

Ön çapraz bağ revizyon cerrahisinde tibial tünel yönetimi ve güncel stratejiler

Tibial tunnel management and current strategies in anterior cruciate ligament revision surgery

Cem Nuri Aktekin¹, Zirvecan Güneş²

¹Özel Muayenehane, Ankara

²Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara

Ön çapraz bağ (ÖÇB) revizyon cerrahisi, primer rekonstrüksiyona kıyasla daha karmaşık bir süreç olup başarısı büyük ölçüde tibial tünelin doğru değerlendirilmesine ve yönetilmesine bağlıdır. Bu derlemede, ÖÇB revizyon cerrahisinde başarısızlığa yol açan nedenler ve sınıflamaları, ameliyat öncesi klinik ve radyolojik değerlendirme yaklaşımları, tibial tünel malpozisyonu ve genişlemesinin yönetimine yönelik cerrahi teknikler, tek veya iki aşamalı revizyon kararını etkileyen faktörler, greft seçimi, tibial tarafta fiksasyon stratejileri, posterior tibial eğim ve koronal dizilim bozukluğunun değerlendirilmesi ve düzeltilmesi, lateral ekstra-artiküler augmentasyon prosedürleri ile eşlik eden menisküs ve ligament patolojilerinin yönetimi güncel literatür ışığında ele alınmıştır. Ayrıca, literatürde tartışmalı kalan konulara özellikle dikkat çekilmiştir. Bu derlemenin amacı, tibial tünel odaklı güncel yaklaşımları sistematik bir çerçevede sunarak klinik karar verme sürecine katkı sağlamaktır.

Anahtar sözcükler: ön çapraz bağ; revizyon; tibia; tünel genişlemesi; greft yetmezliği

Revision anterior cruciate ligament (ACL) surgery is considerably more complex than primary reconstruction, and its success largely depends on accurate assessment and management of the tibial tunnel. This review addresses the causes and classification of failure in revision ACL surgery, preoperative clinical and radiological assessment strategies, surgical techniques for managing tibial tunnel malposition and widening, factors influencing the single- versus two-stage revision decision, graft selection, tibial-sided fixation strategies, assessment and correction of posterior tibial slope and coronal malalignment, lateral extra-articular augmentation procedures, and management of concomitant meniscal and ligamentous pathologies, in light of current literature. Particular attention is given to controversial areas, including inconsistencies in the tunnel widening thresholds used in the literature and methodological differences in measuring posterior tibial slope. The aim of this review is to present current tibial tunnel-focused approaches within a systematic framework to support clinical decision-making.

Key words: anterior cruciate ligament; revision; tibia; tunnel widening; graft failure

Ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu ameliyat sayısının artmasına paralel olarak revizyon ÖÇB rekonstrüksiyonu ihtiyacı da kaçınılmaz biçimde artmaktadır.^[1] Revizyon cerrahisi, primer rekonstrüksiyona kıyasla daha düşük başarı oranları, daha fazla eşlik eden patoloji ve daha karmaşık bir cerrahi planlama gerektirmektedir.^[2,3] Yapılan geniş ölçekli bir meta-analiz, revizyon nedenlerinin %40'ının travmaya, %34'ünün teknik hataya ve %11'inin biyolojik başarısızlığa bağlı olduğunu; teknik hatalar arasında femoral tünel malpozisyonunun

en sık neden olduğunu ve tibial tünel malpozisyonunun da tek başına %11 oranında sorumlu tutulduğunu göstermiştir.^[4] Tibial tünelin malpozisyonu, femoral tünele kıyasla daha az dikkat çekmiş olsa da greftin fonksiyonu ve uzun süreli sağkalımı üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir.^[5,6] Bu çalışmanın amacı; ÖÇB revizyon cerrahisinde tibial tünelin değerlendirilmesi, tek veya iki aşamalı revizyon kararının verilmesi, greft seçimi, tibial fiksasyon stratejileri ve eşlik eden patolojilerin yönetimi konusundaki güncel literatürün derlenmesidir.

Başarısızlık Nedenleri ve Sınıflama

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu başarısızlığının tanımlanmasında görüş birliği bulunmamaktadır. Bazı yazarlar başarısızlığı yalnızca greft rüptürü olarak tanımlarken diğerleri intakt bir greft varlığında dahi devam eden subjektif instabiliteyi de bu tanıma dâhil etmektedir.^[2,7] Ön çapraz bağ başarısızlığı, 2022 yılında yayımlanan Avrupa Spor Travmatolojisi, Diz Cerrahisi ve Artroskopik Derneği (*European Society for Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy*, ESSKA) konsensüsünde, “travma, mikrotravma, teknik hatalar, biyolojik faktörler veya tedavi edilmemiş eşlik eden lezyonlar nedeniyle greft yetersizliği veya beklenen diz stabilitesinin sağlanamaması sonucu ortaya çıkan anormal diz fonksiyonu” olarak tanımlanmıştır.^[3] Bu geniş tanım, ÖÇB rekonstrüksiyonu sonuçlarının hem mekanik hem de biyolojik belirleyicileri kapsadığını vurgulamaktadır.

Otuz dokuz çalışma ve 6578 başarısızlık vakasını kapsayan güncel bir meta-analiz, başarısızlık nedenlerini sistematik biçimde ortaya koymuştur. Travmatik yeniden yaralanma %40, teknik hata %34 ve biyolojik başarısızlık %11 oranında sorumlu bulunmuştur.^[4] Teknik hatalar içerisinde femoral tünel malpozisyonu en sık neden olarak öne çıkarken (%29), tibial tünel malpozisyonu da tek başına %11 oranında sorumlu tutulmuştur. Bu oran femoral tünel malpozisyonuna bağlı başarısızlığın yaklaşık üçte biri düzeyinde olsa da klinik açıdan göz ardı edilemez.^[4] Tibial tünel malpozisyonunun kendine özgü bir komplikasyon profili bulunmaktadır. Tünelin aşırı anteriorda açılması ekstansiyonda çentik sıkışmasına ve ekstansiyon kaybına; çok posteriorda açılması arka çapraz bağ ile sıkışmaya ve rotasyonel kontrol kaybına; aşırı medial veya lateral yerleşimi ise iyatrojenik kondral hasara yol açabilmektedir.^[5,6]

Başarısızlık nedenlerinin coğrafi/popülasyon bazında farklılık gösterdiği de bildirilmiştir; travmatik yeniden yaralanma Avrupa popülasyonunda, teknik hata ise Asya popülasyonunda daha sık gözlenmiştir.^[4] Başarısızlığın ortaya çıkış zamanlaması da etiyoloji hakkında ipucu vermektedir. Ameliyat sonrası ilk üç ay içindeki başarısızlıklar genellikle fiksasyon sorunları veya enfeksiyonla ilişkiliyken; 3-12 ay arasındaki başarısızlıklar çoğunlukla teknik hatalara, 12 aydan sonraki geç başarısızlıklar ise yeni travma veya dejeneratif değişikliklere bağlanmaktadır.^[2,7]

Ameliyat Öncesi Değerlendirme

Revizyon cerrahisinin başarısı, öncelikle başarısızlığın nedeninin doğru saptanmasına bağlıdır. Öyküde birincil yaralanma mekanizması, önceki cerrahinin zamanı, kullanılan greft ve tespit yöntemi, rehabilitasyon süreci ve

spora dönüş zamanlaması sorgulanmalıdır. Semptomların başlangıç zamanı ile ilişkilendirilmesi, olası nedeni (fiksasyon sorunu, teknik hata, travma) daraltmada yardımcı olur.^[2,7]

Fizik muayenede Lachman testi en duyarlı, pivot-shift testi ise en spesifik ancak uyanık hastada düşük duyarlılığa sahip testlerdir.^[2,8] Varus-valgus stres testleri 0° ve 30° fleksiyonda kollateral bağ yetmezliğini değerlendirmek için; dial testi ise posterolateral koşe yetmezliğini değerlendirmek için uygulanmalıdır. Diz hiperekstansiyonunun 5°’den fazla olması hem primer hem revizyon ÖÇB başarısızlığı için bağımsız bir risk faktörüdür ve tek aşamalı revizyon için göreceli bir kontrendikasyon oluşturabilir.^[8,9]

Görüntülemeye basamaklı bir yaklaşım izlenmelidir. Standart diz grafileri (ön-arka, 30° fleksiyonda lateral, Rosenberg grafisi); tünel pozisyonu, cerrahi materyal yerleşimi ve dejeneratif değişiklikler hakkında ilk bilgiyi sağlar. Alt ekstremité uzunluk grafisi koronal dizilim bozukluğunun değerlendirilmesi için gereklidir. Manyetik rezonans görüntüleme; greft bütünlüğü, menisküs ve kırık patolojilerinin değerlendirilmesinde değerli olmakla birlikte tünel genişlemesinin değerlendirilmesinde sınırlı kalmaktadır.^[8] Bilgisayarlı tomografi, özellikle üç boyutlu rekonstrüksiyonlarla tünel pozisyonu, genişliği ve kemik stokunun değerlendirilmesinde altın standart kabul edilmektedir.^[6]

Tibial tünel pozisyonunun nicel değerlendirilmesi için birkaç yöntem tanımlanmıştır. Stäubli-Rauschning yöntemine göre, lateral grafide tibia platosunun en geniş noktasındaki ön-arka derinliği ölçülür; tünel merkezinin bu derinlik içindeki, anterior sınırdan itibaren olan konumu bir oran olarak ifade edilir. Doğal ÖÇB’nin tibial ayak izi merkezi bu yöntemle ortalama %42 olarak bildirilmiştir.^[6] Benzer şekilde, ideal tibial tünel açıklığı merkezinin anteriordan posteriora doğru toplam derinliğin %40-50’sine (ikinci kadranın posterior üçte birine) denk gelmektedir.^[8] Bu iki yaklaşımın pratikte örtüştüğü ve tibial tünel için “hedef bölge” olarak %40-50 aralığının kabul edilebileceği söylenebilir. Ekstansiyonda tibial tünelden femura doğru çizilen bir çizginin Blumensaat çizgisinin anterioruna düşmesi, olası greft sıkışmasının bir göstergesi olarak değerlendirilmelidir.^[8]

Üç boyutlu bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinden geliştirilmiş bir sınıflama sistemi, tünel pozisyonunu üç kategoriye ayırmaktadır. Anatomik (iyi konumlanmış), yarı anatomik (kısmen örtüşen) ve non-anatomik (yanlış konumlanmış).^[6] Bu sınıflamanın klinik önemi, revizyon cerrahisinde en sık karşılaşılan ve en zorlayıcı grubun yarı anatomik tüneller olduğunun gösterilmesinde yatmaktadır. Bu durum revizyon planlamasında dikkatle ele alınmalıdır.^[6]

Tibial Tünel Yönetimi Teknikleri

Önceki tibial tünelin pozisyonu ve durumu, revizyon stratejisini belirleyen en önemli faktördür. Yukarıda belirtilen üç kategoriye göre yönetim farklılaşmaktadır. Anatomi pozisyonlu bir tünel, kanamalı metafizel kemiğe ulaşılan kadar seri olarak yeniden oyularak kullanılabilir. Anatomik olmayan bir tünel ise genellikle göz ardı edilir. Eski implant ve tünelden bağımsız yeni bir tünel açılabilir. Asıl güçlük, en sık karşılaşılan grup olan yarı anatomik tünellerde ortaya çıkmaktadır. Burada amaç, tünel çakışmasını en aza indirirken anatomik tibial ayak izine ulaşmaktır. Bu durumda “divergent tünel” kavramı uygulanarak, kemik köprüsü korunacak şekilde farklı bir açıdan yeni bir ayak izi oluşturulabilir.^[6]

Literatürde tanımlanmış üç adet tibial tünel senaryosu, bu kararın pratik uygulamasına açıklık getirmektedir.^[5] Tibial tünel, doğru tünel ile hafif anterior konumda kesiliyorsa, tünel posteriora doğru genişletilmeli ve ek olarak eklem dışı (ekstra-artiküler) tespit sağlanmalıdır. Eski tüneli doldurmak için eriyebilir interferans vidası veya kemik blok allogreft kullanılabilir. Tünel hafif posterior konumdaysa, tünel anteriora doğru genişletilmeli ve eski tünel büyük bir kemik bloku ya da eriyebilir vida ile doldurulmalıdır. Bu senaryoda greftin kuvvet vektörünün posteriora yönelmesi nedeniyle, tek aşamalı yerine iki aşamalı cerrahi tercih edilebilir. Tibial tünel bir tünel çapından fazla anteriorda (yani yanlış tünel olarak nitelendirilebilecek konumda) ise, posteriora tamamen yeni bir tibial tünel açılarak işleme devam edilebilir.^[5]

Tünel çakışmasının kaçınılmaz olduğu ancak iki tünel arasındaki mesafenin 2 milimetre (mm)'den az kaldığı durumlarda; kemik köprüsünün oyma, impaksiyon veya vidalama sırasında kırılma riski yüksektir. Bu tip durumlarda önceki tünelin yapısal kemik veya interferans vidasıyla doldurularak kemik köprüsünün güçlendirilmesi önerilmektedir.^[10] Tibial tarafta özellikle zorlayıcı olan bir diğer senaryo, iki aşamalı revizyondan kaçınmak için geliştirilen, anterolateral tibial tünel tekniğidir. Bu teknik, standart tibial tünelle kıyasla benzer tünel kalitesi, fonksiyonel sonuç ve komplikasyon oranı ile tanımlanmıştır. Bu teknikte, tünel tüberositas tibiaya komşu şekilde açılmakta, greftin eklem içinde keskin bir açı yapması nedeniyle görece kısa bir kemik miktarı kullanılmakta ve eski medial tünelin kemik greftiyle doldurulması gerekmektedir.^[8]

İleri derecede tibial tünel genişlemesi ve kemik kaybı olan olgularda, kalkaneus kemik blokundan elde edilen konik şekilli kemik greftinin aşıl tendonu allogreftiyle birlikte kullanılması, en karmaşık vakalarda tibial tünel defektini doldurmak için tanımlanmış özgün bir çözümdür.^[10] *Rectangular tunnel* tekniği ise tünel kesit alanını

küçültmeyi, dolayısıyla tünel çakışması riskini azaltmayı hedeflemektedir ancak daha uzun hazırlık süresi gerektirmektedir.^[1] *Stacked screws* tekniği, malpoze veya genişlemiş tünelleri biyoemilebilir ya da biyokompozit vidalarla doldurarak tek aşamalı revizyona olanak tanımaktadır.^[1]

Ülkemizden bildirilen ve konvansiyonel kabul gören sınırların ötesinde (14-23 mm) genişlemiş tibial tünellerde bile tek aşamada revizyona olanak tanıyan *press-fit* tekniği, bu alandaki yeni gelişmeler olarak değerlendirilmelidir.^[11] Bu teknikte, kemik ve periostu korunmuş patellar tendon otogrefti ve gerekirse iliak kanat grefti kullanılarak, aynı seansta hem tibial tüneldeki kemik defektleri otogreftle doldurulmakta hem de implant kullanılmadan güçlü bir *press-fit* fiksasyon sağlanmaktadır. Bu yöntem, kemik greftinin kaynamasını beklemek için gereken süreyi ortadan kaldırarak tedavi süresini kısaltmayı ve iki aşamalı cerrahiye etkili bir alternatif sunmayı hedeflemektedir.^[11]

Tibial Tünel Yönetimi Teknikleri

Tek aşamalı revizyon, önceki tünellerin yeniden kullanılabilirdiği veya aşılabildiği, tünel genişlemesinin yönetilebilir düzeyde kaldığı durumlarda tercih edilir. İki aşamalı revizyon ise, ilk aşamada revizyon öncesinde genişlemiş tünellerin kemik grefti ile doldurulmasını ve birkaç ay sonra ikinci aşamada tanımlayıcı rekonstrüksiyonun yapılmasını içerir. Çoğu revizyon serisinde iki aşamalı prosedürlerin oranı %8-9 civarında bildirilmiştir.^[12]

Literatürde tünel genişlemesi için kullanılan kritik eşik değeri konusunda belirgin bir tutarsızlık bulunmaktadır. Bu tutarsızlık, yalnızca farklı yazar gruplarının farklı deneyimlerinden değil, aynı zamanda eşğin greft seçimi, drilleme tekniği, fiksasyon yöntemi ve diz boyutuna göre değişkenlik göstermesinden kaynaklanmaktadır.^[3,12] Nitekim ESSKA konsensüsü, bu konuda kesin bir eşik önerilemeyeceğini açıkça ifade etmekte ve kritik tünel çapı için 12-15 mm arasında değişen bir aralık sunmaktadır.^[3] Benzer şekilde, tünel genişlemesini inceleyen bir sistematik derlemede incelenen 13 çalışmada eşik değerlerinin 10 mm ile 20 mm arasında değiştiği gösterilmiştir.^[12]

İki aşamalı revizyon için mutlak endikasyonlar arasında; aktif enfeksiyon, artrofibroze bağlı ciddi hareket açıklığı kısıtlılığı, anatomik tünel yerleşimi için implant çıkarımının belirgin kemik defekti yaratacağı durumlar ve büyük ayak izi ile kombine tünel defektine sahip başarısız çift-demet rekonstrüksiyonlar sayılabilir.^[3,8] Bu mutlak endikasyonların dışında kalan olgularda, karar büyük ölçüde tünelin üç boyutlu mimarisine, önceki yerleşimine ve tünel duvarının ne kadarının taze kemik olduğuna dayanmaktadır.^[8]

Tek ile iki aşamalı revizyon arasındaki sonuç farkına ilişkin kanıtlar da öğreticidir. Sadece iki çalışmanın bu iki tekniği doğrudan karşılaştırdığı bir sistematik derlemede fonksiyonel, radyografik veya hasta bildirimli sonuçlar açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.^[2] Benzer şekilde başka bir karşılaştırmalı çalışmada, tek aşamalı (%10,3) ve iki aşamalı (%6,1) revizyon arasında başarısızlık oranları açısından anlamlı fark saptanamamıştır.^[10]

Greft Seçimi

Revizyon ÖÇB cerrahisinde greft seçimi, önceki cerrahide kullanılan greft, tünel boyutu, hastanın yaşı ve aktivite düzeyi gibi çok sayıda faktöre bağlı olarak bireyselleştirilmelidir.^[8,13] Ototogreft seçenekleri sınırlı olduğunda allogreft kullanımı gündeme gelmekle birlikte, mevcut kanıtların büyük çoğunluğu otogreft lehinedir.

Bu konudaki en kapsamlı kanıt, Çok Merkezli ÖÇB Revizyon Çalışması (*Multicenter ACL Revision Study*, MARS) grubundan gelmektedir. Bu kohortta, 1234 hastanın dâhil edildiği iki yıllık takipte, allogreft kullanımının otogreftle kıyasla anlamlı derecede yüksek yeniden yırtılma riski taşıdığı [olasılık oranı (OR) 2,78] bildirilmiştir. Altı yıllık takipte ise bu fark daha da belirginleşerek; allogreft kullanımının otogreftle göre 3,9 kat daha yüksek başarısızlık riskiyle ilişkili olduğu, kemik-patellar tendon-kemik (BPTB) allogreftinin BPTB otogreftine göre 4,2 kat daha yüksek risk taşıdığı gösterilmiştir.^[14]

Hasta bildirimli sonuçlar açısından ise tablo daha nüanslıdır. Çok Merkezli ÖÇB Revizyon Çalışması kohortunda, iki yıllık takipte otogreft kullanımı Diz Yaralanması ve Osteoartrit Sonuç Skoru (*Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*, KOOS) alt gruplarında anlamlı üstünlük gösterirken, bu fark altı yıllık takipte önemini kaybetmiştir.^[14] Bu bulgu, otogreft ile allogreft arasındaki başarısızlık farkının zamanla kalıcı hatta artan bir fark olduğunu; buna karşılık subjektif fonksiyonel skorlardaki farkın zamanla silikleştiğini düşündürmektedir.

Greft işleme yöntemi de sonucu etkileyen önemli bir değişkendir. Işınlanmış allogreftlerin biyomekanik özellikleri doza bağlı olarak bozulmakta ve başarısızlık oranları hem otogreftten hem de ışınlanmamış allogreftten yüksek seyretmektedir. Işınlanmamış allogreft kullanıldığında otogreftle aradaki fark azalmaktadır.^[1,15] Çalışmalarında ışınlama dozunu standardize etmiş olmasına rağmen (en fazla 1,8 mrad) MARS grubu yine de allogreft aleyhine anlamlı fark bulmuştur. Bu durum, gerçek dünya pratiğinde daha değişken işleme tekniklerinin kullanıldığı göz önüne alındığında, allogreftin dezavantajının klinik pratikte daha da belirgin olabileceğini düşündürmektedir.^[14]

Greft çapı, greft tipinden bağımsız olarak revizyon riskini etkileyen bir diğer önemli faktördür. Her 0,5 mm'lik greft çapı artışının, revizyon olasılığını %14 azalttığı bildirilmiştir.^[2] Revizyon oranının 8 mm'nin altındaki greftlerde %15, 8 mm ve üzerindeki greftlerde ise %5 olduğu bildirilmiş olup, bu bulgular ESSKA konsensüsünün önerdiği minimum 8 mm greft çapı kriterini desteklemektedir.^[3,9]

Greft tipi tercihinde BPTB grefti, kemik-kemik iyileşmesinin sağladığı avantaj nedeniyle özellikle revizyon ortamında tercih edilmektedir; kemik uçlu kuadriseps tendonu grefti ise ikinci sırada yer almaktadır.^[8] Dünya çapında yapılan bir cerrah anketinde; primer cerrahide hamstring otogrefti baskın tercih olsa da revizyon cerrahisinde BPTB grefti daha ön plana çıkmaktadır.^[16] Kontralateral diz otogrefti de ipsilateral kaynakların tükendiği durumlarda geçerli bir seçenek olarak kabul edilmektedir.^[3,8]

Tibial Fiksasyon Stratejileri

Tibial taraf, düşük kemik mineral yoğunluğu ve yüklenmenin yönsel özellikleri nedeniyle ÖÇB rekonstrüksiyonunda biyomekanik olarak daha zayıf fiksasyon bölgesi olarak kabul edilmektedir; bu durum greft kaymasına, *windshield wiper* mikrohareketine ve tünelden çekilmeye yatkınlık yaratmaktadır.^[17] Bu özellik, tünel genişlemesi ve malpozisyonunun sık görüldüğü revizyon ortamında özellikle önem kazanmaktadır.

İnterferans vidası, geleneksel olarak en sık kullanılan tibial fiksasyon yöntemidir. Ancak biyomekanik çalışmalar, tek başına interferans vidası fiksasyonunun zaman içinde belirgin gerilim kaybına uğradığını göstermiştir. Altmış domuz ekstremitesi üzerinde yapılan bir çalışmada, interferans vidası ile tespit edilen greftlere 80 Newton (N)'luk başlangıç yükü uygulanmış; 24 saat sonunda bu yükün ortalama 75 N'lik kısmının kaybedildiği, yani başlangıç kuvvetinin neredeyse tamamının (%94) ortadan kalktığı gösterilmiştir. Bu bulgu, interferans vidası ile tek başına yapılan tespitin zaman içinde belirgin şekilde zayıfladığını ve native ÖÇB ile karşılaştırıldığında stabilitede ciddi bir azalma olduğunu ortaya koymaktadır.^[17] Buna karşılık, tibial tarafta destekleyici fiksasyon eklenmesi (*staple*, vida-post kombinasyonu veya dikişsiz sütür ankoru vb.), başarısızlık yükünü belirgin şekilde artırmaktadır. Kompozit tibia modelinde yapılan bir çalışmada, tek başına interferans vidası ortalama 933 N'da başarısız olurken, 4,5 mm'lik bikortikal post eklenmesiyle bu değer yaklaşık 1461 N'a, subkortikal buton eklenmesiyle 1362 N'a, biyokompozit dikişsiz sütür ankoru eklenmesiyle 1275 N'a yükselmiştir.^[17]

Son yıllarda gündeme gelen internal sütür augmentasyonu, greftin erken iyileşme döneminde korunması amacıyla yüksek moleküler ağırlıklı polietilen sütür bantlarının greftle birlikte kullanılmasına dayanmaktadır. Domuz diz modelinde yapılan biyomekanik çalışmalarda, sütür bandı ile güçlendirilmiş yapılarda greft uzamasında %33 azalma, nihai ve akma yükünde sırasıyla %22 ve %25 artış gösterilmiştir.^[17] Klinik çalışmalarda da sütür ankoru augmentasyonu uygulanan hastalarda KOOS, Uluslararası Diz Dokümantasyon Komitesi (*International Knee Documentation Committee*, IKDC) ve ağrı skorlarında anlamlı iyileşme bildirilmiştir.^[17] Bu yaklaşımın, özellikle genç sporcular ve revizyon popülasyonu gibi yüksek riskli gruplarda faydalı olabileceği öne sürülmektedir ancak uzun dönem verilerinin sınırlı olduğu ve randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulduğu unutulmamalıdır.

Tibial fiksasyon için interferans vidası kullanımının, MARS grubunun altı yıllık takip verilerinde, herhangi bir kombine tespit yöntemine kıyasla anlamlı derecede iyi IKDC, KOOS ağrı, günlük yaşam aktiviteleri ve spor/rekreasyon alt grup skorlarıyla ilişkili olduğu bildirilmiştir.^[18] Bu bulgu, tibial tarafta tek bir fiksasyon materyalinin (interferans vidası) genellikle yeterli olabileceğine ancak tünel kalitesinin bozulduğu durumlarda destekleyici fiksasyonun bireyselleştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Posterior Tibial Eğim ve Eğim Azaltıcı Osteotomi

Artmış posterior tibial eğim (PTE), ÖÇB greft başarısızlığı için biyomekanik olarak iyi tanımlanmış bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Aksiyel yüklenme altında, eğimin artması anterior tibial translasyonu artırmakta ve bu da greft üzerindeki gerilimi doğrusal biçimde yükseltmektedir.^[8,19] Bir kadavra çalışmasında, her 1°'lik PTE artışının 0,6 mm'lik anterior tibial translasyon artışına karşılık geldiği gösterilmiştir.^[8]

Literatürde en sık atıfta bulunulan risk eşiği 12°'dir; bu değerin üzerindeki eğimin primer ÖÇB başarısızlığı riskini beş kat, revizyon ortamında ise 18 kata kadar artırdığı bildirilmiştir.^[8] Bir olgu serisinde, PTE'si 12°'nin üzerinde olan hastalarda başarısızlık oranının, eğimi 12°'nin altında olanlara göre 11 kat daha yüksek olduğu gösterilmiştir.^[2] Başka bir çalışmada, eğime göre kademeli bir risk ilişkisi tanımlanmıştır. Posterior tibial eğim açısı 7,5°'nin altında olan hastalarda başarısızlık oranı %7, 7,5-12,5° arasında olanlarda %24 ve 12,5°'nin üzerinde olanlarda ise %36 olarak bildirilmiştir.^[2]

Ancak bu yaygın kabul gören eşiğin evrenselliği konusunda ciddi bir eleştirel not düşülmelidir. Alanındaki

en geniş örneklemli ve en uzun takipli çalışmada, 828 hasta 8-19 yıl takip edilmiş, eğim ile revizyon cerrahisi arasında hiçbir anlamlı ilişki bulunamamıştır. $\geq 10^\circ$, $\geq 12^\circ$, $\geq 14^\circ$, $\geq 16^\circ$ ve $\geq 18^\circ$ eşiklerinin hiçbirisi gruplar arasında anlamlı fark yaratmamıştır ve çok değişkenli lojistik regresyon analizinde eğimin OR 0,989 (%95 güven aralığı 0,912-1,074) olarak, pratik anlamda etkisiz bulunmuştur.^[20] İlginç biçimde, aynı çalışmada yaralanan dizin sağlam kontralateral dize göre anlamlı derecede daha farklı bir eğime sahip olduğu gösterilmiştir (9,5° karşı 8,7°). Bu bulgu, eğimin birincil ÖÇB yaralanması için bir risk faktörü olabileceğini ancak revizyon gerektiren greft başarısızlığını bireysel düzeyde öngörmeye aynı derecede güçlü olmayabileceğini düşündürmektedir.^[20] Yazarlar, grup düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunsa dahi radyografik eğim ölçümünün bireysel hastada revizyon ihtiyacını öngörmek için uygun bir tek başına ölçüt olmayabileceğini vurgulamaktadır.^[20]

Eğim azaltıcı osteotomi, revizyon ortamında eğimi düzeltmek için tanımlanmış üç ana teknikte uygulanabilir. Supratüberkül (tüberkül korunur ancak ekstansör kayıp/rekurvatum riski taşır), infratüberkül (distalizasyon avantajı sunar, en sık tercih edilen yaklaşımdır) ve transtüberkül (daha az kemik rezeksiyonu gerektirir ancak tüberkül kaynamama riski taşır).^[8,21] Hedef eğim değeri farklı yazarlarca 6-8° ile 10° arasında bildirilmekte, 5°'nin altına inilmesinin arka çapraz bağ üzerindeki yükü artırabileceği belirtilmektedir.^[8,21]

Dokuz çalışmayı ve 227 dizi (91 primer, 136 revizyon) kapsayan bir meta-analizde, eğim azaltıcı osteotomi sonrasında yüksek dereceli pivot-shift oranının %58,7'den %15,7'ye düştüğü (OR 23), yan-yana anterior laksite farkının 8,0 mm'den 1,9 mm'ye gerilediği, Lysholm skorunun 47'den 82,9'a, IKDC skorunun 39,3'ten 71,7'ye yükseldiği gösterilmiştir.^[21] Komplikasyon oranı %10,6 olarak bildirilmiş, en sık görülen komplikasyonun donanım rahatsızlığı olduğu belirtilmiştir; enfeksiyon veya kaynamama bildirilmemiştir.^[21] Bununla birlikte, bu meta-analize dâhil edilen çalışmaların büyük çoğunluğunun kontrol grubu içermeyen retrospektif olgu serileri olduğu ve kanıt düzeyinin sınırlı kaldığı unutulmamalıdır.^[21]

Koronal Dizilim Bozukluğu

Koronal düzlemde varus dizilimi, tibial tünel üzerindeki yük dağılımını olumsuz etkileyen bir diğer önemli faktördür. Revizyon ortamındaki hastalarda varus malalignment sıklığının primer cerrahi hastalarına göre yaklaşık iki kat daha fazla olduğu bildirilmiştir.^[13] Avrupa Spor Travmatolojisi, Diz Cerrahisi ve Artroskopi Derneği

konsensüsü, koronal malaligment düzeltmesi için $\geq 5^\circ$ varus veya valgus deviasyonunun; erken osteoartrit, belirgin kıkırdak hasarı veya semptomatik menisküs yetmezliği eşlik ettiğinde ya da ligamentöz yetmezlikle birlikte bulunduğu endike olduğunu belirtmektedir.^[3] Yüksek tibial osteotomi için medial açık kama tekniği, peroneal sinir riskini ortadan kaldırması ve koronal ile sagittal düzlemde eş zamanlı düzeltme olanağı sunması nedeniyle giderek daha fazla tercih edilmektedir ancak bu teknikte istemsizce PTE'yi artırma eğilimi bulunduğu bildirilmektedir.^[19]

Sonuç

Ön çapraz bağ revizyon cerrahisinde tibial tünelin değerlendirilmesi ve yönetimi, cerrahi başarıyı belirleyen temel unsurlardan biridir. Mevcut literatür, tek/iki aşamalı revizyon kararı için kesin bir tünel genişlemesi eşiği sunmaktan uzaktır, bu nedenle karar; mutlak çap yerine yüzdesel genişleme, tünelin üç boyutlu mimarisi ve önceki yerleşimi, kemik stokunun bütünlüğü gibi çok yönlü bir değerlendirmeye dayandırılmalıdır. Greft seçiminde otogreft lehine tutarlı bir kanıt zinciri bulunmakla birlikte, hasta bildirimli sonuçlardaki farkın zamanla silikleşebileceği, buna karşılık yapısal başarısızlık riskindeki farkın kalıcı olabileceği unutulmamalıdır. Posterior tibial eğim, yaygın kabul gören 12° eşiğine rağmen tek başına revizyon riskini öngörmede sınırlı bir belirleyici olabilir; bu nedenle ölçüm yönteminin tutarlılığı ve eşlik eden risk faktörleri birlikte değerlendirilmelidir. Tibial tarafta; fiksasyon stratejisi, kemik kalitesi ve tünel bütünlüğüne göre bireyselleştirilmeli, gerektiğinde destekleyici fiksasyon veya internal sütür augmentasyonu düşünülmelidir. Sonuç olarak, revizyon ÖÇB cerrahisi kişiye özel planlanmalı, hastalara gerçekçi beklentiler konusunda önceden bilgi verilmeli ve çok faktörlü bir yaklaşım benimsenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Zhu TW, Li RX. Revision anterior cruciate ligament reconstruction and additional surgeries: A review. *Medicine (Baltimore)* 2025;104(21):e42620. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000042620>
2. Kemler B, Coladonato C, Sonnier JH, Campbell MP, Darius D, Erickson BJ, et al. Evaluation of Failed ACL Reconstruction: An Updated Review. *Open Access J Sports Med* 2024;15:29-39. [Crossref](#)
3. Condello V, Beaufile P, Becker R, Ahmad SS, Bonomo M, Dejour D, et al. Management of anterior cruciate ligament revision in adults: The 2022 ESSKA consensus: Part II-surgical strategy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2023;31(11):4652-61. [Crossref](#)
4. Li X, Yan L, Li D, Fan Z, Liu H, Wang G, et al. Failure modes after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Int Orthop* 2023;47(3):719-34. [Crossref](#)
5. Aşık M, Kızılkurt T, Polat G. Ön çapraz bağ cerrahisi revizyonları. *TOTBİD Dergisi* 2020;19:624-33. [Crossref](#)
6. Wolfson TS, Mannino B, Owens BD, Waterman BR, Alaia MJ. Tunnel Management in Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Current Concepts. *Am J Sports Med* 2023;51(2):545-56. [Crossref](#)
7. Capece G, Sagliocco RJ, Bocchino G, De Fazio A, Di Gialleonardo E, Motassime AE, et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Failure: Etiology, Classification, and Revision Strategies-A Narrative Review. *J Funct Morphol Kinesiol* 2026;11(1). [Crossref](#)
8. Giannakis P, Zhuang ST, Rosenstadt JL, Marx RG. One-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction: Preoperative evaluation, planning and surgical techniques. A review of current concepts. *J Exp Orthop* 2025;12(1):e70111. [Crossref](#)
9. Diqattro E, Jahnke S, Traina F, Perdida F, Becker R, Kopf S. ACL surgery: Reasons for failure and management. *EFORT Open Rev* 2023;8(5):319-30. [Crossref](#)
10. Monllau JC, Perelli S, Costa GG. Anterior cruciate ligament failure and management. *EFORT Open Rev* 2023;8(5):231-44. [Crossref](#)
11. Kocabey Y, Bahadır B, Ateş H. Sporcularda ön çapraz bağ revizyon cerrahisi: Nedenler, zorluklar ve cerrahi stratejiler. *TOTBİD Derleme Dergisi* 2025;25:28-32. [Crossref](#)
12. Gopinath V, Casanova FJ, Knapik DM, Mameri ES, Jackson GR, Khan ZA, et al. Consistent Indications and Good Outcomes Despite High Variability in Techniques for Two-Stage Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *Arthroscopy* 2023;39(9):2098-111. [Crossref](#)
13. Matassi F, Giabbani N, Arnaldi E, Tripodo A, Bonaspetti G, Bait C, et al. Controversies in ACL revision surgery: Italian expert group consensus and state of the art. *J Orthop Traumatol* 2022;23(1):32. [Crossref](#)
14. Wright RW, Huston LJ, Haas AK, Pennings JS, Allen CR, Cooper DE, et al. Association Between Graft Choice and 6-Year Outcomes of Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in the MARS Cohort. *Am J Sports Med* 2021;49(10):2589-98. [Crossref](#)
15. Iosifidis M, Iosifidou MA, Tzaveas A, Kyriakidis T. The Use of Allografts in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: An Overview. *Sports Med Arthrosc Rev* 2025;33(4):134-9. [Crossref](#)
16. Tuca M, Valderrama I, Eriksson K, Tapasvi S. Current trends in anterior cruciate ligament surgery. A worldwide benchmark study. *J Isakos* 2023;8(1):2-10. [Crossref](#)
17. Jackson GR, Wakefield R, Nuelle CW, DeFroda SF. A Review of the Biomechanical and Clinical Outcomes of Tibial-Sided Fixation for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *JBJS Rev* 2026;14(2). [Crossref](#)

18. Wright RW, Huston LJ, Haas AK, Pennings JS, Allen CR, Cooper DE, et al. Surgical Predictors of Clinical Outcome 6 Years After Revision ACL Reconstruction. *Am J Sports Med* 2024;52(13):3286-94. [Crossref](#)
19. Sun Y, Lorentz NA, Strauss EJ, Alaia M. Revision Anterior Cruciate Ligaments and the Role of Osteotomies. *Bull Hosp Jt Dis* 2022;80(1):47-52.
20. Dæhlin L, Inderhaug E, Strand T, Parkar AP, Solheim E. The Effect of Posterior Tibial Slope on the Risk of Revision Surgery After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* 2022;50(1):103-10. [Crossref](#)
21. Wang D, Di M, Zheng T, Zhang H. Slope-reducing tibial osteotomy combined with primary or revision ACL reconstruction improves knee stability and subjective function in patients with steep posterior tibial slope: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg* 2026;112(1):1855-64. [Crossref](#)