



Hamstring tendon otogrefti ile yapılan ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunda iki farklı tespit yönteminin femoral kemik tünel genişlemesi ve klinik sonuçlar üzerine etkisi

The effects of two different fixation methods on femoral bone tunnel enlargement and clinical results in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon graft

Bekir Murat ÇINAR, Sercan AKPINAR, Murat Ali HERSEKLİ, Mustafa UYSAL,
Necip CESUR, Aysin POURBAGHER,¹ Alihan DERİNCEK

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, ¹Radyoloji Anabilim Dalı

Amaç: Bu çalışmada, ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonunda tendon tespitinin tünel içinde anatomik ve tünel dışında anatomik olmayan bölgeden yapılmasının femoral tünel genişlemesine ve klinik sonuçlara etkisi araştırıldı.

Çalışma planı: Dörtlü hamstring tendon grefti kullanılarak artroskopik ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanan 35 hasta geriye dönük olarak değerlendirildi. On sekiz hastada (ort. yaş 32), greft tespitini tünel içinde yapan ve transkondiler olarak uygulanan RigidFix çivisi (grup 1), 17 hastada (ort. yaş 30) ise greft tespitini tünel dışında korteks üzerinde yapan EndoButton CL (grup 2) kullanıldı. Hastalar IKDC (International Knee Documentation Committee) diz skoru ve Lysholm skoru, tünel genişliği ise bilgisayarlı tomografi ile değerlendirildi. Rolimeter diz test cihazı ile iki dizde bağ gevşekliliği ölçüldü. Ortalama takip süresi grup 1'de 24 ay (dağılım 21-38 ay), grup 2'de 24.6 ay (dağılım 12-36 ay) idi.

Sonuçlar: İki grup arasında yaş ve cinsiyet dağılımı, ameliyat edilen taraf, ameliyat sırasında açılan tünel boyutu ve takip süresi açısından farklılık yoktu ($p>0.05$). Ameliyat sonrası klinik sonuçlar iki grupta anlamlı farklılık göstermedi ($p>0.05$). Kemik tünel boyutları grup 1'de 14 hastada (%77.8), grup 2'de 15 hastada (%88.2) belirgin ve aşırı genişlemiş bulundu; iki grup arasında tünel genişlemesi açısından fark görülmedi ($p>0.05$). Bağ gevşekliliği grup 1'de sekiz hastada (%44.4), grup 2'de üç hastada (%17.7) 3 mm üzerinde bulundu ($p<0.001$). Tünel genişlemesi ile eklem gevşekliliği arasında ilişki saptanmadı ($p>0.05$; grup 1 için $r=0.175$, grup 2 için $r=-0.01$).

Çıkarımlar: Tespit yerinin farklı olmasının tünel genişlemesi üzerinde etkisinin olmadığı görüldü. Eklem gevşekliliği açısından fark olması, materyallerin biyomekanik özelliklerinden kaynaklanmış olabilir.

Anahtar sözcükler: Ön çapraz bağ/cerrahi; artroskopi; diz eklemi/cerrahi; ortopedik tespit materyali; tendon/transplantasyon.

Objectives: We investigated the effects of anatomic and nonanatomic tunnel fixations on femoral tunnel widening and clinical results in anterior cruciate ligament (ACL) reconstructions.

Methods: We retrospectively evaluated 35 patients who underwent arthroscopic ACL reconstruction with quadrupled hamstring tendon graft. Fixation was performed in the tunnel using the transcondylar RigidFix pin (group 1) in 18 patients (mean age 32 years), and from outside the tunnel using the EndoButton-CL device (group 2) in 17 patients (mean age 30 years). The patients were assessed using the IKDC (International Knee Documentation Committee) and Lysholm knee scores and tunnel widening was assessed by computed tomography. Ligament laxity was measured bilaterally using the Rolimeter knee tester. The mean follow-up was 24 months (range 21 to 38 months) in group 1, and 24.6 months (range 12 to 36 months) in group 2.

Results: The two groups were similar with respect to age and sex distribution, operated side, the size of the tunnel created, and follow-up period ($p>0.05$). Postoperative knee scores did not show a significant difference ($p>0.05$). There was marked and excessive tunnel enlargement in 14 patients (77.8%) in group 1, and in 15 patients (88.2%) in group 2, with no significant difference between the two groups ($p>0.05$). Ligament laxity exceeded 3 mm in eight patients (44.4%) in group 1, and in three patients (17.7%) in group 2 ($p<0.001$). There was no relationship between tunnel widening and ligament laxity ($p>0.05$; $r=0.175$ and $r=-0.01$ for group 1 and group 2, respectively).

Conclusion: Our results suggest that differences in the localization of the tunnel fixation have no effect on tunnel enlargement and that joint laxity may be affected by biomechanical properties of fixation materials.

Key words: Anterior cruciate ligament/surgery; arthroscopy; knee joint/surgery; orthopedic fixation devices; tendons/transplantation.

Yazışma adresi / Correspondence: Dr. Bekir Murat Çınar, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi, Baraj Yolu 1. Durak, 01250 Yüreğir, Adana. Tel: 0241 - 327 27 27 e-posta: cinarbm@gmail.com

Başvuru tarihi / Submitted: 23.12.2008 **Kabul tarihi / Accepted:** 20.08.2009

© 2009 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği / © 2009 Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology

Ön çarpaz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu sonrası gelişen bir durum olan kemik tünel genişlemesinin nedenleri birçok çalışmada araştırılmıştır. Etyolojik neden tam olarak bilinmemesine rağmen, araştırmalar mekanik ve biyolojik faktörler olmak üzere iki ana grupta yoğunlaşmıştır.^[1,2] Biyolojik faktörlerin, tünel genişlemesine olan etkisini azaltan bir yöntem bulunmamaktadır. Tünel içinde greftin yatay ve dikey planda yaptığı hareketler önemli bir mekanik faktörü oluşturur. Tespit yöntemlerinin farklı mekanik etkilerinin tünel genişlemesini farklı şekilde etkileyeceği ileri sürülmüştür.^[2-4] Tünel içerisinde tespit yerinin farklı yerde olmasının da tünel genişlemesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Ekleme yakın olarak yapılacak bir tespit, greftin dikey hareketini azaltması ve eklem sıvısının tünele girmesini engellemesinden dolayı tünel genişlemesini azalttığı belirtilmiştir.^[5,6]

Biyomekanik çalışmalarda, dört katlı hamstring tendonunun, 10 mm genişliğindeki kemik-patellar tendon-kemik greftiyle karşılaştırıldığında, benzer hatta daha fazla gerim kuvvetine sahip olduğu ortaya konmuştur. Benzer mekanik özelliklerine rağmen, biyolojik olarak kemik-tendon kaynaması açısından, hamstring grefti için endişeler vardır.^[7] Birçok çalışmada, hamstring tendon grefti kullanılan ÖÇB rekonstrüksiyon ameliyatları sonrasında, kemik-patellar tendon-kemik greftine oranla daha fazla gevşeklik, uzun iyileşme süresi ve daha fazla tünel genişlemesi bildirilmiştir.^[8]

Hamstring tendon otogreftini, tünel içinde veya dışında tespit etmek için birçok teknik yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler, rehabilitasyon sırasında tendon greftinin mikrohareketler yapmasına değişik oranda etki ederek, tünel içinde kemik-tendon iyileşmesini bozabilir.^[2] Tendon grefti için kullanılan kemik tespit materyallerinin biyomekanik özellikleri deneysel çalışmalarla ortaya konmuştur. Kemik-tendon tespitinin sağlamlığı açısından bu biyomekanik özellikler önemli rol oynar. Tünel genişlemesi için yapılan karşılaştırmalı birçok çalışmada, tespit yerinin öneminden bahsedilmiştir.^[3,7,9] Bu çalışmalarda, kullanılan materyallerin mekanik özellikleri çok fazla önemsenmemiştir.

Tünel genişlemesinin klinik sonuçlar üzerine anlamlı etkisi bulunmamakla birlikte, ÖÇB ameliyatları sonrasında %10 oranında greftin kaynamasına bağlı başarısızlık ve yinelenen instabilite gelişmektedir.^[1] İkinci kez yapılacak revizyon cerrahisi için,

fibröz dokuyla dolu genişlemiş bir tünel sorun olacaktır.

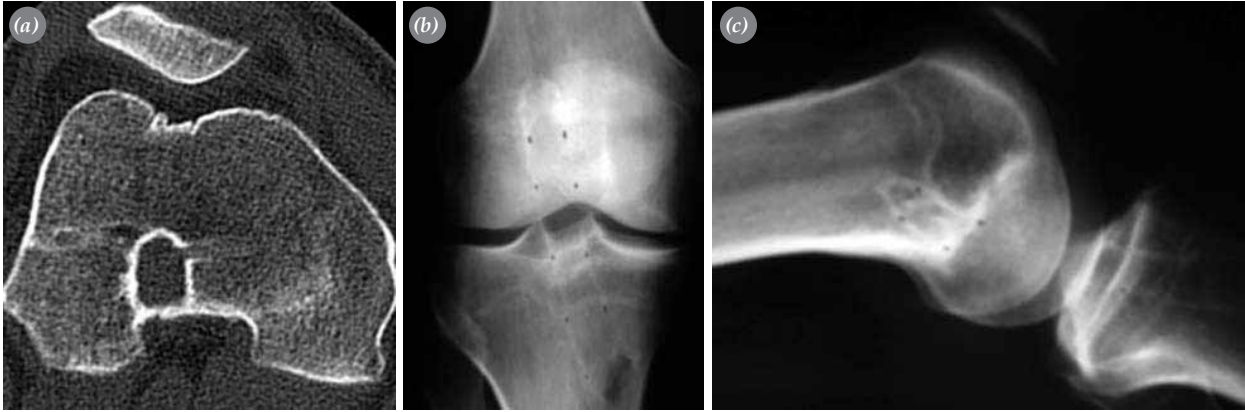
Tünel genişlemesi, tespit yöntemlerinin hepsinde görülür ve boyut açısından farklılıklar gösterebilir. Bu çalışmada, hamstring tendon tespitinin iki ayrı yöntemle, tünel içinde anatomik ve tünel dışında anatomik olmayan bölgeden yapılmasının femoral tünel genişlemesine ve klinik sonuçlara olan etkisi araştırıldı.

Hastalar ve yöntem

2003 -2006 yılları arasında kliniğimizde, iki farklı teknik ile dörtlü hamstring tendon grefti kullanılarak artroskopik ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanan 48 hasta geriye dönük olarak değerlendirildi. Yirmi beş hastaya, femurda greft tespitini tünel içinde yapan ve transkondiler olarak kullanılan, 3.3 x 42 mm boyutunda eriyebilen RigidFix çivisi (DePuy Mitek, Norwood, MA, ABD), 23 hastaya ise, greft tespitini tünel dışında korteks üzerinde yapan, 5 mm'lik erimeyen polyester EndoButton CL halkası (Smith & Nephew, Andover, MA, ABD) uygulanmıştı. Bu hastalardan, dizde artrozik değişiklikler gelişen, ameliyat sonrası derin ven trombozu veya enfeksiyon gelişmiş hastalar ve karşı dizde sorunu olanlar değerlendirmeye alınmadı. Çoklu bağ yaralanması olmayıp, izole artroskopik diz ameliyatı olan, ameliyat sonrası rehabilitasyonunda sorun görülmeyen hastalar değerlendirildi. Grup 1'de (RigidFix), 18 hasta (17 erkek, 1 kadın; ort. yaş 32; dağılım 19-56), grup 2' de (EndoButton) 17 hasta (16 erkek, 1 kadın; ort. yaş 30; dağılım 18-41) olmak üzere toplam 35 hastanın son klinik ve radyolojik kontrolleri yapıldı. Grup 1'de 10 hastada sağ, sekiz hastada sol; grup 2'de ise dokuz hastada sağ, sekiz hastada sol taraf tutulumu vardı. Ortalama takip süresi grup 1'de 24 ay (dağılım 21-38 ay), grup 2'de 24.6 ay (dağılım 12-36 ay) idi.

Cerrahi yöntem

Hastalarda ÖÇB rekonstrüksiyonu, artroskopik yardımcı tek cerrahi kesi uygulanarak yapıldı. Her iki grupta, tibia üst uç anteromedial kesi ile semitenöz ve grasilis tendonları alındı. Artroskopik olarak, rehber yardımcı kılavuz tel ÖÇB'nin yapışma yerinin arka bölümüne uygun açıda gönderildi. Alınan greft çapı ölçüsünde tibia tüneli açıldı. Bu tünelin içinden femoral rehber ile eklem içine girildi. Femur lateral kondilde, arka kortekste 2 mm mesafe bırakılacak şekilde sol dizde saat 1, sağ dizde saat



Şekil 1. RigidFix kullanılan bir hastanın (a) bilgisayarlı tomografi görüntüsü ve diz (b) ön-arka ve (c) yan düz grafileri.

11 yönünde olmak üzere rehber yardımcı kılavuz tel gönderildi.

Birinci grupta, kılavuz tel üzerinden greft çapı ölçüsünde 35 mm'lik tünel açıldı. Uygun tünel çapında U şeklindeki rehber, tibial tünelden girilerek femoral tünelde yerleştirildi. Femur lateral korteksinden transvers olarak konulacak çivilerin yerleri rehber yardımıyla açıldı. Çivilerin gönderileceği kılavuz tüpler kortekse tespit edildi. Greft, kılavuz tel yardımıyla tünel içerisine alındı ve tüplerden iki adet emilebilir çivi ile femoral tespit yapıldı. Greft, tibial tünel içerisine yerleştirilen Intrafix vidası (DePuy Mitek) ile tespit edildi.

İkinci grupta ise, kılavuz tel üzerinden ilk önce 4.5 mm'lik matkap ile, femur üst-ön korteksinden çıkılacak biçimde EndoButton plağının geçeceği femoral tünel açıldı. Bu tünelin boyu ölçüldü. Kılavuz tel tekrar konuldu ve üzerinden greft çapı ölçüsünde 35 mm'lik tünel açıldı. Bu iki tünel arasındaki fark hesaplandı. Bu farkın üzerine plağın korteks üzerine

atlaması için 6 mm eklenerek EndoButton ölçüsü hesaplandı. Kılavuz tel ile plağın mersilen ipine konulmuş greft femoral tünelde tespit edildi. Tibial tünelden dışarda greft tespiti 11 hastada dişli pullu vida ile, altı hastada ise U çivisi ile yapıldı.

Ek cerrahi girişim olarak, grup 1'de dört hastada parsiyel menisektomi, bir hastada menisküs tamiri, grup 2'de yedi hastada menisektomi, iki hastada menisküs tamiri uygulandı. Ameliyatı takiben hastaların hepsinde, ilk 4-5 gün hastanede, sonrasında poliklinikte olmak üzere standart rehabilitasyon protokolü uygulandı. Ameliyat sonrası ilk bir ay boyunca hastalar koltuk değneği yardımıyla ve tolere edebilecekleri oranda yük verdirilerek immobilizer içinde yürütüldü. Kapalı zincir diz egzersizlerine birinci günde başlanarak ilk ay diz hareket açıklığının tama yakın olması hedeflendi. Üçüncü ayda koşuya, altı ay sonra ise spora izin verildi.

Hastalar ameliyat öncesinde ve son kontrollerde IKDC (International Knee Documentation Committee)



Şekil 2. EndoButton kullanılan bir hastanın (a) bilgisayarlı tomografi görüntüsü ve diz (b) ön-arka ve (c) yan düz grafileri.

Tablo 1. İki grubun sonuçlarının karşılaştırılması

	RigidFix (n=18)				EndoButton (n=17)				p
	Sayı	Yüzde	Ameliyat sırası	Ameliyat sonrası	Sayı	Yüzde	Ameliyat sırası	Ameliyat sonrası	
Tünel (mm)			7.9 (7-9)	11.8 (8-15)			7.94 (7-9)	12.91 (10-18)	0.379
Lysholm skoru				89.4 (73-84)				88.6 (53-100)	0.548
IKDC skoru									0.122
A	3	16.7			6	35.3			
B	11	61.1			10	58.8			
C	4	22.2							
D					1	5.9			
			Ameliyatlı taraf	Normal taraf			Ameliyatlı taraf	Normal taraf	
Gevşeklik (mm)			7.1 (4-10)	4.2 (2-6)			4.6 (2-8)	3.3 (2-4)	<0.001

diz skoru ve Lysholm klinik skorları ile değerlendirildi. Rolimeter diz test cihazı (Aircast Europe, Neubeum, Almanya) kullanılarak, ameliyat edilen taraf ile normal olan dizde objektif olarak bağ gevşekliği ölçüldü.^[10] Bulunan fark 3 mm'den büyük ise sonuç eklem gevşekliği olarak değerlendirildi. Ameliyat sırasında femur tüneline açmak için kullanılan matkap genişliği, hastaların ameliyat notları incelenerek kaydedildi. Bu değerler, başlangıç tünel genişliği olarak alındı. Son kontrollerde tünel genişliği bilgisayarlı tomografi (BT) (Somatom AR.Star, Siemens, Erlangen, Almanya) ile değerlendirildi. Bilgisayarlı tomografi ile sadece femur tünellerinin aksiyel görüntüleri, tünel yoluna dik açı yapacak şekilde alınarak, en geniş yerinden tünel genişliği hesaplandı (Şekil 1, 2). Ölçülen tünel genişlikleri ile ameliyat sırasında kaydedilen matkap genişliği arasındaki farklar hesaplandı. Bulunan farklar dört gruba ayrıldı: genişleme hiç yok (<0.5 mm), sınırdaki genişleme (0.5-<2.5 mm), belirgin genişleme (2.5-<4.5 mm), aşırı genişleme (>4.5 mm).^[7]

Veriler yüzde, dağılım, ortalama ve standart sapma ile ifade edildi. Gruplar arasında ameliyat öncesi ve sonrası değerler açısından farklılık olup olmadığı Mann-Whitney U-testi ile değerlendirildi. Tünel genişlemesi ve eklem gevşekliği arasındaki ilişki Pearson korelasyon testi ile araştırıldı. Verilerin analizinde SPSS istatistik programı kullanıldı ve p<0.05 değerleri anlamlı kabul edildi.

Sonuçlar

İki grup arasında yaş ve cinsiyet dağılımı, ameliyat edilen taraf dağılımı ve takip süresi açısından farklılık yoktu (p>0.05). İki grupta da ameliyat sonrası elde

edilen Lysholm ve IKDC skorları ameliyat öncesine göre anlamlı düzelme gösterdi (p<0.001). Grup 1'de Lysholm skoru ameliyat öncesi ortalama 61.6'dan (dağılım 56-73) 89.4'e (dağılım 73-84); grup 2'de ise 59.7'den (dağılım 42-84) 88.6'ya (dağılım 53-100) yükseldi. IKDC skoru açısından ameliyat öncesinde grup 1'de 10 hasta C, sekiz hasta D iken, ameliyattan sonra üç hasta A, 11 hasta B, dört hasta C olarak değerlendirildi. Grup 2'de ameliyat öncesinde hastaların IKDC skoru C (n=10) ve D (n=7) idi; ameliyat sonrası skorlar ise A (n=6), B (n=10) ve D (n=1) şeklinde bulundu. İki grup arasında ameliyat sonrası klinik değerlendirme açısından anlamlı fark bulunmadı (Tablo 1).

Ameliyat sırasında, kemik tünel boyutunun ne kadar olacağına tendon greftinin çapı doğrultusunda karar verildi. İki grup arasında ameliyat sırasında açılan tünel boyutu açısından fark bulunmadı (p=0.732). Son kontrollerde BT kullanarak hesaplanan kemik tünel boyutları grup 1'de 14 hastada (%77.8), grup 2'de 15 hastada (%88.2) belirgin ve aşırı genişlemiş olarak bulundu (Tablo 1). İki grup arasında ameliyat sonrası tünel genişlemesi açısından fark görülmedi (p=0.379).

Son kontrollerde Rolimeter cihazı ile değerlendirilen bağ gevşekliği grup 1'de sekiz hastada (%44.4), grup 2'de üç hastada (%17.7) 3 mm üzerinde bulundu. Bağ gevşekliği grup 1'de grup 2'ye anlamlı derecede daha fazla idi (p<0.001). Ancak, tünel genişlemesi ile eklem gevşekliği arasında ilişki saptanmadı (p>0.05; grup 1 için r=0.175, grup 2 için r=-0.01).

Tartışma

Ön çarpaz bağ cerrahisinde kullanılan greft türü ve tespit yöntemlerinin hepsinde kemik tünel genişle-

mesi oluşmaktadır.^[11] Radyolojik olarak görünen kemik emiliminin tam nedeni bilinmemektedir. Biyolojik ve mekanik yönden birçok etken belirtilmiştir. Antijenik immün yanıt, spesifik olmayan enflamatuvar reaksiyon, materyallerin yarattığı toksik maddeler, matkap kullanımı sırasında oluşan hücre nekrozu ve sinovyal sitokinler kemik tünel genişlemesine neden olabilecek biyolojik faktörlerdir. Sinovyal sıvının, tünel içerisinde bulunduğunu gösteren çalışmalar vardır. Ekleme yakın yapılacak anatomik tespitler ile tünel içerisine sıvı geçişinin engellenmesinin, tünel genişlemesinin azalmasında bir etken olduğu bildirilmiştir.^[1] Uygun olmayan tünel yerleşimleri, tünel içinde greftin yapmış olduğu stres yüklenmeleri ve hareket, tespit materyallerinin özellikleri, aşırı rehabilitasyon mekanik neden olarak tünel genişlemesine neden olduğu ileri sürülen etkenlerdir.^[5]

Tünel genişlemesini azaltmaya yönelik bazı yöntemler ileri sürülmüştür. Bunlar, greft tespitinin ekleme yakın yapılması, kemik-tendon greftinin kullanılması ve biyomekanik özellikleri daha iyi olan materyallerin kullanımınıdır.^[12,13] Kemik-tendon greftinin, hamstring tendon greftine oranla daha az tünel genişlemesine neden olduğu bildirilmiştir.^[12] Bunda, kemik-tendon greftinin biyolojik iyileşme yönünün hızlı olması ve ekleme yakın tespit yapılarak tünel içinde daha dirençli tespit oluşturmasının rol oynadığı vurgulanmıştır. Ayrıca, ekleme yakın yapılan bir tespit, tünel içinde greftin mikrohareketini azaltarak enflamatuvar yanıtın oluşmasını engellemesi de tünel genişlemesinin azalmasında etken olabilir.^[14]

Hamstring tendon greftinin, femoral tünel içerisinde sıkıştırıcı, genişletici ve asıcı şeklinde farklı tespit yöntemleri bulunmaktadır.^[15] Bu tespit yöntemleri tünel boyunca farklı yerlerden uygulanabilir. Bu çalışmada, tespit mekanizmaları ve yerleri farklı iki ayrı yöntemin tünel genişlemesi üzerindeki etkisini araştırdık. RigidFix sistemi, femoral tünel içinde ekleme yakın, fakat temas etmeyen, tendon greftini yatay pozisyonda delerek tespit yapan bir yöntemdir. Konulduğu planda greftin hacmini artırarak, tünel duvarına konsantrik basınç uygular ve genişletici tarzda tespit yapar. Bu özellikleri ile transkondiler uygulanan diğer sistemlerden ayrılır. EndoButton ise, tendon greftini, femur anterolateral korteksine yerleştirilen metalik materyale bağlı mersilen bağ ile tünel içinde asan bir yöntemdir. Eklemden uzak bir yerde tespit yapar. Bu sistemde, tünel genişlemesine neden

olan greft-tünel hareketinin belirgin olarak görüldüğü birçok çalışmada bildirilmiştir.^[1,2,7] Nebelung ve ark.^[7] EndoButton sistemi kullanarak yaptıkları çalışmada, iki yıl takip sonrasında femurda %72 oranında tünel genişlemesi saptamışlar; ancak, bunun klinik sonuçları etkilemediğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise EndoButton grubunda femurda %88.2 oranında tünel genişlemesi saptadık; ancak, ameliyat sonrası tünel genişlemesi açısından iki yöntem arasında anlamlı fark yoktu.

Tendon-kemik iyileşmesi, ameliyat sonrası ortalama 6-12 hafta arasında oluşmaktadır.^[16,17] Ameliyat sonrası hastaların diz hareket açıklığının korunması, kuadriseps atrofisinin önlenmesi ve erken yük verme açısından rehabilitasyon önem taşımaktadır. Kullanılan materyalin, tendon-kemik iyileşme süresi içerisinde rehabilitasyona izin verecek kadar sağlam tespit gücü oluşturması önemlidir. Tendon-kemik tespit yöntemlerinin dayanma gücü, sertlik gücü ve kayma miktarı gibi farklı biyomekanik özellikleri vardır ve bu özellikler deneysel biyomekanik çalışmalarda değerlendirilmiştir.^[4] Milano ve ark.^[15] farklı femoral tespit yöntemlerinin, tek ve çoklu yüklenme sonrası tükenme güçlerini karşılaştırmışlar, yüklenme tükenme değerini en yüksek Transfix, Bio-Transfix ve Swing Bridge; orta derecede RigidFix ve EndoButton; en düşük değerleri ise RCI vidası, Ligament Anchor, Bioscrew ve Linx-HT materyallerinde bulmuşlardır. Kousa ve ark.^[8] ise tek yüklenme sonrası tükenme yönünden RigidFix ve EndoButton-CL materyallerinin benzer, fakat RigidFix'in daha yüksek sertlik değeri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Fauno ve ark.^[3] Transfix ve EndoButton implantları kullanarak hamstring grefti ile ameliyat ettikleri hastalarda ileriye dönük olarak tünel genişlemesini değerlendirmişler ve eklemden uzak tespit yönteminde daha fazla tünel genişlemesi bulmuşlardır. Bu sonucun aksine, Buelow ve ark.^[6] ile Clatworthy ve ark.^[9] sertlik değeri daha yüksek olan EndoButton ile düşük değere sahip vida implantı kullanımını karşılaştırdıklarında, tünel genişlemesini ekleme yakın tespit yönteminde daha fazla bulmuşlardır. Bu sonuçlar, tünel içinde tespit yeri kadar kullanılan implantların biyomekanik farklılıklarının da önem taşıdığını göstermektedir. Çalışmamızda, tekli yüklenme biyomekanik özelliği benzer olan, fakat tespit yerleri farklı implant kullanılmasıyla tünel genişlemelerinde anlamlı fark bulunmadı.^[8,15] Bulgularımız tünel ge-

nişlemeleri üzerinde tespit yerinin önemli olmadığını gösteren çalışmaları desteklemektedir.

İki grupta da, ameliyat sonrası klinik sonuç açısından anlamlı iyileşme olduğunu ve aralarında fark olmadığını saptadık. Bu durum, çeşitli çalışmalarda bildirildiği gibi, kemik tünel genişlemesinin klinik sonuçlar üzerine bir etkisinin olmadığını göstermekteydi. Her ne kadar tünel genişlemesinin kısa dönem takiplerde klinik sonuçlara etkisi bulunmasa da, uzun dönem takiplerde eklem gevşekliğine ve bağın travmatik kopma riskine etkisi bilinmemektedir. Birçok çalışmada tünel genişlemesi ile eklem gevşekliği arasında ilişki saptanmamıştır.^[3,7,9,12] Çalışmamızda, ameliyat sonrasında Rolimeter test cihazı ile değerlendirildiğinde, eklem gevşekliği RigidFix grubunda daha fazla bulundu. Fakat, iki grup arasında fark anlamlı bulunmasa da, RigidFix grubunda daha az tünel genişlemesi saptandı. Bu durum, tünel genişlemesi dışında, tendon greftinde oluşan yapısal değişikliklerin de rol oynadığını düşündürmektedir. RigidFix sisteminde bulunan çubuklar, tendon greftinin demetlerini uzunlamasına delerek tespit ederler. Tendon kolajen liflerinin kolayca ayrılması, greft-tespit sisteminin kaymasına izin verebilir.^[18] Bu kayma, greftin proksimalinde bulunan tespit dikişlerine ulaşınca durur. Materyallerin tekrarlayan yüklenmelerde kayma özelliği, *in vivo* açıdan iyileşme süresince gerekli bir biyomekanik özelliktir. Ahmad ve ark.^[18] RigidFix ve vida materyallerinin, EndoButton ve BioTransfix materyallerine göre daha fazla kayma gösterdiğini bildirmişlerdir. Dayanma ve sertlik değerleri farklı, biyomekanik kayma değerleri benzer olan Transfix ve EndoButton materyallerinin kullanıldığı bir çalışmada, tünel genişlemesi ve eklem gevşekliği değerlendirmesinde eklemden uzak yöntemde daha fazla tünel genişlemesi saptanırken, gevşeklik yönünden fark bulunmamıştır.^[3] İmplantlar arasında, çoklu yüklenme çalışmalarında bulunan kayma miktar farklılıkları eklem gevşekliğine neden olabilir.

Peyrache ve ark.^[14] ameliyat sonrası gelişen tünel genişlemesinin üçüncü ayda artmaya başladığını, üç ay ile iki yıl arasında değişmediğini bildirmişlerdir. Fink ve ark.^[19] bu genişlemenin ameliyat sonrası altıncı haftada en yüksek değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Tünel genişlemesinin belli bir zaman sonra değişmediği başka çalışmalarda da belirtilmiştir.^[5] Tünel genişlemesi bazı çalışmalarda konvansiyonel radyoloji ile değerlendirilmiş, Fink ve ark.^[19] ise doğru

bir ölçümün BT kullanılarak yapılabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda, ortalama iki yıl takip edilen hastalarda tünel genişlemesini ölçmek için BT'yi kullandık. Çalışmamızın eksik yönü, BT ile ölçümün tünel genişlemesinin en yüksek değerine ulaştığı dönemde yapılmamış olmasıdır. Böylelikle, tünel genişlemesinin ilerlemesi hakkında bir değerlendirmede bulunamadık. Eksik diğer bir yönümüz ise, birinci gruba göre ikinci grupta tibial tespit yönteminde iki farklı tespit materyalinin (dişli pullu vida ve U çivisi) kullanılması idi. Her iki materyal de tibiada tünel dışında greft tespiti yapmaktadır. Ayrıca, deneysel çalışmalarda iki materyalin biyomekanik özelliklerinin benzer olduğu gösterilmiştir.^[20,21] Bu özelliklerin grupları benzer kıldığını düşünüyoruz.

Sonuç olarak, tendon grefti tespiti için önerilen birçok materyal vardır. Birçoğu için klinik sonuçlar arasında farklılık bulunmamakta ve tünel genişlemesi hepsinde görülmektedir. Biyomekanik özellikleri benzer olan tespit yöntemleri kullanıldığında, tespit yerinin farklı olmasının tünel genişlemesini etkilemediği düşüncesindeyiz. Klinik olarak, iki grup arasında fark olmamasına rağmen eklem gevşekliği açısından fark olması, materyallerin biyomekanik özelliklerine bağlı çoklu yüklenme sonucu kayma derecelerindeki farklılıklardan kaynaklanabilir.

Kaynaklar

1. Wilson TC, Kantaras A, Atay A, Johnson DL. Tunnel enlargement after anterior cruciate ligament surgery. *Am J Sports Med* 2004;32:543-9.
2. Höher J, Möller HD, Fu FH. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6:231-40.
3. Fauno P, Kaalund S. Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: a prospective randomized study. *Arthroscopy* 2005;21:1337-41.
4. Singhal MC, Fites BS, Johnson DL. Fixation devices in ACL surgery: what do I need to know? *Orthopedics* 2005; 28:920-4.
5. Iorio R, Vadalà A, Argento G, Di Sanzo V, Ferretti A. Bone tunnel enlargement after ACL reconstruction using autologous hamstring tendons: a CT study. *Int Orthop* 2007;31:49-55.
6. Buelow JU, Siebold R, Ellermann A. A prospective evaluation of tunnel enlargement in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings: extracortical versus anatomical fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2002;10:80-5.
7. Nebelung W, Becker R, Merkel M, Röpke M. Bone tunnel

- enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon using Endobutton fixation on the femoral side. *Arthroscopy* 1998;14:810-5.
8. Kousa P, Järvinen TL, Vihavainen M, Kannus P, Järvinen M. The fixation strength of six hamstring tendon graft fixation devices in anterior cruciate ligament reconstruction. Part I: femoral site. *Am J Sports Med* 2003;31:174-81.
 9. Clatworthy MG, Annear P, Bulow JU, Bartlett RJ. Tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective evaluation of hamstring and patella tendon grafts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7:138-45.
 10. Balasch H, Schiller M, Friebel H, Hoffmann F. Evaluation of anterior knee joint instability with the Rolimeter. A test in comparison with manual assessment and measuring with the KT-1000 arthrometer. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7:204-8.
 11. Klein JP, Lintner DM, Downs D, Vavrenka K. The incidence and significance of femoral tunnel widening after quadrupled hamstring anterior cruciate ligament reconstruction using femoral cross pin fixation. *Arthroscopy* 2003;19:470-6.
 12. L'Insalata JC, Klatt B, Fu FH, Harner CD. Tunnel expansion following anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of hamstring and patellar tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;5:234-8.
 13. Hersekli MA, Akpınar S, Özalay M, Özkoç G, Cesur N, Uysal M, et al. Tunnel enlargement after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: comparison of bone-patellar tendon-bone and hamstring autografts. *Adv Ther* 2004;21:123-31.
 14. Peyrache MD, Djian P, Christel P, Witvoet J. Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone-patellar tendon-bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4:2-8.
 15. Milano G, Mulas PD, Ziranu F, Piras S, Manunta A, Fabriciani C. Comparison between different femoral fixation devices for ACL reconstruction with doubled hamstring tendon graft: a biomechanical analysis. *Arthroscopy* 2006;22:660-8.
 16. Zantop T, Weimann A, Rümmler M, Hassenpflug J, Petersen W. Initial fixation strength of two bioabsorbable pins for the fixation of hamstring grafts compared to interference screw fixation: single cycle and cyclic loading. *Am J Sports Med* 2004;32:641-9.
 17. Rodeo SA, Arnoczky SP, Torzilli PA, Hidaka C, Warren RF. Tendon-healing in a bone tunnel. A biomechanical and histological study in the dog. *J Bone Joint Surg [Am]* 1993;75:1795-803.
 18. Ahmad CS, Gardner TR, Groh M, Arnouk J, Levine WN. Mechanical properties of soft tissue femoral fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32:635-40.
 19. Fink C, Zapp M, Benedetto KP, Hackl W, Hoser C, Rieger M. Tibial tunnel enlargement following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Arthroscopy* 2001;17:138-43.
 20. Magen HE, Howell SM, Hull ML. Structural properties of six tibial fixation methods for anterior cruciate ligament soft tissue grafts. *Am J Sports Med* 1999;27:35-43.
 21. Lopez MJ, Spencer N, Casey JP, Monroe WT. Biomechanical characteristics of an implant used to secure semitendinosus-gracilis tendon grafts in a canine model of extra-articular anterior cruciate ligament reconstruction. *Vet Surg* 2007;36:599-604.