



Transosseöz dikiş ve dikiş ankorlar ile rotator manşet tamirlerinin karşılaştırılması: Biyomekanik deneysel çalışma

Comparison of transosseous suture and suture anchors in the fixation of rotator cuff tears: a biomechanical experimental study

Ata Can ATALAR,¹ Mehmet DEMİRHAN,¹ Ergün BOZDAĞ,² Yılmaz AKALIN,¹ Alaeddin ARPACI²

¹*Istanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı;*

²*Istanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Mukavemet Birimi*

Amaç: Bu çalışma rotator manşet cerrahisinde değişik transosseöz dikiş teknikleri ve dikiş ankorlarını biyomekanik olarak karşılaştırmak amacıyla planlandı.

Çalışma planı: Otuz iki adet yeni kesilmiş koyun omzu, her birinde sekizer adet olmak üzere homojen olarak dört gruba ayrıldı. Humerustan total olarak ayrılan infraspinatus tendonları, dört farklı yöntemle tamir edildi. Tamirler grup 1’de tek Mason-Allen dikişi ile, grup 2’de iki Mason-Allen dikişi ile yapıldı. Grup 3’te kemik tünellerin lateral korteksteği uçlarının arasındaki köprü, plak ile desteklendi. Grup 4’te iki adet Corkscrew ankor ile tamir yapıldı. Kemik-tendon tamir kompleksine, materyal test cihazında gerilme deneyi uygulandı ve en yüksek dayanma kuvveti belirlendi. İstatistiksel analizler tek yönlü ANOVA testi ve LSD post hoc ile yapıldı.

Sonuçlar: Ortalama en yüksek dayanma kuvvetleri gruplarda sırasıyla 160.31±34.59 N, 199.36±11.73 N, 182.35±19.19 N ve 108.32±15.98 N bulundu (ANOVA, F=24.63, p<0.001). Grup 4’ün diğer üç gruptan çok anlamlı olarak daha zayıf bir tespit yöntemi olduğu görüldü (p<0.001). Transosseöz dikiş tekniğinde dikiş sayısının artırılması ile dayanıklılık artarken (grup 1-grup 2, p=0.002), lateral kortekste plak uygulanması ile anlamlı derecede destek sağlanmadığı (grup 1-grup 3, p=0.07) gözlemlendi.

Çıkarımlar: Sadece ankorla tespitin yeterince güvenilir olmadığı ve stabilitesinin artırılması gerektiği; ayrıca transosseöz dikiş tekniğinde de dikiş sayısının artırılması gerektiği sonucuna varıldı.

Anahtar sözcükler: Hayvan; biyomekanik; polyester; polietilen; rotator manşet/yaralanma/cerrahi; omuz eklemi/yaralanma/cerrahi; koyun; dikiş teknikleri/enstrümantasyon; gerilme kuvveti.

Objectives: This study was designed to compare the primary fixation strength of transosseous sutures and suture anchors in rotator cuff repair.

Methods: Thirty-two sheep shoulders were divided into four homogeneously equal groups. In each group, infraspinatus tendons were cut from their insertions and reattached with four diverse techniques, which included a single Mason-Allen stitch (group 1), double Mason-Allen stitches (group 2), double Mason-Allen stitches knotted on the lateral cortex followed by augmentation with a mini metal plate (group 3), and two Corkscrew suture anchors (Arthrex, Germany) (group 4). All specimens were tested for fixation strengths with a Material Testing System machine. Statistical analyses were made using one-way ANOVA and LSD post hoc tests.

Results: The mean failure load values were 160.31±34.59 N, 199.36±11.73 N, 182.35±19.19 N, and 108.32±15.98 N in groups 1, 2, 3, and 4, respectively (ANOVA, F=24.63, p<0.001). It was found that group 4 was significantly weaker than the other groups (p<0.001), that the strength of the transosseous suture improved with double sutures (group 1 vs group 2 p=0.002), and that augmentation of the lateral cortex with a metal plate did not improve strength (group 1 vs group 3, p=0.07).

Conclusion: We concluded that rotator cuff fixation with only suture anchors cannot provide a reliable strength and that fixation must include multiple sutures if only transosseous sutures are to be used.

Key words: Animal; biomechanics; polyesters; polyethylenes; rotator cuff/injuries/surgery; shoulder joint/injuries/surgery; sheep; suture techniques/instrumentation; tensile strength.

Tüm tıbbi ve ortopedik tedavi yöntemlerinde amaç hastanın ve dokunun hastalık öncesi durumunun geri kazandırılmasıdır. Buna göre, rotator manşet cerrahisinde esas hedef, yırtılmış olan tendonun humerus proksimalindeki yapışma yerinde iyileşmenin sağlanmasıdır. Böylece hastanın şikayetlerinin gerilemesi ve fonksiyon kapasitesinin artması beklenir. Cerrahi müdahale ile tendon, yapışma yerine yaklaştırılır ve tespit edilir. Tendon-kemik iyileşmesinin sağlanması için, tamir edilen tendonun aşırı yüklenmelerden korunması gerekir.^[1] Ancak, cerrahi sonrası kısa süreli immobilizasyon bile omuzda sertliğe yol açar.^[2] Bu durumda, cerrahi tedavi ile tespit edilen rotator manşetin ameliyat sonrası dönemde, pasif ve aktif yardımcı egzersizler ile oluşacak yüklenmelere izin verecek ölçüde sağlam olması gerekir.^[3]

Bu çalışmada, standart özelliklere sahip deneklerde, günümüzde sık kullanılan rotator manşet tamir tekniklerinin en yüksek dayanma kuvvetlerinin karşılaştırılması amaçlandı. İnsan supraspinatus tendonu ile kalınlık ve kalite bakımından benzerlik gösteren koyun infraspinatus tendonu örnek olarak seçildi.^[4,5] Deney öncesinde tüm örnekler kemik yoğunluğu ölçümü uygulanarak, grupların eşit yoğunluğa sahip örneklerden oluşması sağlandı. Böylece tendon ve kemik özellikleri eşit olan gruplar oluşturularak, tendon dejenerasyonu, osteoporoz gibi faktörlerin deney sonuçlarını etkilemesi engellendi. Bu standart deneklerde, şimdiye kadar kanıtlanmış en kuvvetli tamir seçenekleri birbiri ile karşılaştırılarak, mümkün olduğunca objektif sonuçlar elde etmek amaçlandı. Çalışmamızda, bu konuda daha önce yapılmış çalışmalardan^[4,6-10] farklı olarak, (i) Mason Allen dikiş tekniği ile dikiş ankorları arasında kemikten sıyrılmaya kuvveti en yüksek olduğu bilinen Corkscrew ankor ile tamir tekniğinin karşılaştırılması ve (ii) transosseöz teknikte dikiş sayısının artırılmasının ve tüneller arası kemik köprünün plak ile desteklenmesinin tamirin dayanıklılığına etkisinin araştırılması hedeflendi.

Gereç ve yöntem

Bu çalışmada 32 adet yeni kesilmiş, dondurulmuş koyun omzu model olarak kullanıldı. Koyunların hepsi bir yaşında ve Karaman cinsindedir. Koyun omuzları her birinde sekizer adet olmak üzere dört gruba ayrıldı. Tüm gruplardaki omuzlar, tamir işlemine kadar aynı şekilde hazırlandı.

Deney öncesinde, tüm humerus üst uçlarının kemik yoğunluğu ölçümleri, kantitatif bilgisayarlı tomografi yöntemiyle gerçekleştirildi. Örneklerin ortalama kemik yoğunluğu 170.9 (± 48.2) mg/ml bulundu. Humerus ve skapulaları birlikte alınan omuzlarda deltoid ve trapezius kasları humerus ve skapuladan ayrıldı. Infraspinatus kası ortaya kondu ve büyük tuberküle yapışma yeri sağlam kalacak şekilde skapuladan sıyrıldı. Humerus üzerinde kalan diğer kas ve bağ dokuları da temizlendi. İnfraspinatus-humerus kompleksi izole edilmiş oldu. İnfraspinatus tendonu, humerusa yapışma yerinden bistüri ile tümüyle ayrıldı. Tendonların ortalama genişliği 18.2 (± 2.1) mm, ortalama kalınlığı 3.87 (± 0.7) mm idi. Bu ölçümler, gerek literatürde daha önce kullanılan deneklerle, gerekse 3.93 mm olarak bildirilen ortalama insan supraspinatus tendonu ile uyumlu idi.^[4] Kalınlık ve genişlik olarak da gruplar arasında homojen dağılım sağlandı. Daha sonra gruplara önceden öngörülen tamir işlemi uygulandı.

Grup 1'de (tek dikiş grubu) tendon, kemiğe tek Mason-Allen dikişi ile tespit edilirken, Grup 2'de (çift dikiş grubu) dikiş sayısının dayanıklılığa etkisini araştırmak amacıyla çift Mason-Allen dikişi kullanıldı. Grup 3'te (plak grubu) tendon çift dikiş ile kavranırken, lateralde iki tünel arasındaki kortikal köprüyü güçlendirmek için metal plak kullanıldı ve düğüm plağın üstünde bağlandı. Tüneller arasında 10 mm standart mesafe bırakıldı. Grup 4'te (ankor grubu) tendon tamiri, iki adet Corkscrew ankoru (Şekil 1) ile sağlandı. Her iki ankor 10 mm arayla yerleştirildi. Kemiğe yerleştirilen ankorlardan çıkan ikişer adet dikiş materyali, tendonun içinden geçirilerek üstünde düğümlendi.

Denekler, materyal test cihazında (Universal Material Testing Machine, TecQuipment Ltd, Serial No: SM 100, İngiltere) çekilmek üzere hazırlanmış olan düzeneğe yerleştirildi.

Yerleştirme sırasında infraspinatus tendonunun humerusa yapışma açısına dikkat edildi. Buna göre, kemik eksenine ile tendon eksenine arasında 90° açı oluşturuldu. Humerus, diafiz bölgesinden kemik klemp ile tespit edildi. Büyük tuberkül bölgesi, test cihazının yüklenme eksenine denk getirildi. Eksenden uzaklaşmadan dolayı oluşabilecek moment engellenmiş oldu. Tendon kısmı, daha önce başka deneylerde de^[4,11] kullanılmış olan tendon klemp ile tespit edildi (Şekil 2). Klemp içinden

materyalin kaymasını engellemek için, tendon materyali homojenleştirildi, yani muskulotendinöz bileşkedeki kas dokuları temizlendi. Böylece, yapışma yerinden itibaren 7-9 cm uzunluğunda tendon elde edildi. Klemp ile tamir arasında 2 cm mesafe bulunmasına dikkat edildi. Deneylerde kullanılan örnekler, hazırlandıkları gün içinde test edildi. Örnekler, deney tamamlanincaya kadar oda sıcaklığında ve izotonik sodyum klorür solüsyonu içinde saklandı. Tendon klempini elle sıkıldı. Hiçbir örnekte, tendon tamir kompleksinde zayıflama olmadan önce, tendon klempinden sıyrıldı. Düzeneğe yerleştirildikten sonra örneklere 1 mm/saniye hızla çekme kuvveti uygulandı. Çekme kuvveti, dört adet straingage'den oluşturulan ring şeklindeki kuvvet transduseri yardımıyla birim şekil değişimi olarak Straingage köprüsü ve Data Logger (Tequipment Ltd., Model E31, İngiltere) cihazından okundu. Bu değerler Data Logger cihazından bilgisayara aktarılarak Terminal programı yardımıyla Excel dosyası şeklinde kaydedildi. Daha sonra bu birim şekil değişimi değerleri kuvvete çevirilerek, her bir deney parçası için çekme kuvveti belirlendi. Her denek için, Excel programı ile uzama-yük eğrisi çizdirildi. Ulaşılan en yüksek yük noktaları Newton cinsinden kaydedildi.

Deneyler sonucunda elde edilen her gruba ait en yüksek kuvvetler, SPSS for Windows ver. 7.5 prog-



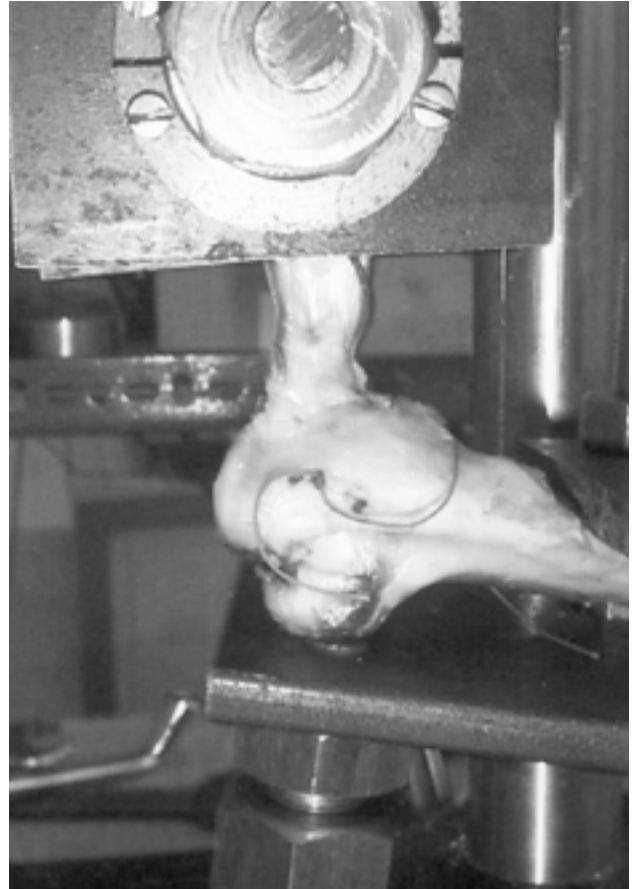
Şekil 1. Corkscrew ankorun (soldan sağa) boş, dikişleri ile ve yerleştiricisinin ucunda görüntüsü.

ramı ile değerlendirildi. Kuvvet ortalamaları tek yönlü ANOVA testi ile karşılaştırıldı ve anlamlılık değeri, %95 güven aralığı için $p < 0.05$ olarak kabul edildi. Ayrıca, grupların tek tek birbirleriyle karşılaştırmaları LSD yöntemiyle yapıldı.

Sonuçlar

Deney gruplarına ait örneklerin ulaştıkları en yüksek kuvvetler (Şekil 3, Tablo 1) ve zayıf noktaları aşağıda özetlenmiştir. Deneylerin sonunda, üç çeşit zayıf nokta ile karşılaşıldı: (i) Tendonun dikişten sıyrılması, (ii) dikiş materyalinin kopması ve (iii) düğümün kemik korteksi yırtması (Şekil 4).

Grup 1'e (tek dikiş grubuna) ait sonuçlar: Bu grubun ortalama en yüksek dayanma kuvveti (ultimate failure strength) 160.3 ± 34.6 N bulundu. Grupta, zayıf noktaların her üçüne de rastlandı. Sekiz örneğin dördünde dikiş materyali koparken, ikisinde dikişin düğüm bölümü tüneller arasındaki kortikal köprüyü yırttı ve gevşemeye sebep oldu. Kalan iki



Şekil 2. Tendon ve kemik klempeleri ile cihaza tespit edilmiş olan bir örneğin görünüşü.

Tablo 1. Tüm grupların deney sonuçlarının ortalama ve standart sapma değerleri (Newton)

Gruplar	Ortalama	Standart sapma
1 (Tek dikiş)	160.31	±34.59
2 (Çift dikiş)	199.36	±11.73
3 (Plak)	182.35	±19.19
4 (Ankor)	108.32	±15.98

Tablo 2. Gruplararası karşılaştırmaların sonuçları

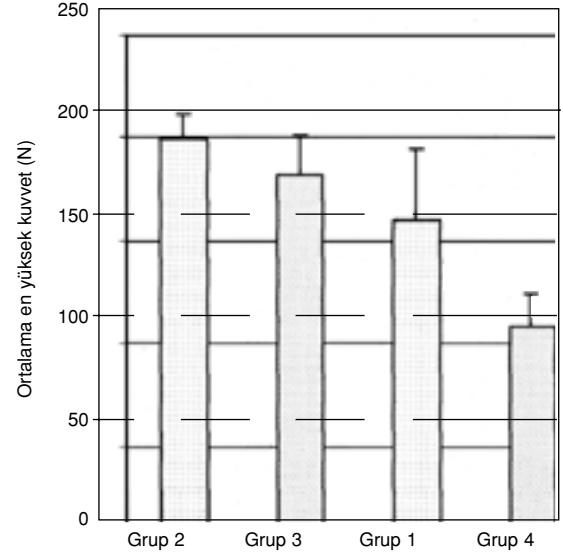
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Grup 1	-	0.002	0.07	<0.001
Grup 2	0.002	-	0.157	<0.001
Grup 3	0.07	0.157	-	<0.001
Grup 4	<0.001	<0.001	<0.001	-

(p değerleri verilmiştir, p<0.05 anlamlı)

örnekte ise dikiş materyali tendondan sıyrıldı. Dikiş materyali kopan gruplarda kopma, dikişin kemik tünele dayandığı noktadan gerçekleşti. Hiçbir örnekte düğüm açılması görülmedi.

Grup 2'ye (çift dikiş grubuna) ait sonuçlar: Bu grupta ortalama en yüksek dayanma kuvveti 199.4±11.7 N bulundu. Grupta, ağırlıklı olarak zayıf nokta kemik kaynaklı idi. Altı örnekte dikişin düğüm bölümü tüneller arasındaki kortikal köprüyü yırtarak gevşemeye sebep oldu. Kalan iki örnekte ise dikiş materyali tendondan sıyrıldı. Hiçbir örnekte düğüm açılması veya dikiş materyali kopması görülmedi.

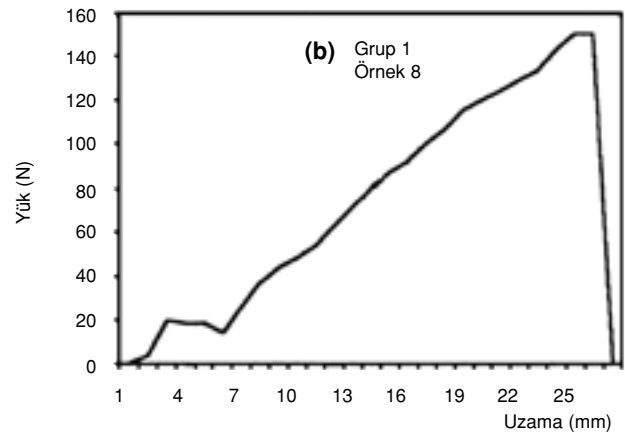
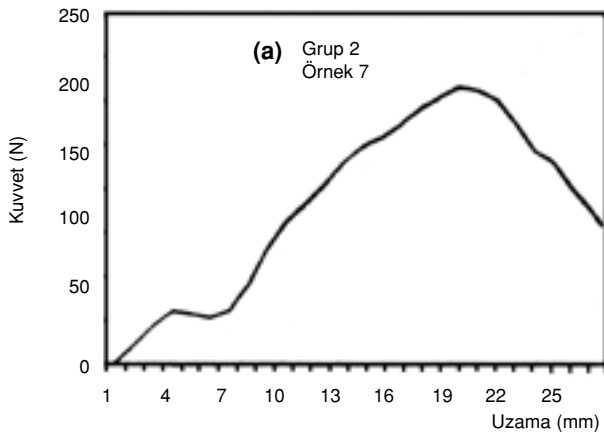
Grup 3'e (plak grubu) ait sonuçlar: Bu grubun ortalama en yüksek dayanma kuvveti 182.4±19.2 N

**Şekil 3.** Gruplarda elde edilen sonuçların ortalama değerleri.

bulundu. Tüm örnekler dikiş materyalinin kopması ile gevşedi. Bu durumda, kullandığımız metal (paslanmaz çelik) plak başarısız oldu. Kopan dikiş materyallerinde, kopma her zaman plağın deliği ile temas halindeki bölgeden gerçekleşti.

Grup 4'e (ankor grubu) ait sonuçlar: Bu grupta ortalama en yüksek dayanma kuvveti 108.3±16 N bulundu. Tüm örneklerde tendon, üzerindeki düğümden sıyrıldı. Hiçbir örnekte dikiş kopması veya ankorun kemikten sıyrılması görülmedi.

Her gruba ait, en yüksek kuvvetlerin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de verildi. Tek yönlü ANOVA testine göre grupların toplu

**Şekil 4.** Örnek yük uzama eğrileri. (a) Dikiş materyalinin kortikal köprüyü yırtması, (b) dikiş materyalinin kopması ile sonlanan deneyler.

değerlendirilmesinde ileri derecede anlamlılık saptandı ($F=24.63$, $p<0.001$). Her grubun diğer gruplarla tek tek karşılaştırıldığı LSD post hoc istatistik analizinin sonuçları Tablo 2’de özetlendi.

Sonuç olarak, grup 4’te kullanılan dikiş ankorun, diğer dört gruptan çok anlamlı olarak daha zayıf bir tespit yöntemi olduğu görüldü ($p<0.001$). Transosseöz dikiş tekniğinde dikiş sayısının artırılması ile dayanıklılık artarken (grup 1-grup 2, $p=0.002$), lateral kortekste plak uygulanması ile anlamlı derecede destek sağlanmadığı (grup 1-grup 3, $p=0.07$) saptandı.

Tartışma

Rotator manşet cerrahisinde kemiğe tespit edilen yırtık tendonun, iyileşme süreci içinde yerinden ayrışmaması gerekir. Bunu sağlamak için omuz hareketlerini kısıtlamak bir seçenektir. Ancak kısa süreli immobilizasyon bile omuzda tedavisi çok zahmetli olan hareket kısıtlılığına sebep olur.^[2] Tamirin korunması ile hareket kısıtlaması arasındaki ikilemi çözmek için, omuz egzersizlerine izin verecek stabilizeye sahip tendon fiksasyonu yöntemleri geliştirmek gerekir.^[1,3] Yırtıkların görüldüğü rotator manşet yapışma bölgesine iletilen yüklerin 300 N civarında olduğu ve günlük hafif aktiviteler ile, bir kasın maksimum kuvvetinin yaklaşık üçte ikisinin kullanıldığı bilinmektedir.^[11,12] Bu durumda 200 N’lik yüklere dayanıklı tamir hedeflenmelidir. Çalışmamızdaki tamir yöntemlerinden yalnızca çift dikişli transosseöz tamir ile bu amaca ulaşılmıştır.

Tamir yöntemlerinin dayanma kuvvetlerini inceleyen çalışma ilk kez 1989’da yapılmıştır.^[13] Bu çalışmada tendon tamirinin iki önemli zayıf noktası olduğu ortaya konmuştur. Bunlar, dikiş materyalinin kemik tünelinin lateral kortekste kenarını yırtması ve dikiş materyalinin tendondan sıyrılmasıdır.^[13] Bu çalışmadan sonra, her iki problemin çözümüne yönelik araştırma yapılmıştır. Gerber ve ark.nın^[4] çalışmasında model olarak, çalışmamızdaki gibi koyun omuzları ve infraspinatus tendonları kullanılmıştır. Mason-Allen dikişinin, diğer dikiş tekniklerine göre tendonu anlamlı derecede daha kuvvetli kavradığı ortaya konmuştur. Çalışmamızda, tendon kavranmasında, transosseöz tamir yapılan gruplarda Mason-Allen dikiş yöntemi tercih edildi. Mason-Allen dikişinin in vivo ortamda tendonu anormal şekilde boğarak doku nekrozuna yol açmadığı gösterilmiştir.^[5] Ancak çift dikişin mekanik sağlamlığının yanında in vivo ortamda tendonu nasıl etkileyeceğinin araştırılması gerekir.

Kemik fiksasyonu, transosseöz dikiş yöntemlerinde genellikle en zayıf noktadır.^[12-14] Osteoporotik kemiklerde bu nokta daha da zayıflar. Bu çalışmada, osteoporozla bağlı değişkenliği elemek amacıyla deneklerin deney öncesinde kemik yoğunluğu ölçümleri yapıldı ve gruplar standart hale getirildi. Kullandığımız koyun rotator manşet modeli, daha önce kabul görmüş bir model olması^[4,5] ve rotator manşet yapışma yerinin oldukça sağlam kortikal kemikten oluşması nedeniyle tercih edildi. Sward ve ark.,^[12] 65 yaş üstündeki kadavralar ile yaptıkları çalışmada, dikiş sayısının artırılması ve kortikal güçlendirmeyi sağlamak için polietilen yama kullanılması ile tamirin dayanıklılığının artacağını bildirmişlerdir. Tünelin arasındaki uzaklığın tamir üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, 10 mm’lik kemik köprünün ideal olduğu bildirilmiştir.^[15] Aynı çalışmada, lateral kortekste deliğin büyük tuberküle uzaklığının artmasıyla, tamirin dayanıklılığının arttığı gösterilmiştir. Kortikal kemiğin kalınlığı ile tünel arasındaki köprünün gücü doğru orantılıdır.^[15] Eğer kemik çok osteoporotik ise kortikal kemiği taklit etmek amacıyla değişik materyallerden delikli plak ile tünel arası köprü kuvvetlendirilebilir.^[4,12,15] Ancak bu yöntem, yeterli kortikal sağlamlığa sahip olan örneklerimizde ek başarı sağlamamıştır. Alternatif yöntem olarak, lateral korteksteki tünel uçlarının büyük tuberkülün 11-12 cm distalinden yapılacak ikinci bir subaksiller insizyon ile daha kalın kortikal kemikte açılması önerilmiştir.^[9]

Dikiş materyali ve düğümün sağlam olması da tamiri etkileyen önemli faktörlerdir. Bu çalışmada, rotator manşet tamiri için en uygun materyal olduğu bildirilen Ethibond No. 2 örgülü polyester materyal kullanılmıştır.^[16] Dikiş sayısının artırılması, dikiş başına düşen yükü azalttığından çift dikişli grupta (Grup 2) ip kopması ile karşılaşılması.

1990’larda artroskopisi ile birlikte dikiş ankorlarının da omuz cerrahisinde kullanılmaya başlanması ortopedik cerrahların işini kolaylaştırmıştır. Daha küçük bir cerrahi diseksiyon gerektirmeleri, dolayısıyla morbidite ve ameliyat süresini kısaltmaları nedeniyle ankorlar, gün geçtikçe daha yaygın olarak kullanılmaktadır.^[8] Bankart lezyonunun fiksasyonunda başarı ile kullanılan ankorlar, yüksek miktarda yüklere maruz kalan rotator manşet kemik fiksasyonu için uygun değildirler. Ankörlerin kemikten sıyrılma kuvvetlerinin, içlerinden geçen dikiş materyalinden yüksek olması gerekir. Halen piyasada bulunan ankörlerin değerlendirildiği

çalışmalarda bu özelliğin sağlandığı gösterilmiştir.^[17,18] Rotator manşet tespiti için önerilen ankorlar içinde, bu çalışmada kullanılan Corkscrew (Arthrex, Münih, Almanya) ankorunun, en yüksek sıyrılma kuvvetine sahip olduğu belirlenmiştir.^[19] Gartsman ve Hammerman'ın^[20] önerdikleri "ideal ankor" şartlarına henüz hiçbir ankor tam olarak uymamaktadır. Corkscrew, emilebilir olma dışındaki şartları karşılamaktadır. Ancak, emilebilir ankorlar konusunda da çalışmalar halen sürmektedir. İn vivo hayvan deneyi ile, poliglikonat ankorların sıyrılma kuvvetlerinin, fiksasyon anında emilemeyen tipteki ankorlar ile eşit iken, altı hafta içinde %84 oranında kayba uğradığı gösterilmiştir.^[21]

İdeal emilebilir materyal ve ankor araştırmaları devam ederken, son birkaç yılda, rotator manşetin ankor ve transosseöz dikiş ile tamirlerinin karşılaştırıldığı biyomekanik araştırmalar yayınlanmıştır.^[1,6-8] Bu çalışmaların hiçbirinde, tendon kavrama kuvveti daha önce kanıtlanmış olan Mason-Allen dikişi kullanılmamış, bunun yerine basit veya matris dikişler tercih edilmiştir. Bu çalışmalarda tamir sisteminin zayıf noktası, dikiş grubunda ipin kortikal köprüyü yırtması iken; ankor grubunda ip kopması^[7,8] veya tendonun dikişten sıyrılması^[6] olarak belirlenmiştir. İki tamir yöntemi arasında kuvvet açısından anlamlı fark görülmemiştir.^[1,6-8] Siklik yüklenme modeli kullanılarak yapılan bir çalışmada^[10] varılan en önemli sonuç, kemik fiksasyonunda ankor ile tespitin transosseöz dikişe göre daha başarılı olduğudur. Nitekim ankor ile tespit yapılan örneklerde zayıf nokta, dikişin tendondan sıyrılması şeklinde olmuştur.^[9,10] Bu durum, çalışmamızda ankor tespit grubunda da gözlemlenen zayıf nokta ile paralellik göstermektedir. Tendon kavranması konusundaki başarısı artırılırsa, ankor ile tespitin, Bankart tamirinde olduğu gibi altın standart tamir yöntemi olacağını düşünüyoruz. Bu sorunun çözümü için, dikiş sayısının artırılması veya transosseöz dikiş ile kombinasyon gibi alternatif yöntemler üzerinde çalışılmalıdır. Bu çalışmamıza ek olarak, ankor ile tespitin transosseöz dikiş ile kombine edilmesi veya daha fazla sayıda ankor kullanılması gibi alternatif uygulamaları biyomekanik yöntemlerle denemeyi planlamaktayız.

Çalışmamızda, cerrahi uygulamalarda sadece ankorla tespit şeklinin yeterince güvenilir olmadığı, stabilitesinin artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, transosseöz dikiş tekniğinde, dikiş sayısının artırılması ile dikiş başına düşen yük azaltılacağı için tamirin başarı şansı yükselecektir.

Kaynaklar

- Rossouw DJ, McElroy BJ, Amis AA, Emery RJ. A biomechanical evaluation of suture anchors in repair of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg [Br]* 1997;79:458-61.
- Warner JJ, Greis PE. The treatment of stiffness of the shoulder after repair of the rotator cuff. *Instr Course Lect* 1998;47:67-75.
- Cofield RH. Rotator cuff disease of the shoulder. *J Bone Joint Surg [Am]* 1985;67:974-9.
- 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.
- Gerber C, Schneeberger AG, Perren SM, Nyffeler RW. Experimental rotator cuff repair. A preliminary study. *J Bone Joint Surg [Am]* 1999;81:1281-90.
- Hecker AT, Shea M, Hayhurst JO, Myers ER, Meeks LW, Hayes WC. Pull-out strength of suture anchors for rotator cuff and Bankart lesion repairs. *Am J Sports Med* 1993; 21:874-9.
- Reed SC, Glossop N, Ogilvie-Harris DJ. Full-thickness rotator cuff tears. A biomechanical comparison of suture versus bone anchor techniques. *Am J Sports Med* 1996;24:46-8.
- Craft DV, Moseley JB, Cawley PW, Noble PC. Fixation strength of rotator cuff repairs with suture anchors and the transosseous suture technique. *J Shoulder Elbow Surg* 1996; 5:32-40.
- 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.
- Burkhart SS, Diaz Pagan JL, Wirth MA, Athanasiou KA. Cyclic loading of anchor-based rotator cuff repairs: confirmation of the tension overload phenomenon and comparison of suture anchor fixation with transosseous fixation. *Arthroscopy* 1997;13:720-4.
- Burkhart SS. A stepwise approach to arthroscopic rotator cuff repair based on biomechanical principles. *Arthroscopy* 2000;16:82-90.
- Sward L, Hughes JS, Amis A, Wallace WA. The strength of surgical repairs of the rotator cuff. A biomechanical study on cadavers. *J Bone Joint Surg [Br]* 1992;74:585-8.
- France EP, Paulos LE, Harner CD, Straight CB. Biomechanical evaluation of rotator cuff fixation methods. *Am J Sports Med* 1989;17:176-81.
- Burkhart SS, Fischer SP, Nottage WM, Esch JC, Barber FA, Doctor D, et al. Tissue fixation security in transosseous rotator cuff repairs: a mechanical comparison of simple versus mattress sutures. *Arthroscopy* 1996;12:704-8.
- Caldwell GL, Warner JP, Miller MD, Boardman D, Towers J, Debski R. Strength of fixation with transosseous sutures in rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg [Am]* 1997;79: 1064-8.
- Burkhart SS, Wirth MA, Simonich M, Salem D, Lanctot D, Athanasiou K. Knot security in simple sliding knots and its relationship to rotator cuff repair: how secure must the knot be? *Arthroscopy* 2000;16:202-7.
- Barber FA, Cawley P, Prudich JF. Suture anchor failure strength-an in vivo study. *Arthroscopy* 1993;9:647-52.
- Barber FA, Herbert MA, Click JN. Suture anchor strength revisited. *Arthroscopy* 1996;12:32-38.
- Burkhart SS. Biomechanics of rotator cuff repair: converting the ritual to a science. *Instr Course Lect* 1998;47:43-50.
- Gartsman GM, Hammerman SM. Full-thickness tears: arthroscopic repair. *Orthop Clin North Am* 1997;28:83-98.
- Demirhan M, Kılıçoğlu O, Akpınar S, Akman S, Atalar AC, Göksan MA. Time-dependent reduction in load to failure of wedge-type polyglyconate suture anchors. *Arthroscopy* 2000;16:383-90.