

Başarısız ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu nedenleri

Causes of failure of anterior cruciate ligament reconstruction

Çağrı Örs, Yaman Sarpel

Acıbadem Ortopedia Hastanesi, Diz ve Spor Cerrahisi Kliniği, Adana

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu (ÖÇB-R), diz stabilitesini sağlamada yüksek başarı oranlarına sahip olsa da hastaların %0,7 ile %20'sinde greft yetmezliği ve tekrarlayan instabilite görülmektedir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu başarısızlığı; instabilite, ağrı ve sertlik gibi klinik bulgularla ortaya çıkan ve tek bir nedene indirgenemeyen multifaktöriyel bir süreçtir. Revizyon cerrahisi, teknik zorlukların arttığı ve klinik sonuçların primer vakalara göre daha zayıf olduğu karmaşık bir tedavi sürecidir. Bu derlemenin amacı, ÖÇB-R başarısızlığına yol açan multifaktöriyel nedenleri güncel literatür ışığında değerlendirmek ve başarılı bir revizyon için gereken cerrahi stratejileri ortaya koymaktır. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu başarısızlığı; travmatik, teknik, biyolojik veya anatomik nedenler altında incelenmektedir. Yeni bir travma, özellikle genç ve aktif hastalarda en sık neden olarak öne çıkan, %38-53 oranla en yaygın tekil başarısızlık nedenidir. Teknik nedenler arasında femoral ve tibial tünel malpozisyonu, yetersiz greft fiksasyonu ve uygunsuz greft gerimi yer alırken; biyolojik faktörler arasında greft inkorporasyonu, enfeksiyon ve genel eklem gevşekliliği bulunmaktadır. Ayrıca menisküs yaralanmaları, alt ekstremité dizilim bozuklukları ve artmış posterior tibial eğim (PTE) gibi anatomik faktörler de başarısızlık riskini artırmaktadır. Özellikle 25 yaş altındaki genç hastalar, 12° üzerindeki PTE ve genel eklem laksitesi başarısızlık için bağımsız risk faktörleri olarak saptanmıştır. Son yıllardaki gelişmeler, yüksek riskli hastalarda lateral ekstra-artiküler tenodesis eklenmesinin rotatuar stabiliteyi artırdığını göstermiştir. Ayrıca, greftin vankomisin solüsyonunda bekletilmesi, ameliyat sonrası septik artrit riskini neredeyse sıfıra indiren çok önemli bir profilaksidir. Sonuç olarak, ÖÇB-R başarısızlığının önlenmesi için etiyolojik faktörlerin doğru tanımlanması, cerrahi tekniğin titizlikle uygulanması, anatomik risk faktörlerinin eş zamanlı tedavisi ve bireyselleştirilmiş rehabilitasyon stratejilerinin uygulanması gereklidir.

Anahtar sözcükler: ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu; revizyon cerrahisi; eklem instabilitesi; posterior tibial eğim; vankomisin

Anterior cruciate ligament reconstruction (ACL-R) is associated with high success rates in restoring knee stability; however, graft failure and recurrent instability occur in 0.7% to 20% of patients. ACL-R failure is a multifactorial process characterized by clinical findings such as instability, pain, and stiffness. Revision surgery represents a complex procedure with greater technical challenges and generally inferior outcomes compared to primary reconstruction. The aim of this review is to evaluate the multifactorial causes of ACL-R failure and to outline strategies for successful revision surgery. ACL-R failure can be classified into traumatic, technical, biological, and anatomical causes. Traumatic reinjury, particularly in young and active individuals, is the most common cause, accounting for 38–53% of failures. Technical factors include femoral and tibial tunnel malposition, inadequate graft fixation, and improper graft tensioning. Biological factors involve impaired graft incorporation, infection, and generalized joint laxity. In addition, meniscal injuries, lower limb malalignment, and increased posterior tibial slope contribute significantly to failure risk. Age under 25 years, posterior tibial slope greater than 12°, and generalized joint laxity have been identified as independent risk factors. Recent advances suggest that lateral extra-articular tenodesis improves rotational stability in high-risk patients, while vancomycin graft soaking reduces postoperative infection rates to near zero. In conclusion, prevention of ACL-R failure requires accurate identification of etiological factors, meticulous surgical technique, and individualized rehabilitation strategies.

Key words: anterior cruciate ligament reconstruction; revision surgery; joint instability; posterior tibial slope; vancomycin

Ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürü sonrası ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunun (ÖÇB-R) eklem stabilitesinin sağlanması, semptomların iyileştirilmesi ve yaralanma öncesi aktivitelere dönüş açısından iyi veya uzun vadeli sonuçlar sağlamaktadır. Buna rağmen hastaların %0,7-20'sinde greft yetmezliğine bağlı tekrarlayan instabilite ve ÖÇB-R başarısızlığı yaşamaktadır.^[1,2] Revizyon ÖÇB-R ameliyatı zorlu bir işlemdir ve ameliyat sonrası memnuniyet oranları, primer ÖÇB-R'ye göre 3-4 kat daha düşük olabilir.^[3] ÖÇB yaralanmalarındaki artış ve ÖÇB-R cerrahisine duyulan ihtiyaç göz önüne alındığında cerrahi başarısızlık oranının da artması beklenebilir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu başarısızlığı için evrensel olarak kabul edilmiş bir tanım bulunmamaktadır. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılmış bir dizde objektif gevşeklik veya hasta tarafından algılanan instabilite geliştiğinde veya stabil bir ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu yapılmış dizde ameliyat sonrası ağrı ve/veya sertlik oluştuğunda başarısızlık olarak değerlendirilebilir.^[3]

Başarılı bir revizyon ÖÇB-R cerrahisi için detaylı anamnez, titiz klinik ve radyolojik değerlendirmeler ile başarısızlığın tüm potansiyel nedenlerinin belirlenmesi ve düzeltilmesi için dikkatli bir ameliyat öncesi planlama yapmak son derece önemlidir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunun başarısını etkileyebilecek çeşitli faktörler arasında; yaygın eklem esnekliği, ikincil diz stabilizatörlerin bütünlüğü; eklem kıkırdığı ve menisküs durumu, greft tipi, cerrahi teknik, iyileştirme ve hastanın uyumu, hevesi ve beklentisi yer almaktadır.^[4]

Revizyon ÖÇB-R prosedürü birçok faktörün dikkate alınmasını gerektiren girişim olduğundan ameliyat öncesi planlama dikkatli yapılmalıdır. Bu cerrahinin amacı; diz eklemine stabilize etmek, kıkırdak ve menisküslerde oluşabilecek hasarı önlemek ve hastanın normal günlük veya sportif aktivitelerine geri dönmesine olanak tanımadır. Bu nedenle revizyon ÖÇB-R, subjektif instabilitenin olduğu spor seviyesi ve osteoartrit derecesinden bağımsız 50 yaş altı aktif hastalarda uygulanabilir. Buna karşın, yüksek spor veya günlük aktivite beklentisi olan 50 yaş üstü hastalarda ileri evre osteoartrit bulgusu yoksa (Kellgren & Lawrence $\geq$ III°) revizyon ÖÇB-R cerrahisi gereklidir.^[5] Her hasta için en uygun revizyon stratejisini seçmek için başarısızlığın nedeninin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Revizyon ÖÇB-R vakaya bağlı olarak tek veya iki seansta gerçekleştirilebilir.

Başarısız Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonunun Değerlendirilmesi

Başarısız ÖÇB-R'nin değerlendirilmesi, detaylı fiziksel muayene, görüntüleme çalışmaları, laboratuvar testleri ve uygulanan cerrahi teknik hakkında bilgi içeren

kapsamlı bir tıbbi öyküye dayanmaktadır (Tablo 1). Öyküde; yaralanma tarihi ve mekanizması, uygulanan ameliyat, primer ÖÇB-R'den sonra geçen süre, uygulanan rehabilitasyon protokolü ve yeni bir travma varlığı değerlendirilmelidir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda kullanılan greft ve fiksasyon materyali, eş zamanlı menisküs, kıkırdak veya bağ yaralanmaları varlığı ve uygulanan diğer cerrahi tedaviler kritik öneme sahiptir. Ameliyat kayıtlarının (ameliyat raporu ve artroskopi görüntüleri) elde edilmesi önemlidir. Başarısız ÖÇB-R klinik olarak başlıca üç temel semptom ile kendini gösterir, bunlar dizde instabilite, sertlik ve ağrıdır.^[6]

Lachman testi, pivot shift ve ön çekmece gibi diz instabilite muayenelerinin yanı sıra diğer ön-arka, varus-valgus ve rotasyonel bağ yaralanmaları da test edilmelidir. Klinik değerlendirme; alt ekstremite dizilim ve yürüyüşün değerlendirilmesini, aktif ve pasif eklem hareket açıklığının belirlenmesini, kas atrofi ve asimetrisinin incelenmesini içermelidir. Önceki ameliyatlarda yapılmış cilt kesileri, eklemde efüzyonun varlığı ve olası sinsi bir enfeksiyonun belirti ve bulguları gözden kaçırılmamalıdır.^[7]

Ameliyat öncesi standart direkt diz grafileri (ön-arka, yan, Rosenberg ve tanjansiyel) istenmelidir. Bacak uzunluk grafisi ile alt ekstremite dizilimi ve vücut ağırlık merkezi değerlendirilmelidir.^[8] Manyetik rezonans görüntülemesi (MRG); primer greft, mevcut kemik tünellerinin yer, yön ve çapı hakkında kritik bilgiler sağladığı gibi diğer bağ yapılarının, kıkırdak yüzeylerinin ve menisküslerin bütünlüğü hakkında da bilgi verir.^[9] Direkt grafi ve MRG'de tünel genişlemesi ve osteoliz endişesi varsa kemik defektlerini daha ayrıntılı değerlendirmek için bilgisayarlı tomografi yapılabilir.^[10]

Ön Çapraz Bağ Başarısızlık Nedenleri

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası greft başarısızlığı, tek bir nedenden ziyade multifaktoriyeldir.^[11,12] Bunlar arasında genç hasta, genel eklem laksite varlığı, greft seçimi, greft kalınlığı, uyumsuz rehabilitasyon, cerrahi teknik hatalar gibi çeşitli epidemiyolojik ve bireysel faktörler vardır.^[13-15] İyi uygulanmış bir ÖÇB-R cerrahisi sonrası dahi yetersiz bir rehabilitasyon programı sonucunda ÖÇB-R başarısızlığı ile karşılaşılabilir. Ayrıca, belirgin bir etiyolojik neden olmadan hasta beklentilerinin karşılanmadığı durumlar da göreceli başarısızlık olarak değerlendirilebilir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu başarısızlıklarının olası nedenleri Tablo 2'de listelenmiştir. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu cerrahisindeki başarısızlıklar genellikle travmatik, teknik ve anatomik/biyolojik nedenler olmak üzere üç ana kategoride incelenebilir.

Tablo 1. Başarısız ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda hasta öyküsünde sorgulanması gereken temel parametreler ve klinik önemi

	Sorgulanacak parametreler	Klinik önemi
Demografik bilgiler	Yaş Cinsiyet Vücut kitle indeksi (VKİ) Sigara kullanımı	Genç hastalarda yeni travma ve tekrar yaralanma riski daha yüksektir. Erkek cinsiyette tekrar yaralanma riski artabilir. Yüksek VKİ daha düşük fonksiyonel sonuçlarla ilişkilidir. Graft iyileşmesini olumsuz etkileyebilir.
Primer ÖÇB-R ameliyat bilgileri	İlk ameliyat tarihi Ameliyat bilgileri Komplikasyon öyküsü	Erken ve geç başarısızlık ayırımına yardımcı olur. Graft tipi, fiksasyon yöntemi ve tünel tekniği değerlendirilmelidir. Graft, fiksasyon veya tünel problemlerine işaret edebilir.
Eşlik eden yaralanmalar	Menisküs yırtığı Kıkırdak hasarı Ek bağ yaralanmaları	Ek yaralanmaların tanınması tedavi planlaması açısından önemlidir. Ağrı, şişlik ve fonksiyonel kısıtlılığa katkıda bulunabilir. Rezidüel instabilite ve revizyon planlaması açısından değerlendirilmelidir.
Önceki ameliyatlar	Önceki ÖÇB-R ameliyatı	Revizyon olgularında başarısızlık riski daha yüksektir.
Aktivite durumu	Spora dönüş süresi Yaralanma öncesi aktivite düzeyi Ameliyat sonrası aktivite düzeyi	Erken spora dönüş yeniden yaralanma riskiyle ilişkilidir. <i>Pivoting</i> (dönme) ve yüksek performans gerektiren sporlarda risk daha fazladır. Fonksiyonel sınırlamanın değerlendirilmesini sağlar.
Semptomlar	İnstabilite Ağrı Şişlik	Graft yetmezliğinin temel klinik bulgusudur. Eklem içi ek patolojilere bağlı olabilir. İnflamasyon veya eklem içi patoloji varlığını düşündürür.
Tekrarlayan yaralanma	Travma varlığı Yaralanma mekanizması	Travmatik ve atravmatik etiyoloji ayırımını sağlar. Temaslı, temassız veya <i>pivoting</i> mekanizma ayırt edilmelidir.
Enfeksiyon	Septik artrit öyküsü Tekrarlayan eklem inflamasyonu	Graft bütünlüğünü ve biyolojik iyileşmeyi bozabilir. Biyolojik graft başarısızlığı açısından şüphe uyandırır.
Sistemik hastalık	Romatizmal hastalık Bağ dokusu hastalığı	Graft iyileşmesi ve diz stabilitesini olumsuz etkileyebilir. Ligamentöz laksitesi ve tekrar yaralanma riskiyle ilişkilidir.
Hasta beklentisi	Fonksiyonel hedef Psikolojik hazırlık	Tedavi seçimi ve rehabilitasyon planlamasına rehberlik eder. Öz güvenin yeniden kazanılması ve hareket korkusunun azaltılması açısından önemlidir.

ÖÇB-R: Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu.

Tablo 2. Başarısız ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunun başlıca nedenleri ve ilişkili klinik faktörler

Ana başlık	Alt başlık	Klinik özellik / Açıklama
Travmatik nedenler	Akut travma	Kontakt veya non-kontakt travmatik yaralanmalar
	Kronik tekrarlayan mikrotravmalar	Tekrarlayan yüklenmeye bağlı graft stres artışı
	Erken spora dönüş	Erken, kontrolsüz veya aşırı aktiviteye bağlı yeniden yaralanma riski
	Yetersiz rehabilitasyon	Yetersiz nöromusküler kontrol ve kas kuvvet eksikliği
	Psikolojik faktörler	Korku, güvensizlik ve kinezyofobi
Teknik nedenler	Tünel yanlış konumlandırılması	Femoral, tibial veya kombine tünel malpozisyonu
	Eşlik eden patolojilerin atlanması	Ramp lezyonu, menisküs kök yırtığı, posterolateral köşe yaralanmaları
	Fiksasyon hataları	İmplant yetmezliği, vida-tünel uyumsuzluğu, düşük kemik kalitesi
	Graft gerilimi	Aşırı veya yetersiz graft gerilimi
	Graft seçimi ve çapı	Yetersiz graft çapı veya allograft kullanımı
Biyolojik nedenler	Başarısız ligamentizasyon	Graftın biyolojik dönüşüm ve kemikle bütünleşme yetersizliği
	Revaskülarizasyon bozukluğu	Sigara kullanımı ve vasküler iyileşme bozukluğu
	Enfeksiyon (septik artrit)	Akut, subakut veya kronik enfeksiyon süreçleri
	Anatomik risk faktörleri	Posterior tibial eğim $\geq 12^\circ$, dar interkondiler çentik, $>5^\circ$ koronal dizilim bozukluğu, genel eklem laksitesi
	Sistemik hastalıklar	Diyabet ve kronik inflamatuvar hastalıklar
	Genel eklem laksitesi	Beighton skorunun ≥ 4 olması
	Bağ dokusu hastalıkları	Marfan Sendrom gibi herediter bağ dokusu hastalıkları

Travmatik nedenler

Travma, ÖÇB-R başarısızlığının en sık ve en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Başarısızlık olgularının yaklaşık %38–53’ünde yeni bir travmatik olayın sorumlu olduğu bildirilmiş, özellikle cerrahiden bir yıl sonrasında gelişen geç dönem greft rüptürlerinin başlıca nedeni olarak travmatik yeniden yaralanmalar saptanmıştır.^[12,16,17] Özellikle genç ve yüksek aktivite düzeyine sahip bireylerde, pivot hareketler içeren aktivitelere ve temas sporlarına erken dönüş travmatik greft rüptürü riskini belirgin şekilde arttırmaktadır. Bunun yanı sıra, travmatik başarısızlık çoğu zaman izole bir faktör olmayıp, ona eşlik eden teknik, anatomik ve biyolojik yetersizliklerle birlikte ortaya çıkabilmektedir.

Toplam 3657 başarısız ÖÇB-R olgusunun başarısızlık nedenlerinin değerlendirildiği güncel derleme çalışmasında; en yaygın izole başarısızlık nedeni geçirilmiş yeni travma (%38) iken ikinci sırada yapılan cerrahi teknik hatalar (%22) gelmekteydi. Bunların ardından kombine nedenler (birden fazla başarısızlık nedenleri) (%19) ve enfeksiyon ile greft gevşemesi gibi biyolojik başarısızlık nedenleri (%8) takip etmekteydi.^[12]

Anatomik risk faktörleri

Alt ekstremitedeki belirgin dizilim bozuklukları, greft üzerinde tekrarlayan aşırı yüklenme ve mekanik stres kuvvetlerine yol açması nedeniyle ÖÇB-R başarısızlığı için bağımsız ve önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir.^[18,19] Tischer ve ark. yaptıkları sistematik incelemede; ligamentöz instabiliteye eşlik eden 5° ve üzerindeki koronal plan dizilim bozukluklarında düzeltici osteotomi prosedürlerinin tedaviye dâhil edilmesinin uzun dönemli cerrahi başarı için önemini vurgulamışlardır.^[19]

Posterior tibial eğim ile greft üzerine binen mekanik kuvvetler arasında güçlü bir ilişki bulunduğu biyomekanik çalışmalarda gösterilmiştir. Artmış PTE, ÖÇB-R sonrası başarısızlık için bir önemli bir anatomik risk faktörüdür.^[19,20] Literatürde, PTE’nin 12° üzerinde olması greft sağkalımı açısından kritik bir eşik değer olarak tanımlanmaktadır. Özellikle medial menisküs arka boynuzunun yetersiz olduğu durumlarda anterior translaşyonel kuvvetler daha da artarak greft rüptürüne yol açabilir.^[20-22] Bu nedenle, başarısız ÖÇB-R sonrası revizyon planlanan tüm hastalarda sagittal plan kemik geometrisi titizlikle değerlendirilmelidir. Posterior tibial eğimin 12° aştığı revizyon ÖÇB-R, greft üzerindeki stresi azaltmak ve uzun dönemli stabiliteyi sağlamak amacıyla eğim azaltıcı anterior kapalı kama proksimal tibial osteotominin eklenmesi cerrahi stratejinin bir parçasıdır.^[22,23]

İnterkondiler çentik anatomisi ve osteofit varlığı hem doğal ÖÇB yaralanmaları hem de ÖÇB-R sonrası greft yetmezliği için bağımsız bir risk faktörüdür. Özellikle kronik vakalarda çentik içerisinde gelişen osteofitler, greftin interkondiler çatıya veya lateral kondile sıkışmasına, biyomekanik aşınmaya ve kopmaya zemin hazırlayabilmektedir.^[24,25] Thompson ve ark., cerrahi sırasında uygulanan notchplasty (çentik genişletilmesi) işleminin revizyon riskini anlamlı derecede azalttığını göstermiştir. Özellikle osteofitlerin temizlenmesini ve femoral tünelin net bir şekilde görselleştirilmesini sağlayarak dizin dinamik valgus veya tam ekstansiyon pozisyonlarında greft üzerindeki aşırı gerilimi ve sürtünmeyi önlemeyi amaçlar.^[25] Dizin kemik morfolojisi ve özellikle femoral kondil anatomisi ÖÇB-R sonrası başarısızlık riskinin değerlendirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle artmış lateral femoral kondil oranı (posterior kondil derinliğinin artması), dizin lateral ve anterolateral yumuşak doku zarfında laksiteye yol açarak anormal kinematiklere ve greft üzerinde aşırı yüke neden olabilmektedir.^[24,26]

Eşlik eden yaralanmalar

Menisküs yırtıkları, ÖÇB-R başarısızlığında hem biyomekanik hem de klinik açıdan kritik bir rol oynamaktadır. Menisküsler diz ekleminde ikincil stabilizatörlerdir. Bu nedenle ÖÇB-R sonrası greft başarısı ve dizin stabilitesinin sağlanmasında menisküslerin bütünlüğü kritik bir rol oynamaktadır.^[27,28] İlk cerrahi sırasında gözden kaçan veya tedavi edilmeyen özellikle menisküs ramp lezyonları ve posterior kök yırtıklarının, dizdeki ön-arka ve rotasyonel laksiteyi artırarak greftin aşırı yüklenmesine ve nihayetinde yetmezliğine zemin hazırlamakta olup ÖÇB-R başarısızlığının önemli etiyolojik faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir.^[28] Menisküsün korunamadığı veya rezeksiyon uygulanan hastalarda, uzun dönem fonksiyonel sonuçların daha kötü olduğu ve revizyon oranlarının arttığı bildirilmiştir. Buna karşılık, menisküs onarımının hem diz stabilitesini iyileştirdiği hem de greft üzerindeki stresleri azaltarak rekonstrüksiyon başarısını desteklediği gösterilmiştir. Bu nedenle, ÖÇB-R sırasında menisküsün mümkün olduğunca korunması veya onarılması, greft sağkalımı ve uzun dönem klinik sonuçlar açısından kritik öneme sahiptir. Önemli menisküs kaybı durumunda, yasal ve mali olarak mümkünse, eş zamanlı veya aşamalı menisküs nakli düşünülmelidir.^[27]

Kemik tünellerin konumu

Tünel yanlış konumlandırılması, kemik tünellerinin doğal ÖÇB anatomik ayak izleri dışında açılması olup ÖÇB-R başarısızlığının en önemli teknik nedenlerinden biridir. Teknik hatalara ilişkin olarak; femoral tünel yanlış

konumlandırması en sık karşılaşılan nedenlerden iken, bunu tibial tünel yanlış konumlandırması izlemektedir. Daha az sıklıkla her iki tünelin yanlış konumlandırılması ve greft fiksasyonu problemleri de ÖÇB-R başarısızlığın diğer teknik nedenleridir.^[12,16] Anatomik olmayan tünel yerleşimi, greftin fizyolojik gerilim ve diz kinematikliğini bozarak özellikle rotasyonel instabiliteye yol açar. Bu durum, greft üzerine binen anormal mekanik yüklerin artmasına, zamanla greft elongasyonu veya rüptürüne ve sonuç olarak klinik instabilite gelişimine ve ÖÇB-R başarısızlığına neden olabilir.^[16,29] Özellikle femoral tünelin daha anterior veya vertikal yerleştirilmesi, greftin rotasyonel stabiliteyi yeterince sağlayamamasına ve pivot shift fenomeninin devamına neden olurken; posterior yerleşim ise fleksiyon-ekstansiyon boyunca greft izometrisinin bozulmasına yol açabilmektedir. Benzer şekilde tibial tünelin anterior yerleştirilmesi, greft sıkışmasına ve artmış gerilime; posterior yerleştirilmesi ise fleksiyonda gevşekliğe ve instabiliteye neden olabilmektedir.^[29]

Femoral tünel oluşturulmasında kullanılan transtibial ve anteromedial portal teknikleri karşılaştırıldığında, tünel yanlış konumlanması (anterior ve vertikal yerleşim), fiksasyon yetersizliği, zayıf greft gerimi gibi teknik hataların transtibial tekniğinde daha sık görüldüğü bildirilmiştir.^[11,12] Transtibial tekniği ile oluşturulan femoral tünelin daha vertikal ve anterior konumda olması, artmış rotasyonel instabiliteye, greft üzerine binen kesme ve torsiyonel kuvvetlerin artmasına yol açmakta, bu durum da daha yüksek greft başarısızlığı oranları ile ilişkilendirilmektedir.

Hatalı tünel yerleşimine bağlı başarısızlıklarda revizyon ameliyatındaki önemli noktalar; önceki tünellerin yeterli görüntülenmesi, lateral femoral kondilin postero-medial duvarının bütünlüğünün korunması, yeni tünellerin anatomik konumlarına mümkün olduğunca yakın bir noktadan yapılması, mümkünse yeterli diz stabilitesi sağlamak ve tünellerin üst üste binmesini önlemek için her iki tünelin de önceki tünellerden yeterince uzak ve ayrık yerleştirilmesidir.^[7] Sonuç olarak, başarılı bir rekonstrüksiyon için anteromedial portal veya *outside-in* gibi tekniklerle tünellerin anatomik olarak yerleştirilmesi, greft sağ kalımını ve uzun dönemli eklem sağlığını korumak adına cerrahi stratejinin en kritik basamağıdır.

Fiksasyon yöntemleri

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu greft fiksasyonu, cerrahi sonrası biyolojik bütünleşme sağlanana kadar geçen erken dönemde diz stabilitesinin korunması için en kritik teknik bileşendir. Cerrahinin "en zayıf halkası" olarak tanımlanmakta ve fiksasyon yetersizlikleri erken dönem greft başarısızlıklarının temel nedenlerini oluşturmaktadır.^[1,2] Genellikle, hamstring (HT) ve kuadriseps tendonu

(KT) greft fiksasyonu için askı-düğme sistemleri güvenilir ve yüksek dayanıklılıklar nedeniyle tercih edilirken, alternatif olarak bio çözümler vidalar ve stapeller da kullanılabilir. Fiksasyon yetersizliği; zayıf kemik kalitesi, femoral arka duvarın hasar görmesi, vida sapması veya yetersiz tespit cihazı kullanımı gibi nedenlerle ortaya çıkabilir.^[1]

Özellikle tibial tespitin femoral tespite kıyasla biyomekanik yetersizliğe daha yatkın olduğu bildirilmiştir. Bazı fiksasyon yöntemleri, greftin tünel içindeki mikroskobik hareketleri ve tünel genişlemesine yol açarak mekanik stabiliteyi bozabilir. Bu vakalarda staple veya kortikal düğme ve vida gibi destekleyici fiksasyon yöntemleri cerrahi plana dâhil edilebilir.^[1,2]

Greft özellikleri

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda greft seçimi başarılı sonuç elde etmede önemli bir rol oynasa da; revizyonda primer ÖÇB-R'de kullanılmış olan greftlere bağlıdır. Greft seçimi en tartışmalı konulardan biri olup her türlü otogreft veya allogreft kullanılabilir. Cerrah, güvendiği tekniğe göre, bireysel olarak hasta için en uygun greftin hangisi olduğuna karar vermelidir. Allogreftler, özellikle donör saha morbiditesinden kaçınmak ve ameliyat süresini kısaltmak istendiğinde tercih edilen bir seçenektir. Ancak literatürdeki geniş meta-analizler ve kayıt çalışmaları, özellikle genç ve aktif popülasyonda allogreft kullanımının otogreftlere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek başarısızlık ve yaklaşık üç kat daha fazla yeniden rüptür riski taşıdığını göstermiştir.^[16,17,27]

Otogreft alternatifleri arasında kemik-patellar tendon-kemik (KPTK) greftlerinin daha düşük başarısızlık ve revizyon oranlarına sahip olduğu; HT greftlerinin ise daha az hasar morbiditesine sahip olduğu gösterilse de klinik sonuçların benzer olduğunu ortaya koymuştur.^[28-30] Hamstring greftlerinin özellikle cerrahi sonrası ilk iki yıl içinde erken revizyon riskini artırması, bu greftlerin kemik-kemik iyileşme özelliğinin olmaması ve daha yavaş seyreden inkorporasyon süreciyle ilişkilendirilmektedir. Hamstring greftlerinin biyolojik başarısızlık oranlarının KPTK'ye göre belirgin şekilde daha yüksek olduğu (%22'ye karşın %4) gösterilmiştir.^[14]

Kuadriseps tendonu otogrefti, ÖÇB-R'de güvenilir ve klinik sonuçları ile KPTK ve HT tendonlarına benzer bir alternatif olarak giderek daha fazla ilgi görmektedir. Tendonun yapısal özellikleri ve daha kalın bir enine kesit alanına sahip olması biyomekanik açıdan önemli bir özelliktir. Sistematik derleme ve meta-analizin sonuçları, KT ve HT greftlerinin benzer greft sağkalımı ve revizyon oranları ile ilişkili olduğunu göstermekte olup, kuadriseps tendon greftinin güvenilir ve etkili bir alternatif otogreft seçeneği olduğunu desteklemektedir.^[31,32]

Revizyon ÖÇB-R greft seçimi, cerrahi başarının en önemli belirleyicilerinden biri olup, otogreftlerin allogreftlere kıyasla daha üstün klinik sonuçlara ve düşük greft başarısızlık oranı olduğunu göstermektedir.^[12,30,33]

Özellikle KPTK otogreftlerinin kullanıldığı çalışmalarda primer ÖÇB-R benzer klinik sonuçlar bildirilmiştir. Özellikle belirgin tünel genişlemesi veya kemik defekti bulunan olgularda, kemik blok içeren greftlerin kullanımı, kemik kaybının telafisine katkı sağlayabilir.^[33] Karşı dizden greft alınması, ipsilateral greft seçeneklerinin sınırlı olduğu revizyon vakalarında geçerli ve etkili bir alternatiftir. Tüm bu veriler ışığında, revizyon ÖÇB cerrahisinde greft seçimi; hasta özellikleri, önceki cerrahiler, tünel morfolojisi ve biyolojik faktörler dikkate alınarak bireyselleştirilmelidir.

Greft seçeneklerinin yanı sıra greft çapı da ÖÇB-R başarısını etkileyen bir diğer faktördür. Birçok çalışmada daha küçük greft çapının, artmış greft yetmezliği riski ile ilişkili olduğu gösterilmiş olup, özellikle sekiz mm'nin altındaki otogreftlerin daha yüksek revizyon oranları ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.^[34,35]

Anatomik olmayan tüeller, diz hareketi boyunca greft boyunda fizyolojik olmayan değişimlere neden olarak greft izometrisini bozmakta, greft üzerinde plastik deformasyona yol açmakta ve zamanla biyomekanik yetersizliğine neden olabilmektedir.^[2] Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sırasında greft fiksasyon aşamasında uygulanan greft geriliminin yetersiz veya aşırı olması doğrudan bir başarısızlık nedeni olarak kabul edilmektedir. Fiksasyon anındaki ideal gerilim; greftin uzunluğu, esnekliği ve elastikiyetine ek olarak, greftin cerrahi öncesi hazırlanması ve fiksasyon sırasındaki bacak pozisyonu gibi çok sayıda faktöre bağlıdır.^[2,29] Greftin aşırı gerilmesi, dokunun revaskülarizasyon sürecini inhibe ederek greft inkorporasyonunu ve ligamentizasyon sürecini olumsuz etkileyebilir. Buna karşın, greftin yeterli gerginlikte sabitlenmemesi, cerrahi sonrası dizde kalıcı gevşeklik ve objektif instabilite bulgularına yol açabilmektedir. Özellikle 0° ile 30° arasındaki standart aralığın dışındaki fleksiyon açılarının greftin biyomekanik sağkalımını risk altına aldığı gösterilmiştir.^[2] Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda ideal intraoperatif greft gerilimi konusunda bir fikir birliği bulunmamakla birlikte, düşük-orta düzeyde (20–80 N) ve genellikle dizin 15°–30° fleksiyonunda yapılan fiksasyonun fizyolojik stabilite için uygun olduğu kabul edilmektedir.^[2,27] Grefti femura fikse ettikten sonra, grefti sabitlemeden önce dizin tekrarlanan fleksiyon-ekstansiyon döngüleri yapılmalıdır. Bu, cerrahin greftin tibial çıkışta herhangi bir hareketinin olmadığını doğrulamasını sağlar, böylece izometrik bir pozisyonda olup olmadığını gösterir. Sabitlemeden önce, greftin gerilimi artroskopik olarak prob ile test edilir ve cerrahın nor-

mal bir ön çapraz bağ gerilimiyle aynı hissi alması istenir. Sonuç olarak, başarılı bir ÖÇB-R için sadece uygun gerilim kuvveti değil, dizin fiksasyon anındaki açısı ve uygun tünel yerleşimiyle sağlanan izometri de greftin uzun dönemli başarısını belirleyen unsurlardır.

Kalça sıkışması

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu başarısızlık riskini değerlendirirken, diz dışı anatomik faktörlerin, özellikle kalça eklemi biyomekaniğinin rolü göz ardı edilmemelidir. Kalça eklemindeki anatomik kısıtlılıklar, özellikle femoroasetabüler sıkışma gibi durumlar, diz eklemi üzerinde ikincil stresler yaratarak greftin biyomekanik olarak zorlanmasına ve greft yetmezliğine zemin hazırlayabilmektedir. Bedi ve ark. kısıtlı kalça iç rotasyonunun, ipsilateral dizde bir pivot iniş mekanizmasını taklit ederek ÖÇB üzerindeki yükü artırarak yaralanma riskiyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermişlerdir.^[36] Bu nedenle, revizyon cerrahisi planlanan hastalarda kalça eklemi hareket açıklığının ve olası impingement bulgularının klinik olarak değerlendirilmesi, başarısızlık etiolojisinin tam olarak anlaşılması ve kişiselleştirilmiş rehabilitasyon stratejilerinin oluşturulması önemlidir.

Genel eklem laksitesi

Artmış genel eklem gevşekliliği ve Marfan veya Ehlers-Danlos sendromu gibi sistemik bağ dokusu hastalıkları olan hastalarda, ÖÇB-R sonrası artmış greft yetmezliği ve daha düşük klinik sonuçlarla ilişkilidir. Bu durumlarda kollajen içeren hücre dışı matris kompozisyonundaki anormallikler, otogreft olarak kullanılan tendonların mekanik yapısının daha zayıf olmasına ve zamanla yük altında esneyerek greft yetersizliğine yol açabilmektedir. Özellikle herhangi bir teknik hata veya travma olmaksızın gelişen "biyolojik başarısızlık" vakalarında genel eklem laksitesi insidansının anlamlı derecede yüksek olduğu gösterilmiştir.^[15,37] Genel eklem gevşekliliği olan ve olmayan hastaların HT ve KPTK greftleri ile yapılan ÖÇB-R'nin karşılaştırıldığı bir çalışmada, KPTK greftlerinin HT greftlerine kıyasla daha üstün klinik sonuçlar sağladığı bildirilmiştir.^[38]

Genel eklem laksitesi olan hastalarda yüksek dereceli pivot shift varlığı, belirgin rotasyonel instabiliteyi ve sıklıkla eşlik eden anterolateral kompleks yetersizliğini yansıttığından, bu hastalarda izole ÖÇB-R başarısı sınırlı kalabilmektedir. Revizyon ÖÇB-R dizin rotasyonel stabilitesini geri kazanmak ve greft yetmezliği riskini azaltmak için lateral ekstraartiküler tenodes (LET) veya anterolateral ligament rekonstrüksiyonu (ALL-R) gibi ek prosedürler şiddetle tavsiye edilir. Literatürde; genç ve aktif sporcular,

yüksek dereceli pivot-shift (3+) saptanan vakalar, genel eklem laksitesi olan bireyler ve posterior tibial eğimin 12° üzerinde olduğu durumlar anterolateral ligament (ALL) veya LET uygulaması için temel endikasyonlar olarak kabul edilmektedir. Bu prosedürlerin, ÖÇB-R ile birlikte yapılması, eklem hareket açıklığını sınırlamadan ve osteoartrit gelişimini artırmadan primer ve revizyon ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sayısını açıkça azalttığını göstermiştir.^[39,40] Sonuç olarak, anterolateral kompleksin güçlendirilmesi, ÖÇB-R başarısızlığını önlemede ve uzun dönemli greft sağkalımını artırmada hayati bir cerrahi strateji olarak öne çıkmaktadır.

Enfeksiyon/septik artrit

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası enfeksiyon ve septik artrit, nadir görülmekle birlikte greft bütünlüğünü ve eklem fonksiyonunu ciddi şekilde tehdit eden önemli başarısızlık nedenlerindendir. İnsidansı %0,14 ile %1,8 arasında değişmekte olup, düşük görülme sıklığına rağmen yüksek morbidite ile ilişkilidir.^[41] Klinik olarak gece ağrısı, ısı artışı, kızarıklık gibi tipik enfeksiyon bulgularının yanı sıra hafif ağrı, effüzyon, hareket kısıtlılığı ve sistemik bulgular ile ortaya çıkabilir ve erken dönemde normal ameliyat sonrası inflamasyon ile karışabileceğinden tanı gecikebilir.^[42] Septik artrit şüphesi olduğunda kanda lökosit sayısı ve C-reaktif proteini incelenmesine ek, eklem sıvı aspirasyonu yapılması zorunludur. Aspirasyon sıvısı makroskopik olarak değerlendirilmelidir, özellikle yoğun pürülan özellikli sıvı enfeksiyon bulgusu olabilir. Mikroskopik incelemede aspirasyon sıvısında lökosit sayısı >20.000, polimorfonükleer lökositler yüzdesi >%90 ve lökosit esteraz testi +3 olan hastalarda cerrahi eklem debridmanı yapılmalıdır. Ameliyatta, greftler çoğunlukla akut ve subakut vakalarda korunabilirken kronik ve tekrarlayan enfeksiyonlarda greft feda edilebilir. Aspirasyon sıvısında ve intraoperatif diz ekleminde histolojik ve bakteriyolojik örnekleme yapılır.^[41,42] Enfeksiyon patogeneğinde, greft alımı ve hazırlanmasındaki greft kontaminasyonu, özellikle koagülaz-negatif stafilokoklar ve *Staphylococcus aureus* gibi deri florası kaynaklı mikroorganizmalar temel rol oynamaktadır.^[42,43] Uzamış ameliyat süresi, eşlik eden ek cerrahi girişimler, uzun cilt kesileri ve revizyon cerrahilerinde risk artmaktadır.^[41]

Greftin implantasyon öncesinde vankomisin solüsyonunda bekletilmesi son yıllarda etkili bir profilaktik yöntem olarak öne çıkmaktadır. Özellikle hamstring otogreftlerin cerrahi sırasında deri florası kaynaklı mikroorganizmalarla kontaminasyona yatkın olması ve erken dönemde avasküler yapıları nedeniyle enfeksiyona

duyarlı olmaları bu yaklaşımın temelini oluşturmaktadır. Greftin vankomisin ile emdirilmesi, lokal yüksek antibiyotik konsantrasyonu sağlayarak bakteriyel kolonizasyonu ve biyofilm oluşumunu engelleyebilmektedir. Klinik çalışmalarda, bu yöntemin ameliyat sonrası septik artrit insidansını anlamlı şekilde azalttığı, hatta bazı serilerde enfeksiyon oranlarını sıfıra kadar düşürdüğü bildirilmiştir.^[43,44] Öte yandan, belirgin tünel genişlemesi saptanan başarısız ÖÇB olgularında, altta yatan düşük dereceli enfeksiyon olasılığı mutlaka dışlanmalı ve cerrahi planlama buna göre yapılmalıdır.

Erken spora dönüş

Erken spora dönüş, ÖÇB-R sonrası greft yetmezliği için önemli bir risk faktörüdür. Bu yüksek risk, büyük ölçüde greftin ligamentizasyon süreci için gereken sürenin yetersiz kalmasına ve greft maturasyonunun tamamlanmamasına bağlanmaktadır. Sadece biyolojik iyileşme değil, diz stabilitesini koruyacak nöromüsküler kontrolün ve kuadri-seps gücünün tam olarak geri kazanılmadan kontakt spor aktiviteleri, *pivoting*, zıplama ve ani yön değiştirme içeren aktivitelere başlanması greft üzerinde aşırı yüklenme yaratmaktadır.^[10,34] Literatürde, cerrahi sonrası ilk dokuz aydan önce kontrolsüz veya aşırı düzeyde spora dönen hastalarda greft yetmezliği riskinin, dokuz aydan sonra dönenlere kıyasla yaklaşık yedi kat daha fazla olduğu bildirilmektedir.^[45] Sonuç olarak, spora dönüşün dokuz aydan sonraya ertelenmesi ikincil yaralanma oranlarını belirgin şekilde azaltmakta olup; spora dönüş zamanlaması, cerrahi başarısızlığı önlemede en kritik ve değiştirilebilir risk faktörlerinden biri olarak değerlendirilmelidir.

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu başarısı, hastanın rehabilitasyon sürecinde tedavi protokollerine gösterdiği uyumla doğrudan ilişkilidir. Literatürde, dizdeki objektif instabilitenin, hastanın öznel semptomlarıyla veya memnuniyetiyle doğrudan korelasyon göstermediği vurgulanmaktadır. Bu durum; psikolojik stres, hareket korkusu (kinezyofobi), düşük öz yeterlilik veya karamsar kişilik gibi bariyerlerin hasta sonuçları üzerindeki etkisini kanıtlar niteliktedir. Bu nedenle, ameliyat öncesi dönemde bu psikolojik parametrelerin teşhis edilerek risk sınıflandırmasına dâhil edilmesi ve kişiselleştirilmiş rehabilitasyon stratejilerinin uygulanması ÖÇB-R tedavisinde başarıyı artıran önemli bir faktördür.^[46] Bu nedenle, spora dönüş zamanlamasının yalnızca süre temelli değil, psikolojik süreçlerin değerlendirildiği; kas gücü, nöromüsküler kontrol ve fonksiyonel testler ile desteklenen objektif kriterlere dayandırılması, greft yetmezliği riskini azaltmada kritik öneme sahiptir.

Demografik faktörler

Genç yaş, özellikle hasta yaşının 25'in altında olduğu durumlar, ÖÇB-R sonrası greft yetmezliği ve revizyon cerrahisi ihtiyacı için en temel ve bağımsız risk faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir.^[5,13,27] Araştırmalar, yirmi yaş altındaki hastalarda greft rüptürü veya kontralateral yaralanma riskinin altı kata kadar artabildiğini ve hastaların (%29) yeniden ÖÇB yaralanması yaşayabildiğini göstermiştir. Bu yüksek başarısızlık oranları büyük ölçüde, genç hastaların *pivoting* ve kesme hareketleri içeren yüksek riskli sporlara daha erken dönme eğilimlerine, yüksek aktivite seviyelerine ve henüz tamamlanmamış nöromüsküler maturasyonlarına bağlanmaktadır.^[14] Özellikle genç ve aktif popülasyonda allogreft kullanımı, otogreftlere kıyasla belirgin şekilde daha yüksek başarısızlık oranlarıyla ilişkilendirilmiş; bu nedenle revizyon riskini minimize etmek için bu hastalarda öncelikle otogreftlerin (KPTK veya Hamstring) tercih edilmesi önerilmiştir.^[27] Ayrıca, genç yaş ile birlikte 12^o'nin üzerindeki artmış PTE gibi anatomik faktörlerin birlikteliği, greft üzerindeki yükü artırarak başarısızlık riskini 11 kata kadar çıkarabilen katastrofik bir etki yaratabilmektedir. Bu nedenlerle, genç hastalarda revizyon cerrahisi planlanırken aktivite modifikasyonu, rehabilitasyon uyumu ve anatomik risk faktörlerinin kapsamlı değerlendirilmesi başarılı sonuçlar için kritiktir.^[21]

Kadın cinsiyet ile ÖÇB-R başarısızlığı arasındaki ilişki, multifaktöriyel biyomekanik, nöromüsküler ve anatomik farklılıklarla açıklanmaktadır. Kadın sporcularda ön çapraz bağ yaralanma insidansının erkeklere kıyasla dört-altı kat daha yüksek olduğu gösterilmiş olup, bu artmış riskin anatomik, hormonal, nöromüsküler ve biyomekanik faktörlerin birleşimi ile ortaya çıktığı düşünülmektedir.^[47] Özellikle artmış genel eklem gevşekliği, artmış anterior tibial transasyon ve dinamik valgus eğilimi, diz üzerine binen yüklerin artmasına ve greft üzerine daha yüksek stres oluşmasına neden olmuş, bu da ÖÇB-R başarısızlığı ile ilişkilendirilmiştir.^[2,47]

Artmış VKİ, diz eklemine binen aksiyel ve kesme kuvvetlerini artırarak greft üzerine düşen yüklenmeyi artırmakta ve erken dönemde greft elongasyonu ve rezidüel gevşeklik gelişimine zemin hazırlayabilmektedir.^[47] Vücut kitle indeksinin ÖÇB-R başarısızlığı üzerinde doğrudan bir etkisi gösterilmemiş olsa da obezite ile sıklıkla birlikte görülen ileri evre kıkırdak hasarlarının daha düşük fonksiyonel skorlara ve daha kötü klinik sonuçlar elde edilmesine neden olduğu vurgulanmaktadır.^[48]

Sigara kullanımı, ÖÇB-R sonrası daha kötü klinik sonuçlar, artmış anterior transasyon (gevşeklik) ve daha yüksek komplikasyon oranları ile doğrudan ilişkilendirilmektedir. Greftin kemik tünelleriyle bütünleşmesi için ge-

rekli olan revaskülarizasyon sürecini inhibe ederek greft inkorporasyonunu ve ligamentizasyon sürecini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, başarısız bir ÖÇB cerrahisinin etiolojisini tam olarak anlamak ve revizyon stratejilerini optimize etmek için hastanın sigara kullanım öyküsünün dökümanite edilmesi tanısız sürecin vazgeçilmez bir parçasıdır.^[16,29]

Sonuç

Başarısız ÖÇB-R revizyon cerrahisi, deneyimli cerrahlar için bile teknik ve biyomekanik açıdan oldukça zorlu ve karmaşık bir süreç olmaya devam etmektedir. Başarısızlık genellikle tek bir nedene bağlı olmayan multifaktöriyel bir yapı sergilemektedir; bu nedenle cerrahi başarının temel taşı, başarısızlığa yol açan tüm travmatik, teknik ve biyolojik faktörlerin titiz bir ameliyat öncesi değerlendirme ile doğru tanımlanmasıdır. Yeni bir travma en yaygın tekil başarısızlık nedeni iken, teknik hatalar arasında ise femoral tünelin yanlış konumlandırılması (anterior veya vertikal yerleşim) en sık karşılaşılan ÖÇB-R başarısızlık nedenlerindendir. Özellikle erken spora dönüş ve yetersiz nöromüsküler rehabilitasyon, greft üzerine aşırı yüklenmeye neden olarak yeniden yaralanma riskini artırmaktadır. Revizyon stratejisi belirlenirken; greft seçimi, tünel yerleşimi ve eşlik eden menisküs/bağ/kıkırdak hasarlarının yanı sıra greft üzerindeki yükü artıran artmış PTE ve koronal plan dizilim bozuklukları gibi anatomik risk faktörlerinin mutlaka değerlendirilmesi ve tedavilerinin cerrahi plana dâhil edilmesi gerekmektedir. Özellikle genç ve aktif sporcular gibi yüksek riskli gruplarda LET veya ALL-R eklenmesinin rotatuar stabiliteyi artırarak greft başarısızlık oranlarını anlamlı derecede azalttığını gösterilmiştir. Tedavi; hastanın var olan hastalıkları, geçirdiği ameliyatlara, yaşam tarzı, spora dönüş süresi veya ameliyat sonrası aktivite düzeyiyle ilgili beklentileri dikkate alınarak bireysel olarak planlanmalıdır. Greftin vankomisin çözeltisine batırılmasıyla korkulan enfeksiyon riskinin tamamen ortadan kaldırılması, son yıllardaki bir diğer büyük bir gelişme basamağı olarak kabul edilmektedir. Sonuç olarak, revizyon ÖÇB cerrahisinde hedefler dizin stabilitesini yeniden sağlamak ve eklemi dejenerasyondan korumak olsa da, hastaların klinik sonuçlarının genellikle primer rekonstrüksiyona göre daha düşük olduğu gerçeği göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, ameliyat öncesi hasta beklentilerinin gerçekçi bir şekilde yönetilmesi, psikolojik faktörlerin dikkate alınması ve biyolojik iyileşme ile nöromüsküler kontrolün geri kazanımını önceliklendiren kişiselleştirilmiş rehabilitasyon protokollerinin titizlikle uygulanması cerrahi başarının vazgeçilmez unsurlarıdır.

KAYNAKLAR

1. Richter DL, Werner BC, Miller MD. Surgical Pearls in Revision Anterior Cruciate Ligament Surgery: When Must I Stage? Clin Sports Med 2017;36(1):173-87. [Crossref](#)
2. Wylie JD, Marchand LS, Burks RT. Etiologic Factors That Lead to Failure After Primary Anterior Cruciate Ligament Surgery. Clin Sports Med 2017;36(1):155-72. [Crossref](#)
3. Di Benedetto P, Di Benedetto E, Fiocchi A, Beltrame A, Causero A. Causes of Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Revision Surgical Strategies. Knee Surg Relat Res 2016;28(4):319-24. [Crossref](#)
4. Allen CR, Giffin JR, Harner CD. Revision anterior cruciate ligament reconstruction. Orthop Clin North Am 2003;34(1):79-98. [Crossref](#)
5. Diquattro E, Jahnke S, Traina F, Perdisa F, Becker R, Kopf S. ACL surgery: Reasons for failure and management. EFORT Open Rev 2023;8(5):319-30. [Crossref](#)
6. Johnson DL, Fu FH. Anterior cruciate ligament reconstruction: why do failures occur? Instr Course Lect 1995;44:391-406.
7. Bach BR Jr. Revision ACL reconstruction: indications and technique. In: Miller MD, Cole BJ (eds). Textbook of Arthroscopy. Philadelphia: Elsevier 2004;896. [Crossref](#)
8. Osti L, Buda M, Osti R, Massari L, Maffulli N. Preoperative Planning for ACL Revision Surgery. Sports Med Arthrosc Rev 2017;25(1):19-29. [Crossref](#)
9. Ahn JH, Lee YS, Chang MJ, Yim HS. Analysis of Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction according to the combined injury, degenerative change, and MRI findings. Knee 2011;18(6):382-6. [Crossref](#)
10. Marchant MH Jr, Willimon SC, Vinson E, Pietrobon R, Garrett WE, Higgins LD. Comparison of plain radiography, computed tomography, and magnetic resonance imaging in the evaluation of bone tunnel widening after anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2010;18(8):1059-64. [Crossref](#)
11. Chen JL, Allen CR, Stephens TE, Haas AK, Huston LJ, Wright RW, Feeley BT; Multicenter ACL Revision Study (MARS) Group. Differences in mechanisms of failure, intraoperative findings, and surgical characteristics between single- and multiple-revision ACL reconstructions: A MARS cohort study. Am J Sports Med 2013;41(7):1571-8. [Crossref](#)
12. Vermeijden HD, Yang XA, van der List JP, DiFelice GS, Rademakers MV, Kerkhoffs GMMJ. Trauma and femoral tunnel position are the most common failure modes of anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2020;28(11):3666-75. [Crossref](#)
13. Schlumberger M, Schuster P, Schulz M, Immendörfer M, Mayer P, Bartholomä J, et al. Traumatic graft rupture after primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction: Retrospective analysis of incidence and risk factors in 2915 cases. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2017;25(5):1535-41. [Crossref](#)
14. Webster KE, Feller JA, Leigh WB, Richmond AK. Younger patients are at increased risk for graft rupture and contralateral injury after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 2014;42(3):641-7. [Crossref](#)
15. Akhtar MA, Bhattacharya R, Keating JF. Generalised ligamentous laxity and revision ACL surgery: Is there a relation? Knee 2016;23(6):1148-53. [Crossref](#)
16. MARS Group; Wright RW, Huston LJ, Spindler KP, Dunn WR, Haas AK, Allen CR, et al. Descriptive epidemiology of the Multicenter ACL Revision Study (MARS) cohort. Am J Sports Med 2010;38(10):1979-86. [Crossref](#)
17. Kaeding CC, Aros B, Pedroza A, Pifel E, Amendola A, Andrich JT, et al. Allograft Versus Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Predictors of Failure From a MOON Prospective Longitudinal Cohort. Sports Health 2011;3(1):73-81. [Crossref](#)
18. Mehl J, Otto A, Kia C, Murphy M, Obopilwe E, Imhoff FB, et al. Osseous valgus alignment and posteromedial ligament complex deficiency lead to increased ACL graft forces. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2020;28(4):1119-29. [Crossref](#)
19. Tischer T, Paul J, Pape D, Hirschmann MT, Imhoff AB, Hinterwimmer S, et al. The Impact of Osseous Malalignment and Realignment Procedures in Knee Ligament Surgery: A Systematic Review of the Clinical Evidence. Orthop J Sports Med 2017;27;5(3):2325967117697287. [Crossref](#)
20. Bernhardson AS, Aman ZS, Dornan GJ, Kemler BR, Storaci HW, Brady AW, et al. Tibial Slope and Its Effect on Force in Anterior Cruciate Ligament Grafts: Anterior Cruciate Ligament Force Increases Linearly as Posterior Tibial Slope Increases. Am J Sports Med 2019;47(2):296-302. [Crossref](#)
21. Salmon LJ, Heath E, Akrawi H, Roe JP, Linklater J, Pinczewski LA. 20-Year Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring Tendon Autograft: The Catastrophic Effect of Age and Posterior Tibial Slope. Am J Sports Med 2018;46(3):531-43. [Crossref](#)
22. Sonnery-Cottet B, Mogos S, Thaumat M, Archbold P, Fayard JM, Freychet B, et al. Proximal Tibial Anterior Closing Wedge Osteotomy in Repeat Revision of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Am J Sports Med 2014;42(8):1873-80. [Crossref](#)
23. Imhoff FB, Mehl J, Comer BJ, Obopilwe E, Cote MP, Feucht MJ, et al. Slope-reducing tibial osteotomy decreases ACL-graft forces and anterior tibial translation under axial load. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2019;27(10):3381-9. [Crossref](#)
24. Mascarenhas R. Editorial Commentary: Osseous Anatomy of the Knee in Female Patients is a Significant Risk Factor for Anterior Cruciate Ligament Injury and Anterior Cruciate Ligament Graft Failure. Arthroscopy 2022;38(5):1605-7. [Crossref](#)
25. Thompson R, Hamilton D, Murray I, Lawson G. Notchplasty is associated with decreased risk of anterior cruciate ligament graft revision. Eur J Orthop Surg Traumatol 2023;33(5):1533-9. [Crossref](#)
26. Pfeiffer TR, Burnham JM, Hughes JD, Kanakamedala AC, Herbst E, Popchak A, et al. An Increased Lateral Femoral Condyle Ratio Is a Risk Factor for Anterior Cruciate Ligament Injury. J Bone Joint Surg Am 2018;16;100(10):857-64. [Crossref](#)
27. Kraeutler MJ, Welton KL, McCarty EC, Bravman JT. Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. J Bone Joint Surg Am 2017;99(19):1689-96. [Crossref](#)
28. Parkinson B, Robb C, Thomas M, Thompson P, Spalding T. Factors That Predict Failure in Anatomic Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Am J Sports Med 2017;45(7):1529-36. [Crossref](#)

29. Samitier G, Marcano AI, Alentorn-Geli E, Cugat R, Farmer KW, Moser MW. Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arch Bone Jt Surg* 2015;3(4):220-40.
30. Liukkonen RJ, Ponkilainen VT, Reito A. Revision Rates After Primary ACL Reconstruction Performed Between 1969 and 2018: A Systematic Review and Metaregression Analysis. *Orthop J Sports Med* 2022;10(8):23259671221110191. [Crossref](#)
31. Mouarbes D, Menetrey J, Marot V, Courtot L, Berard E, Cavaignac E. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes for Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring-Tendon Autografts. *Am J Sports Med* 2019;47(14):3531-40 [Crossref](#)
32. Schmücker M, Haraszuk J, Hölmich P, Barfod KW. Graft Failure, Revision ACLR, and Reoperation Rates After ACLR With Quadriceps Tendon Versus Hamstring Tendon Autografts: A Registry Study With Review of 475 Patients. *Am J Sports Med* 2021;49(8):2136-43. [Crossref](#)
33. MARS Group; MARS Group. Effect of graft choice on the outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction in the Multicenter ACL Revision Study (MARS) Cohort. *Am J Sports Med* 2014;42(10):2301-10. [Crossref](#)
34. Magnussen RA, Lawrence JT, West RL, Toth AP, Taylor DC, Garrett WE. Graft size and patient age are predictors of early revision after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Arthroscopy* 2012;28(4):526-31. [Crossref](#)
35. Park SY, Oh H, Park S, Lee JH, Lee SH, Yoon KH. Factors predicting hamstring tendon autograft diameters and resulting failure rates after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(5):1111-8. [Crossref](#)
36. Bedi A, Warren RF, Wojtyś EM, Oh YK, Ashton-Miller JA, Oltean H, et al. Restriction in hip internal rotation is associated with an increased risk of ACL injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24(6):2024-31. [Crossref](#)
37. Sundemo D, Hamrin Senorski E, Karlsson L, Horvath A, Juul-Kristensen B, Karlsson J, et al. Generalised joint hypermobility increases ACL injury risk and is associated with inferior outcome after ACL reconstruction: A systematic review. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2019;5(1):e000620. [Crossref](#)
38. Kanakamedala AC, Edgar CM, Fanelli GC, Musahl V, Alaia MJ. Surgical Considerations in Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Instr Course Lect* 2022;71:475-87. PMID: 35254802.
39. Getgood A, Brown C, Lording T, Amis A, Claes S, Geeslin A, et al. The anterolateral complex of the knee: Results from the International ALC Consensus Group Meeting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019;27(1):166-76. [Crossref](#)
40. Getgood AMJ, Bryant DM, Litchfield R, Heard M, McCormack RG, Rezanoff A, et al. Lateral Extra-articular Tenodesis Reduces Failure of Hamstring Tendon Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: 2-Year Outcomes From the STABILITY Study Randomized Clinical Trial. *Am J Sports Med* 2020;48(2):285-97.
41. Torres-Claramunt R, Pelfort X, Erquicia J, Gil-González S, Gelber PE, Puig L, et al. Knee joint infection after ACL reconstruction: Prevalence, management and functional outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(12):2844-9 [Crossref](#)
42. Costa GG, Grassi A, Lo Presti M, Cialdella S, Zamparini E, Viale P, et al. White Blood Cell Count Is the Most Reliable Test for the Diagnosis of Septic Arthritis After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: An Observational Study of 38 Patients. *Arthroscopy* 2021;37(5):1522-30.e2. [Crossref](#)
43. Vertullo CJ, Quick M, Jones A, Grayson JE. A surgical technique using presoaked vancomycin hamstring grafts to decrease the risk of infection after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2012;28(3):337-42. [Crossref](#)
44. Schuster P, Schlumberger M, Mayer P, Eichinger M, Geßlein M, Richter J. Soaking of autografts in vancomycin is highly effective in preventing postoperative septic arthritis after revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020;28(4):1154-8. [Crossref](#)
45. Lorbach O, Kieb M, Herbolt M, Weyers I, Raschke M, Engelhardt M. The influence of the medial meniscus in different conditions on anterior tibial translation in the anterior cruciate deficient knee. *Int Orthop* 2015;39(4):681-7. [Crossref](#)
46. Makhmalbaf H, Moradi A, Ganji S, Omid-Kashani F. Accuracy of lachman and anterior drawer tests for anterior cruciate ligament injuries. *Arch Bone Jt Surg* 2013;1(2):94-7.
47. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med* 2006;34(2):299-311. [Crossref](#)
48. Brophy RH, Haas AK, Huston LJ, Nwosu SK; MARS Group; Wright RW. Association of Meniscal Status, Lower Extremity Alignment, and Body Mass Index With Chondrosis at Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* 2015;43(7):1616-22. [Crossref](#)