



Tek ve çift bant hamstring allogrefti ile ÖÇB rekonstrüksiyonlarının tünel genişlemesi ve izokinetik kas gücü açısından karşılaştırılması: Prospektif, randomize çalışma

Salih BEYAZ¹, Gürkan ÖZKOÇ², Sercan AKPINAR², Şenay DEMİR³, Mehmet ADAM⁴, İsmail Cengiz TUNCAY⁵

¹Adana Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Adana;

²Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Adana;

³Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi, Radyoloji Anabilim Dalı, Adana;

⁴Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Adana;

⁵Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

Amaç: Çalışmamızda tek ve çift bant ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu yapılan dizlerin erken postoperatif dönemde tünel genişlemesi ve izokinetik kas gücü açısından karşılaştırılması amaçlandı.

Çalışma planı: Çalışmaya Kasım 2007 - Mart 2008 arasında kliniğimizde ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan, daha önce diz cerrahisi geçirmemiş 34 hasta alındı. Ortalama yaşı 27.3 (dağılım: 19-35) olan 18 hastaya tek bant ÖÇB rekonstrüksiyonu, ortalama yaşı 30.1 (dağılım: 20-40) olan 16 hastaya çift bant ÖÇB rekonstrüksiyonu yapıldı. Tek veya çift bant yöntemine kurayla karar verildi. Tüm hastalara ameliyat öncesi hamstring ve kuadriseps izokinetik kas gücü değerlendirmesi Biodex 3 cihazı ile yapıldı. Hastaların ameliyat sonrası 2. ve 3. ayda üç boyutlu diz eklem tomografileri çekildi. Altıncı aydaki kontrollerinde üç boyutlu diz eklem tomografisi ve izokinetik kas gücü değerlendirmesi tekrarlandı. Her tünel altı eşit parçaya bölünerek dijital ortamda sagittal ve koronal planda tünel genişlik ölçümü, aksiyel planda ise aynı noktalardan tünel alan ölçümü yapıldı.

Bulgular: Hem tek hem de çift bant bağ rekonstrüksiyonu yapılan hastaların ameliyat öncesi ve sonrasında izokinetik kas gücü değerleri arasında farklılık saptanmadı. Tek ve çift bant ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası 2., 3. ve 6. ayda çekilen tomografiler üzerinde yapılan tünel çap ve alan ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmadı.

Çıkarımlar: ÖÇB cerrahisi sonrası erken dönemde tünel genişlemesi ve izokinetik kas gücü üzerine etkinliği açısından tek ve çift bant yöntemleri benzer sonuçlar vermektedir.

Anahtar sözcükler: Çift bant; izokinetik; ÖÇB rekonstrüksiyonu; prospektif; tek bant; tünel genişlemesi.

İki ayrı bant ile gerçekleştirilen ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonunun cerrahi sonrası kemik kaybına ve tünellerde meydana gelen genişlemenin ne-

den olduğu instabiliteye yol açan tek bant yöntemine göre anatomik olarak daha üstün olduğu ve stabilizeyi koruduğu varsayılmaktadır.^[1-4] Bu genişlemenin klinik

Yazışma adresi: Dr. Gürkan Özkoç, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Dadaloğlu Mah. 2591 Sok. No:4/A 01250 Adana.

Tel: 0322 327 27 27 Dahili 1121 e-posta: gurkanozkoc@hotmail.com

Başvuru tarihi: 17.09.2011 **Kabul tarihi:** 12.04.2012

©2012 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu
www.aott.org.tr adresinde
doi:10.3944/AOTT.2012.2749
Karekod (Quick Response Code):



önemi ise tartışmalıdır.^[5-16] ÖÇB rekonstrüksiyonlarındaki greft seçimi, tünel yerleşimi, tespit, greft gerginliği ve rehabilitasyon yöntemlerinin gelişiminde biyomekaniğin ne denli önemli olduğu da literatürde gösterilmiştir.^[17] Daha stabil bir diz oluşturduğu iddia edilen bu yöntemin ameliyat sonrası kas gücü üzerine herhangi bir etkisi olup olmadığına yönelik bir çalışma yoktur.

Çalışmamız, tek ve çift bant ÖÇB cerrahilerini erken dönemde tünel genişlemesi ve izokinetik kas gücü açısından prospektif ve randomize olarak karşılaştırma amaçlamaktadır.

Hastalar ve yöntem

Kasım 2007 - Mart 2008 tarihleri arasında polikliniğimizde görülüp klinik ve radyolojik olarak değerlendirilen 77 hasta kopuk ÖÇB tanısı aldı. Bunlardan 58'i ÖÇB rekonstrüksiyonu için adaydı. Cerrahi kabul eden 50 hastadan ikisi daha önce artroskopi geçirdiği, biri ise karşı dizine başka bir merkezde ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmış olduğu için çalışma dışı bırakıldı. Kalan 47 hastaya çalışma hakkında bilgi verildi ve bu hastaların 40'ı çalışmaya katılmayı kabul etti.

Ameliyattan bir gün önce tüm hastalarda Biodex 3 (Biodex Biomedical Systems Inc., Shirley, NY, ABD)



Şekil 1. Biodex 3 cihazı.

cihazı ile 60°/sn, 120°/sn ve 180°/sn açılal hızlarında her iki diz için izokinetik ve konsantrik kuadriseps ve hamstring kas gücü ölçümleri yapıldı (Şekil 1). Pik tork ve pik torkun vücut ağırlığına olan oranları kaydedildi. Hastanın tek bant ya da çift bant yöntemiyle mi ameliyat edileceğine kurayla karar verildi ve bant çeşidi hakkında hastaya bilgi verilmedi. Beş hasta takipleri düzenli olmadığı için, bir hasta da ameliyat sonrası enfeksiyon geliştiği için çalışmadan çıkarıldı. Yaş ortalaması 28.6 (dağılım: 19-40) olan 34 hasta (33 erkek, 1 bayan) çalışmaya alındı. Ortalama yaşı 30.1 (dağılım: 20-40) olan 18 hasta tek bant, ortalama yaşı 27.3 (dağılım: 19-35) olan 16 hasta ise çift bant grubunda yer aldı. Hastaların travma zamanı ile operasyon zamanı arasındaki ortalama süre 3 ay 10 gün (dağılım: 3 hafta-2 yıl) olarak bulundu. Hastalardan sadece biri profesyonel sporcuydu. Otuz iki hastaya kombine (spinal ve epidural), 2 hastaya ise genel anestezi verildi.

Tek bant yönteminde, tibial tünel yeri ÖÇB'nin çıkış yerinin tam ortası olarak hizalandı. Femoral tünel yeri ise sol dizde lateral femoral kondilde saat 1:30-2:00 olacak şekilde açıldı. Alınan semitendinosus ve gracilis tendonları kendi üzerlerinde ikiye katlanarak kalınlıkları ölçüldü. Femoral tespit EndoButton (Smith & Nephew, Inc., Andover, MA, ABD) ile, tibial tespit ise biyobozunur poly(L-lactide)-hydroxyapatite vida (BioRCI; Smith & Nephew, Inc., Andover, MA, ABD) ve staple ile gerçekleştirildi.

Çift bant yönteminde, turnike altında tuberositas tibiyanın 2 cm altından ve 2 cm lateralinden 5 cm'lik oblik insizyon ile gracilis ve semitendinosus tendonları alındı. Her tendonun kalınlığı ikiye katlanıp, ayrı ayrı ölçüldü. Tibial tünel yerleşimleri anteromedial bant (AMB) için tibiaya sagittal planda 45°de ve tuberositas tibiaya mümkün olduğunca yakın olması sağlandı. Posterolateral bant (PLB) ise sagittal planda 45°de olup, her iki tünelin birbirine birleşmemesi için mümkün olduğunca medial kollateral bağa yakın olmasına özen gösterildi. Her iki tünel arasındaki ortalama mesafe 1.5 ila 2 cm arasında idi. AMB için yerleştirilen tibial kılavuz teli ÖÇB'nin tibial yapışma yerinden, arka çapraz bağın anterior köşesinin yaklaşık 13 mm önünden eklem içinden çıkarıldı. PLB kılavuz teli ise AMB kılavuz telinin yaklaşık 7 mm posterior ve lateralinden çıkarıldı. Greft çapıyla aynı boyutlarda kanüllü matkap ucuyla tünel açıldı. Femoral tarafta bağların anatomik yapışma yerleri belirlenip, diz 120° fleksiyona alınıp, transtibial tekniğin aksine her iki kılavuz tel uzak anteromedial portalden gönderildi. Yapışma yerleri klasik saat kadranı yöntemi yerine, Ferretti ve ark.'nın tarif ettiği şekilde orijinal ÖÇB'nin yumuşak doku kalıntılarına ve anatomik yapışma yerinin kemik belirteçlerine göre kondu.^[18] Tünelin toplam uzunluğundan kullanılacak olan

EndoButton CL boyu çıkarılarak femurda greftin oturacağı tünel uzunluğu bulundu ve delindi. Greftler ayrı ayrı EndoButton CL halkası (Smith & Nephew, Inc., Andover, MA, ABD) içinden geçirilerek ikiye katlandı. Lateral femoral kondilde AMB sol tarafta saat 1.00-2.00 hizasından, PLB ise 3.00 hizasından açıldı. Önce PLB sonra AMB EndoButton'ları tünelden geçirilerek sabitlendi. Tibial tarafta biyobozunur poly(L-lactide)-hydroxyapatite vida BioRCI ve staple kullanıldı.

Ameliyat sonrası hastaların dizlerine kompresif bandaj sarıldı. Ameliyattan sonraki ilk gün menisküs onarımı yapılan hastaların ekstansiyonda kilitli dizlik ile ameliyat olan bacağının üzerine basarak mobilize olmasına izin verildi ve ilk gün pasif eklem hareketi egzersizlerine başlandı. İkinci günde pasif eklem hareketi artırıldı ve rehabilitasyon programına kuadriseps güçlendirme egzersizleri eklendi. Komplikasyonu olmayan hastalara ev egzersizleri öğretilerek ameliyattan sonra 3. gün taburcu edilmeleri sağlandı. Menisküs lezyonu olmayan veya menisektomi yapılan hastaların dizleri 3 hafta, menisküs onarımı yapılan hastaların dizleri 6 hafta ekstansiyonda kilitli dizlik içinde tutuldu. Tek bant ve çift bant rekonstrüksiyon yapılan hastalar arasında rehabilitasyon açısından bir farklılık uygulanmadı. On beşinci gündeki kontrollerinde hastaların dikeyleri alındı. Ameliyat sonrası hemen başlanan fizyoterapi programına 2. haftadan itibaren fizik tedavi bölümünde hastanın ayaktan başurması şeklinde devam edildi. Hastaların 3. ayda kas gücü %60'a ulaştığında koşmalarına, 6. ayda ise kuadriseps gücü %80'e ulaştığında yarışmalı spor yapmalarına izin verildi.

Hastalara operasyondan sonraki 2., 3. ve 6. aylarda diz eklemi üç boyutlu bilgisayarlı tomografisi çekildi (Şekil 2). Altıncı aydaki çekim sırasında hastalar tekrar Biodex 3 cihazına alınarak ölçümler yapıldı. İki milimetre aralıklı alınan kesitler dijital ortamda saklandı. Ölçümler aynı radyoloji uzmanı tarafından hasta isim-

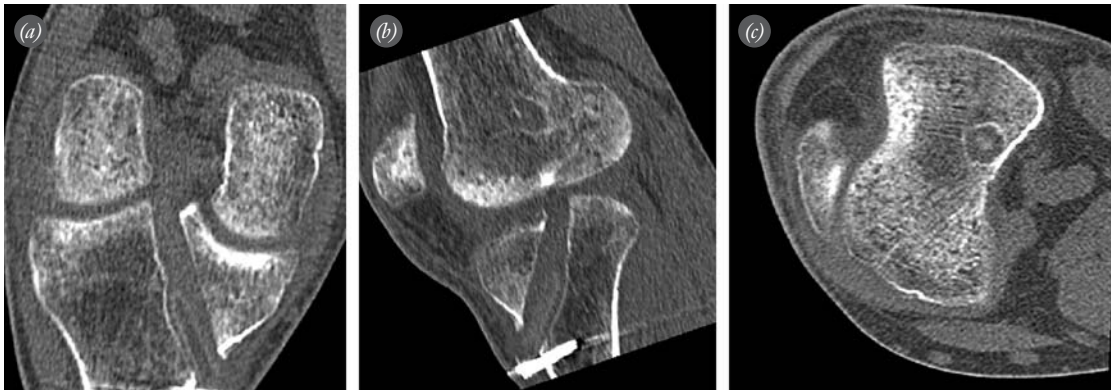
leri yerine kod numaraları verilerek karışık sırayla sagittal, koronal ve aksiyel planda yapıldı. Tomografi kesitlerinin ölçümleri dijital ortamda femur ve tibia'daki tünelin en proksimaldeki noktasına L1, en distaldeki noktasına L6 denilerek 6 eşit parçaya bölündü. Tünelin iç mesafesi sagittal ve koronal planda, tibial eksene dik olacak şekilde, milimetre cinsinden ölçüldü. Tünel boyutları ise aksiyel rekonstrüksiyonlar üzerinde aynı cihazla (HP xw8400; Hewlett-Packard Company, Palo Alto, CA, ABD) ölçüldü.

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS for Windows 15.0 programı kullanıldı. Koronal, sagittal ve aksiyel planda yapılan ölçümlerin istatistiksel olarak karşılaştırılması için Friedman testi, kas gücü ölçümünden elde edilen verileri değerlendirmek için Mann-Whitney U testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık seviyesi $p < 0.05$ olarak belirlendi.

Bulgular

Tek bant bağ rekonstrüksiyonu yapılan hastaların ortalama ameliyat süresi 55 dakika (dağılım: 44-72) dakika, çift bant yapılan hastaların ortalama ameliyat süresi ise ortalama 82 (dağılım: 69-132) dakika olarak bulundu. Yirmi hastanın medial menisküsünde, 6 hastanın lateral menisküsünde, 2 hastanın ise hem lateral hem de medial menisküsünde yırtık nedeniyle artroskopik parsiyel menisektomi uygulandı. Dört hastaya ise menisküs onarımı yapıldı. Hastaların menisküs yırtığına göre dağılımı Tablo 1'te özetlenmiştir.

Tek bant ve çift bant bağ rekonstrüksiyonu yapılan hastaların $60^\circ/\text{sn}$, $120^\circ/\text{sn}$ ve $180^\circ/\text{sn}$ açılmal hızlarda ölçülen hamstring ve kuadriseps izokinetik kas güçleri arasında ameliyat öncesi ve sonrası değerler arasında bir fark bulunmadı ($p > 0.05$). Hem tek bant bağ rekonstrüksiyonu yapılan hastaların hem de çift bant bağ rekonstrüksiyonu yapılan hastaların ameliyat öncesi ve



Şekil 2. Tek bant ACL rekonstrüksiyonu yapılan hastanın ameliyat sonrası 3. ay (a) koronal, (b) sagittal ve (c) aksiyel plandaki BT görüntüleri.



Şekil 3. Çift bant ACL rekonstrüksiyonu yapılan hastanın ameliyat sonrası 2. ay koronal plandaki BT görüntüsü.

sonrası değerleri arasında herhangi anlamlı bir farka rastlanmadı ($p>0.05$). Aynı karşılaştırma tek bant bağ rekonstrüksiyonu yapılanlar ile çift bant bağ rekonstrüksiyonu yapılanlar arasında da yapıldı ve yine anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.05$). Elde edilen ortalama değerler Tablo 2’de belirtilmektedir. 2., 3. ve 6. ayda ölçülen tünel genişlikleri arasında da anlamlı bir fark yoktu ($p>0.05$). Aksiyel, koronal ve sagittal planda yapılan alan ölçümlerinden sadece aksiyel ölçümler burada verilmektedir (Tablo 3-5).

Tartışma

Tek bant rekonstrüksiyonlarında tibia posterolateralinden femur anteromedialine doğru olacak şekilde rekonstrüksiyon uygulanmaktadır. Öte yandan tek bant cerrahisinde ihmal edilen PLB’nin en önemli görevle-

lerinden biri tam ekstansiyonda transvers planın rotasyonel stabilitesini sağlamaktır.^[19-22] Tek bant rekonstrüksiyonun yürüme, merdiven inme, ani yön değiştirme, yokuş aşağı koşma gibi durumlarda dizin rotasyonel kontrolünü istenilen seviyede sağlayamadığı iddia edilse de, çift bant rekonstrüksiyon yapılan hastaların da diz rotasyonel stabilitesinin tek bant cerrahi yapılanlara göre farklılık göstermediği yönünde yayınlar da vardır.^[10-16,23-27] Bunun üzerine, daha anatomik ve stabilizeyi sağlamada daha üstün olduğu iddia edilen çift bant ile ÖÇB rekonstrüksiyonu fikri ortaya atılmıştır.^[28-35]

Yapılan çalışmalar tek bant bağ rekonstrüksiyonu sonrası tünel genişlemesi olduğunu göstermektedir.^[36,37] Tünel genişlemesi erken postoperatif dönemde küçük derecelere başlar, takip eden hafta ve aylarda devam eder.^[38] İyi incelenmiş bir konu olmasına karşın bu genişlemenin klinik etkileri hala anlaşılabilmiş değildir. Yapılan birçok çalışma tünel genişlemesinin eklem stabilitesine etkisinin olmadığını önermektedir.^[5-9,19] Tünel genişlemesinin en net görüldüğü yer revizyon cerrahisidir. Revizyon cerrahisi öncesi kemik kaybının bilinmesi, operasyon öncesi hazırlığın yapılması açısından önemlidir. Yapılan çalışmalar, ÖÇB cerrahisi geçirmiş hastaların %80’inin şikayetlerinin operasyon sonrası ortadan kalktığını, %20-25’lik bir kısmının ise instabilite ve ağrısının devam ettiğini göstermektedir.^[39,40] Bu çalışmalar revizyon cerrahisine aday hastaların sayısının çokluğu hakkında bilgi vermektedir. Tünel genişlemesinin sebepleri biyomekanik faktörler ve biyolojik faktörler olarak ikiye ayrılır.^[41] Biyomekanik faktörlerin (greft seçimi, tespit yöntemi) rolü biyolojik faktörlere göre daha fazladır.^[3,6,42,43] Birincil biyomekanik faktör greft ile tünel arasındaki mikro harekettir.^[41] Önceki çalışmalar hamstring otogrefti ile yapılan rekonstrüksiyonlar sonrası tünel genişlemesinin kemik-patellar tendon-kemik otogrefti kullanılarak yapılan rekonstrüksiyonlara göre daha sık görüldüğünü bildirmekte-

Tablo 1. Hastaların menisküs yırtıklarına ve uygulanan tedaviye göre dağılımı.

	Tek bant ÖÇB onarımı	Çift bant ÖÇB onarımı
Medial menisküs yırtığı: Onarılan	3	1
Hem medial hem lateral menisküs yırtığı: menisektomi uygulanan	1	1 (medial menisküse subtotal menisektomi uygulandı)
Lateral menisküs yırtığı: Kısmi Menisektomi uygulanan	3	3
Medial menisküs yırtığı: Kısmi menisektomi uygulanan	6	8
Medial menisküs kova sapı yırtığı: Subtotal menisektomi uygulanan	3	3
Toplam menisküs yırtığı olan hasta sayısı	16	16
Toplam hasta sayısı	18	16

Tablo 2. Tek ve çift bant ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan hastaların ameliyat öncesi ve sonrası kas gücü ölçümleri.

Ölçülen değer	Kas grubu	Tek bant ameliyat öncesi	Tek bant ameliyat sonrası	Çift bant ameliyat öncesi	Çift bant ameliyat sonrası
60/sn PT	Kuadriseps	74.142	95.012	89.063	85.600
60/sn PT	Hamstring	49.108	55.175	46.038	46.433
120/sn PT	Kuadriseps	53.417	68.388	63.563	66.417
120/sn PT	Hamstring	31.192	37.713	2.826	28.750
180/sn PT	Kuadriseps	43.833	53.562	47.138	55.100
180/sn PT	Hamstring	25.067	29.850	20.013	24.483
60/sn PT/V/A	Kuadriseps	87.692	111.475	118.025	113.850
60/sn PT/V/A	Hamstring	57.550	64.350	60.425	60.600
120/sn PT/V/A	Kuadriseps	63.308	79.800	84.050	87.467
120/sn PT/V/A	Hamstring	36.492	42.350	37.137	37.483
180/sn PT/V/A	Kuadriseps	51.410	62.813	62.180	72.117
180/sn PT/V/A	Hamstring	29.167	33.925	26.300	31.750

PT: pik tork; PT/V/A: pik tork/vücut ağırlığı

dir.^[3,6,42,43] Bu çalışmalar tünel içinde kalan kısmın yumuşak doku olmasının, cerrahi sonrasında tünel-greft arasındaki hareketin daha fazla olmasına ve sonuçta daha çok genişlemeye neden olacağı hipotezini desteklemektedir.^[8] Tünel ile greft arasındaki ek mekanik streslerin genişleme miktarını artıracığına, tünel yönünün değişmesi ve akut tünel genişlemesi gibi istenmeyen durumlara sebep olacağına inanılmaktadır.^[4,41] Fink ve ark.^[36] benzer çalışmalarda olduğu gibi sinovyal sıvının greft ile tünel duvarı arasındaki ölü boşluğa girerek, greftin her hareketinde, araba sileceği etkisiyle aşınma-

ya katkı sağladığı, tünel genişlemesinin en fazla ilk 6 haftada gerçekleştiği ve bu genişlemenin klinik olarak bir anlam ifade etmediğini saptanmıştır.^[36,42,44,45] Siebold,^[37] çift bant bağ rekonstrüksiyonu yaptığı 22 hastanın, birinci yılın sonunda MR yardımı ile tünel genişliklerini ölçüp diz skorlama sistemleri ve KT-1000 cihazı yardımıyla, tünel genişlemesi ile klinik korelasyonuna bakmış ve dokuz hastasının (%41) tibial tünellerinin tamamen birleşmiş olduğunu görmüştür. Hem tibial hem de femoral tarafta tünel genişlemesinin ise kliniğe hiç bir etkisinin olmadığını saptamıştır.

Tablo 3. Tek bant ÖÇB rekonstrüksiyonunu sonrası aksiyel planda ortalama alan ölçüm değerleri (mm²).

Kesit no.	1. tomografi tibia	2. tomografi tibia	3. tomografi tibia	1. tomografi femur	2. tomografi femur	3. tomografi femur
1	88.58±16.94	85.30±13.11	91.86±16.70	23.95±8.78	22.76±4.28	22.41±3.81
2	92.83±23.29	91.70±16.68	91.58±21.48	29.25±13.17	28.39±5.47	21.03±6.50
3	104.70±18.92	102.64±18.61	101.56±31.93	36.63±18.68	38.14±16.20	39.00±9.98
4	117.63±25.63	115.80±21.32	114.08±26.48	80.37±23.54	80.44±11.89	80.44±19.61
5	130.34±27.80	128.95±15.41	126.65±31.95	116.99±25.20	122.88±16.84	114.44±27.90
6	111.04±22.98	106.45±18.01	108.71±20.60	101.16±19.35	104.81±29.61	109.80±24.12

Tablo 4. Çift bant ÖÇB rekonstrüksiyonunu sonrası anteromediyal tünelin aksiyel plandaki ortalama alan ölçüm değerleri (mm²).

Kesit no.	1. tomografi tibia	2. tomografi tibia	3. tomografi tibia	1. tomografi femur	2. tomografi femur	3. tomografi femur
1	80.06±32.11	85.60±15.85	86.62±34.28	21.34±4.36	20.45±2.52	20.82±3.86
2	83.47±26.89	91.06±26.80	78.70±27.17	27.20±10.68	26.13±3.47	22.98±5.40
3	83.47±26.89	98.80±29.62	91.26±29.40	31.94±14.29	33.10±8.14	32.22±11.36
4	98.34±25.46	114.15±27.81	104.95±27.71	50.37±7.42	55.20±23.21	59.84±14.69
5	108.15±16.86	117.00±20.86	107.86±22.58	77.05±22.10	85.13±24.43	81.57±25.59
6	96.51±30.72	94.93±29.82	86.37±11.46	74.66±21.02	91.42±18.06	88.51±26.88

Tablo 5. Çift bant ÖÇB rekonstrüksiyonunu sonrası PL tünelin aksiyel planda ortalama alan ölçüm değerleri (mm²).

Kesit no.	1. tomografi tibia	2. tomografi tibia	3. tomografi tibia	1. tomografi femur	2. tomografi femur	3. tomografi femur
1	71.47±35.35	65.63±29.05	91.08±16.70	27.84±9.36	23.23±5.68	28.10±8.70
2	48.17±20.62	56.68±24.66	49.01±16.34	33.46±12.58	27.50±9.08	31.97±15.07
3	50.48±28.52	59.51±22.68	47.06±14.83	45.21±15.05	38.91±12.82	33.42±11.03
4	61.17±19.97	68.58±24.04	66.74±18.09	49.21±23.62	45.96±17.89	43.10±11.14
5	74.31±17.75	72.78±14.06	72.24±11.17	58.06±19.53	65.93±25.38	63.11±28.20
6	58.98±13.67	60.05±6.36	61.78±9.84	65.90±20.80	72.18±24.90	69.77±20.32

Tek bant bağ rekonstrüksiyonu sonrası tünel genişlemesinin kliniğe etkisi konusunda birçok araştırma vardır.^[4-8] Yaygın kanı, tünel genişlemesinin revizyon cerrahisi sırasında stabilite sorununa yol açacağı yönündedir.^[8] Bizde çalışmamızda, 2 hastamızda eklemeye yakın mesafede tünellerin birleştiğini gördük.

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki tüneller özellikle ilk 6 hafta içinde giderek genişlemektedir.^[36] Tünel genişlemesi birçok faktöre bağlıdır. Bazı yazarlar biyolojik faktörlerden söz ederken, bir diğer grup ise mekanik faktörlerin ön planda yer aldığını savunmaktadır.^[46,47] Başlıca mekanik etkenlerden birisi yerleştirilen greftlerin araba sileceği etkisi ile tünel içinde salınımlarında eklem sıvısının greft ile tünel arasına girerek aşındırıcı etkisiyle oluşan mikro harekettir.^[36] Tünel genişlemesini engellemek için tünelin ölçülen greft çapından 1 mm daha küçük bir matkap ucuyla delinip genişletici yardımı ile genişletmeyi öneren Ugutmen ve ark. da mikro hareketin azaltılması fikrinden yola çıkmışlardır.^[48] Literatüre göre, tek bant bağ rekonstrüksiyonu sonrası tibial tarafta %20.9 ila %73.9, femoral tarafta ise %30.1 ila %100.4 oranında genişleme olmaktadır.^[6,43,48-50] Bizim çalışmamızda 2., 3. ve 6. ayda ölçülen tünel genişlikleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Tek bant rekonstrüksiyonu ile ilgili yapılan çalışmalar tünel genişlemesinin bizim ilk ölçüm zamanımızdan önce tamamlandığı, sonrasında ise genişlemede anlamlı bir artış olmadığını göstermektedir.

Bazı çalışmalar çift bant ÖÇB cerrahisinin tek bant göre daha anatomik ve rotasyonel anlamda daha iyi stabilite sağladığını belirtmekle birlikte, hiçbir fark olmadığını gösteren yayınlar da vardır.^[10-16,23-27] Bu stabilitenin de kas gücü üzerindeki etkisi hakkında literatürde bir çalışma yer almamaktadır. Bizim çalışmamızda çift bant cerrahisi tek bant cerrahisine göre cerrahi sürede %154.5, turnike süresi dikkate alındığında %171 daha fazla bulunmuştur. Ameliyat öncesi ve sonrası yapılan izokinetik kas ölçümleri arasında tek bant ile çift bant cerrahisi arasında bir fark bulunamamıştır. Yine aynı şekilde, 2., 3. ve 6. ayda çekilen tomografilerde tünel genişlemeleri arasında da anlamlı bir fark saptana-

mamıştır. Bununla birlikte, bu durum çift bant bağ rekonstrüksiyonu sırasında hem tibiada hem de femurda açılan toplam dört tünel daha fazla kemik stoğu kaybı ve daha zor revizyon cerrahisine neden olma gerçeğini değiştirmemektedir. Çift bant cerrahisi tek bant bağ cerrahisi ile karşılaştırıldığında hem daha zor hem de öğrenme eğrisi daha parabolik bir cerrahidir.

Yeni bir cerrahi tekniğin hasta için daha anatomik ve fizyolojik rekonstrüksiyon sağlamanın yanı sıra daha uygulanabilir ve daha az komplikasyona neden olması da önemlidir. In vitro çalışmaların başarılı sonuçlarına rağmen uzun dönemde sonuç bildiren çalışmaların sayısı sınırlıdır.

Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası izokinetik kas değerlendirmeleri arasında bir farklılık saptamadık. Bunun nedeninin, hastalardan sadece birinin profesyonel sporcu olması, diğer hastaların sporla hobi olarak uğraşması ve sportif aktivitelere geri dönme zorunluluğunun olmamasından kaynaklanması olasıdır. Ek olarak, hastalar ameliyat edilen dizlerini kullanmaktan da çekinmişlerdir. Bu nedenle, 6 aylık sürenin kas gücündeki farklılıkları saptamak için erken olabileceğini düşünüyoruz.

Literatürde 1. yılın sonunda %59'lara varan oranda görülen tibial taraf tünel birleşmesine^[37] biz sadece bir hastamızın proksimaldeki L1 kesitinde rastladık. Bu oran literatür ile karşılaştırıldığında çok düşük bir orandır. Bu düşük oranın kullanılan biyobozunur vidaların tünele uygun yerleştirilmesi ile ilgili olduğunu düşünüyoruz.^[37] Bununla birlikte, çalışma süremizin diğer çalışmalara göre kısa olması bu konuda ek çalışmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bazı çalışmalar çift bağ rekonstrüksiyon cerrahisi sonrası daha az tünel genişlemesi olduğunu iddia etse de, bazı çalışmalar da tünellerin birleşmesi nedeniyle bu yöntemin tek bant cerrahisine göre daha fazla kemik stoğu kaybına yol açtığını bildirmektedir.^[51,52] Çalışmanın süresinin uzatılması, hasta sayısının artırılması, daha erken dönemde çekilecek bir tomografi ve çalışmanın diğer skorlama sistemlerinin eklenmesi cerrahi karar verme açısından yol gösterici olacaktır.

Sonuç olarak, çalışmamızda her tek ve çift bant yöntemi ile ÖÇB rekonstrüksiyonu arasında erken dönemde izokinetik kas gücü ve tünel genişlemesi açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

- Siebold R, Branch TP, Freedberg HI, Jacobs CA. A matched pairs comparison of single- versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions, clinical results and manual laxity testing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011; 19 Suppl 1:S4-11.
- Zelle BA, Brucker PU, Feng MT, Fu FH. Anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Med* 2006;36:99-108.
- Aglietti P, Giron F, Buzzi R, Biddau F, Sasso F. Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts. A prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:2143-55.
- Zijl JA, Kleipool AE, Willems WJ. Comparison of tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft or allograft. *Am J Sports Med* 2000;28:547-51.
- Barber FA, Spruill B, Sheluga M. The effect of outlet fixation on tunnel widening. *Arthroscopy* 2003;19:485-92.
- Clatworthy MG, Anear 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.
- Hersekli MA, Akpınar S, Ozalay M, Ozkoc 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.
- 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.
- 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.
- Kanaya A, Ochi M, Deie M, Adachi N, Nishimori M, Nakamae A. Intraoperative evaluation of anteroposterior and rotational stabilities in anterior cruciate ligament reconstruction: lower femoral tunnel placed single-bundle versus double-bundle reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:907-13.
- Tsuda E, Ishibashi Y, Fukuda A, Tsukada H, Toh S. Comparable results between lateralized single- and double-bundle ACL reconstructions. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467:1042-55.
- Song EK, Oh LS, Gill TJ, Li G, Gadikota HR, Seon JK. Prospective comparative study of anterior cruciate ligament reconstruction using the double-bundle and single-bundle techniques. *Am J Sports Med* 2009;37:1705-11.
- Steiner M. Anatomic single-bundle ACL reconstruction. *Sports Med Arthrosc* 2009;17:247-51.
- Hemmerich A, van der Merwe W, Batterham M, Vaughan CL. Knee rotational laxity in a randomized comparison of single- versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2011;39:48-56.
- Sastre S, Popescu D, Núñez M, Pomes J, Tomas X, Peidro L. Double-bundle versus single-bundle ACL reconstruction using the horizontal femoral position: a prospective, randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:32-6.
- Samuelsson K, Andersson D, Karlsson J. Treatment of anterior cruciate ligament injuries with special reference to graft type and surgical technique: an assessment of randomized controlled trials. *Arthroscopy* 2009;25:1139-74.
- Woo SL, Karaoğlu S, Dede O. Contribution of biomechanics to anterior cruciate ligament reconstruction. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2006;40:94-100.
- Ferretti M, Ekdahl M, Shen W, Fu FH. Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy* 2007;23:1218-25.
- Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Kuriwaka M, Ito Y. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. Single-versus double-bundle multistranded hamstring tendons. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86:515-20.
- Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res* 2004;22:85-9.
- Kurosawa H, Yamakoshi K, Yasuda K, Sasaki T. Simultaneous measurement of changes in length of the cruciate ligaments during knee motion. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(265):233-40.
- Sakane M, Fox RJ, Woo SL, Livesay GA, Li G, Fu FH. In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *J Orthop Res* 1997;15:285-93.
- Georgoulis AD, Papadonikolakis A, Papageorgiou CD, Mitsou A, Stergiou N. Three-dimensional tibiofemoral kinematics of the anterior cruciate ligament-deficient and reconstructed knee during walking. *Am J Sports Med* 2003;31:75-9.
- Ristanis S, Giakas G, Papageorgiou CD, Moraiti T, Stergiou N, Georgoulis AD. The effects of anterior cruciate ligament reconstruction on tibial rotation during pivoting after descending stairs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003;11:360-5.
- Tashman S, Collon D, Anderson K, Kolowich P, Anderst W. Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32:975-83.
- Ristanis S, Stergiou N, Patras K, Vasiliadis HS, Giakas G, Georgoulis AD. Excessive tibial rotation during high-demand activities is not restored by anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2005;21:1323-9.
- Gobbi A, Mahajan V, Karnatzikos G, Nakamura N. Single-versus double-bundle ACL reconstruction: is there any difference in stability and function at 3-year followup? *Clin Orthop Relat Res* 2012;470:824-34.
- Siebold R, Branch TP, Freedberg HI, Jacobs CA. A matched pairs comparison of single- versus double-bundle anterior

- cruciate ligament reconstructions, clinical results and manual laxity testing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19 Suppl 1:S4-11.
29. Lam MH, Fong DT, Yung PS, Ho EP, Fung KY, Chan KM. Knee rotational stability during pivoting movement is restored after anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2011;39:1032-8.
 30. Plaweski S, Grimaldi M, Courvoisier A, Wimsey S. Intraoperative comparisons of knee kinematics of double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:1277-86.
 31. Tajima G, Iriuchishima T, Ingham SJ, Shen W, van Houten AH, Aerts MM, et al. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction restores patellofemoral contact areas and pressures more closely than nonanatomic single-bundle reconstruction. *Arthroscopy* 2010;26:1302-10.
 32. Branch TP, Siebold R, Freedberg HI, Jacobs CA. Double-bundle ACL reconstruction demonstrated superior clinical stability to single-bundle ACL reconstruction: a matched-pairs analysis of instrumented tests of tibial anterior translation and internal rotation laxity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:432-40.
 33. Araki D, Kuroda R, Kubo S, Fujita N, Tei K, Nishimoto K, et al. A prospective randomised study of anatomical single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: quantitative evaluation using an electromagnetic measurement system. *Int Orthop* 2011;35:439-46.
 34. Seon JK, Gadikota HR, Wu JL, Sutton K, Gill TJ, Li G. Comparison of single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions in restoration of knee kinematics and anterior cruciate ligament forces. *Am J Sports Med* 2010;38:1359-67.
 35. Aglietti P, Giron F, Losco M, Cuomo P, Ciardullo A, Mondanelli N. Comparison between single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, single-blinded clinical trial. *Am J Sports Med* 2010;38:25-34.
 36. 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.
 37. Siebold R. Observations on bone tunnel enlargement after double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2007;23:291-8.
 38. Buck DC, Simonian PT, Larson RV, Borrow J, Nathanson DA. Timeline of tibial tunnel expansion after single-incision hamstring anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2004;20:34-6.
 39. Buoncristiani AM, Tjoumakaris FP, Starman JS, Ferretti M, Fu FH. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2006;22:1000-6.
 40. Fu FH, Starman JS, Ferretti M. Anatomic double-bundle ACL reconstruction: the restoration of normal knee kinematics. In: *Symposia sports/arthroscopy: controversies in soft tissues ACL reconstruction: Allograft vs. autograft, double tunnel vs. single tunnel, cortical vs. aperture fixation*. Symposium at the 73rd Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Chicago, IL: 2006 March 22-26. p. 384-5.
 41. Wilson TC, Kantaras A, Atay A, Johnson DL. Tunnel enlargement after anterior cruciate ligament surgery. *Am J Sports Med* 2004;32:543-9.
 42. 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.
 43. Webster KE, Feller JA, Hameister KA. Bone tunnel enlargement following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised comparison of hamstring and patellar tendon grafts with 2-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9:86-91.
 44. 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.
 45. Morgan CD, Kalmam VR, Grawl DM. Isometry testing for anterior cruciate ligament reconstruction revisited. *Arthroscopy* 1995;11:647-59.
 46. 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.
 47. Silva A, Sampaio R, Pinto E. Femoral tunnel enlargement after anatomic ACL reconstruction: a biological problem? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:1189-94.
 48. Ugutmen E, Ozkan K, Güven M, Sener N, Altintas F. Early tunnel enlargement after arthroscopic ACL reconstructions. *Acta Orthop Belg* 2007;73:625-9.
 49. Jansson KA, Harilainen A, Sandelin J, Karjalainen PT, Aronen HJ, Tallroth K. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with the hamstring autograft and endobutton fixation technique. A clinical, radiographic and magnetic resonance imaging study with 2 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7:290-5.
 50. Linn RM, Fischer DA, Smith JP, Burstein DB, Quick DC. Achilles tendon allograft reconstruction of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med* 1993;21:825-31.
 51. Siebold R, Cafaltzis K. Differentiation between intraoperative and postoperative bone tunnel widening and communication in double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study. *Arthroscopy* 2010;26:1066-73.
 52. Järvelä T, Moisala AS, Paakkala T, Paakkala A. Tunnel enlargement after double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized study. *Arthroscopy* 2008;24:1349-57.