



Patellar tendonun yırtıklarının tendon greftiyle tamirinin biyomekaniğinin incelenmesi: DeneySEL çalışma

Biomechanical examination of patellar tendon ruptures repaired with a tendon graft: an experimental study

Dr. İlker Karahasanoğlu,¹ Dr. Osman Yoloğlu,² Dr. Atilla Çıtlak,³
Dr. Servet Kerimoğlu,⁴ Dr. Ahmet U. Turhan⁴

¹Ardahan Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ardahan, Türkiye

²Hopa Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Artvin, Türkiye

³Giresun Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Giresun, Türkiye

⁴Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye

Amaç: Bu çalışmada patellar tendon yırtıklarının interferens vidası ve serbest tendon grefti kullanarak tamirlerinin biyomekaniğinin deneySEL incelenmesi amaçlandı.

Gereç ve yöntemler: Bu çalışmada dolaşım bozukluğu nedeniyle ampute edilmiş alt ekstremitelerden elde edilen 12 diz kullanıldı. Dizler patellar tendonu dahil bütün yumuşak dokulardan temizlendi. Tendon grefti dizin distal kısmı ile tuberositas tibiaya interferens vidası ile tespit edildi. Patella-tendon grefti-tuberositas tibia kompleksi test makinasının alt ve üst çenesine tespit edildi. Kemik-tendon-kemik kompleksi distraksiyon kuvveti test makinası vasıtasıyla uygulanarak kayıt edildi.

Bulgular: Kopmanın hem patellar hem tibial taraftan olduğu görüldü. Tendonların kopma kuvveti en yüksek 810 N, en düşük 420 N olarak bulundu. Tendonların kopma kuvveti erkeklerde ortalama 600 N, kadınlarda ortalama 525 N, genel ortalama ise 575 N idi.

Sonuç: Çalışma bulgularımız, greftleme ile tamir edilen patellar tendonun diğer tamir yöntemleriyle mukayese edildiğinde benzer kopma kuvvetine sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle patellar tendonun kaybedildiği durumlarda greftleme önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: Biyomekanik çalışma; kadavra diz; interferens vidası; patellar tendon kopması.

Objectives: This study aims to perform an experimental examination of the patellar tendon grafts repaired using an interference screw and free tendon graft.

Material and methods: Twelve knees of the lower limbs which were amputated due to circulatory disease were included in this study. The knees were removed from all soft tissues including patellar tendons. A tendon graft was fixed onto tuberositas tibia through the distal portion of the knee using an interference screw. The patellar tendon graft and tuberositas tibia complex were fixed at the lower and upper part of the testing machine. The distraction force of the bone-tendon-bone complex was recorded using the testing machine.

Results: Both patellar and tibial ruptures were detected. The pullout force of the tendons was found to be 810 at maximum and 420 N at minimum. The mean pullout force was 600 N in men and 525 N in women with an overall mean of 575 N.

Conclusion: Our study results showed that patellar tendon repair with grafting had a similar pullout force compared to other repair techniques. In case of a neglected rupture of the patellar tendon, in particular, grafting is recommended.

Key words: Biomechanical study; cadaver knee; interference screw; patellar tendon rupture.

Dizin ekstansör mekanizması; vücudun en büyük eklemi olan diz eklemine önünde olup diz eklemine tek ekstansördür. Kuadriseps kası, kuadriseps tendonu, patella ve patellar tendondan meydana gelir.^[1,2] Yürüme, koşma, çömelme gibi dizin ekstansiyon

flexiyon dengesini gerektiren hareketlerin yapılmasını sağlayan esas yapıdır.^[1,2]

Dizin ekstansör mekanizmasının önemli bir parçası olan patellar tendonun yaralanmaları Aşil tendonu yırtıklarında olduğu gibi orta yaşlı nüfusta daha sık

olmakla beraber; total diz protezi, artroskopi, ön çapraz bağın patellar tendon grefti ile onarımı sonrası veya sistemik hastalıklarla beraber [(sistemik lupus eritematozus (SLE), diabetes mellitus (DM),... gibi] olabilmektedir.^[3] Spor yaralanmaları sonucu da bu patoloji oluşabilmekte ve ciddi ekonomik kayba yol açmaktadır.^[4]

Ekstansör mekanizma yaralanmalarının tedavisine yönelik literatürde değişik dikiş materyalleri, dikiş çapa, interferens vidası ve çivisi kullanılarak tespit yöntemleri tanımlanmıştır.^[5]

Patellar tendon yırtıklarının primer tamirinin yapılamayacağı durumlarda, interferens çivisi ile serbest tendon grefti uygulamasının biyomekanik incelenmesi amaçlanarak bu çalışma yapıldı.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada dolaşım bozukluğu nedeniyle ampute edilmiş alt ekstremitelerden elde edilen 12 diz (8 erkek 4 kadın; ort. yaş 77 ± 4 yıl; dağılım 68-86 yıl) kullanıldı. Çalışma için etik kurul onamı Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik kurulundan alınmıştır. Ampute dizler onam alındıktan sonra kullanılmıştır.

Kadavra dizleri tibia ve femur tarafından yaklaşık 15 cm uzunlukta kemik parça ile birlikte alınmış sonra -20 derecede derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Dizler kullanılmadan 12 saat önce oda sıcaklığında bekletildi ardından tibia, patellar tendon ve patella sağlam kalacak şekilde çevre yumuşak doku tamamen uzaklaştırılarak hazırlandı. Bu aşamada semitendinosus kası, çalışmada tendon grefti olarak kullanılmak üzere örnekler alındı ve hazırlandı (Şekil 1). Patellar tendon uzaklaştırıldıktan sonra patellanın alt kutbundan üste doğru bir tünel ve tuberositas tibiadan alta doğru ikinci bir tünel açıldı. Tünel 6 mm çapında olacak şekilde açılıp bu tünelere hazırlanan semitendinosus kası greftleri 7 mm çapında interferens çivisi ile press-fit olacak şekilde tespit edildi (Şekil 2).

Hazırlanan materyali çekme testi yapmak üzere test makinesinin alt ve üst çenelerine tespit edildi, test sonrası tendonların kopma kuvveti, kopma şekli ve kopma yeri kaydedildi (Şekil 3).



Şekil 1. Semitendinosus kası tendon grefti.

Çalışmada ölçümler Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Biyomekanik Laboratuvarı'nda bulunan Zwick Z020 (Zwick Roell AG and Zwick GmbH & Co, Ulm, Germany) test makinesi kullanılarak, makinenin çekme hızı 50 mm/dk, ön yükleme 10 Newton olacak şekilde çalışma yapıldı.^[6] Patellayı ve tibiayı biyomekanik cihazının alt ve üst çenesine daha iyi tespit edebilmek için ek tutucular kullanıldı.

BULGULAR

Tamir sonrası yapılan test sonucunda tendonların beşi tibial taraftan (%42), yedisi patella tarafından (%58) koptu. Test sonucu yetersizlik şekli tendon yırtığı şeklinde oldu ve hiçbir testte greftin tespitten kopması tarzında olmadı.

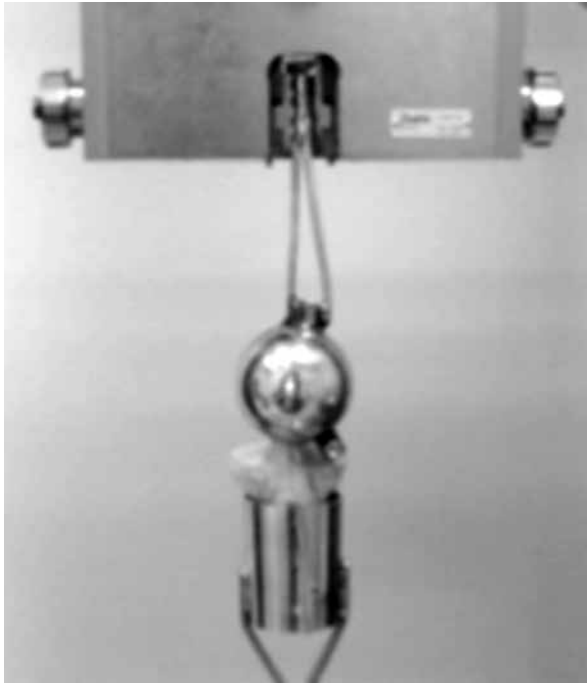
Patellar tendon yırtıklarında serbest tendon greftini interferens çivisiyle tespit ederek yaptığımız tamir sonrasında ortalama kopma kuvveti 575 ± 140 N (en yüksek 810 N, en düşük 420 N) olarak tespit edildi (Tablo 1). Çalışmamızda cinsiyete göre tamir sonrası kopma kuvvetinin erkeklerde ortalama 600 N, kadınlarda 525 N olduğu bulundu.

TARTIŞMA

Çalışmamızda tendon greftiyle tamir edilen patella tendonunun, çekme testi sonucunda tespit edilen ortalama 575 N'luk (erkeklerde 600 N, kadınlarda 525 N) tendon kopma gücü diğer tekniklerle yapılan tamirlerin sonuçlarına^[5,7,9-13] yakındır ve diğer teknikler ile yapılan tamirlerle mukayese edilebilecek tespit gücüne sahiptir.



Şekil 2. Tamir modelinin görünümü.



Şekil 3. Test öncesi ve sonrası modelin görünümü.

Bushnell ve ark.^[5,7] patellar tendon tamirlerinde klasik tedavi olan patellaya tüneller açıp dikiş materyalleri ile yapılan tamir yöntemini dikiş çapa ile karşılaştıran çalışmalar yapmış ve bu çalışmalarda 2 numara dikiş ile tamirde 779 N, 5 numara etibond ile 763 N, 2 numara fiber kablo ile 730 N büyüklüğünde kopma kuvvetleri ölçmüşlerdir. Çalışmamızda en yüksek 810 N, en düşük 420 N kopma kuvvetleri ölçüldü ve ortalama değeri 575 N olarak bulundu. Bu sonuçlarla Bushnell ve ark.nın^[5,7] tespit yöntemine yakın bir değer

elde edilmiştir. Ancak onlar çalışmalarını tekrarlayan yükleme yöntemiyle yapmışlardır.^[7]

Bizim çalışmamızda tamir, tek tendon grefti ile yapıldı. Tespit gücünü artırmak için iki bant şeklinde tamir yapılabilir ve böylece kopma kuvveti daha büyük değerlere çıkartılabilir.

Aydın ve ark.^[6] aynı çivi ile Hamstring tendonlarını kullanarak yaptıkları ön çapraz bağ tamirlerinin sonucunu bildiren deneysel çalışmalarında, ortalama 400 N kopma gücü bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise ortalama kopma gücü 575 N olarak bulundu. Bu farkın, çalışmamızda tespitin iki taraflı uygulanmasından kaynaklanmış olabileceği düşünüldü.

Turhan ve ark.^[8] ön çapraz bağ tamirlerinde patellar tendonun $\frac{1}{3}$ ortasını alıp bir adet interferens çivisi ile yaptıkları tamir sonucunda kopma gücünü ortalama 550 N olarak ölçmüşlerdir, bu sonuç bizim çalışmamızla benzerdir.

Çalışmamızda, tamirlerde hem biyomekanik olarak uygunluk açısından hem de patellar tendonun orta kısmından geçen yükün diğer kısımlar ile yaklaşık aynı miktarda yüke dayanıklı olması açısından interferens çivisi ile tamir bu bölgelerden yapıldı.^[9]

Capiola ve Re.^[10] yaptıkları çalışmada iki patellar tendon yırtığı olgusunu dikiş çapa ile tamir etmişler ve sonuçlarının iyi olduğunu göstermişlerdir. Makalelerinde 71 kg'lık ilk olgularının patellofemoral bölgesine binen yükün vücut ağırlığının 0.5 katı olacağını hesap ederek 35.5 kg yük bineceğini bununla yaklaşık 350 N olacağını bildirmişler. Kullandıkları dikiş çapanın kopma gücünün kansellöz kemiklerde yaklaşık 55 kg civarı olduğunu bu nedenle yaptıkları tespit

TABLO I

Tendon greftiyle tamir sonrası germe testi sonucunda kopma değerleri

Örnek (No)	Cinsiyet	Tamir sonrası kopma kuvveti (Newton)	Tamir sonrası kopma yeri
1	E	470	Tibial taraftan kopma
2	E	500	Tibial taraftan kopma
3	K	420	Patellar taraftan kopma
4	E	770	Tibial taraftan kopma
5	K	460	Patellar taraftan kopma
6	E	570	Patellar taraftan kopma
7	K	810	Tibial taraftan kopma
8	E	535	Patellar taraftan kopma
9	K	420	Patellar taraftan kopma
10	E	605	Tibial taraftan kopma
11	E	570	Patellar taraftan kopma
12	E	780	Patellar taraftan kopma

gücünün bu hastada yeterli olacağını savunmuşlardır. Bizim sonuçlarımızda ise tespit materyalimizin kopma gücünün ortalama olarak kullanılan çapadan yüksek olduğu görüldü (575 N=57,5 kg).

Barber ve ark.^[11] çalışmalarında 2 numara etibondun 92 N, 5 numara etibondun 193 N; no 2, no 5 ve 2-0 fiber kablonun sırayla 188, 483, 82 N kopma gücünde olduğunu göstermişlerdir. Dikiş çapanın bunlardan daha üstün olduğunu ve yaklaşık 550 N kopma gücünün olduğunu tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda bulunan kopma gücü ise bu sonuçlardan daha yüksek idi ve dikiş çapaya göre daha iyi bir alternatif olabileceği görüldü.

Barber ve ark.^[12] bazı dikiş materyalleri ile çapaların kopma güçlerini karşılaştıran bir başka çalışmaları da; emilebilir dikiş materyallerinin kopma gücünü en yüksek 280 N, polietilen fiber kablonun kopma gücünü en yüksek 303 N olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızdaki tespit kopma gücü bunlardan yüksek bulundu.

Başka bir çalışmada Barber ve ark.^[13] çeşitli tespit materyallerinin kopma güçlerini ölçmüş ve 168 N ile 503 N arası değişen değerler bildirmişlerdir. Bu çalışmada sadece bir çeşit çapanın kopma gücü 712 N olup en yüksek değer olarak belirtilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler bu çalışmanın sonuçlarına göre daha yüksekti ve sadece belirtilen çapa ile benzerdi.

Krackow ve ark.,^[14] tendonun kemiğe basit dikişlerle tespitinin biyomekanik incelenmesinde tamirin 100 N kopma gücünde olduğunu, güçlü dikiş materyalleri ile yapılan duble dikişlerin 392 N, staple ile yapılan tespitlerin ise 208 N güçte olduğunu, ancak kemik kalitesine ve staple tespitinin iyi uygulanmasına göre 400 N'e kadar çıkan güçte olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen değerlerin bu çalışmada bildirilen sonuçlardan daha yüksek olduğu görüldü; kullandığımız tespit yönteminin dikiş materyalleri ve staple ile yapılan tespite göre daha iyi sonuçlar verebileceği düşünüldü.

Çalışma modelinde tüm yumuşak dokular tamamıyla temizlendiği için çevre kas ve yumuşak dokuların elde edilen sonuçlara etkisi olmamıştır.^[15,16]

Dize sadece ekstansiyonda tek yönlü çekme yapılması, kemik dansitometre çalışması yapılmamış olması çalışmamızın sınırlılıklarıdır.

Patellar tendon defekti modelinde, serbest tendon greftinin interferens çivisi kullanılarak tespit edilmesiyle elde ettiğimiz sonuçlar, literatürdeki diğer tendon tamiri yöntemleriyle karşılaştırıldığında, onlara eşit veya daha yüksek tespit kuvvetine sahiptir.

Özellikle patellar tendonun tamamen kaybedildiği durumlarda (neglected rupture) patellar tendonun yeniden yapımı adına tavsiye edilebilir bir yöntem olduğu kanaatine varıldı.

Çıkar çakışması beyanı

Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çakışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansman

Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Insall J.N. Surgery of the knee. In: Insall J, editor.. Total Knee Replacement. New York: Churchill Livingstone; 1984. p. 587-695.
2. Henry DC, Scott N. Anatomy, surgery of the knee. 3rd ed. Section 3: Biomechanics, Muhammed R. Mahfouz. New York: Churchill Livingstone; 2001. p. 13-71.
3. Atik OS, Bölükbaşı S, Kanatlı U. Does surgical repair of acute Achilles tendon rupture cause structural changes on 15-year follow-up? Eklem Hastalık Cerrahisi 2011;22:54-5.
4. Öztürk S, Kılıç D. What is the economic burden of sports injuries? Eklem Hastalık Cerrahisi 2013;24:108-11.
5. Bushnell BD, Byram IR, Weinhold PS, Creighton RA. The use of suture anchors in repair of the ruptured patellar tendon: a biomechanical study. Am J Sports Med 2006;34:1492-9.
6. Aydın H, Kerimoğlu S, Citlak A, Turhan AU. Initial fixation strength of interference nail fixation for anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon graft (experimental study). Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2004;12:94-7.
7. Bushnell BD, Tennant JN, Rubright JH, Creighton RA. Repair of patellar tendon rupture using suture anchors. J Knee Surg 2008;21:122-9.
8. Turhan AU, Aynacı O, Aydın H, Biyiklioğlu A. A new interference nail fixation for anterior cruciate ligament soft tissue grafts. Surg Sports Traumatol Arthrosc 2000;8:214-7.
9. Matava MJ, Hutton WC. A biomechanical comparison between the central one-third patellar tendon and the residual tendon. Br J Sports Med 1995;29:178-84.
10. Capiola D, Re L. Repair of patellar tendon rupture with suture anchors. Arthroscopy 2007;23:906.e1-4.
11. Barber FA, Herbert MA, Richards DP. Sutures and suture anchors: update 2003. Arthroscopy 2003;19:985-90.
12. Barber FA, Herbert MA, Coons DA, Boothby MH. Sutures and suture anchors--update 2006. Arthroscopy 2006;22:1063.e1-9.
13. Barber FA, Herbert MA, Beavis RC, Barrera Oro F. Suture anchor materials, eyelets, and designs: update 2008. Arthroscopy 2008;24:859-67.
14. Krackow KA, Thomas SC, Jones LC. Ligament-tendon fixation: analysis of a new stitch and comparison with standard techniques. Orthopedics 1988;11:909-17.
15. Esen E, Doğramacı Y, Kömürçü M, Kanatlı U, Bölükbaşı S,

Atahan AO. Biomechanical comparison of fixation of two-part osteoporotic neck fracture of the proximal humerus using uni-planar and multi-planar Kirschner wire. *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi* 2009;20:114-8.

16. Karakaşlı A, Yıldız DV, Kumtepe E, Kızmaoğlu C, Havıçioğlu H. Biomechanical comparison of intact lumbar lamb spine and endoscopic discectomized lamb spine. *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi* 2013;24:33-8.