



Tendon onarımlarında kullanılan dikiş tekniklerinin biyomekanik açıdan incelenmesi

Levent YALÇIN¹, M. Selman DEMİRCİ², Mehmet ALP¹, Salih Murat AKKIN², Burak ŞENER¹, Jürgen KOEBKE³

¹Manus - El Grubu, İstanbul;

²İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, İstanbul;

³Köln Üniversitesi II. Anatomi Enstitüsü, Köln, Almanya

Amaç: Bu çalışmada farklı tendon dikiş tekniklerinin çekme dayanımı ve erken aktif hareket açısından uygunluğu değerlendirildi.

Çalışma planı: Taze donmuş kadavra ellerinden elde edilen 40 fleksör digitorum profundus (FDP) tendonuna onarım uygulandı. Tendonlar 8'erlikten 5 gruba ayrıldı. Birinci gruba, proksimalden kilitli 2 kollu modifiye Kessler, ikinci gruba 4 kollu Strickland, üçüncü gruba 4 kollu modifiye Kessler (epitenon dikişsiz), dördüncü gruba da ise 4 kollu modifiye Kessler (epitenon kişli) dikiş teknikleri uygulandı. Geri kalan 8 adet tendon ise kontrol grubunu oluşturdu. Farklı tendon dikiş tekniklerinin gücü Instron® cihazı ile ölçüldü.

Bulgular: Birinci grubun ortalama dayanma gücü 39.89±9.65 Newton (N), ikinci grubun ortalama dayanma gücü 39.64±9.14 N, üçüncü grubun ortalama dayanma gücü 50.29± 11.24 N, dördüncü grubun ortalama dayanma gücü 54.47±6.83 N, kontrol grubunun ortalama dayanma gücü ise 119±17.59 N olarak saptandı. Bu sonuçlara göre dördüncü grubun çekme dayanımı birinci gruba göre ve üçüncü grubun çekme dayanımı birinci gruba göre anlamlı şekilde yüksek bulundu (p<0.05). İkinci grubun çekme dayanımı ile birinci grubun çekme dayanımı arasında anlamlı fark saptanmadı (p>0.05).

Çıkarımlar: Bulgularımıza göre epitenon dikişli olsun veya olmasın 4 kollu dikişlerin çekme dayanımı 2 kollu dikişlerin çekme dayanımına göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksektir. Uyguladığımız tüm dikiş teknikleri erken hareket verebilmek için yeterli güce sahiptiler.

Anahtar sözcükler: Dikiş tekniği; kadavra; kontrollü aktif hareket; tendon; yapışıklık.

Zone 2 fleksör tendon onarımı sonrası fonksiyonların tekrar kazanılması tüm el cerrahları için sorun olmaya devam etmektedir. Geçmişte bazı yazarlar, primer onarımdan daha çok tendon grefti ile onarımı önermişlerdir.^[1] Bununla birlikte daha sonraki çalışmalar sonucunda bu görüş değişmiş ve primer onarım önerilen tedavi olmuştur.^[2] Primer onarım sonrası ise, cerrahlar, tendon kopması, yapışıklık, eklemelerde hareket kısıtlılığı gibi komplikasyonlarla karşılaşmaya başlamışlardır. Tendon kopması komplikas-

yonunu engellemek için tendon onarımı sonrası uygulanan hareketsiz tespitin yol açtığı yapışıklık cerrahlar için ciddi sorun oluşturmuş ve tedaviyi olumsuz etkilemiştir. Bu komplikasyonu azaltmak için bazı yazarlar tarafından tendon onarımı sonrası erken hareket kavramı ortaya atılmıştır.^[3,4] Bu çalışmalarda onarım sonrası erken başlanan hareketin tendon onarım gücünü arttırdığı, daha az yapışıklığa sebep olduğu ve daha iyi fonksiyonel sonuçlara yol açtığı gösterilmiştir.^[3-8] Ameliyat sonrası verilecek er-

ken aktif hareket için güçlü dikiş gücü gerektiğinden, yazarlar tendon kopması komplikasyonunu en aza indirecek dikiş teknikleri üzerinde çalışmaya başlamışlardır.^[9-14]

Biz, bu kadavra çalışmamızda, farklı tendon dikişlerinin, kopma gücünü ölçerek çekme dayanımı açısından erken aktif hareket için yeterliliğini araştırmayı amaçladık.

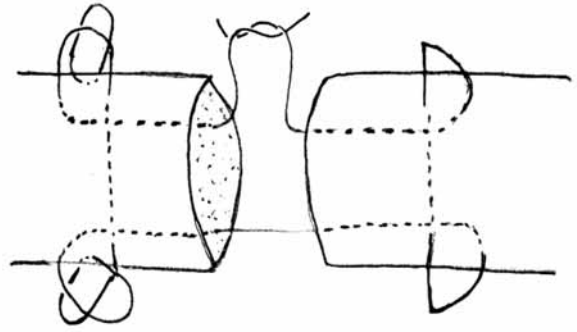
Gereç ve yöntem

Köln Üniversitesi II. Anatomi Enstitüsü'nde yaptığımız çalışmada -20 derecede dondurulmuş 4-6 haftalık 7 erişkin kadavraya (5 erkek, 2 kadın; ortalama yaş: 74; dağılım: 68-84) ait 14 elin işaret, orta ve yüzük parmakları kullanıldı. Metakarpofalangeal eklemin volarinden yapılan insizyonla izole edilen 40 adet fleksör digitorum profundus (FDP) tendonu 8'erlikten olarak 5 gruba ayrıldı. Birinci grupta proksimalden kilitli 2 kollu modifiye Kessler (Şekil 1), ikinci grupta 4 kollu Strickland (Şekil 2), üçüncü grupta 4 kollu modifiye Kessler (periferik dikişsiz), dördüncü grupta ise 4 kollu modifiye Kessler (periferik dikişli) dikiş teknikleri kullanıldı (Şekil 3). Sağlam olan 8 adet FDP tendonu ise kontrol grubu olarak oluşturuldu. Dikişler aynı cerrah tarafından atıldı. Dikiş materyali olarak, tendon için 4/0 Ethibond® (Ethicon, Johnson and Johnson Medical Ltd., Edinburgh, İskoçya) ve epitenon dikiş için 6/0 Prolene® (Ethicon, Johnson and Johnson Medical Ltd., Edinburgh, İskoçya) kullanıldı.

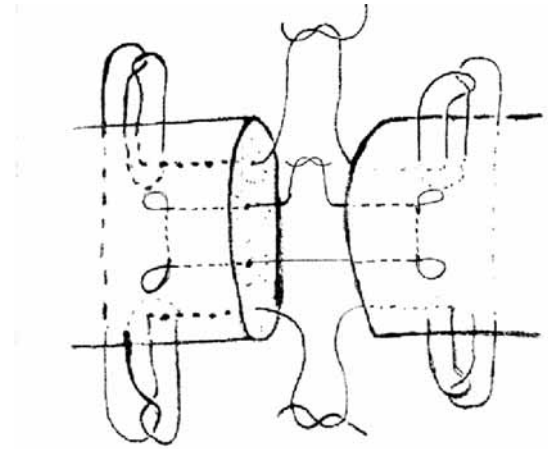
Tendon sağlamlığı Instron® cihazı (Instron Corp., Norwood, MA, ABD) ile ölçüldü (Şekil 4a ve b). Tüm ölçümler aynı kişi tarafından yapıldı. Her bir grup tendon, dikiş uygulandıktan sonra distal falanks yapışma yeri ile kas tendon kavşağı arasından izole edilip serum fizyolojikle ıslatılmış gazlı bez içinde saklandı. İşlem biter bitmez tendon Instron® cihazında incelendi. Test, tendonların proksimal ve distal uçlarının Instron® cihazının kelepçeleri ile 20 mm/dk'lik çekme hızıyla gerilmesi esasına göre yapıldı. Ölçüm özel bir program aracılığı ile bilgisayara aynı anda kaydedildi. Sonuçlar istatistiksel olarak SPSS 10.0 programı, çift yönlü Mann-Whitney U testine göre değerlendirildi.

Bulgular

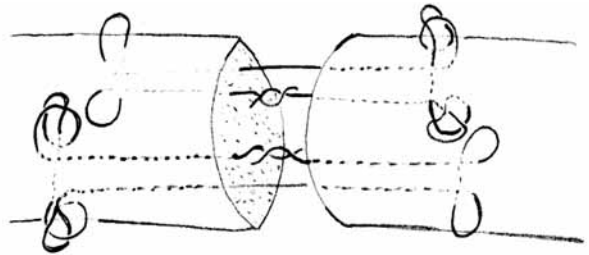
Tendonların ortalama dayanma gücü 2 kollu modifiye Kessler tekniğinde 39.89±9.65 Newton (N); 4 kollu Strickland tekniğinde 39.64±9.14 N; epitenon dikişsiz 4 kollu modifiye Kessler dikişinde 50.29±



Şekil 1. Proksimal uçtan kilitli modifiye Kessler tekniği.



Şekil 2. Strickland tekniği.



Şekil 3. Dört kollu modifiye Kessler tekniği.

11.24 N; epitenon dikişli 4 kollu Kessler dikişinde 54.47±6.83 N; sağlam bırakılmış tendonlarda ise ortalama 119±17.59 N olarak ölçüldü (Şekil 5). Proksimalden kilitli 2 kollu modifiye Kessler dikişi ile 4 kollu Strickland tekniği arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmazken, epitenon dikişli 4 kollu modifiye Kessler (U=34; p>0.05) ve epitenon dikişsiz 4 kollu modifiye Kessler (U=49; p<0.05) teknikleriyle aralarında anlamlı derecede fark bulundu.



Şekil 4. (a) Instron® cihazı ve (b) tendon dayanma gücü ölçümü cihazı. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki online versiyonunda renkli görülebilir]

Değerler arasında 10 N'lik fark olduğunda sonuç anlamlı farkın var olduğu yönünde değerlendirildi.

Kontrol grubu olan sağlam tendonların tüm dikiş teknikleri ile aralarında anlamlı fark bulundu ($U=64$, $p<0.05$). Dikiş tekniklerinin hiçbiri sağlam tendon gücüne erişememekteydi.

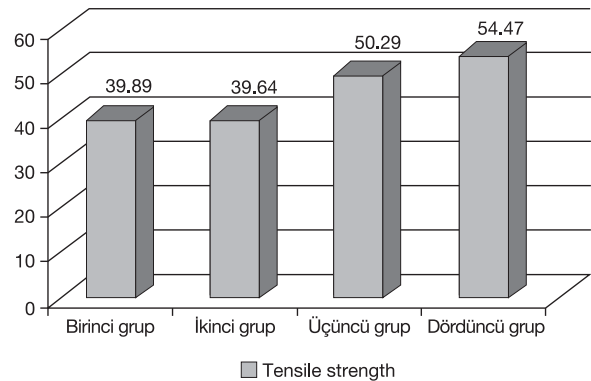
Tartışma

Gelberman ve ark.'nın^[3] köpekler üzerinde, Hitchcock ve ark.'nın^[4] tavuklar üzerinde yaptığı çalışmalarda, tendon onarımı sonrası başlanacak aktif erken hareketin, tendonun dayanma gücü ve kayma fonksiyonunu iyileştirdiği gösterilmiştir. Hitchcock ve ark., yaptıkları çalışmada, tavukların merkezi parmaklarındaki profundus kesilerini onarmışlardır. Bu tavukların bir kısmına alçı yaparak parmaklarını hareketsiz bırakmışlar, diğer kısmına atel yaparak aktif hareket vermişlerdir. Onarım sonrasında bu tavukları 0, 5, 15, 20, 30 ve 40. günlerde öldürmüşler, ödem ve yapışıklık açısından incelemişlerdir. Onarım sonrası 5. günden itibaren her evrede aktif hareket verilen tendonların, hareketsiz bırakılan tendonlara göre dayanma güçlerinin anlamlı olarak fazla, yapışıklık oranlarının ise anlamlı olarak az olduğunu göstermişlerdir. Bunun sonucunda onarılmış tendonlarda daha iyi hareket elde etmek için son yıllarda aktif hareket protokolleri daha sık uygulanmaya başlamıştır.^[5-8,10]

Strickland ve ark.,^[8] yaptıkları klinik çalışmada zone 2 fleksör tendon onarımları sonrası, hastaların

bir kısmına 3.5 hafta atel ile hareketsiz tespit, bir kısmına ilk 5 gün içinde aralıklı pasif hareket vermişler ve sonuçları değerlendirmişlerdir. Hareket açıklığı açısından tendonlara pasif hareket verilen grupta, tendonları hareketsiz bırakılan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Bu protokoller uygulanırken tendon kopma olasılığının aktif hareket içermeyen protokollere göre daha fazla olması nedeniyle daha güçlü dikiş teknikleri üzerindeki çalışmalar artmıştır. Schuind ve ark.'nın^[15] yaptığı çalışmada, 2. parmak aktif distal interfalangeal eklem fleksiyonunda FDP'ye binen yük ortalama 18.6 N, başparmak interfalangeal flek-



Şekil 5. Uygulanan dikiş tekniklerinin gruplara göre ortalama dayanma güçleri (Newton).

siyonunda FDP'ye binen yük ortalama 17.6 N'dir. Parmak ucu çimdik hareketinde ise, FDP üzerine çok daha fazla (81.3 N) yük biner. Bu nedenle yazarlar, aktif hareket verebilmek için bu değerlerin üzerine çıkacak bir tendon onarım gücü olmasını önermektedirler.

Thurman ve ark.'nın^[12] yaptığı kadavra çalışmasında, 2 kollu dikiş, 4 kollu dikiş ve 6 kollu dikiş teknikleri biyomekanik olarak incelenmiş ve 6 kollu dikiş tekniğinin kopma gücünün 4 kollu ve 2 kollu dikiş tekniklerinden anlamlı olarak yüksek olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada dayanma gücü açısından 6 kollu dikiş (Savage) tekniğinin ortalama gücü 78.7 N, 4 kollu dikiş (Strickland) tekniğinin ortalama gücü 43 N ve 2 kollu modifiye Kessler dikiş tekniğinin ortalama gücü ise 33.9 N bulunmuştur. Uygulamada 2 kollu dikiş tekniklerinin tekrar eden yüklemelere karşı koyamadığı, ancak 4 kollu ve 6 kollu dikişlerin karşı koyduğu görülmüştür.

Barrie ve ark.'nın^[9] yaptığı bir başka çalışmada 2, 4 ve 6 kollu dikiş teknikleri bir diğeriyle kıyaslanmış; 6 kollu dikiş tekniğinin kopması için gereken güç, 2 ve 4 kollu tekniklerdekinden anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Ayrıca, aynı çalışmada, 4 kollu dikiş tekniğinin kopması için gereken gücün 2 kollu dikiş tekniğinin kopması için gereken güçten anlamlı derecede yüksek olduğu gösterilmiştir.

Winters ve ark.'nın^[11] biyomekanik çalışmalarında, yazarlar 24 köpeği 4'lü gruplar halinde ayırarak, gruplara sırasıyla Savage, Tajima, Kessler veya 8 kollu dikişler atarak dayanma gücünü ölçmüşlerdir. Yazarlar, sonuçta, 8 kollu teknik ile dikilmiş tendonların 3 ve 6. haftalardaki kopma gücünün, uyguladıkları diğer tekniklere göre anlamlı olarak yüksek olduğunu saptamışlar ve tendonların rehabilitasyonun erken döneminde daha yüksek güç uygulamasına dayanabileceklerini belirtmişlerdir.

Dikiş sayısının artması ile tendon dikiş gücünün artmasına karşın, dikiş kolu sayısının 4'ten fazla olduğu tekniklerde ise komplikasyon oranının arttığı gösterilmiştir.^[14] Wagner ve ark.,^[14] çalışmalarında, 6 kollu Savage tekniğinin kopma gücünün deneyde çalışılan diğer tekniklerden yüksek olmasına karşın, tekniğin tendon uçlarını zarara uğrattığını göstermişlerdir. Ayrıca dikiş sayısının fazla olması sebebiyle tendonun kalınlığının arttığı, bu yüzden tendonun kılıf içinde kaymasının zorlaştırdığını belirtmişler ve bu durumun tendon kopmasına sebep olabileceğini bildirmişlerdir. Barrie ve ark.'nın yaptığı çalışmada

4 kollu dikiş tekniğinin teknik kolaylık, kopma gücü, kılıf içinde kayma kolaylığı açısından en ideal dikiş tekniği olduğu belirtilmiştir.^[9]

Bizim yaptığımız çalışmada da, epitenon dikişi olsun veya olmasın 4 kollu modifiye Kessler dikiş tekniğinin kopma gücünün 2 kollu modifiye Kessler tekniğinin kopma gücüne göre anlamlı olarak yüksek olduğunu gördük. Bu bakımdan, dikiş kolu sayısı fazla olan teknikler kullanıldıkça, dikilmiş tendonun kopma gücünün arttığı söylenebilir. Çalışmamızda Strickland dikiş tekniği ile 4 kollu modifiye Kessler tekniğinin kopma gücü arasında anlamlı fark bulduk. Her ikisi de 4 kollu olmasına rağmen, 4 kollu Kessler dikişinin kopma gücünün, Strickland dikişine göre anlamlı olarak farklı olmasının sebebinin kavrayıcı dikiş sayısına bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Çünkü Strickland dikişinde gerçek kavrayıcı dikiş sayısı 4 iken çifte-modifiye Kessler'de bu sayı 8'dir. Bu nedenle tendondan geçen dikiş sayısı kadar, kavrayıcı dikiş sayısını da dikkate alarak sınıflandırma yapmak daha doğru olabilir. Hotokezaka ve ark.'nın yaptığı çalışmanın da 2 kollu kilitli dikiş uygulamalarının kopma gücünün 2 kollu kilitli dikişlere göre anlamlı olarak daha fazla olduğunu göstermesi, bu varsayımımızı destekler niteliktedir.^[16]

Sonuç olarak bu çalışmamızda uyguladığımız dört tendon dikiş tekniğinin tamamının erken aktif hareket için uygun olduğunu düşünüyoruz. Tendon dayanım gücü açısından dikiş kolu sayısı kadar kavrayıcı dikiş sayısının da önemli olduğu; epitenon dikişli veya dikişsiz 4 kollu tekniklerin, iki kollu dikiş tekniğine göre dayanım gücünün anlamlı şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

1. Bunnell S. Repair of tendons in the fingers. Surg Gynecol Obstet 1922;35:88-97.
2. Kleinert HE, Kutz JE, Atasoy E, Stormo A. Primary repair of flexor tendons. Orthop Clin North Am 1973;4:865-76.
3. Gelberman RH, Manske PR, Akeson WH, Woo SLY, Lundborg G, Amiel D. Flexor tendon repair. J Orthop Res 1986;4:119-28.
4. Hitchcock TF, Light TR, Bunch WH, Knight GW, Sartori MJ, Patwardhan AG, et al. The effect of immediate constrained digital motion on the strength of flexor tendon repairs in chickens. J Hand Surg Am 1987;12:590-5.
5. Baktir A, Türk CY, Kabak S, Sahin V, Kardas Y. Flexor tendon repair in zone 2 followed by early active mobilization. J Hand Surg Br 1996;21:624-8.
6. Kayalı C, Eren A, Ağuş H, Arslantaş M, Özçalabı İT. The results of primary repair and early passive rehabilitation in

- zone II flexor tendon injuries in children. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2003;37:249-53.
7. Silfverskiöld KL, May EJ. Flexor tendon repair in zone II with a new suture technique and early mobilization program combining passive and active flexion. *J Hand Surg Am* 1994;19:53-60.
 8. Strickland JW, Glogovac SV. Digital function following flexor tendon repair in Zone II: a comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. *J Hand Surg Am* 1980;6:537-43.
 9. Barrie KA, Wolfe SW, Shean C, Shenbagamurthi D, Slade JF 3rd, Panjabi MM. A biomechanical comparison of multi-strand flexor tendon repairs using an in situ testing model. *J Hand Surg Am* 2000;25:499-506.
 10. Osada D, Fujita S, Tamai K, Yamaguchi T, Iwamoto A, Saotome K. Flexor tendon repair in zone II with 6-strand techniques and early active mobilization. *J Hand Surg Am* 2006;31:987-92.
 11. Winters SC, Gelberman RH, Woo SL, Chan SS, Grewal R, Seiler JG 3rd. The effects of multiple-strand suture methods on the strength and excursion of repaired intrasynovial flexor tendons: a biomechanical study in dogs. *J Hand Surg Am* 1998;23:97-104.
 12. Thurman RT, Trumble TE, Hanel DP, Tencer AF, Kiser PK. Two-, four-, and six-strand zone II flexor tendon repairs: an in situ biomechanical comparison using a cadaver model. *J Hand Surg Am* 1998;23:261-5.
 13. Savage R. In vitro studies of a new method of flexor tendon repair. *J Hand Surg Br* 1985;10:135-41.
 14. Wagner WF Jr, Carroll C 4th, Strickland JW, Heck DA, Toombs JP. A biomechanical comparison of techniques of flexor tendon repair. *J Hand Surg Am* 1994;19:979-83.
 15. Schuind F, Garcia-Elias M, Cooney WP 3rd, An KN. Flexor tendon forces: in vivo measurements. *J Hand Surg* 1992;2:291-8.
 16. Hotokezaka S, Manske PR. Differences between locking loops and grasping loops: effects on 2-strand core suture. *J Hand Surg* 1997;22:995-1003.