

Meniskus dikiş teknikleri primer stabilitelerinin biyomekanik değerlendirilmesi

(Dana meniskuslarında yapılmış deneysel çalışma)

Mehmet Aşık⁽¹⁾, Nadir Şener⁽²⁾, Hayati Durmaz⁽³⁾, Mehmet Kocaoğlu⁽¹⁾, Alp Göksan⁽⁴⁾

Son yıllarda yapılan çalışmalar ile meniskusların diz fonksiyonları ve biyomekaniği üzerindeki önemi daha iyi anlaşılmıştır. Buna paralel olarak meniskusları koruyucu teknikler giderek güncellik kazanmış ve hem açık hem de artroskopik yapılabilen meniskus tamirleri için değişik dikiş teknikleri ve tipleri tanımlanmıştır. Bu çalışmamızda farklı meniskus dikiş tekniklerinin primer stabilitelerini deneysel ortamda değerlendirmeyi ve birbirleriyle kıyaslamayı amaçladık. Çalışmamızda 20 adet intakt dana medial meniskusunda horizontal mattress, vertikal mattress, knot-end (düğüm sonlu), vertikal, vertikal loop olmak üzere 5 değişik sütün tekniğinin primer stabilitesi Instron Tensometer test cihazında distraksiyon uygulanarak denenmiştir. Sonuç olarak sütünlerin dayanım gücü sırasıyla vertikal 136 ± 2.7 N, vertikal mattress 130 ± 3 N vertikal loop 128 ± 4.5 N, horizontal mattress 98 ± 5 N, knot-end 64 ± 5 N, olarak ölçülmüştür. Biyomekanik olarak primer stabilitesi en güçlü olan teknik vertikal sütün tekniği olarak bulunmuştur. Knot-end dikiş tekniği ise primer stabilitesi en zayıf teknik olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Dikiş tekniği, meniskus tamiri, biyomekanik çalışma

Primary stabilities of different meniscus suture techniques: A comparative biomechanical study

The importance of menisci to the knee has become more clearly delineated in recent years by biomechanical studies and by long term follow up of meniscectomy cases. Functional significance of the menisci has led to a more conservative therapeutic approach to lesions of the meniscus and furthermore lots of open and arthroscopic suturing techniques have been identified. The aim of this study was to measure and compare the primary stability of five different meniscal suturing techniques. The techniques investigated were horizontal mattress, vertical mattress, knot-end, vertical, vertical loop. Twenty bovine medial menisci were cut to simulate peripheral longitudinal tears. The menisci were then repaired with one of the five sutures. Then the two parts of the meniscus were pulled using the Instron Tensometer until failure occurred. Knot-end techniques gave inferior results (tearing stress 64 ± 5 N) compared with other techniques. Vertical mattress failed at 130 ± 3 N, vertical loop failed at 128 ± 4.5 N, horizontal mattress failed at 98 ± 5 N. This study showed the superior mechanical characteristic of the vertical stitching technique (tearing stress 136 ± 2.7 N) over the other technique tested.

Keywords: Suture techniques, meniscal repair, biomechanical study

Diz ve çevresindeki dokular içinde değeri en son anlaşılan yapı meniskuslar olmuştur. Her ne kadar Annandale 1883 yılında meniskus tamiri ile ilgili ilk olguyu bildirmişse de bu görüş pek taraftar bulmamıştır. Hatta 1897'de Sutton meniskusların bacak adalelerinin fonksiyon görmeyen kalıntılarını olduğunu ileri sürmüştür. Öyle ki 1936'ya dek Sutton'un fikri benimsenerek total menisektomiler ortopedinin en sık yapılan ameliyatlarından olmuştur (2, 23).

King'in 1936'da köpekler üzerindeki deneysel çalışması ile meniskusların iyileşme kapasitelerini göstermesi (2, 17) ve hemen ardından 1948'de Fairbank'ın total menisektominin kötü etkilerini ortaya çıkarması ile (2, 12, 23) artık total menisektominin gerekliliği tartışılmaya başlanmıştır. Total menisektominin kötü sonuçları yanında bu yapıların diz biyomekaniğindeki önemlerinin de ortaya konmasıyla meniskusların elden geldiğince korunması fikri ortaya çıkmıştır. Bu yıllardan sonra yapılan çalışmalar meniskusların birer kalıntı olmadığını, dizde gelen yükün dengeli dağılımı, şok absorpsiyonu, eklem stabilitesi-

ni artırma, lubrikasyonu artırma, tibiofemoral eklem uyumunu artırma, proprioepsiyona yardım etme gibi görevler üstlendiğini ortaya koymuştur (2, 12, 23, 28, 29). Bu konudaki en önemli çalışmalardan biri Seedhom'un meniskusun %15 ile 34'lük kısmının çıkarılması ile ekleme gelen yükün %350 arttığını gösterdiği çalışmasıdır (2, 23). Meniskusların öneminin anlaşılmasıyla birlikte meniskusun mikrovasküler anatomisinin de incelenmeye başlandığını görüyoruz. Tüm bu gelişmelerin sonucunda total menisektomilerden mümkün olduğunca kaçınılmaya başlanmış, parsiel menisektomiler ile birlikte açık meniskus tamirleri yaygın uygulama alanı bulmuştur. Sonuç olarak meniskus yırtıklarında özellikle kapsüle yakın longitudinal yırtıklarda meniskus devamlılığını korumak amacıyla önceleri açık, ilerleyen yıllarda da artroskopik bazı dikiş teknikleri tanımlanmıştır (6, 8, 9, 13, 29). Artroskopik cerrahinin yaygınlaşması ile artroskopik meniskus dikişleri ön plana geçmiştir. Özellikle cisim yırtıklarında ve periferden uzak yırtıklarda artroskopik girişimler açık tamirlere göre daha büyük kolaylıklar

(1) İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Uzman Dr.

(2) İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi

(3) İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Doç. Dr.

(4) İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Prof. Dr.

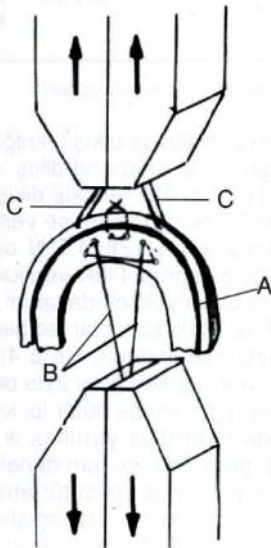
sağlamaktadır. Artık bugün bilmekteyiz ki tüm meniskus yırtıklarının %10-20'si, longitudinal yırtıkların ise %30'u tamire uygun yırtıklardır (23). Sonuç olarak hangi teknikle olursa olsun hasta seçimi doğru yapmak kaydıyla meniskus tamiri hem akut hem de kronik yırtıklarda %80-90 oranında başarılı sonuçlar vermektedir (2, 7, 8, 13, 23, 27). Bu başarıda hastanın yaşının genç olması, yırtığın tamir için uygun olması, dizin stabil olması, yırtık kenarlarının canlandırılması, sinovyal abrazyonun yapılması ve postoperatif rehabilitasyon gibi faktörler kadar sütünün primer stabilitesi, yani dikiş tekniği ve tipi de iyileşmede büyük rol oynamaktadır (19, 26, 29).

Bu çalışmamızda amacımız, gerek açık gerekse artroskopik tekniklerle yapılan meniskus tamirlerinde kullanılan dikiş tekniklerinin primer stabilitelelerinin deneysel ortamda değerlendirilmesi ve birbirleriyle kıyaslanmasıdır.

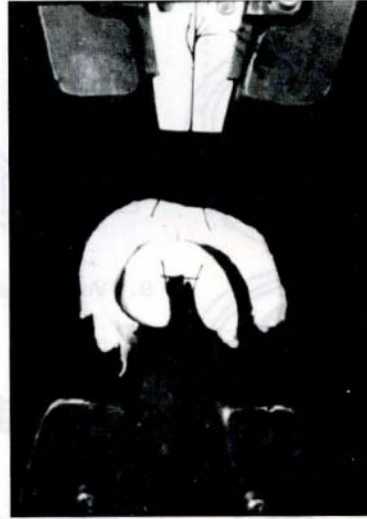
Gereç ve yöntem

Çalışmamızda ortalama 18 aylık dana dizlerinden alınan 20 adet makroskopik olarak intakt medial meniskus kullanılmıştır. Menisküsler çıkarıldıktan sonra deneye kadar -20 derecede korunmuş çalışmadan 6 saat önce vücut ısısında izotonik serum fizyolojikte bekletilerek deneye hazırlanmıştır.

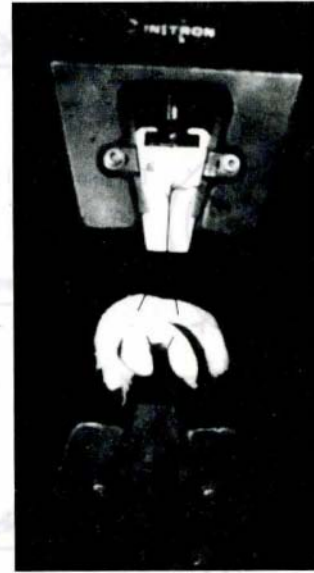
Menisküsler bir ayırım yapılmadan (randomize) 5 gruba ayrılmıştır. Öncelikle her gruptaki menisküslerde periferden 4 mm uzaklıkta bistöri ile tüm meniskusu ve tüm katları içeren longitudinal yırtıklar oluşturulmuştur (Şekil 1a). 2 no ipek kullanılarak menisküslerin iç bükey taraflarına Kirchmayr tekniği ile (Şekil 1b) (18) dış bükey taraflarına ise yine 2 nolu 2 adet ipek kullanılarak (Şekil 1c) menisküs parçalarını birbirinden ayırmaya zorlamak amacıyla tespit sütünleri konmuştur (Şekil 1, 2, 3).



Şekil 1: Deneysel düzeneğinde menisküsün tespit sütünleri ile yerleştirilişi
A. Menisküslerde oluşturulan longitudinal lezyonlar, B ve C. Menisküsleri Instron test cihazının distraksiyon (çekme) çenelerine bağlayan tesbit dikişleri



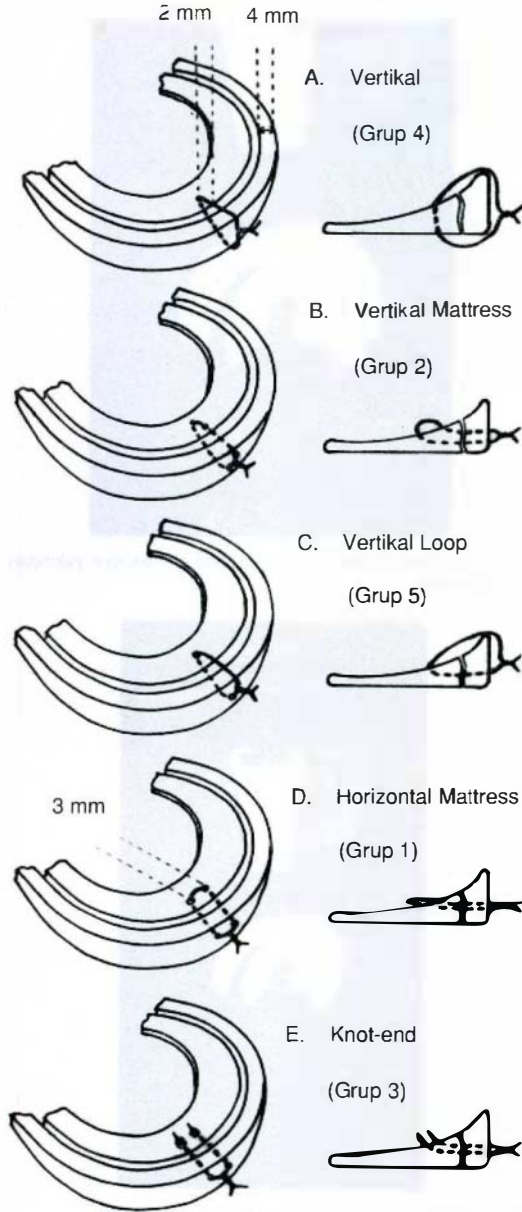
Şekil 2: Instron tensometer ölçüm cihazında menisküsün yakından görünüşü



Şekil 3: Instron tensometer ölçüm cihazına menisküsün yerleştirilmesi

Tüm menisküslere bu işlemler uygulandıktan sonra 1 no, 40 mm yuvarlak iğneli prolen ile deney sütünleri konmuştur. Grup 1'deki 4 adet menisküsa tam orta seviyeden horizontal mattress (6) (Şekil 4 d), grup 2'deki 4 adet menisküsa yine aynı seviyeden vertical mattress (19) (Şekil 4 b), grup 3'deki 4 adet menisküsa aynı seviyede knot-end (3 adet düğüm ile) (21) (Şekil 4 e), grup 4'deki 4 adet menisküsa vertical (18) (Şekil 4 a), grup 5'teki 4 adet menisküsa ise vertical loop (26) (Şekil 4 c) tarzı deney sütünleri konulmuş, iplik uçları menisküs üzerinde düğümlenmiştir.

Hazırlanan menisküslere Instron Tensometer model 195 (Instron Ltd. Wycombe, Buckinghamshire, İngiltere) test cihazında Şekil 1, 2, 3'de gösterilen düzenekle distraksiyon uygulanmış ve sonuçlar kuvvet-elongasyon grafiği üzerinden değerlendirilmiştir.



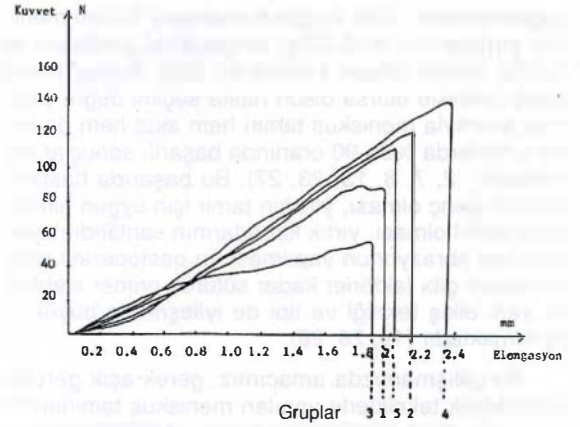
Şekil 4: Uygulanan sütür tipleri

Deneylerde tespit dikişi ipli uzunlukları ve Instron bağlantı çenelerinin uzaklıkları sabit tutulmuş, germe hızı 5 mm/dak., grafik yazılım hızı ise 20 mm/dak. olarak sabitlenmiştir. Tüm denemeler 25 derece oda sıcaklığında uygulanmıştır.

Sonuçlar

Her bir grup için alınan kuvvet/elongasyon grafikleri Şekil 5'te gösterilmiştir. Ayrıca her gruptan dikiş tekniklerinin maksimum dayanım güçleri ise tablo 1'de belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre 5 ayrı dikiş tekniğinin primer stabilitelelerinde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (Şekil 5 ve Tablo 1).

Grup 1'de horizontal mattress dikiş tekniği uygulanan menisküslarda ortalama dayanım kuvveti 98 ± 5



Şekil 5: Kuvvet/Elongasyon grafiklerinden her grup için birer örnek verilmiştir. Numaralar grupları belirtmektedir

Meniskus no	Dikiş tipi	Dayanma gücü (N)	Ortalama dayanma gücü (N)	Yırtılma veya kopma şekli
2	Horizontal	103		Menisküs yırtıldı
10	Mattress	98	98 ± 5	Menisküs yırtıldı
6	Grup 1	91		Menisküs yırtıldı
14		101		Menisküs yırtıldı
18	Vertikal	126		Menisküs yırtıldı
5	Mattress	131	130 ± 3	Sütür ipli koptu
20	Grup 2	130		Sütür ipli koptu
9		133		Sütür ipli koptu
19	Knot-end	65		Menisküsü sıyrıldı
1	Grup 3	70	64 ± 5	Menisküsü sıyrıldı
8		58		Menisküsü sıyrıldı
12		63		Menisküsü sıyrıldı
3	Vertikal	140		Sütür ipli koptu
7	Grup 4	135	136 ± 2.7	Sütür ipli koptu
17		138		Sütür ipli koptu
16		134		Sütür ipli koptu
11	Vertikal loop	132		Sütür ipli koptu
4	Grup 5	122	128 ± 4.5	Menisküs yırtıldı
13		129		Menisküs yırtıldı
15		131		Sütür ipli koptu

Tablo 1: Meniskus dikişlerinin dayanım güçleri

N, grup 2'de vertikal mattress dikiş tekniği uygulananlarda 130 ± 3 N, grup 3'te knot-end dikiş tekniği kullanılanlarda 64 ± 5 N, grup 4'te vertikal dikiş tekniği kullanılanlarda 136 ± 2.7 N, grup 5'te ise vertikal loop dikiş tekniği kullanılanlarda 128 ± 4.5 N olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi grup 4'teki vertikal dikiş tekniği diğerlerine göre daha yüksek dayanım göstermiştir ($p < 0.01$). Grup 2 ve 5'teki sonuçlar ise birbirleriyle anlamlı bir fark göstermemektedir. Grup 4'teki tüm denemelerde sütür ipli koparken grup 2'de bir denemede menisküs yırtılmış diğerlerinde sütür ipli kopmuş; grup 5'te iki denemede menisküs yırtılmış iki denemede sütür ipli kopmuş, grup 1'de ise tüm denemelerde menisküs yırtılmıştır. Knot-end tipi sütür atılan grup 3'te ise tüm düğümler menisküstan sıyrılmıştır. Deney boyunca tespit dikişlerinin hiçbir menisküsta kopmadığı ve menisküsları yırtmadığı gözlenmiştir.

Tartışma

Biomekanik çalışmalar ve total menisektomilerin uzun süreli kötü sonuçlarının alınmasıyla son yıllarda meniskusların diz fonksiyonlarında ne denli önemli olduğu ortaya çıkmıştır (12, 23, 28). Meniskusların değerinin anlaşılmasıyla son zamanlarda meniskusları koruyucu teknikler giderek önem kazanmış, meniskus dikiş teknikleri ortopedinin artan ilgi alanlarından birisi olmuştur.

Meniskus tamiri artrotomi ile (açık) veya artroskopik (kapalı) olarak yapılabilmektedir (7, 9, 10, 11, 13, 14, 22). Açık meniskus tamirleri sıklıkla meniskosinovyal bileşkedeki periferik yırtıklar için ve özellikle de meniskusun 1/3 posterior bölümündeki yırtıklar için tercih edilirler (9, 10). Olumsuz yönleri, sadece periferik yırtıklara ulaşılabilmesi, geniş bir diseksiyon gerektirmesi, horizontal mattress gibi değişik sütür tekniklerinin uygulanmasındaki zorluklardır (29). Kapalı yani artroskopik teknik altındaysa pek çok yöntem tanımlanmıştır (2, 5, 6, 20, 21, 29, 30). Artroskopik tekniklerdeki gelişmeler ile meniskusların daha iyi görüntülenip değerlendirilmesi mümkün olmuş, değişik meniskus bölgelerinde periferden uzak red-white zon ve hatta white-white zon yırtıklara bile girişimde bulunmak olası hale gelmiştir (5, 6, 20, 29, 30).

Hem açık hem de artroskopik meniskus tamirleri için pek çok dikiş tipi tanımlanmıştır. Kesin bir kural olmamakla birlikte bunlar içinde vertikal dikiş tipi genellikle açık meniskus tamirlerinde (9, 10, 11), horizontal mattress, vertikal mattress ve vertikal loop tipi dikişler inside-out artroskopik meniskus tamirlerinde (5, 6, 29), knot-end tipi dikiş ise outside-in artroskopik meniskus tamirlerinde (6, 20, 29, 30) tercih edilmektedir.

Bu dikişlerdeki sütür materyali seçimi ise halen tartışmalıdır. Absorbable sütür tercih edenlerin yanında (4, 7, 21) non absorbable materyal kullananlar da vardır (3, 27). Non-absorbable sütür kullananlar absorbe olan sütürlerin iyileşme süresi tamamlanmadan yok olduğunu, kalıcı sütürlerin ise sanıldığı gibi aksine sinovit ve eklem yüzeyinde hasar yapmadığını, çünkü sütür materyalinin meniskusun içine gömüldüğünü savunurlar (23). Diğer grup ise kalıcı materyallerin sinovit ve eklem yüzünde hasar yaptığını inanırlar ve absorbe olabilen materyalin yok olduğunda iyileşmenin tamamlanmış olduğunu savunurlar (23). Absorbable materyal olarak genelde 2-0 PDS ya da Vicryl kullanılır. Non-absorbable materyal olarak ise 2-0 Ethibond veya Prolen tercih edilir.

Dikiş teknikleri ve tipleri ile ilgili tüm bu değişkenler üzerine çok sayıda klinik çalışma yapılmışken ilginçtir ki dikiş tiplerinin primer stabiliteleri üzerine yapılan biyomekanik çalışmalar oldukça azdır. Primer stabilite meniskus tamirlerinde klinik sonuçları etkileyen faktörlerden sadece biri olmakla birlikte en önemlilerindedir. Primer stabilite ne kadar iyi olursa postoperatif rehabilitasyon o kadar erken ve hızlı yapılabilmektedir. Ayrıca yüksek primer stabilitenin rerüptür oranını düşürdüğü de iddia edilmektedir (18). Primer stabilite üzerine yapılan az sayıdaki çalışmalardan Kohn ve ark. kadavra meniskuslarında 4 değişik sütür tekniğini denemişler ve bunlardan knot-end tipteki

dikişin primer stabilitesi en zayıf, vertikal dikiş tipinin ise en stabil dikiş tipleri olduğunu bulmuşlardır (18). Rimmer ve ark. yine kadavra meniskuslarında yaptıkları çalışmada 3 farklı dikiş tekniğini denemiş ve bunlardan horizontal mattress tekniğini en zayıf, vertikal loop tekniğini ise en stabil dikiş tipi olarak bulduklarını rapor etmişlerdir (26).

Biz daha fazla dikiş tipini daha fazla sayıda ölçüm ile denemek istedik ve sonuçta dana dizi meniskusları üzerindeki modelimizi oluşturduk. Dana meniskusları gerek şekil bakımından gerekse kollajen fibrillerinin dizilişleri bakımından insan meniskusları ile karşılaştırılabilecek özelliklere sahiptir (24). Ancak insan meniskusuna oranla daha büyük ve serttir. Bu nedenle bulunan ölçüm değerleri insan meniskusları ile yapılan diğer çalışmalar ile kıyaslandığında daha yüksek değerlerdedir. Ancak önemli olan oransal kıyaslama olduğu için bunun çalışmamızın güvenilirliğini etkilemediğini düşünüyoruz. Yine yukarıda belirtilen nedenlerle çalışmamızda diğer çalışmalardaki gibi 2-0 sütür materyali değil 1 no sütür materyali tercih edilmiştir.

Çalışmamızın sonucunda vertikal yerleşimli sütür tiplerinin en yüksek primer stabiliteye, horizontal yerleşimli sütür tiplerinin ise en düşük primer stabiliteye sahip dikiş tipleri olduğunu tespit ettik. Bu bulgular bu konudaki diğer çalışmaların da sonuçlarıyla uyumludur (18, 29). Bu bulgular ayrıca meniskusların histolojik yapısıyla da uyum göstermektedir. Çünkü yetişkin meniskusunun %75'i kollajen fibrillerden oluşmaktadır. Bu fibriller çoğunlukla dairesel (circumferential) yerleşimlidirler. Radial yerleşimli lifler ise daha azdır ve özellikle de meniskusun yüzeyinde yer alırlar (25). Bu nedenle vertikal yerleşimli dikişler dairesel kollajen fibrillerine tutunurken horizontal yerleşimli dikişler bu fibrillerin arasından sıyrılmakta ve meniskusunu yırtarak kurtulmaktadır. Vertikal yerleşimli dikiş tipleri arasındaki fark ise kavradıkları meniskus kütesinin büyüklüğüne bağlıdır. Bu nedenle vertikal dikiş tipi, vertikal mattress ve vertikal loop tiplerine göre daha fazla kalınlıkta meniskus parçasının içinden geçtiğinden yani daha fazla miktarda dairesel kollajen fibrilince desteklendiğinden diğerlerine göre daha stabil sonuç vermiştir.

Sonuç

Bu bulgular doğrultusunda primer stabilite açısından en güvenilir tekniğin vertikal dikiş tipi olduğunu söyleyebiliriz. Bu açıdan en zayıf olanı ise knot-end dikiş tipidir. Ancak diğer taraftan unutmamak gerekir ki meniskus iyileşmesini sadece primer stabilite değil; yırtığın tipi (14, 27), hastanın yaşı, yırtığın lokalizasyonu (1, 27), beraberindeki diğer lezyonlar ve rehabilitasyon programı gibi daha pek çok faktör de etkilemektedir. Bu nedenle bu biyomekanik bulgular klinik uygulamalardaki kararları etkilerken çok değişkenli bir denklemin sadece bir değişkeni olarak düşünülmesi ve değerlendirilmelidir.

Kaynaklar

1. Arnoczky SP, Warren RF. Micro vasculature of the meniscus. Am J Sports Med. 1982; 10:90.
2. Arnoczky SP, Cooper DE. Contraversies of total knee arthroplasty. Edited by VM Golberg Raven Press, 1991; 291.
3. Barber FA. Meniscus repair results of an arthroscopic technique. Arthroplasty. 1987; 3:25.
4. Cassidy RE, Shaffer AJ. Repair of peripheral meniscus tears. Am J Sports Med. 1981; 9:209.
5. Connors WD. Meniscal repair: inside-out technique using the Henning systems. Sports Med Arthroplasty Rev. 1993; 1:125.
6. Cooper DE, Arnoczky SP, Warren RF. Arthroscopic meniscal repair. Clin Sports Med. 1990; 9: 587.
7. De Haven KE. Peripheral meniscus repair: an alternative to meniscectomy. J Bone Joint Surg [B]. 1981; 63-B: 463.
8. De Haven KE. Meniscus repair in the athlete. Clin Orthop. 1985; 198:31.
9. De Haven KE, Sebastianelli WJ. Open meniscus repair. Clin Sports Med. 1990; 9:577.
10. De Haven KE. Open meniscus repair. Sports Med Arthroscopy Rev. 1993; 1:119.
11. De Haven KE, William AC. Long term results of open meniscal repair. Am J Sports Med. 1995; 23:524.
12. Fairbank J. Knee joint changes after meniscectomy. J Bone Joint Surg [B]. 1948; 30-B:664.
13. Hamberg P, Gillquist J, Lysholm J. Suture of new and old peripheral meniscus tears. J Bone Joint Surg [A]. 1983; 65-A:193.
14. Hennign CE. Arthroscopic repair of meniscus tears. Orthopaedics. 1983; 6:1130.
15. Jangensen U, Sonne-Holm S, Lauridsen F. Long term follow-up of meniscectomy in athletes. J Bone Joint Surg [B]. 1987; 69-B:80.
16. Johnson R, Kettlekamp D, Clark W. Factors affecting late results after meniscectomy. J Bone Joint Surg [A]. 1987; 69-B:80.
17. King D. The healing of the semilunar cartilages. J Bone Joint Surg. 1936; 18:333.
18. Kohn D, Siebert W. Meniscus suture techniques: a comparative biomechanical cadaver study. J Arthroscopic Rel Surg. 1989; 5:324.
19. Miller M, Warner J, Harner Co. Meniscal repair. In knee surgery edited by Fu F. Baltimore, Williams and Wilkins. 1994; 618.
20. Mooney MF, Rosenberg TD. Meniscus repair: zone specific technique. Sports Med arthroscopy Rev. 1993; 1:136.
21. Morgan CD, Casscells SW. Arthroscopic meniscus repair: a safe approach to the posterior horns. Arthroscopy. 1989; 2:3.
22. Morgan CD. All-inside meniscus repair: technical note. Arthroscopy. 1991; 7:120.
23. Pınar H. Menisküs tamiri: Bir literatür derlemesi. Acta Orthop Traum Turc. 1990; 24:47.
24. Proctor CS, Schmidt MB. Material properties of the normal medial bovine meniscus. J Orthop Res. 1989; 7:771.
25. Renström P, Johnson RT. Anatomy and biomechanics of the menisci. Clin Sports Med. 1990; 9:526.
26. Rimmer MG, Nawana NS. Failure strengths of different meniscal suturing techniques. J arthroscopic Rel Surg. 1995; 11:146.
27. Scott GA, Jolly BL, Henning CE. Combined posterior incision and arthroscopic intraarticular repair of the meniscus. J Bone Joint Surg [A]. 1986; 68-A:847.
28. Seedhom B, Wright W. Functions of the menisci. J Bone Joint Surg [B]. 1974; 56-B:381.
29. Swenson JM, Harner CD. Knee ligament and meniscal injury: current concepts. Orthop Clin North Am. 1995; 1:145.
30. Warner JJ, Miller MD. Meniscal repair using the outside-in technique. Sports Med Arthroscopy Rev. 1993; 1:145.

Bu çalışmamızda yaptığı değerli katkı ve yardımları için Boğaziçi Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Enstitüsü Öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. A. Hikmet Üçışık'a teşekkür ederiz

Yazışma adresi:

Uzman Dr. Mehmet Aşık
İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
34390 Çapa, İstanbul Türkiye