vidalarıyla yapılan patellar tespitin sütür ankor tespitine göre anlamlı derecede daha dayanıklı olduğu gösterilmiştir.^[15] Interferans vidası, sütür ankor ve transosseöz sütür tespitinin karşılaştırıldığı güncel bir biyomekanik kadavra çalışmasında ise vida tespitinin



Şekil 1.a,b. Sağ dizde ameliyat sırasında cilt insizyonların işaretlenmesi: Cilt insizyonun önden görünümü (a), yandan görünümü (b).

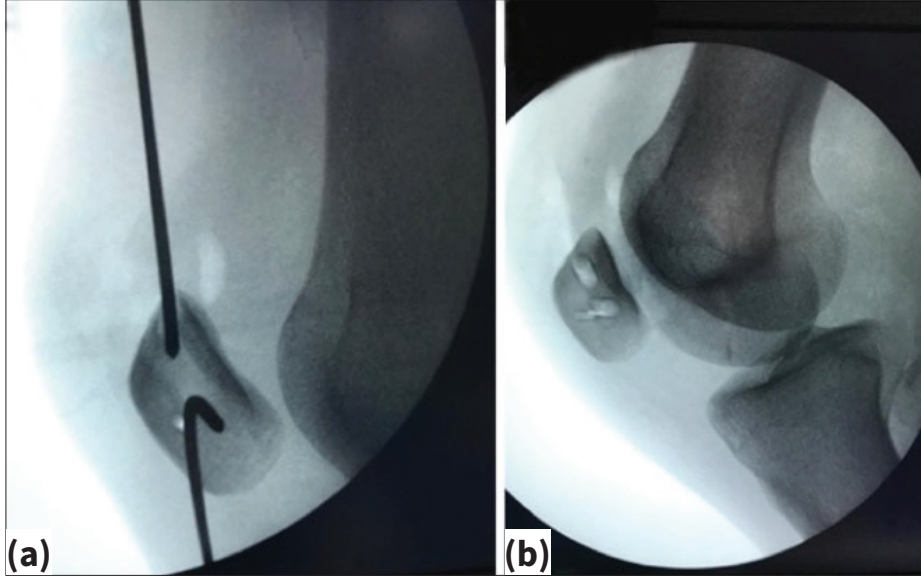
daha rijit rekonstrüksiyona olanak sağladığı bildirilmekle birlikte, bu tespit yöntemleri arasında yüke karşı dayanıklılık açısından bir fark olmadığı belirtilmiştir.^[16] Yine Hapa ve ark.'nın komposit kemikler (*saw bone*) üzerinde yaptıkları biyomekanik çalışmada transvers kemik tüneller, interferans vidaları ve ankor tespiti arasında yüke karşı direnç açısından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.^[17] Öte yandan Shah ve ark.'nın yaptıkları sistematik derleme çalışmasında tünel üzerinden tespit yapılan vakalarda total komplikasyon görülme sıklığının sütün çapa tespitine göre daha fazla olduğu belirtilmekle birlikte; tekrarlayan çıkık, kısmi çıkık, patellar hipermobilitate ve ameliyat sonrası endişe testi pozitifliğinin sütün çapa tespitinde daha fazla ortaya çıktığı belirtilmiştir.^[18]

Tünel tespitinde, farklı açılarda açılan tüneller kullanılabilir. Patellayı medialden laterale transvers planda geçen tranvers transosseöz ya da medialden anteriora doğru ilerleyen oblik uzanımlı tüneller açılabilir.^[19] Patellada tek ya da çift tünel tekniği kullanılabileceği gibi tüneller uçtan uca ya da karşı tarafı kör uçlu olacak şekilde de açılabilir. Medial patellofemoral ligamanın patellaya yapışma yerini taklit etmek için yapılan çift tünel Schöttle tarafından önerilir. Schöttle'ye göre tek noktadan patellaya yapılacak greft tespiti MPFL'nin yelpaze şeklindeki gerçek anatomisini taklit etmemenin yanında, diz fleksiyonu ile oluşacak patolojik rotasyonu da engellemeyecektir.^[20] Ancak bu durumun çok önemli sonuçlar doğurmadığını savunan yazarlar da mevcuttur.^[8] Literatürdeki genel yak-

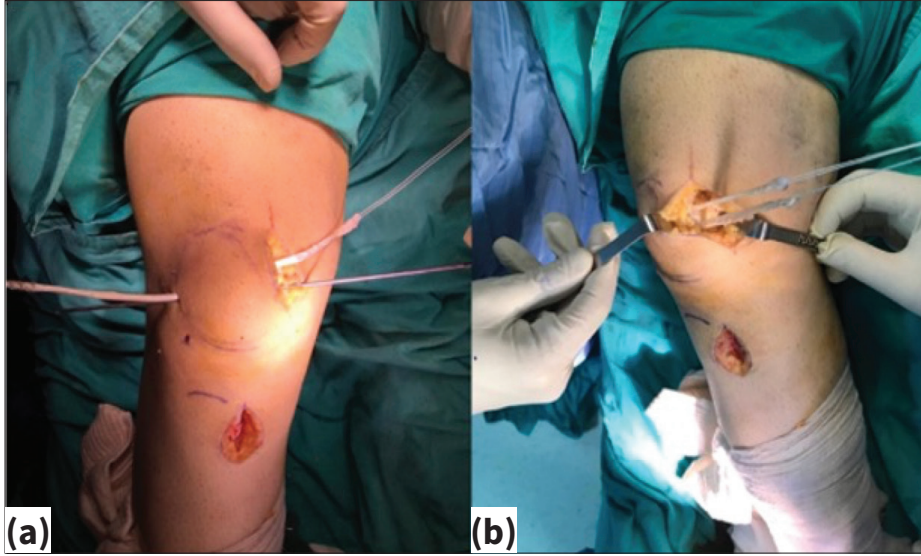
laşım patellar tünel yerleşiminin greft izometrisi üzerine femoral tünel yerleşimi kadar belirleyici olmadığı yönündedir.^[8]

Biz kendi uygulamamızda, patellada birbirine paralel açılan iki adet tünelden greftin geçirilmesiyle implant olmaksızın iki tünel arasında oluşan kemik köprü aracılığıyla fiksasyonun sağlandığı yöntemi uygulamaktayız. Bu yöntemde skopi kontrolünde biri patella proksimaline, diğeri 1/3 patella orta noktasına yerleştirilen kılavuz teller üzerinden, 3 mm ya da 3,5 mm'lik ortası delik (kanüllü) oyucularla birbirine paralel ilerleyen, patellayı medialden laterale geçen iki adet tünel oluşturulur (Şekil 2). Bu tünellerden geçirilen greft taşıyıcı teller aracılığıyla semitendinosus otogrefti patellar tünellerden geçirilir. Greftin patella dışında kalan kısmında her iki ucunun eşit uzunlukta olmasına dikkat edilmelidir (Şekil 3).

Cerrahinin bu aşamasında gelişebilecek en önemli komplikasyon iyatrojenik patella kırıklarıdır. Bu komplikasyon sıklıkla tünel tekniğinin kullanıldığı serilerde bildirilmiş olmakla birlikte, fiksasyonun sütün ankor aracılığıyla yapıldığı durumlarda bile fiksasyonun gerçekleştiği noktalardaki stres artışı ve kemik direncindeki azalmaya bağlı olarak patella kırığı ortaya çıkabilmektedir.^[21,22] Çift transvers patellar tünel uygulamalarında, açılan tünel genişliğinin 4,5 mm'den fazla olduğu durumlarda ya da transvers tünel oluşturulması esnasında anterior korteks bütünlüğünün bozulduğu durumlarda ameliyat esnasında patellar kırık gelişme riski artmıştır.^[23-25]



Şekil 2.a,b. Ameliyat sırasında patellaya gönderilen kılavuz tellerin lateral floroskopik görüntüsü (a), açılan patella tünellerinin lateral floroskopik görüntüsü (b).



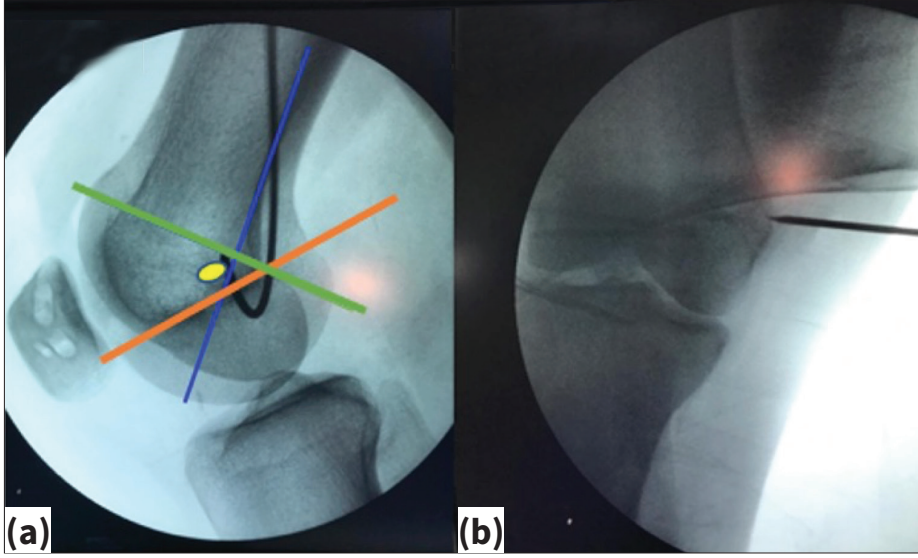
Şekil 3.a,b. Ameliyat sırasında kılavuz tel aracılığıyla semitendinosus otogreftinin patellar tünelden geçirilmesi (a), patelladan geçirilen otogreftin her iki ucunun uzunluklarının eşitlenmesi (b).

Patellofemoral İntervalin Oluşturulması

Elde edilen greft patellaya tespit edildikten sonra katman 3'ün yüzeyine, katman 2 ile 3'ün arasına yerleştirilir. Greftin orijinal MPFL'nin derinine yerleştirilmesi yara kapatılırken orijinal MPFL'nin de grefte onarılmasına olanak sağlar. Anteriorda yapılan patella insizyonundan ilerletilen uzun ve kıvrık bir klemp ile posteriorunda medial femoral epikondile kadar ilerlenerek greftin yerleştirileceği aralık oluşturulur.

Femoral Yapışma Yerinin Belirlenmesi

Patellofemoral eklem stabilitesi statik, dinamik ve kemik kısıtlayıcıların dengeli şekilde işlev göstermeleriyle sağlanmaktadır. Medial patellofemoral ligaman rekonstrüksiyonu sonrası görülen kötü sonuçların pek çok farklı nedeni olabilmektedir. Bu nedenlerin en başındaysa femoral tünel malpozisyonu gelmektedir. Bundan dolayı literatürde pek çok yazar MPFL'nin femoral yapışma yerinin anatomik ve radyolojik olarak tespit edilmesine odaklanmışlardır.^[26,27] Medial patellofemoral ligamanın izometrik olarak fonksiyon gösterebilmesi için özellikle



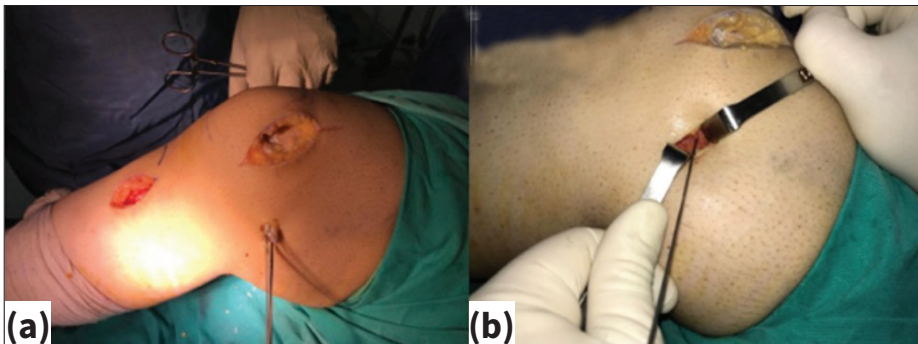
Şekil 4.a,b. MPFL'nin femoral yapışma bölgesinin floroskopi aracılığıyla belirlenmesi. Lateral floroskopi görüntüsünde Schöttle'nin tariflediği femoral yapışma bölgesinin kılavuz tel aracılığıyla belirlenmesi: Mavi çizgi, femur posterior korteksi üzerinde çizilen hat; turuncu çizgi, Blumensaat çizgisi; yeşil çizgi, posterior femoral kondillerin üst sınırından anteriora çizilen dik hat (a), ön-arka floroskopi görüntüsü (b).

femur üzerinde anatomik yapışma bölgesine fikse edilmesi gerekir. Medial patellofemoral ligamanın femura yapıştığı yer adduktör tüberkül ile medial epikondil arasındadır ve radyolojik olarak Schöttle bu noktayı çok iyi tarif etmiştir.^[28] Schöttle'ye göre femurun posterior korteksinden çizilen çizginin anterioru ve Blumensaat çizgisinin proksimali bize MPFL'nin femoral tutunma noktasını verecektir. Kendi uygulamamızda ameliyat sırasında çekilen, femur kondillerinin üst üste bindiği tam lateral floroskopi görüntüsünde yerleştirilen bir kılavuz tel aracılığıyla femoral yapışma bölgesinin tespitini yapmaktayız (Şekil 4).

Greftin Tespiti Esnasında Dizin Pozisyonu ve Greft Gerimi

Greftin dizin kaç derece fleksiyonunda femura tespit edilmesi gerektiğine ilişkin literatürde bir görüş birliği

yoktur.^[18] Bununla birlikte Burrus ve ark'nın yaptıkları kadavra çalışmasına göre dizin düşük fleksiyon derecelerinde yapılacak greft fiksasyonunun femoral tünel malpozisyonu riskini düşürdüğü tespit edilmiştir.^[29] Ayrıca yapılan biyomekanik çalışmalarda MPFL'nin diz 30° fleksiyondayken maksimum gerginlikte olduğu gösterilmiştir.^[30] Bundan dolayı diz 30° fleksiyondayken greft gevşekliğinin giderilmesi ve sabitlenmesi doğal MPFL izometrisinin sağlanması açısından çok önemlidir. Rekonstrüksiyonun izometrik olduğunun göstergelerinden biri dizin fleksiyon ve ekstansiyonu esnasında greft boyunda 5 mm'den daha az değişimin olmasıdır.^[31] Biz kendi tekniğimizde, diz 30° fleksiyondayken, yerleştirilen kılavuz tel üzerinden gönderilen interferans vidasıyla femoral tünel grefti tespit etmekteyiz (Şekil 5). Greftin femura tespitini yapmadan önce, grefte kısmi gerginlik



Şekil 5.a,b. Greftin femura tespiti: Kılavuz tel aracılığıyla semitendinosus otogreftinin femoral tünelden geçirilmesi (a), otogreftin femura interferans vidası ile tespiti ve vidanın tünel içine gömülmüş görüntüsü (b).

uygulanarak tekrarlayan şekilde dizi tam ekstansiyondan tam fleksiyona zorlayarak greft üzerindeki pozisyonel laksitenin giderilmesini sağlamaktayız.

Femoral Tespit Materyalleri

Greftin femura tespitinde de aynı patella tespitinde olduğu gibi pek çok farklı tespit materyali kullanılabilir. Nomura ve ark. U çivisi (*staple*) ile femoral fiksasyon sağladıkları 27 dizin 26'sında mükemmel ve iyi sonuçlar bildirmişlerdir.^[32] Yine çıkıntılı pullar (*spiked washer*) ile femoral tespit yapılan 12 hastada, minimum üç yıllık takip sonuçlarına göre tekrar çıkık, kısmi çıkık ya da pozitif endişe testinin gelişmediği bildirilmiştir. Kendi pratiğimizde greftin femura tespitini, greft ile aynı kalınlıkta açılmış olan femoral tünel ile bire bir eşleşen interferans vidası aracılığıyla yapmaktayız. Kısacası elde ettiğimiz otogreftin ikiye katlandıktan sonraki kalınlığı 6 mm ise, aynı kalınlıkta kanüllü bir oyucu aracılığıyla en az 60 mm derinlikte femoral tünel açarak, 6 mm kalınlıkta interferans vidası ile greftin tespitini sağlamaktayız. İnterferans vidasının yerleştirilmesinde vidanın femoral tünel içine birkaç mm gömülmesi hedeflenmelidir.^[33]

Femoral tespitinin uygun yere yapılmaması, greftin çok sıkı ya da gevşek tespiti tekrarlayan lateral patellar instabiliteye yol açacaktır. Femoral tünelin olması gerekenin anterioruna açılması, greft gevşekliğine yol açabileceği gibi orijinal MPFL femoral yapışma yerinin çok distali ya da posterioruna açılan tünel ise, greftin diz ekstansiyonunda çok gergin olmasına yol açacaktır. Bunun sonucu ise ekstansiyonla oluşan diz ağrısı ve buna bağlı ekstansiyon kısıtlılığının ortaya çıkmasıdır.^[24,34,35] Buna ek olarak greft gerginliğinin aşırı olması medial patellar fasette temas basıncının artmasına ve hatta medial patellar subluksasyonlara yol açabilmektedir.^[36-38]

Rekonstrüksiyon Sonrası Dizin Dinamik ve Artroskopik Muayenesi

Uygun pozisyon ve gerginlikte femoral tespitini tamamlanmasını takiben patellanın eklem hareket açıklığı boyunca izlediği yol ve laksitesi eklem dışı (ekstraartiküler) olarak değerlendirilmelidir. Buna ek olarak artroskopi aracılığıyla patella ile troklea arasındaki eklem uyumu eklem içi (intraartiküler) olarak kontrol edilmeli ve bu değerlendirmeler sonucunda bir eklem uyumu sorunu gözlemlenmiş ise femoral vida çıkarılıp uygun gerginlikte ve pozisyonda greftin femura tespiti tekrar sağlanmalıdır.

Ameliyat Sonrası Rehabilitasyon

Medial patellofemoral ligaman rekonstrüksiyonu sonrası tüm rehabilitasyon aşamalarında temel amaç greftin

kemikle kaynaşması tamamlanana kadar, greft üzerine binen yükleri dengelemek ve grefti korumaktır. Standart bir rehabilitasyon protokolü mevcut olmamakla birlikte tüm yaklaşımlar ilk olarak ağrı ve şişlik gibi aktif inflamasyon bulgularının azaltılması, eklem hareket açıklığının artırılması, kuadriseps kuvvetinin artırılması, denge ve propriosepsiyon kontrolü, son olarak da normal fizyolojik bir yürüyüşü amaçlamaktadır.^[39] Ameliyat sonrası dönemde ortez kullanımı genellikle tercih edilmektedir. Burada esas amaç yük verme esnasında oluşabilecek rotasyonel kuvvetleri engellemek ve grefti korumaktır.^[40] Ameliyat sonrası dizde rotasyon kuvvetleri engellendiği müddetçe yük verdirilmesinin bir sakıncası olmadığı bildirilmiştir.^[41] Hastalar koltuk değneği eşliğinde, diz tam ekstansiyonda kilitli ortez ile tolere edebildikleri ölçüde yük vermeye cesaretlendirilmelidirler. Ameliyat sonrası hemen kuadriseps egzersizlerine başlanmalı, kasın nöromuskuler kontrolü tekrardan hastaya kazandırılmalıdır. Ameliyat sonrası ilk iki hafta içinde dizin tam ekstansiyonu, kuadriseps kontrolü sağlanmalı, ağrı ve şişlik gibi akut dönem bulguları giderilmelidir. Literatürde eklem hareket açıklığı egzersizlerine yönelik tariflenmiş farklı yaklaşımlar olmakla birlikte biz genel olarak ilk üç haftada 90°'ye kadar fleksiyon, altıncı haftadan sonra ise tam eklem hareket açıklığı hedeflemektediriz.^[42]

KAYNAKLAR

1. Conlan T, Garth WP Jr, Lemons JE. Evaluation of the medial soft-tissue restraints of the extensor mechanism of the knee. J Bone Joint Surg Am 1993;75(5):682-93. [Crossref](#)
2. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Silva P, Davis DK, Elias DA, et al. Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. Am J Sports Med 2004;32(5):1114-21. [Crossref](#)
3. Nomura E, Horiuchi Y, Kihara M. Medial patellofemoral ligament restraint in lateral patellar translation and reconstruction. Knee 2000;7(2):121-7. [Crossref](#)
4. Sillanpää PJ, Mäenpää HM, Mattila VM, Visuri T, Pihlajamäki H. Arthroscopic surgery for primary traumatic patellar dislocation: A prospective, nonrandomized study comparing patients treated with and without acute arthroscopic stabilization with a median 7-year follow-up. Am J Sports Med 2008;36(12):2301-9. [Crossref](#)
5. Elias DA, White LM, Fithian DC. Acute lateral patellar dislocation at MR imaging: Injury patterns of medial patellar soft-tissue restraints and osteochondral injuries of the inferomedial patella. Radiology 2002;225(3):736-43. [Crossref](#)
6. Yeung M, Leblanc MC, Ayeni OR, Khan M, Hiemstra LA, Kerslake S, et al. Indications for medial patellofemoral ligament reconstruction: a systematic review; J Knee Surg 2016;29(7):543-54. [Crossref](#)
7. Matzkin E. Medial patellofemoral ligament reconstruction: Indications, technique, and outcomes; arthroscopy. Arthroscopy 2019;35(11):2970-2. [Crossref](#)

8. Parikh SN, Nathan ST, Wall EJ, Eismann EA. Complications of medial patellofemoral ligament reconstruction in young patients. *Am J Sports Med* 2013;41(5):1030-8. [Crossref](#)
9. McNeilan RJ, Everhart JS, Mescher PK, Abouljoud M, Magnussen RA, Flanigan DC. Graft choice in isolated medial patellofemoral ligament reconstruction: A systematic review with meta-analysis of rates of recurrent instability and patient-reported outcomes for autograft, allograft, and synthetic options. *Arthroscopy* 2018;34(4):1340-54. [Crossref](#)
10. Yercan SH, Tosalı K, Kale G. Patella Çıkıklarına Yaklaşım. Doral MN, Aşık M, Akseki D, Müezzinoğlu S, Özsoy H, editör. TUSYAD Eğitici Kitap Serisi Artroskopik Cerrahi Güncel Bilgiler ve Teknikler. İstanbul Medikal Yayıncılık, Vizyon Basımevi; 2016. p 161-173.
11. Wittstein JR, Wilson JB, Moorman CT. Complications related to hamstring tendon harvest. *Oper Tech Sports Med* 2006;14(1):15-9. [Crossref](#)
12. Weinberger JM, Fabricant PD, Taylor SA, Mei JY, Jones KJ. Influence of graft source and configuration on revision rate and patient-reported outcomes after MPFL reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(8):2511-9. [Crossref](#)
13. Warren LF, Marshall JL. The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61(1):56-62. [Crossref](#)
14. McNeilan RJ, Everhart JS, Mescher PK, Abouljoud M, Magnussen RA, Flanigan DC. Graft choice in isolated medial patellofemoral ligament reconstruction: A systematic review with meta-analysis of rates of recurrent instability and patient-reported outcomes for autograft, allograft, and synthetic options. *Arthroscopy* 2018;34(4):1340-4. [Crossref](#)
15. Russ SD, Tompkins M, Nuckley D, Macalena J. Biomechanical comparison of patellar fixation techniques in medial patellofemoral ligament reconstruction; *Am J Sports Med* 2015;43(1):195-9. [Crossref](#)
16. Raoulis VA, Zibis A, Chiotelli MD, Kermanidis AT, Banios K, Schuster P, et al. Biomechanical evaluation of three patellar fixation techniques for MPFL reconstruction: Load to failure did not differ but interference screw stabilization was stiffer than suture anchor and suture-knot fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2021;29(11):3697-705. [Crossref](#)
17. Hapa O, Akşahin E, Özden R, Pepe M, Yanat AN, Doğramacı Y, et al. Aperture fixation instead of transverse tunnels at the patella for medial patellofemoral ligament reconstruction; *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20(2):322-6. [Crossref](#)
18. Shah JN, Howard JS, Flanigan DC, Brophy RH, Carey JL, Lattermann C. A systematic review of complications and failures associated with medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation. *Am J Sports Med* 2012;40(8):1916-23. [Crossref](#)
19. Hinterwimmer S, Imhoff AB, Minzlaff P, Saier T, Rosenstiel N, Hawe W, et al. Anatomical two-bundle medial patellofemoral ligament reconstruction with hardware-free patellar graft fixation: Technical note and preliminary results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(9):2147-54. [Crossref](#)
20. Schöttle P, Schmeling A, Romero J, Weiler A. Anatomical reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a free gracilis auto-graft. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009;129(3):305-9. [Crossref](#)
21. Parikh SN, Wall EJ. Patellar fracture after medial patellofemoral ligament surgery: a report of five cases. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(17)e97:1-8. [Crossref](#)
22. Dhinsa BS, Bhamra JS, James C, Dunnet W, Zahn H. Patella fracture after medial patellofemoral ligament reconstruction using suture anchors. *Knee* 2013;20(6):605-8. [Crossref](#)
23. Christiansen SE, Jacobsen BW, Lund B, Lind M. Reconstruction of the medial patellofemoral ligament with gracilis tendon autograft in transverse patellar drill holes. *Arthroscopy* 2008;24(1):82-7. [Crossref](#)
24. Hopper GP, Leach WJ, Rooney BP, Walker CR, Blyth MJ. Does degree of trochlear dysplasia and position of femoral tunnel influence outcome after medial patellofemoral ligament reconstruction? *Am J Sports Med* 2014;42(3):716-22. [Crossref](#)
25. Schiphouwer L, Rood A, Tigchelaar S, Koeter S. Complications of medial patellofemoral ligament reconstruction using two transverse patellar tunnels. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(1):245-50. [Crossref](#)
26. Servien E, Fritsch B, Lustig S, Demey G, Debarge R, Lapra C, et al. In vivo positioning analysis of medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2011;39(1):134-9. [Crossref](#)
27. Steensen RN, Dopirak RM, McDonald WG 3rd. The anatomy and isometry of the medial patellofemoral ligament: implications for reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32(6):1509-13. [Crossref](#)
28. Schöttle PB, Schmeling A, Rosenstiel N, Weiler A. Radiographic landmarks for femoral tunnel placement in medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2007;35:801-4. [Crossref](#)
29. Burrus MT, Werner BC, Cancienne JM, Gwathmey FW, Diduch DR. MPFL graft fixation in low degrees of knee flexion minimizes errors made in the femoral location. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(10):3092-8. [Crossref](#)
30. Amis AA, Firer P, Mountney J, Senavongse W, Thomas NP. Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *Knee* 2003;10(3):215-20. [Crossref](#)
31. Smirk C, Morris H. The anatomy and reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Knee* 2003;10:221-7. [Crossref](#)
32. Nomura E, Horiuchi Y, Kihara M. A mid-term follow-up of medial patellofemoral ligament reconstruction using an artificial ligament for recurrent patellar dislocation. *Knee* 2000;7(4):211-5. [Crossref](#)
33. Amin NH, Lynch TS, Patel RM, Patel N, Saluan P. Medial patellofemoral ligament reconstruction. *JBJ Rev* 2015;3(7):e3. [Crossref](#)
34. Stephen JM, Kaider D, Lumpaopong P, Deehan DJ, Amis AA. The effect of femoral tunnel position and graft tension on patellar contact mechanics and kinematics after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2014;42(2):364-72. [Crossref](#)

35. Stephen JM, Lumpaopong P, Deehan DJ, Kader D, Amis AA. The medial patellofemoral ligament: location of femoral attachment and length change patterns resulting from anatomic and nonanatomic attachments. *Am J Sports Med* 2012;40(8):1871-9. **Crossref**
36. Tanaka MJ, Bollier MJ, Andrish JT, Fulkerson JP, Cosgarea AJ. Complications of medial patellofemoral ligament reconstruction: common technical errors and factors for success: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94(12):e87. **Crossref**
37. Beck P, Brown NA, Greis PE, Burks RT. Patellofemoral contact pressures and lateral patellar translation after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2007;35(9):1557-63. **Crossref**
38. Thauant M, Erasmus PJ. Management of overtight medial patellofemoral ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17(5):480-3. **Crossref**
39. McGee TG, Cosgarea AJ, McLaughlin K, Tanaka M, Johnson K. Rehabilitation after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev* 2017;25(2):105-13. **Crossref**
40. Fisher B, Nyland J, Brand E, Curtin B. Medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation: A systematic review including rehabilitation and return-to-sports efficacy. *Arthroscopy* 2010;26(10):1384-94. **Crossref**
41. Fithian DC, Powers CM, Khan N. Rehabilitation of the knee after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Clin Sports Med* 2010;29(2):283-90. **Crossref**
42. McGee TG, Cosgarea AJ, McLaughlin K, Tanaka M, Johnson K. Rehabilitation after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev* 2017;25(2):105-13. **Crossref**