



# Kadavra koyun omuzlarında küçük ve orta boy rotator manşet yırtıklarında yırtık boyutu ile dikiş tekniğinin karşılaştırılması

Ulaş ONAY<sup>1</sup>, Sercan AKPINAR<sup>2</sup>, Rahmi Can AKGÜN<sup>3</sup>, Cenk BALÇIK<sup>4</sup>, İsmail Cengiz TUNCAY<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dr. Sami Ulus Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara;

<sup>2</sup>Başkent Üniversitesi Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Adana;

<sup>3</sup>Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara;

<sup>4</sup>Başkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara

**Amaç:** Bu çalışmada farklı uzunluktaki rotator manşet yırtıklarında yeni düğümsüz tek sıralı ve çift sıralı dikiş ankor teknikleri ile geleneksel transosseöz dikiş teknikleri ile karşılaştırıldı.

**Çalışma planı:** Elli altı kadavra koyun omuzunda, tek sıralı düğümsüz ankor tekniği ile onarılan 1 cm'lik supraspinatus manşet yırtıkları ve çift sıralı düğümsüz ankor tekniği ile onarılan 3 cm'lik supraspinatus ve infraspinatus rotator manşet yırtıkları geleneksel transosseöz dikiş teknikleri ve kontrol grupları ile karşılaştırıldı. Onarılan tendonlar, Instron 8874 cihazına bağlanarak 2.5 kgN yük hücresi kullanılarak 5mm/dk statik hız ile yapılan onarım kopana dek çekildi.

**Bulgular:** İstatistiksel olarak karşılaştırıldığı zaman 1 cm'lik transosseöz grubunun 1 cm'lik kontrol grubuna göre ( $p=0.021$ ,  $p<0.05$ ), 3 cm'lik SpeedBridge grubunun 1 cm'lik SpeedFix grubuna göre anlamlı bir şekilde üstün olduğu ( $p=0.012$ ,  $p<0.05$ ) saptandı. Diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık görülmedi.

**Çıkarımlar:** Yeni düğümsüz dikiş ankor teknikleri ile geleneksel transosseöz dikiş teknikleri arasında anlamlı bir farklılık gözükmemektedir.

**Anahtar sözcükler:** Düğümsüz dikiş ankor; geleneksel transosseöz dikiş; rotator manşet yırtığı.

Rotator manşet yırtıkları; akut veya kronik, kısmi veya tam kat yırtık, travmatik veya dejeneratif olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca, rotator manşet yırtıkları, yırtık boyutuna göre; küçük yırtıklar (<1 cm), orta büyüklükte yırtıklar (1-3 cm), büyük yırtıklar (3-5 cm) ve masif yırtıklar (>5 cm) şeklinde sınıflandırılır.<sup>[1]</sup>

Rotator manşet onarımında amaç, yüksek başlangıç tespit gücü elde etmek, aralık oluşmasını azaltmak ve tendon-kemik biyolojik iyileşmesini en uygun hale getirmektir.<sup>[2]</sup> Mevcut klinik kullanımda transosseöz, tek sıra-

lı, çift sıralı ve transosseöz dengi çift sıralı dikiş teknikleri gibi çok sayıda cerrahi dikiş tekniği mevcuttur. Tendon yırtık tespitini biyolojik iyileşme gerçekleşene kadar yerinde tutan yeni düğümsüz dikiş teknikleri de mevcuttur.

Bu çalışmanın amacı, kadavra koyun omuzlarında farklı uzunluktaki rotator manşet yırtıklarında yeni düğümsüz tek sıralı dikiş ankor tekniği (SpeedFix; Arthrex Inc., Naples, FL, ABD) ve çift sıralı dikiş ankor tekniği (SpeedBridge; Arthrex Inc., Naples, FL, ABD) ile transosseöz dikiş tekniklerini karşılaştırmaktır. Bizim hipote-

**Yazışma adresi:** Dr. Ulaş Onay, Dr. Sami Ulus Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Babür Caddesi No: 44, 06080 Altındağ, Ankara.

Tel: 0312 - 305 60 00 e-posta: ulaso@mynet.com

**Başvuru tarihi:** 03.06.2012 **Kabul tarihi:** 03.02.2013

©2013 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu  
www.aott.org.tr adresinde  
doi:10.3944/AOTT.2013.2935  
Karekod (Quick Response Code):



zimiz, düğümsüz dikiş ankor tekniklerinin daha güvenli tespit sağlayacağı idi.

### Gereç ve Yöntem

Benzer tendon kalınlığı elde edebilmek amacıyla 8-12 ay yaş aralığındaki 56 kadavra (14 sağ, 42 sol) koyun omuzu kullanıldı. Omuzlar kesim sonrası 6-12 saat içerisinde  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de depolandı ve çalışmadan 4-6 saat önce oda sıcaklığında eritildi. Humerus hemen dirsek eklemi üzerinden transvers olarak kesildi ve skapula olduğu gibi korundu. Kaslar aynı cerrah tarafından dikkatli bir şekilde kesildi ve supraspinatus, infraspinatus ve subskapularis kas ve tendonları korundu. Omuzlar tuzlu su ile nemli tutuldu. Supraspinatus tendonu 1 cm'lik yırtıklar için, supraspinatus ve infraspinatus tendonları birlikte 3 cm'lik yırtıklar için kullanıldı, zira supraspinatus veya infraspinatus tendonu tek başına bu amaç için yeterli kalınlıkta değildi. İnfraspinatus tendonu, insan supraspinatus tendonu ile benzer biyomekanik, anatomik ve histolojik özellikleri nedeniyle tercih edildi.<sup>[3]</sup>

Supraspinatus tendonu, büyük tüberküle yapışma noktasından, 1 cm'lik yırtık oluşturmak için keskin bir şekilde kesildi (Şekil 1).

Supraspinatus ve infraspinatus tendonları, yapışma noktalarından 3 cm'lik yırtık oluşturulmak üzere keskin bir şekilde kesildi (Şekil 2).

Düğümsüz dikiş ankor tekniği (SpeedFix) küçük, geri kaçmayan yırtıklar için tasarlanmış ve çalışmamızda 1 cm'lik rotator manşet yırtıkları için kullanılmıştır. Ankor sistemi 2 mm genişliğinde ipe sahiptir ve 5.5 mm kalınlığında biyo-emilebilir ankor cismi ile vidalanır.

SpeedFix tekniğinde, ipin her iki ucu tendonun yapışma yerinin 10 mm medialinden içten dışa doğru serbest olarak geçirildi. Sonra ip uçları ankor cisminde ge-

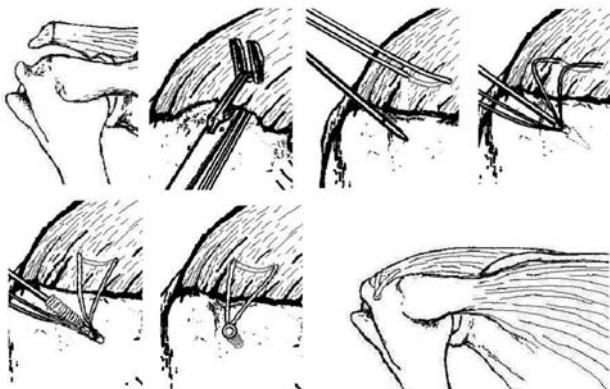
çirildi. Kemik yüzeyine  $45^{\circ}$  açı ile kemik yuvası açıldı ve ankor cismi kemik korteksinin altına gömülüne dek ankor vidalandı (Şekil 1).

SpeedBridge tekniğinde, ilk önce ip uçları iki ankora cismine takıldı ve medial sıra ankoru olarak kullanılmak üzere kemik yuvası hazırlandı. Daha sonra ip uçları tendon uçlarının 10 mm medialinden içten dışa doğru serbest olarak geçirildi. Daha sonra her bir medial sıra ankordan diagonal şekilde birer ip ucu alınıp iki farklı ankora cismine tespit edildi. Son olarak, ankor tüberkülün 10 mm lateralinde kemik yüzeyine  $45^{\circ}$  açı ile hazırlanmış olan kemik yuvalarına ankor cisimleri kemik korteksinin altına gömülüne dek vidalandı (Şekil 2).

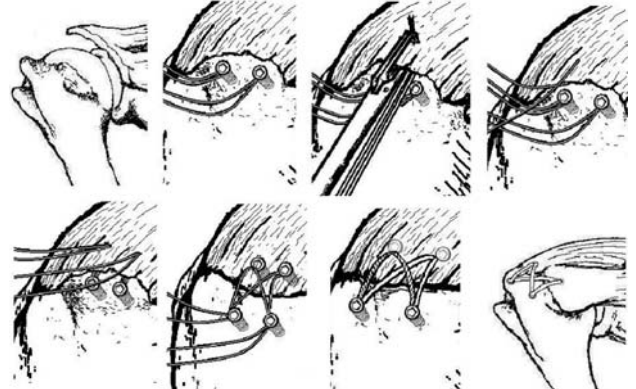
Transosseöz teknik için, tendon uçları benzer şekilde hazırlandı ve 1 cm'lik yırtıklar için aynı kalınlıktaki ip ile bir kemik tünelden bir adet primer basit dikiş ile; 3 cm'lik yırtıklar için iki kemik tünelden iki adet primer basit dikiş ile yırtıklar onarıldı. Kemik tüneller 6 mm genişliğinde delici ile serbest el tekniği ile hazırlandı.

Skapula, 3 delikli el yapımı klemp ve 3 adet vida ile tespit edildi. Humerus, skapula ile  $135^{\circ}$  derecelik açıyı simüle edecek şekilde 6.5 mm çapında 2 adet Schanz vidası kullanılarak eksternal fiksator yardımı ile tespit edildi. Onarılan tendonlar, Instron 8874 cihazına bağlanarak 2.5 kgN yük hücresi kullanılarak 5mm/dk statik hız ile yapılan onarım kopana ya da dikişler açılana dek çekildi (Şekil 3). Rotator manşet tamirlerinin dayanıklılığı analiz edilmek istendiği için sabit yük ile test edildi.

Omuzlar 5 gruba ayrıldı. Grup 1, 1 cm'lik supraspinatus yırtıklarındaki SpeedFix tekniği grubu 16 deneyden oluştu. Grup 2, 3 cm'lik supraspinatus ve infraspinatus yırtıklarındaki SpeedBridge grubu 11 deneyden oluştu. Grup 3, 1 cm'lik supraspinatus yırtıklarındaki transosseöz teknik grubu 9 deneyden oluştu. Grup 4, 3



**Şekil 1.** 1 cm'lik yırtıklar için supraspinatus tendonunun hazırlanması ve 1 cm'lik yırtıklar için düğümsüz tek sıra dikiş ankor tekniği.



**Şekil 2.** 3 cm'lik yırtıklar için supraspinatus ve infraspinatus tendonlarının hazırlanması ve 3 cm'lik yırtıklar için düğümsüz çift sıra dikiş ankor tekniği.

cm'lik supraspinatus ve infraspinatus yırtıklarındaki transosseöz teknik grubu ise 9 deneyden oluştu. Kontrol grubu olarak 3 adet suprapinatus tendon gücü ve 3 adet supraspinatus ve infraspinatus tendon güçleri birlikte test edildi.

Çalışmanın verileri SPSS v.15 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) paket programına aktarılarak değerlendirildi. Gruplar arası istatistiksel anlamlılığın belirlenmesinde Mann-Whitney U testinden yararlanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak belirlendi.

## Bulgular

Çalışmaya 56 kadvra koyun omuzu alınmıştı. Ancak, 4 omuz kas sıyırılması ve bir omuz da test sırasında skapulanın kırılması nedeniyle değerlendirme dışı bırakıldı.

Ortalama $\pm$ SS kopma kuvvetleri Grup 1 için  $176.4 \pm 121.9$  N; Grup 2 için  $341.7 \pm 173.8$  N; Grup 3 için  $229.3 \pm 187.3$  N ve Grup 4 için  $408.6 \pm 235.0$  N olarak ölçüldü. 1 cm'lik kontrol grubu için kopma kuvveti  $46.7 \pm 4.05$  N ve 3 cm'lik kontrol grubu için kopma kuvveti  $108.4 \pm 8.5$  N olarak ölçüldü (Tablo 1, Şekil 4).

İstatistiksel olarak 1 cm'lik SpeedFix grubu ile 1 cm'lik transosseöz grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı ( $p = 0.610$ ,  $p > 0.05$ ). Yine, 1 cm'lik SpeedFix grubu ile 1 cm'lik kontrol grubu arasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmedi ( $p = 0.094$ ,  $p > 0.05$ ).

Bununla birlikte, 1 cm'lik transosseöz grup 1 cm'lik kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, transosseöz grubun istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde üstün olduğu bulundu ( $p = 0.021$ ,  $p < 0.05$ ).

İstatistiksel olarak 3 cm'lik SpeedBridge grubu ile 3 cm'lik transosseöz grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı ( $p = 0.425$ ,  $p > 0.05$ ). Yine, 3 cm'lik SpeedBridge grubu ile 3 cm'lik kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık kaydedilmedi ( $p = 0.086$ ,  $p > 0.05$ ). 3 cm'lik transosseöz grup ile 3 cm'lik kontrol grubu arasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yoktu ( $p = 0.052$ ,  $p > 0.05$ ).

## Tartışma

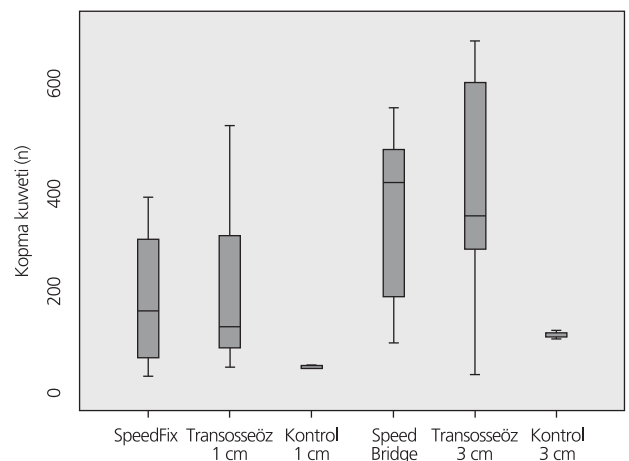
Rotator manşet hastalıklarına sıkça rastlanır. Vakaların büyük kısmı anti-enflamatuar ilaçlar, aktivite modifikasyonları, germe ve güçlendirme egzersizleri gibi cerrahi dışı tedaviler ile tedavi edilebilir. Cerrahi tedavi, tam kat yırtıkların çoğunda ve konservatif tedaviye yanıt vermeyen kısmi yırtıklarda endikedir. Rotator manşet yırtıkları cerrahi tedavisinin amacı, ağrısız normal hareket açıklığına, güce ve fonksiyona sahip bir omuz eklemi elde etmektir. Cerrahi tedavi sonrası en sık karşılaşılan komplikasyon yapılan onarımın kopmasıdır.<sup>[4,5]</sup> Ameliyat



**Şekil 3.** Instron 8874 cihazı üzerinde kadvra koyun omuzu fotoğrafı. [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]

sonrası görüntüleme tekniklerini kullanan birçok klinik çalışmada, yüksek oranda yeni yırtık ya da kullanıma bağlı bozukluk saptanmıştır.<sup>[6,7]</sup> En sık karşılaşılan yırtık tipi, tendonun proksimal humerusa normal yapılaşma yerinden ayrılmasıdır.<sup>[8]</sup> Bu yüzden, rotator manşet onarımının önemli bir kısmı, biyolojik iyileşme gerçekleşene kadar tendon ucunun humerusa tutunmasını sağlamaktır. Bu amaç için kullanılan transosseöz dikiş teknikleri veya tek-çift sıralı dikiş ankor teknikleri gibi birçok cerrahi dikiş tekniği mevcuttur.

Düğünsüz tek sıralı dikiş ankor tekniği 1 cm uzunluğundaki supraspinatus tendon yırtıkları için kullanıldı ve transosseöz teknik ile karşılaştırıldı. 1 cm'lik SpeedFix grubu ile 1 cm'lik transosseöz grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktu ( $p = 0.610$ ,  $p > 0.05$ ). SpeedFix grubundaki 16 çalışmada ortalama kopma kuvveti  $176.4$  N idi. Rotator manşet tamirinde en sık karşılaşılan hata yeri tendon-dikiş ara yüzüdür.<sup>[9]</sup> Bu çalışmada deneylerin 5 tanesinde dikişin tendondan sıyırılması, 11 ta-



**Şekil 4.** Kopma kuvvetlerinin grafiksel gösterimi.

**Tablo 1.** Gruplarda ortalama, minimum ve maksimum kopma kuvvetleri.

Grup	Sayı	Ortalama (Newton)	Standart sapma	Minimum (Newton)	Maksimum (Newton)
SpeedFix	16	176.4	121.9	28	379
Transosseöz 1 cm	9	229.3	187.3	47	517
Kontrol 1 cm	3	46.7	4.0	43	51
SpeedBridge	11	341.7	173.8	92	551
Transosseöz 3 cm	9	408.6	235.0	32	684
Kontrol 3 cm	3	108.4	8.5	100	117

nesinde ise dikişin kopmasına bağlı hata kaydedildi. 1 cm'lik transosseöz grubunda ortalama kopma kuvveti 229.3 N idi. Deneylerin 3 tanesinde dikişin kemik tüneli sıyrıp yırtmasına bağlı kopma saptandı. Dikiş ankor materyallerine bağlı bir hata gözlenmedi. Bu sonuç, düğümsüz dikiş ankor tekniğinin daha üstün bir biyomekanik özelliği olarak düşünülebilir. 1 cm'lik SpeedFix grubu ile 1 cm'lik kontrol grubu arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yok iken ( $p=0.094$ ,  $p>0.05$ ), 1 cm'lik transosseöz grubun 1 cm'lik kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde üstün olduğu bulundu ( $p=0.021$ ,  $p<0.05$ ). Bu nedenle, transosseöz dikiş tekniğinin düğümsüz dikiş ankor tekniğine göre üstün biyomekanik özellikleri olduğu düşünülebilir.

Düğümsüz çift sıralı dikiş ankor tekniği (SpeedBridge), orta-büyük boy yırtıklar için tasarlanmış ve transosseöz dengi teknik olarak düşünülmüştür. Bu yüzden, düğümsüz çift sıralı dikiş ankor tekniğini 3 cm uzunluğundaki supraspinatus ve infraspinatus rotator manşet yırtıklarında transosseöz teknik ile karşılaştırdık. Ortalama kopma kuvveti SpeedBridge grubunda yapılan 11 çalışmada 341.7 N, 3 cm'lik transosseöz grubunda yapılan 9 çalışmada 408.6 N olarak ölçüldü. İstatistiksel olarak 3 cm'lik SpeedBridge grubu ile 3 cm'lik transosseöz grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptanmadı ( $p=0.425$ ,  $p>0.05$ ). Biz, SpeedBridge tekniğinin tendon ile kemik yüzey arasındaki teması artırdığına ve köprüleşme ile iyileşme alanını etrafındaki sinovyal çevreden koruduğuna inanıyoruz, dolayısıyla supraspinatus ve infraspinatus tendonlarının birlikte kullanılmasının aralarındaki anatomik boşluktan dolayı bu amaç için bir dezavantaj olabileceğini düşünüyoruz. Klinik kullanımda SpeedBridge tekniği basit, orta ve büyük boy yırtıklarda üstün biyomekanik özelliğe sahip olabilir. Ayrıca, 3 cm'lik SpeedBridge grubu ile 3 cm'lik kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamış ( $p=0.086$ ,  $p>0.05$ ) ve istatistiksel olarak 3 cm'lik transosseöz grubu ile 3 cm'lik kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir ( $p=0.052$ ,  $p>0.05$ ).

Hem 1 cm'lik kontrol grubunda hem de 3 cm'lik kontrol grubunda deney sayısı diğer gruplar ile karşıla-

tırabilmek için yeterli sayıda değildi ve ortalama kopma kuvvetleri de sağlam tendonlardaki muskületendinöz bileşkedeki sıyrılmalardan dolayı düşük saptandı.

Geçmişteki tek sıra dikiş ankor teknikleri ile çift sıra dikiş ankor tekniklerini karşılaştıran çalışmalara benzer olarak SpeedBridge tekniğinin SpeedFix tekniğine göre üstün olduğu görüldü ( $p=0.012$ ,  $p<0.05$ ).<sup>[10-13]</sup>

Cummins ve ark.,<sup>[8]</sup> 60 taze donmuş koyun omuzu infraspinatus tendonlarında yaptıkları biyomekanik çalışmada, transosseöz dikiş tekniği ile dikiş ankor teknikleri arasında anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. Yazarlar, ayrıca, rotator manşet onarım gücünün tendondan geçen dikiş ankor sayısının artırılmasıyla, ankor başına dikiş sayısının artırılmasıyla ve farklı dikiş yöntemlerinin kullanılmasıyla artırılabilirliğini eklemişlerdir.

Burkhart ve ark.<sup>[14]</sup> 16 kadavra omuzundaki rotator manşet yırtıklarında dikiş ankor tekniği ile transosseöz dikiş tekniğini karşılaştırmışlar ve kemik tünel açılarak yapılan onarımlara göre kıyasla dikiş ankor tekniği ile yapılan kemik tespitlerinin yetmezlik ile sonlanmasına daha az eğilimli olduğunu ifade etmişlerdir. Biz çalışmamızda transosseöz grupta dikiş materyalinin kemik tüneli kesmesine bağlı sadece 7 çalışmada düşük kuvvette kopma saptadık ve humerustan ankor sıyrılmaları gözlemlenemedik.

Rotator manşet onarımı sonrası yetmezliğe neden olan önemli faktörler arasında dikiş ankor materyalinin humerustan ayrılması, dikiş ankor yetmezliği ve ankor düğümlerin çözülmesi gelmektedir.<sup>[15]</sup> Başka bir çalışma, yetmezlik nedenlerini yırtığın genişliği, tendonun geri çekilmesi ve atrofisi, ve omuz ekleminin var olan sağlam dokusuna bağlı olduğunu bildirmiştir.<sup>[10]</sup> Biz çalışmamızda sağlam humerus, skapula, supraspinatus, infraspinatus ve subskapularis tendonlarına sahip daha anatomik bir omuz modelinde farklı boydaki rotator manşet yırtıklarında düğümsüz dikiş ankor tekniklerini çalıştık ve dikiş ankor materyal yetmezliği gözlemlenemedik.

Yirmi kadavra koyun omuzunda geleneksel çift sıra dikiş ankor tekniği ile transosseöz dengi çift sıra tekniğini karşılaştıran başka bir çalışmada, iki grup arasında ista-

tistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış ve düğüm-süz dikiş ankor teknikleri ile ilgili çalışmalara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir.<sup>[16]</sup>

Cerrahi sonrası klinik verileri değerlendiren bir derleme çalışmada tek sıra ve çift sıra dikiş teknikleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamış ve büyük-masif rotator manşet yırtığı olan hastalarda yapılan çift sıra onarımların tek sıra onarımlara göre daha iyi sonuç verdiği gösterilmektedir.<sup>[17]</sup>

Bir başka klinik çalışmada tek sıra ve çift sıra dikiş ankor teknikleri arasında fonksiyonel bir farklılık olmadığı bildirilmiş ve çift sıra onarım yönteminin tek sıra onarım yöntemine göre klinik sonuçlar açısından yeterli gelişme göstermeksizin, daha tekniğe dayalı, daha pahalı, daha çok zaman alan bir teknik olduğu ifade edilmiştir.<sup>[18]</sup>

Sonuç olarak, farklı boydaki rotator manşet yırtıklarında yeni düğüm-süz dikiş ankor teknikleri ile geleneksel transosseöz dikiş teknikleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Biz, bu köprüleyen dikiş ankor tekniklerinin daha iyi dikiş gerginliği ve dokunun kemiğe daha güvenli yapışmasına olanak verecek şekilde dikiş kilitlenmesi sağlayacağını düşünüyoruz. Bununla birlikte, yeni dikiş ankorlarının maliyetlerinin de göz önüne alınması ve konu hakkında daha fazla sayıda biyomekanik ve klinik çalışmalar yapılması gerektiğini düşünüyoruz.

**Çıkar Örtüşmesi:** Dikiş ankorları Arthrex MR Medikal Şirketi tarafından ücretsiz olarak temin edilmiştir.

### Kaynaklar

1. Cofield RH. Rotator cuff disease of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:974-9.
2. Cole BJ, ElAttrache NS, Anbari A. Arthroscopic rotator cuff repairs: an anatomic and biomechanical rationale for different suture-anchor repair configurations. *Arthroscopy* 2007;23:662-9.
3. Gerber C, Schneeberger AG, Beck M, Schlegel U. Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76:371-80.
4. Gazielly DF, Gleyze P, Montagnon C. Functional and anatomical results after rotator cuff repair. *Clin Orthop Relat Res* 1994;(304):43-53.
5. Mansat P, Cofield RH, Kersten TE, Rowland CM. Complications of rotator cuff re-pair. *Orthop Clin North Am* 1997;28:205-13.
6. Harryman DT 2nd, Mack LA, Wang KY, Jackins SE, Richardson ML, Matsen FA 3rd. Repairs of rotator cuff. Correlation of functional results with integrity of the cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73:982-9.
7. Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. The outcome and re-pair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:219-24.
8. Cummins CA, Appleyard RC, Strickland S, Haen PS, Chen S, Murrell GA. Rotator cuff repair: an ex vivo analysis of suture anchor repair techniques on initial load to failure. *Arthroscopy* 2005;21:1236-41.
9. Scheibel MT, Habermeyer P. A modified Mason-Allen technique for rotator cuff re-pair using suture anchors. *Arthroscopy* 2003;19:330-3.
10. Kim DH, Elattrache NS, Tibone JE, Jun BJ, DeLaMora SN, Kvitne RS, et al. Biomechanical comparison of a single-row versus double-row suture anchor technique for rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2006;34:407-14.
11. Ma CB, Comerford L, Wilson J, Puttlitz CM. Biomechanical evaluation of arthroscopic rotator cuff repairs: double-row compared with single-row fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:403-10.
12. Demirhan M, Atalar AC, Kilicoglu O. Primary fixation strength of rotator cuff repair techniques: a comparative study. *Arthroscopy* 2003;19:572-6.
13. Ozbaydar M, Elhassan B, Esenyel C, Atalar A, Bozdog E, Sunbuloglu E, et al. A comparison of single- versus double-row suture anchor techniques in a simulated repair of the rotator cuff: an experimental study in rabbits. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:1386-91.
14. Burkhart SS, Johnson TC, Wirth MA, Athanasiou KA. Cyclic loading of transosseous rotator cuff repairs: tension overload as a possible cause of failure. *Arthroscopy* 1997;13:172-6.
15. Cummins CA, Murrell GA. Mode of failure for rotator cuff repair with suture anchors identified at revision surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 2003;12:128-33.
16. Spang JT, Buchmann S, Brucker PU, Kouloumentas P, Obst T, Schröder M, et al. A biomechanical comparison of 2 transosseous-equivalent double-row rotator cuff repair techniques using bioabsorbable anchor: cyclic loading and failure behavior. *Arthroscopy* 2009;25:872-9.
17. Saridakis P, Jones G. Outcomes of single-row and double-row arthroscopic rotator cuff repair: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92:732-42.
18. Aydin N, Kocaoglu B, Guven O. Single-row versus double-row arthroscopic rotator cuff repair in small-to medium-sized tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:722-5.