



Epifizi açık olan hastalarda ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu

Anterior cruciate ligament reconstruction in skeletally immature patients

Emin TAŞKIRAN, Metin ERGÜN

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Epifizi açık hastalarda ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ciddi güçlükler gösterir. Bu güçlüklerin önemli kısmı rekonstrüksiyona bağlı büyüme bozukluğu yaratma endişesidir. Önemli bir sorun da bu yaş grubundaki hastaların tedaviye gösterdikleri uyum eksikliğidir. Modifiye Tanner sınıflamasına göre evre I, II, III'e uyan, kemiksel gelişimi tamamlanmamış izole ön çapraz bağ lezyonlu genç hastalar da başlangıçta aktivite kısıtlaması ve breys önerilebilir. Eğer instabilite semptomları gelişmez veya meniskal yaralanma olmaz ise rekonstrüksiyon için epifizlerin kapanması ve kemik gelişiminin tamamlanması bekenbilir. Hasta semptomatik hale gelirse, parsiyel transfizyal teknikler ya da doubled veya kuadrupled hamstring tendonlarıyla komplet transfizyal rekonstrüksiyonlar uygulanabilir. Bunu yaparken tespit materyallerinin büyüme plaklarından uzak tutulmasına dikkat edilmelidir. Modifiye Tanner sınıflamasına göre evre IV ve V'e uygun veya iskelet yaşları 13 (K) veya 14'ün (E) üzerinde olan hastalar da hamstring otogrefti ile transfizyal rekonstrüksiyon en iyi seçenek olarak görünmektedir. Bu ayrıntılı yaklaşıma rağmen, çocuklarda büyüme bozukluğuna yol açmayan rekonstrüksiyonlardan sonra bile fonksiyonel sonuçların erişkinlerdeki kadar başarılı olmadığı unutulmamalıdır.

Anterior cruciate ligament (ACL) reconstructions in skeletally immature patients present unique difficulties, one major concern being reconstruction-induced growth disturbances. Another issue is the failure of adolescent patients to comply with the treatment programs. Initially, activity limitations and bracing can be recommended for isolated ACL tears in young skeletally immature adolescents who are at stages I, II, and III according to the modified Tanner classification, and for whom reconstruction can be delayed until completion of skeletal maturity provided that any joint instability or meniscal injury do not develop. For symptomatic patients, partial or complete transphyseal techniques or complete transphyseal reconstruction with doubled or quadrupled hamstring tendon grafts can be applied, with special care being afforded to keep clear distance between fixation materials and the physeal plates. In patients who are at pubertal stages of IV or V or with a skeletal ages above 13 (F) or 14 (M) years, a transphyseal reconstruction with hamstring autografts seems to be the best solution. It should be kept in mind that functional outcomes of ACL reconstructions in skeletally immature patients are inferior to those obtained in adults even after a prudent surgical approach without associated growth disturbances.

Epifizi açık hastalarda ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması mental ve fiziki büyüme döneminde görülür. Tedavide karşılaşılan güçlükler yalnızca cerrahi tekniklerin büyüme plakları ile ilişkisinden kaynaklanmaz, aynı zamanda geçirdiği travmanın önemini henüz kavrayamamış genç bireyin tedaviye uyum sorunundan da kaynaklanabilir. Hastanın tedaviye uyum sorunu, özellikle ameliyat öncesi

dönemdeki hazırlığın veya konservatif tedavinin yüksek oranda başarısızlığına yol açmaktadır. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu hasta-hekim iletişiminin en gerekli olduğu cerrahi yöntemlerden biri olmasına rağmen, büyüme dönemindeki olgularla açık bir iletişim güçlüğü yaşanmaktadır. Hekim adeta "söz dinlemeyen, engel tanımayan" bir birey ile karşı karşıyadır.

Ön çapraz bağ yaralanmalarının sıklığı genç ve sporcu bireylerde artış göstermektedir.^[1-6] Çocuklarda görülen hemartrozların yaklaşık %70'ine spor yaralanmalarının yol açtığı, bunun %63'ünün de ÖÇB yırtıklarına bağlı olduğu bildirilmiştir.^[7] Bu durumun nedenleri, klinik değerlendirmede dikkatin artması, radyolojik görüntüleme yöntemlerinin gelişmesi ve belki de en önemlisi ÖÇB'ye yük bindiren spor türlerine daha erken yaşlarda katılımın artması olarak sayılabilir.^[1,8]

Ön çapraz bağ yaralanmalarından sonra breysleme, kuadriseps ve hamstring kaslarının rehabilitasyonu, aktivite düzenlenmesi gibi konservatif yaklaşımlar, özellikle aktif yaşama geri dönen hastalarda genellikle başarısızlıkla sonuçlanmakta, tekrarlayan yaralanmalar, sekonder menisküs ve kıkırdak hasarlarına yol açabilmektedir.^[9-12] Başarısızlık oranı çocuklarda erişkinlerden çok daha yüksektir ve sekonder yaralanma oranı daha fazladır. Başarısızlığın en önemli nedenleri arasında bu yaş grubundaki bireylerin yaralanmanın ciddiyetini kavrayamamaları ve spora olan aşırı tutkuları gösterilmiştir.^[13] Bu durumda menisküs ve kıkırdak yaralanmalarını önleyebilmek için en önemli seçenek cerrahi tedavi olmaktadır.

Epidemiyoloji

İskelet gelişimini tamamlamamış hastalarda ÖÇB yaralanmalarının gerçek prevalansı ve insidansı henüz bilinmemektedir.^[14] Yaralanma mekanizmalarının yanı sıra yaralanmadan sorumlu spor türleri de erişkinlerdekine benzerlik gösterir ve büyük ölçüde atlama, dönme ve ani duruş gerektiren sporlardır.^[13] Ön çapraz bağ yaralanmalarının kız çocuklarda daha çok görüldüğünü destekleyen veriler bulunmasına karşın, bu farklılığın nedeni tam olarak bilinmemektedir.^[15,16] Bu duruma, femoral çentik morfolojisindeki farklılıkların, alt ekstremitte dizilim anormalliklerinin ve hormonal farklılıkların neden olduğu düşünülmektedir. Ancak, çocuklarda yapılan rekonstrüksiyonlarda, özellikle femoral çentikte belirgin bir darlığa rastlanmadığı görülmüştür.^[13] Çocuklarda erişkinlerden farklı bir anatomik özellik ortaya konamamasına rağmen, büyüme potansiyelinin varlığı özellikle rekonstrüksiyon işlemi sırasında göz önüne alınmalıdır. Bu durumda büyüme plaklarının ÖÇB yapışma noktalarına göre yerleşimi önem kazanmaktadır.

İmmatür dizlerde normal büyüme ve gelişme

Alt ekstremitenin büyüme potansiyelinin büyük bölümü distal femoral ve proksimal tibial fizisler çevresinden sağlanmaktadır. İmmatür hastalarda ÖÇB, perikondral bir kılıf içinden distal femoral ve proksimal tibial kondroepifizlere yapışır.^[17]

Ön çapraz bağ yapışma noktaları ile epifizlerin ilişkisi

Ön çapraz bağın femoral yapışma yeri varyasyon göstermeksizin distal femoral epifizin distalinde yer alır. Distal epifize olan uzaklığın yaş ve büyüme ile fazla değişiklik göstermediği bilinmektedir. Bu uzaklık fetuslarda 2.66 ± 0.18 mm, çocuklarda ve ergenlik dönemindeki kişilerde 2.92 ± 0.68 mm bulunmuştur.^[18]

Tibiofemoral açısı

Alt ekstremitenin dizilimi, doğum sonrası görülen en yüksek varus açılanmasından, erken çocukluk döneminde giderek valgusa dönüşür. Yenidoğanda tibiofemoral açı yaklaşık 16 derece iken, 1.5-2 yaşlarında düzelenek dört yaşında en yüksek valgusa ulaşır. Kızlar erkeklere göre yaklaşık 2 derece fazla valgus açılanması gösterirler. Büyüme devam ettikçe valgus açılanması yavaşça geriler ve 7-9 yaşlarında erişkinlerdeki fizyolojik valgus düzeyine oldukça yaklaşır. Ergenlik döneminde bu açılanma çok az değişiklik gösterirken, özellikle 14 yaşından sonra erkeklerde valgus açısındaki azalma kızlara göre daha anlamlı olmaktadır. On altı yaşına gelindiğinde, valgus açılanması erkeklerde ortalama 4° , kızlarda 5° olmaktadır.^[17]

Distal femur

Femurda büyümenin %70'i distal epifizden olmaktadır. Distal epifiz aynı zamanda alt ekstremitte büyümesinin de %37'sinden sorumludur. Bu nedenle diğer epifizlere oranla longitudinal büyümede daha fazla paya sahiptir. Büyüme hızı yılda yaklaşık 0.9 cm kadardır. Bu hız iskelet yaşı olarak kızlarda 13, erkeklerde de 15 yaşlarında yavaşlamaktadır. Tam kapanma yaşı değişiklik göstermekte; yirmili yaşlara kadar bile gecikebilmektedir.

Epifiz yeterli kalınlıktadır ve bağın tespiti için uygundur. Fizisin oryantasyonu transverstir; ancak düz değildir ve her yönde ondülasyonlar gösterir. Metafizdeki konveks çukurlukları epifizin içine doğru

parmaksı yapılar şeklinde uzanmış ve epifiz tarafından şapka şeklinde çevrelenmiştir.^[17] Kemik tünellerin femur büyüme plağında yapabileceği hasar bu nedenle beklenenden fazladır.

Proksimal tibia

Tibial epifiz yüksekliği femura göre daha azdır. Bu yüksekliğin 10 yaşında yaklaşık 12 mm, 16 yaşında yaklaşık 14.8 mm olduğu belirtilmiştir.^[19] Superomedial portaldan intraartiküler yolla yerleştirilen interferans vidasıyla büyüme plağına zarar verme olasılığı çok yüksektir. Tibial fizisin transvers ve parmaksı çıkıntıları fazla olmadığından, kemik tünelin burada yapacağı hasar femura göre daha az olacaktır.

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyon teknikleri

Tam ÖÇB yırtıklarında cerrahi tedavi seçenekleri primer tamir, ekstraartiküler prosedürler ve rekonstrüksiyon işlemini içermektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, primer tamir ve ekstraartiküler cerrahi sonuçlarının rekonstrüksiyon işlemleri kadar iyi olmadığını göstermiştir. Çocuklarda da durum benzerdir ve burada rekonstrüksiyon tekniklerinden söz edilecektir. Güncel rekonstrüksiyon teknikleri greft materyalinin kemik tüneller yoluyla yerleştirilmesini sağlamaktadır. Bu sırada büyüme plakları zarar görebilmektedir. Büyüme plaklarını etkileyebilecek değişkenlerden bazıları aşağıda özetlenmiştir:

Kemik tünel çapının büyüme potansiyeline etkisi: Tavşanlarda yapılan deneysel çalışmalarda, femurda yaratılan ve büyüme plağının %3'ünü zedeleyen drilllemelerde herhangi bir büyüme bozukluğu saptanmamıştır. Ancak, femurda %7'lik, tibiada %4'lük drillleme, kısalık ve açısız deformiteye yol açmıştır.^[20,21] Erişkinlerde özellikle hamstring tendonları ve fasya lata ile yapılan rekonstrüksiyonlarda kullanılan 7-9 mm'lik tünel çaplarının bu değerlerin çok altında kaldığı bildirilmiştir.^[13]

Epifizi çaprazlayan implant veya kemik blok: İki durumda da büyüme bozukluğu kısalık veya açısız deformite şeklinde ortaya çıkmaktadır.^[1,13,22] Bu deformiteler femurda kısalığa ve genu valguma, tibiada kısalığa ve genu rekurvatuma yol açabilmektedir.

Kemik tünel içinde tendon: Büyüme evresindeki köpeklerde, fasya lata kemik tünellere yerleşti-

rildiğinde ne tibiada ne de femurda büyüme bozukluğu gelişmemiştir. Klinik çalışmalarda hamstring tendonları ile yapılan rekonstrüksiyonlarda büyüme bozukluğu çok ender ortaya çıkmaktadır.^[13,22] Oysa patellar tendonda büyüme bozukluğu çok daha sıktır.^[22]

Bu bilgiler göz önüne alındığında, büyüme plaklarını koruyan veya büyüme plaklarını çaprazlayan (transfizyal) şeklinde iki tür rekonstrüksiyon tekniği tanımlanabilir.

Büyüme plağını koruyucu teknikler

Burada amaç, büyüme plaklarına dokunmadan ÖÇB işlevi gören bir bağı yerleştirmektir. Bu tekniklerin en önemli dezavantajı anatomik izometrik bir bağı yerleştirememesidir. Brief semitendinosus ve gracilis tendon greftinin tibianın önünden, medial menisküs ön boynuzunun altından ve dizin içinden ve sonra posterior kapsülün arasından geçirilerek femur lateral kondilinin üzerine over-the-top olarak tespit edildiği bir teknik tanımlamıştır. Bu yolla, sekiz hastanın yedisinde tatminkar sonuç elde edilmiş ve sportif aktiviteye dönüş sağlanmıştır.^[5] Parker ve ark.^[23] benzeri bir tekniği altı ergen hastada uygulamışlar ve iki yıllık takip sonunda genellikle iyi sonuç almışlardır. Ancak, bu olgu gruplarında yaralanma öncesi aktiviteye ulaşamamıştır. Kim ve ark.^[19] tibial epifizin kalınlığının yeterli olduğunu savunarak yüksek superomedial portaldan intraartiküler olarak interferans vidasıyla Aşil tendonu kemik bloğunun tibiaya tespitini önermişlerdir. Bu teknik floroskopik kontrol ile yapılmakta ve tibial kemik tünel yine yüksek superomedial portaldan açılmaktadır. Ancak, yazarların bildirdikleri tibial epifiz kalınlıkları güçlü bir tespite olanak vermeyecek kadar azdır. Ayrıca, tespit büyüme plağına çok yakın olmakta ve yaralanma riskini artırmaktadır. Femoral tarafta over-the-top tekniği ile tespit önerilmektedir.

Kısmi transfizyal teknikler

Tibial epifiz 6-9 mm çapında tünel ile nispeten dik olarak geçilir ve greft (patellar veya hamstring tendonları) femur üst kısmına over-the-top pozisyonunda fikse edilir. Büyüme plağını koruyucu tekniklerde olduğu gibi femoral tespit burada da büyüme plağını yaralamadan yapılmaktadır. Lo ve ark.^[24] bu tekniği kullanarak mükemmel yakın fonksiyonel sonuçlar elde etmişlerdir. Bisson ve

ark.^[25] da yaşları 16'dan küçük dokuz olguda double hamstring tendonları ile tibiada transfizyal femurda over-the-top tespit uygulamışlardır. Yedi hastada mükemmel sonuç elde edilmiş ve bu olgular yaralanma öncesi sportif düzeylerine dönebilmişlerdir.

Buraya kadar tanımlanan yöntemlerin, ergenliğin erken döneminde görülen yaralanmalarda uygulanması önerilmektedir. Bu dönemde bireyin büyüme potansiyeli fazladır ve büyüme bozukluğu oluşma olasılığı yüksektir.

Tam transfizyal teknikler

Bu teknikler erişkinlerde kullanılanlara benzerlik gösterir. Genellikle büyüme potansiyeli azalmış bulunan ergenliğin geç dönemindeki olgularda uygulanmaktadır. Ancak, günümüzde transfizyal tekniklerin uygulandığı değişik çalışmalarda erken ergenlik döneminde bile iyi sonuçlar bildirilmektedir. Fuchs ve ark.^[26] 9-15 yaşlarındaki 10 olguya patellar tendon allogreft materyali kullanarak ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulamışlar ve dokuz olgunun yaralanma öncesi sportif düzeye döndüğünü bildirmişlerdir. Tüm olgularda kemik blokların ve tespit materyallerinin büyüme plaklarını çaprazlamamasına dikkat edilmiştir. Sonuç olarak, herhangi bir büyüme bozukluğu bildirilmemiştir. Aichroth ve ark.^[13] 11-15 yaşlarındaki 47 olguya kuadruple hamstring tendon otogreftleri ile transfizyal rekonstrüksiyon uygulamışlar ve hiçbir olguda büyüme bozukluğu saptamamışlardır. Ancak, klinik sonuçlar erişkinlerde elde edilen sonuçlara göre daha yetersiz bulunmuştur. Aronowitz ve ark.^[27] kronolojik yaşları 11-15, iskelet yaşları en az 14 olan 19 hastada Aşil tendon allogrefti kullanarak yaptıkları ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrasında hiçbir olguda büyüme bozukluğu gözlememişlerdir. Anılan çalışmada 16 hasta yaralanma öncesi sportif aktivite düzeylerine kavuşmuştur. Matava ve Siegel^[28] iskelet gelişimini tamamlamamış sekiz hastada (ort. yaş 14 yıl dokuz ay) hamstring tendon otogreftleri kullanılarak hem proksimal tibial hem de distal femoral büyüme plaklarının çaprazlandığı ÖÇB rekonstrüksiyonları uygulamışlar ve tüm olgularda mükemmel sonuç elde etmişlerdir.

Komplikasyonlar

Genu valgum deformitesi: Genellikle femoral büyüme plağının vida ya da kemik blok ile çaprazlan-

ması sonucu oluşur; ancak böyle bir durum olmadığında da görülebilmektedir.^[22,29] Tedavide açık veya kapalı kama osteotomileri uygulanabilir. Karşı ekstremitenin büyüme potansiyeline göre beklenebilir veya aynı seansta karşı tarafa da epifizyodez uygulanarak olası ekstremitte eşitsizliği giderilebilir.

Genu rekurvatum deformitesi: Tibia anterior epifizinin veya tibial tüberkül apofizinin kemik blok, vida veya geniş çaplı tünel ile ya da patellar tendon greftinin alınması sırasında hasar görmesi sonucu gelişebilmektedir.

Ekstremitte kısalığı: Alt ekstremitte büyümesinin yaklaşık %65'inin diz eklemi çevresinde olması nedeniyle, büyüme plaklarında oluşan bir hasar bacak uzunluk farklılıklarına yol açabilir.^[30] İskelet yaşı 11-12 olan bir bireyde, diz çevresinden büyüme potansiyeli 3-7.5 cm arasında değişebilmektedir.^[31] Epifiziy açık hastalarda bu tip komplikasyonlar gelişmeden transfizyal bir tekniğin ne zaman yapılması gerektiği sorusu ile sıklıkla karşılaşılmaktadır. İskelet yaşının radyografik ölçütlere göre saptanmasıyla kalan büyüme potansiyeli değerlendirilmeye çalışılır. Bununla birlikte, ameliyatın zamanlaması için ana ölçüt olabilecek iskelet yaşı henüz literatürde yer almamıştır.^[32]

Ön çapraz bağ lezyonunda uygulanan tekniklerin sonuçları

Ameliyatsız tedavinin başarısızlığı nedeniyle birçok cerrah ergen kişilerde ÖÇB lezyonu için cerrahi tedaviyi tercih etmektedir.^[1,33] Ancak, cerrahi tedavi erişkinlerdeki kadar başarılı sonuçlar vermemektedir.^[11,24,28,34,35] En başarılı fonksiyonel sonuçlar transfizyal tekniklerle bildirilmiş olmasına rağmen, bu tekniklerin büyüme plağına zarar verme olasılığı daha yüksektir. Son zamanlardaki çalışmalar bu riskin %5'ten fazla olmadığını ortaya koymaktadır. Riski bu düzeye düşürebilmek için bazı ayrıntılara dikkat etmek gerekir. Kocher ve ark.^[22] büyüme bozukluğu gösteren 15 olgunun sekizinde distal femoral valgus deformitesi ve ekstremitte kısalığı bulmuşlardır. Lateral distal femoral büyüme plağının kapanmasının bu sonuçta etkili olduğu bildirilmiştir. Üç olguda, tibial apofizin kapanmasının tibial rekurvatum deformitesi gelişimine yol açtığı gösterilmiştir. Tüm komplikasyonlara eşlik eden faktörler arasında, altı olguda lateral distal femoral büyüme plağının kemik

Tablo 1. Prepuberte, puberte ve adölesan dönemleri tanımlamada Tanner evrelemesi

Evre	Erkekler		Kızlar	
	Pubik kıllar	Penis ve testisler	Pubik kıllar	Memeler
Prepuberte	1	Yok	Yok	Yok
Puberte	2	Seyrek, hafif pigmente	Seyrek, hafif pigmente	Küçük çıkıntı
	3	Daha pigmente, kıvrımlı	Daha uzun ve büyükçe	Areolar genişleme
Adölesan	4	Erişkinine yakın	Skrotum pigmente, glans geniş	Büyük areolalar
	5	Erişkin tipi	Erişkin tipi	Uyluğa yayılan pubik üçgen

blok ya da implant tarafından çaprazlanması vardır. Diğer faktörlerin geniş kemik tüneller (12 mm), tibial tüberkül apofizini çaprazlayan implant, lateral ekstraartiküler tenodes ve bir olguda da femoral over-the-top tespiti olduğu belirtilmiştir.^[22] Görülüyor ki, komplikasyona yol açan değişken sayısı çok fazladır. Ancak, bunların arasında

kemik bloğun ve implantın büyüme plağını çaprazlaması kabul edilemez bir durumdur. Öte yandan, çapı 9 mm'yi geçmeyen tüneller ile ciddi bir risk söz konusu olmadığı görünmektedir. Bu iki basit konuya dikkat edilmesinin büyüme bozukluğu ile ilgili komplikasyonların azalması üzerine önemli katkısı olacaktır.



Şekil 1. (a) On iki yaşında ön çapraz bağ total lezyonu oluşan olguda aynı zamanda medial femoral kondilde evre 1 osteokondritis dissekans vardı. Hasta dört yıl konservatif tedaviyle izlendi. (b) On altı yaşında aynı yaralanma tekrarladı ve tibiada kemik kontüzyonu gelişti. (c-f) İskelet gelişimi Tanner 4-5'e uyduğu için, transfizyal teknikte (kuadruple semitendinosus-endobutton) ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu uygulandı. Yaklaşık 18 aylık izlem sonunda herhangi bir büyüme bozukluğu gelişmedi.



Şekil 2. (a) On beş yaşında ön çapraz bağ yaralanması geçiren hasta, konservatif tedavi ve aktivite sınırlamasına rağmen bir yıl sonra tekrarlayan yaralanma sonucu medial menisküs kova sapı lezyonuyla başvurdu. (b) Olguya büyüme plakları hemen hemen kapandığı için patellar tendon otogrefti ve interferans vidasıyla ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu uygulandı.

Genel olarak kabul edilen görüşe göre, iskelet gelişiminin sonuna yaklaşmış ve çok az büyüme potansiyeli bulunan hastalar erişkinlerdeki gibi tedavi edilmelidir. Tedavi planlamasında gerçek tartışma daha çok iskelet gelişimini tamamlamamış açık epifizli ve anlamlı bir büyüme potansiyeline sahip hastalarda yaşanmaktadır. İskelet gelişiminin tamamlanmasına yakın zamana kadar konservatif uygulamalar ile zaman kazanılabilir ve sonrasında cerrahi rekonstrüksiyon gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte, bu yaşlardaki hastanın rehabilitasyon, aktivite modifikasyonu ve breys kullanımı şeklindeki bir konservatif uygulamaya uyumunda karşılaşılabilecek sorunlar meniskal ve kondral hasar riskini artıracaktır.

Sonuç

1. Modifiye Tanner sınıflamasına^[13] göre evre I, II, III'e uyan (Tablo 1), kemiksel gelişimi tamamlanmamış izole ÖÇB lezyonu bulunan genç hastalarda başlangıçta aktivite kısıtlaması ve breys önerilebilir.

2. Hastanın instabilite semptomları olmaz veya meniskal lezyon gelişmezse rekonstrüksiyon için epifizlerin kapanması ve kemik gelişiminin tamamlanması beklenebilir (Şekil 1).

3. Hasta semptomatik ise, parsiyel transfizyal teknikler ya da doubled veya kuadrupled hamstring tendonlarıyla komplet transfizyal rekonstrüksiyonlar uygulanabilir. Tespit materyallerinin bü-

yüme plaklarından uzak tutulmasına dikkat edilmelidir.

4. İkincil cinsiyet karakterleri olarak modifiye Tanner sınıflamasına göre evre IV ve V'e uyan (Tablo 1) veya iskelet yaşı 13 (K) veya 14'ün (E) üzerinde olan hastalarda hamstring otogrefti ile transfizyal rekonstrüksiyon en iyi seçenek olarak görünmektedir (Şekil 2).

Kaynaklar

1. Andrews M, Noyes FR, Barber-Westin SD. Anterior cruciate ligament allograft reconstruction in the skeletally immature athlete. *Am J Sports Med* 1994;22:48-54.
2. Bradley GW, Shives TC, Samuelson KM. Ligament injuries in the knees of children. *J Bone Joint Surg [Am]* 1979;61: 588-91.
3. Clanton TO, DeLee JC, Sanders B, Neidre A. Knee ligament injuries in children. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61: 1195-201.
4. DeLee JC, Curtis R. Anterior cruciate ligament insufficiency in children. *Clin Orthop* 1983;(172):112-8.
5. Lipscomb AB, Anderson AF. Tears of the anterior cruciate ligament in adolescents. *J Bone Joint Surg [Am]* 1986;68:19-28.
6. McCarroll JR, Rettig AC, Shelbourne KD. Anterior cruciate ligament injuries in the young athlete with open physes. *Am J Sports Med* 1988;16:44-7.
7. Stanitski CL, Harvell JC, Fu F. Observations on acute knee hemarthrosis in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 1993; 13:506-10.
8. Stanitski CL. Anterior cruciate ligament injury in the skeletally immature patient: Diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 1995;3:146-58.
9. Angel KR, Hall DJ. Anterior cruciate ligament injury in children and adolescents. *Arthroscopy* 1989;5:197-200.
10. Graf BK, Lange RH, Fujisaki CK, Landry GL, Saluja RK. Anterior cruciate ligament tears in skeletally immature patients: meniscal pathology at presentation and after

- attempted conservative treatment. *Arthroscopy* 1992;8: 229-33.
11. McCarroll JR, Shelbourne KD, Porter DA, Rettig AC, Murray S. Patellar tendon graft reconstruction for midsubstance anterior cruciate ligament rupture in junior high school athletes. An algorithm for management. *Am J Sports Med* 1994;22:478-84.
 12. Mizuta H, Kubota K, Shiraishi M, Otsuka Y, Nagamoto N, Takagi K. The conservative treatment of complete tears of the anterior cruciate ligament in skeletally immature patients. *J Bone Joint Surg [Br]* 1995;77:890-4.
 13. Aichroth PM, Patel DV, Zorrilla P. The natural history and treatment of rupture of the anterior cruciate ligament in children and adolescents. A prospective review. *J Bone Joint Surg [Br]* 2002; 84:38-41.
 14. Stanitski CL. Anterior cruciate ligament injuries and acute tibial eminence fractures in skeletally immature patients. In: Insall JN, Scott WN, editors. *Surgery of the knee*. Vol. 2, 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 2001. p. 1415-25.
 15. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med* 1995;23:694-701.
 16. Beachy G, Akau CK, Martinson M, Olderr TF. High school sports injuries. A longitudinal study at Punahou School: 1988 to 1996. *Am J Sports Med* 1997;25:675-81.
 17. Morrison JC, Gregory AM. Normal growth and development in the skeletally immature knee. In: Insall JN, Scott WN, editors. *Surgery of the knee*. Vol. 2, 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 2001. p. 1327-36.
 18. Behr CT, Potter HG, Paletta GA Jr. The relationship of the femoral origin of the anterior cruciate ligament and the distal femoral physal plate in the skeletally immature knee. An anatomic study. *Am J Sports Med* 2001;29:781-7.
 19. Kim SH, Ha KI, Ahn JH, Chang DK. Anterior cruciate ligament reconstruction in the young patient without violation of the epiphyseal plate. *Arthroscopy* 1999;15:792-5.
 20. Makela EA, Vainionpaa S, Vihtonen K, Mero M, Rokkanen P. The effect of trauma to the lower femoral epiphyseal plate. An experimental study in rabbits. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988; 70:187-91.
 21. Guzzanti V, Falciglia F, Gigante A, Fabbriani C. The effect of intra-articular ACL reconstruction on the growth plates of rabbits. *J Bone Joint Surg [Br]* 1994;76:960-3.
 22. Kocher MS, Saxon HS, Hovis WD, Hawkins RJ. Management and complications of anterior cruciate ligament injuries in skeletally immature patients: survey of the Herodicus Society and The ACL Study Group. *J Pediatr Orthop* 2002;22:452-7.
 23. Parker AW, Drez D Jr, Cooper JL. Anterior cruciate ligament injuries in patients with open physes. *Am J Sports Med* 1994; 22:44-7.
 24. Lo IK, Kirkley A, Fowler PJ, Miniaci A. The outcome of operatively treated anterior cruciate ligament disruptions in the skeletally immature child. *Arthroscopy* 1997;13:627-34.
 25. Bisson LJ, Wickiewicz T, Levinson M, Warren R. ACL reconstruction in children with open physes. *Orthopedics* 1998; 21:659-63.
 26. Fuchs R, Wheatley W, Uribe JW, Hechtman KS, Zvijac JE, Schurhoff MR. Intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon allograft in the skeletally immature patient. *Arthroscopy* 2002;18:824-8.
 27. Aronowitz ER, Ganley TJ, Goode JR, Gregg JR, Meyer JS. Anterior cruciate ligament reconstruction in adolescents with open physes. *Am J Sports Med* 2000;28:168-75.
 28. Matava MJ, Siegel MG. Arthroscopic reconstruction of the ACL with semitendinosus-gracilis autograft in skeletally immature adolescent patients. *Am J Knee Surg* 1997;10:60-9.
 29. Koman JD, Sanders JO. Valgus deformity after reconstruction of the anterior cruciate ligament in a skeletally immature patient. A case report. *J Bone Joint Surg [Am]* 1999;81:711-5.
 30. Ogden JA. The uniqueness of growing bones. In: Rockwood CA, Wilkins KE, King RE, editors. *Fractures in children*. 3rd ed. Philadelphia: J. B. Lippincott; 1984. p. 1-86.
 31. Barber FA. Anterior cruciate ligament reconstruction in the skeletally immature high-performance athlete: what to do and when to do it? *Arthroscopy* 2000;16:391-2.
 32. Andrews M, Noyes FR, Barber-Westin SD. Anterior cruciate ligament allograft reconstruction in the skeletally immature athlete. *Am J Sports Med* 1994;22:48-54.
 33. Brief LP. Anterior cruciate ligament reconstruction without drill holes. *Arthroscopy* 1991;7:350-7.
 34. Lipscomb AB, Anderson AF. Tears of the anterior cruciate ligament in adolescents. *J Bone Joint Surg [Am]* 1986;68:19-28.
 35. Robert H, Bonnard C. The possibilities of using the patellar tendon in the treatment of anterior cruciate ligament tears in children. *Arthroscopy* 1999;15:73-6.