



Menisküs tamirlerinde püf noktalar

Tricks and pearls in meniscal repair

Engin İlker Çiçek¹, Ömer Faruk Taşer², Yavuz Kocabey³

¹Gölcük Necati Çelik Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Kocaeli

²Fulya Acıbadem Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

³Kocaeli Acıbadem Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Kocaeli

Menisküs fibrokartilajinöz dokuya sahiptir ve iyileşme potansiyeli sınırlı bir dokudur. Bu iyileşme zaafiyetine rağmen diz fonksiyonlarında önemli bir rol üstlenir. Menisküs yaralanmaları uzun vadede diz eklem dejenerasyonlarına yol açar. Ortopedi cerrahının ana amacı, son yıllarda gelişen artroskopik teknikler ve enstrümantasyon ile, tüm menisküs yırtıklarında menisküs dokusunu mümkün olduğunca korumak ve tamir etmek olmalıdır. Menisküs tamirleri için tümü içeride, içeriden dışarıya, dışarıdan içeriye ve bunların çeşitli kombinasyon ve modifikasyonlarını içeren çok sayıda teknik geliştirilmiştir. Her bir tekniğin avantajları ve dezavantajları olduğu gibi, uygulamalarında çeşitli hazırlıklar ve püf noktalar da mevcuttur.

Anahtar sözcükler: menisküs yırtığı; menisküs tamiri; püf noktalar

Meniscus is a fibrocartilaginous tissue with limited potential of self-repair. Despite of its vulnerability in recovery, menisci have crucial roles in knee functions. Meniscal injuries cause knee joint degenerations in long time period. Recently, meniscal repair and preserving as much meniscal tissue as possible have to be them main aim for the orthopedic surgeon with the innovations in arthroscopic techniques and instrumentations. Several techniques have been advanced including all inside, inside-out, outside-in, and their combinations or modifications. As each technique has its advantages and disadvantages, there are various preparations, tricks, and pearls in their application.

Key words: meniscal tear; meniscal repair; tricks

Menisküs fibrokartilajinöz dokuya sahiptir ve iyileşme potansiyeli sınırlı bir dokudur. Menisküsün hipovasküler, hiposellüler, yüksek dansiteli hücre dışı matris yapısı, inflamatuvar sitokinlerin varlığı ve diz biyomekaniğinde yüksek basınçlara maruz kalması, menisküsün kendi kendine iyileşmesini sınırlayan özellikleridir.^[1-3] Menisküs, bu iyileşme zaafiyetine rağmen diz fonksiyonlarında önemli bir rol üstlenir. Bu fonksiyonları arasında; yük aktarımı, tibiofemoral eklemde şok emici özellik, dizin propriosepsiyonuna katılma, eklemi kayganlaştırma ve eklem kıkırdığının beslenmesine katkı yanında, diz biyomekaniğinde ikincil bir ön arka sabitleyici rol sayılabilir.^[4,5] Menisküsün diz eklemi içindeki bu görevleri nedeniyle, menisküs yaralanmaları uzun vadede diz eklem dejenerasyonlarına yol açar. Yapılan biyomekanik çalışmalarda, tibiofemoral eklem temas alanı parsiyel menisektomi ile %20, total menisektomi ile %50-70 artmakta

ve parsiyel menisektomi sonrasında %165 artan zirve temas basıncı, menisküsün total alınması ile %235'lere çıkmaktadır.^[6-8] Bu sonuçlar, diz için menisküslerin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Daha da ileri gitmek gerekirse, lateral menisektomiler sonrasında iki yıllık kısa bir süre içinde bile artroz gelişir. Bu durumda ortopedi cerrahının ana amacı, gelişen artroskopik teknikler ve enstrümantasyon ile, tüm menisküs yırtıklarında menisküs dokusunu mümkün olduğunca korumak ve tamir etmek olmalıdır.^[9] Dolayısıyla, diz cerrahisinde en sık uygulanan yöntem olan artroskopik müdahalelerde, cerrah menisküsü öncelikle tamir etmek için tecrübe geliştirmelidir.

Menisküs tamirleri için, tümü içeride, içeriden dışarıya, dışarıdan içeriye ve bunların çeşitli kombinasyon ve modifikasyonlarını içeren çok sayıda teknik geliştirilmiştir. Her bir tekniğin avantajları ve dezavantajları olduğu gibi, uygulamalarında çeşitli hazırlıklar ve

püf noktalar mevcuttur. Bu püf noktaların çeşitliliği cerrahi tecrübe ile artacağı gibi, artroskopik enstrümantasyondaki gelişmelerle, aslında menisektomilere kıyasla menisküs tamirlerinde görülen hiç göz ardı edilemeyecek kadar yüksek komplikasyon oranları düşecektir. Bu bölümde, menisküs tamirlerinde karşılaşılabilecek zorluklarda yardımcı olabileceğine inandığımız ayrıntı ve önemli noktaları aşama aşama özetlemeye çalışacağız.

HASTA SEÇİMİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN NOKTALAR

Menisküs tamirleri, menisektomilere göre daha uzun sürede iyileşme sağlamanın yanında, özel rehabilitasyon süreçleri gerektirir. Rehabilitasyon süresi ve yöntemi, cerraha ve tedavi ekolüne göre değişebilir. Bu noktada cerrah menisküs yaralanmasının tanısını koyarken, menisküs yırtığının yanında ek patolojilerin olup olmadığı ve hastaya ait anatomik özellikler veya deformiteleri de değerlendirmelidir. Menisküs yırtığının tipi, yerleşim yeri, yırtığın büyüklüğü, oluş süresi, vasküler yapısı, menisküs tamirine karar sürecinde ve tamir yönteminin belirlenmesinde önemlidir. Her ne kadar tüm menisküs yaralanmalarında ideal yaklaşımın menisküs tamiri olması gerekse de, yırtığın yerine ve tipine göre değerlendirildiğinde, santral menisküs yapı bozuklukları, beyaz-beyaz bölgenin stabil olmayan lezyonları, redükte edilemeyen santrale yakın kova sapı yırtıkları, yırtığın içinde flep yırtıklar ve oblik yırtıkların içindeki flep yırtıklar iyileşme açısından sıkıntılıdır.^[10,11] Bu yırtıklarda, parsiyel menisektomiler daha çok tercih edilebilir. Kanlanması iyi olan bölgede olsa bile, menisküs tamirlerinde tedavi başarı oranları %60–90 arasındadır.^[12–14]

Menisküsün ön ve arka boynuzu orta (pars intermedia) bölgesine göre daha iyi kanlanır; dolayısıyla bu bölgedeki tamirlerin iyileşme başarısı daha fazladır.^[15] Orta bölgede tekrarlayıcı yırtıkların görülme oranının fazla olduğunu bildiren çalışmalar^[16] nedeniyle, bu bölgenin yırtıklarının tamirinde daha dikkatli olmak ve iyileştirmeyi arttıran yöntemleri kullanmak yerinde olacaktır. İyileşmede, menisküs yırtığının şekli de önemlidir.^[17,18] Menisküs aksının uzunlamasına oluşmuş yırtıklarda kollajen fibriller çoğunlukla sağlam kaldığı için, menisküs daha iyi bir iyileşme potansiyeline sahiptir.^[19]

Hastanın, menisküs tamirinin önemini iyi şekilde idrak etmesi, tedavinin başarısız olabilme ihtimalini ve sürecini açık olarak bilmesi gerekir. Bu noktada hastaya, mediyal menisküs rezeksiyonu ile artrit gelişiminin 10–15 yıl, lateral menisküs rezeksiyonu ile iki yıl içinde gerçekleştiği (lateral menisküsün özellikle ön

boynuzunun yırtıklarında, her iki kompartmanda temas basınçlarında artış saptanmıştır^[20]) konusunda çalışmaların olduğu, mümkün olduğu takdirde menisküsünün tamir edilmesinin hastaya sağlayacağı yararlar ayrıntılı biçimde anlatılmalı, hasta ikna edilip, yazılı ve sözlü olarak onamı alınmalıdır.^[9] Menisküs tamirlerinde, hasta seçimindeki yaş faktörü ile ilgili tam bir görüş birliği yoktur.^[21–23] Doğum esnasında menisküs dokusu tamamen vaskülerdir ve bu damar yapıları menisküsün eklem uzanan kısımlarında da tespit edilmiştir. Zamanla, yaş ilerledikçe damarlanma azalır ve periferik 1/3'lük kısma kadar geriler.^[24] Çocuklarda yapılan tamirlerde, o yaştaki fizyolojik eklem laksitesini ön planda tutmak gerekir. Cerrahi sonrası oluşabilecek bu tür gevşek eklemlerde, diz ekleminde oluşabilecek kuvvetler göz önünde tutulmalı ve rehabilitasyonu ona göre planlanmalıdır. Bazı yazarlar, genç yaşlarda menisküs iyileşmesinin daha iyi olduğu konusunda çalışmalar sunmasına rağmen, 60 yaşın üzerinde de, mümkün olduğu durumlarda menisküs tamirinin yapılmasını tavsiye eden çalışmalar da mevcuttur.^[20,25] Klinik tecrübelerimize göre, ilerleyen yaş ile dejeneratif yırtık tipleri, menisküs iç yapısının ve doku canlılığının bozulmasından dolayı, bu yaştaki hastaların daha ayrıntılı aydınlatılması ve hastanın tedaviye katılımının artırılması önemli bir noktadır.

Hastanın dizinde varus veya valgus dizilim bozukluğunun olması, ilgili kompartmanda temas basınçlarını ve yük aktarım oranını değiştirir. Bu durumda, menisküs tamirlerinde başarısızlık ihtimali bir miktar daha fazla olacaktır. Yine bu bağlamda, ön çapraz bağı aynı anda veya öncesinde yırtık olan hastalarda, menisküs tamiri esnasında bağın da tamir edilmesinin başarıyı arttıracığı anlatılmalıdır. Ön çapraz bağ tamiri ile birlikte yapılan tamirlerde menisküs iyileşme oranı %90–100'lerde bildirilmiştir.^[26]

Ön çapraz bağı tünelleri açılırken, eklem içi kanama ile kök hücrelerin ve büyüme faktörlerinin bu iyileşmede payı büyüktür. Tam tersi olarak, ön çapraz bağı tamiri yapılmayan ve stabil olmayan dizlerdeki menisküs tamiri başarısızlık oranı %30–40'lara çıkmaktadır.^[27] Menisküs tamiri planlanacak hastaya, bu ek patolojilerin de düzeltilmesinin önemini vurgulamak gerekir.

Sistemik hastalığı (diabetes mellitus, romatoid artrit, Paget hastalığı gibi) olan veya onkolojik hastaların, gerek ilgili klinikle gerekse hasta ile birlikte değerlendirilmelidir; prosedürün riskleri, faydaları, iyileşme ve rehabilitasyon süreçleri değerlendirilerek ortak bir karar alınmalıdır. Aynı şekilde, profesyonel bir sporcuya, büyük bekletisinin olduğu müsabakalar öncesi prosedürün risklerine karşın elde edebileceği yarar ve bunun spor yaşamına olası etkileri anlatılmalı,

beklentileri alınmalı ve mümkün oranda tedavi için ikna edilmelidir. Bu durum, yoğun tempoda çalışanlar içinde geçerlidir. Tedavide geçebilecek yaklaşık sürenin iş ve çalışma yaşamlarına etkisi etraflıca ortak bir şekilde değerlendirilmeli, tedavinin artı ve eksileri ortaya konulmalıdır.

Sigara ve tütün kullanımının, menisküs iyileşmesi açısından olumsuz etki oluşturduğu bildirilmiştir.^[28] Bu tür hastalara, sigara ve tütünün tedaviyi olumsuz etkileyeceği vurgulanmalıdır.

Tam kat olmayan yırtıklar, yüzeysel radyal yırtıklar ve problandığı takdirde stabil olan yırtıklarda, sadece yırtığı raspalama yeterli olacaktır. Yırtık tam kat vertikal, özellikle 1 cm'den uzunsa, akut veya kronik olmasına bakılmaksızın tamir edilmelidir.

Başarılı bir tedavi hedefi için, hasta ile tedavi ekibinin uyumlu çalışması, hastanın tedavi sürecini bilmesi ve tedavi olmazsa ileride karşılaşılabileceği sonuçları idrak etmiş olması, tamir sonrasında rehabilitasyon sürecinde de uyumlu olmasını sağlayacaktır. Bu durum, menisküs tamirinde başlangıç için en önemli püf noktadır.

MENİSKÜS TAMİRLERİNDE ZAMANLAMA NASIL OLMALI?

Literatürde, menisküs yırtıklarının tamirinin zamanlaması hakkında yapılan çalışmaların sonuçlarında anlamlı bir fark bulunmasa da; yırtığın oluşmasının ardından altı hafta içinde tamirinin gerçekleştirilmesinin daha uygun olacağı kanaatindeyiz. Bu sürenin sonundaki tamirlerde, doku debridmanı ve menisküs yırtık uçlarının tazelenmesi gerekir. Tazelemeye ek olarak, 18 gauge'lik iğneler kullanarak ve trefinasyon uygulayarak oluşturulacak kanallardan, kanlanma ve büyüme faktörlerinin dikiş hattına göçü sağlanabilir. Menisküs tamirlerinde, özellikle kronik yırtıklarda iyileşmeyi arttırmak amacıyla, trefinasyon dışında veya ek olarak menisküs yırtığına yakın sinoviyal doku abraze edilebilir ve fibrin pıhtı kullanılabilir.

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonlu olguların daha iyi iyileştiğinden yola çıkılarak, bir yöntem olarak, yük binmeyen femoral kondil noktalarına, özellikle femoral çentiğe mikro kırıklar oluşturulabilir. Bu noktadan, kemik iliği ile birlikte çeşitli büyüme faktörlerinin yırtık sahasına göçü sağlanabilir.

Periferik yırtıklarda ve kök yırtıklarında, komşu sinoviyal doku yırtık üzerine ilerletilebilir. Bu şekilde, sinoviyal örtüleme tekniği ile yırtık sahasının kanlanması sağlanabilir. Bu teknikte, menisküs dikişinde esneme ve dokuyu keserek ayrılma (*pull-out*) oluşturmamaya azami dikkat etmek gerekir. Bu yöntemin uygulanmadığı durumlarda, sinoviyal komşu dokuyu kanatmak

için abraze etmenin de iyileşmeyi attırdığı yönünde çalışmalar mevcuttur. Diz içi yağ yastığının abrazyonu da, adipoz kök hücrelerin göçüne, dolayısıyla iyileşmeye olumlu katkı sağlayacaktır.

CERRAHİ HAZIRLIK AŞAMASINDA ÖNEMLİ NOKTALAR

Cerrahi hazırlık aşaması, menisküs tamirlerinde belki de en önemli noktalardan biridir. Bu aşamada, öncelikle hastanın manyetik rezonans (MR) görüntüleri, taraf ekstremitenin ve hatta gerekli durumlarda karşı ekstremitenin, yük altında diz eklemine santralize olduğu ön arka ve yan graflerinin (özellikle dizilim bozukluklarının, rastlantısal tümörlerin, eklem aralığının, uzunluk farklılıklarının vb. durumların değerlendirilmesi açısından) çekilmesi faydalı olacaktır. MR kesitlerinin tüm sekanslarda ve kesitlerde olması; cerrahi öncesi planlamada yırtığın yerini, tipini, eklem ile olan ilişkisini, menisküsün iç yapısını, diz içi ve çevresi yapılarıdaki varyasyonları, meniskal kistlerin varlığını, iç ve dış bağların durumlarını, kıkırdak yapının durumunu, sinoviyal yapı bozukluklarını, kemik iliği bozukluklarını ve rastlantısal tümörleri değerlendirmek açısından gereklidir. Cerrahin, sadece MR görüntülerine ve diğer görüntüleme modalitelerine bağlı kalmaması, tecrübeli ellerle yapılan fizik muayene ve klinik değerlendirmenin, en az bu modalitelerden elde edilecek veriler kadar değerli olabileceğini unutması, önemli bir basamaktır.^[29]

Cerrahi görüntüleme sistemleri gerekirse, ek monitörlerin olması, cerrahi kayıt sistemi, radyofrekans cihazı, ayarlanabilir basınçlı sıvı infüzyon sistemleri, *shaver* sistemi, ayarlanabilir cerrahi masa, iyi bir ışık kaynağı, ortopedik manuel veya otomatik turnike, cerrahi masaya monte edilebilir ekstremiter tutucu ve desteklerinin cerrahi salonda hazır olması, işlemi kolaylaştıracak unsurlardır. Planlanan menisküs tamir yöntemine göre, cerrahi set içinde 30° optiğin yanında bazı durumlarda 70° bakış açılı optik de gerekebilir. Sütür tutucular, değişik açılarda punçlar, artroskopik muayene problemleri, değişik açıda sütür geçirici kanüller, spinal ve epidüral iğneler, değişik kalınlıkta polydioksanon, polietilen tereftalat veya polyester ile kuvvetlendirilmiş ultra-yüksek molekül ağırlıklı polietilen mukavemetli dikiş ipleri, uzun düz iğneli sütür materyalleri, tümü içeride dikiş için geliştirilmiş hazır sütür kitleri, değişik açılarda artroskopi rasparları ve 6 mm veya 7 mm'lik artroskopi kanülleri gibi, uygulanacak cerrahi tekniği kolaylaştıracak cerrahi ekipman salonda hazır olmalıdır. Hastaya horizontal sütürler uygulama düşüncesi varsa, daha üstün menisküs tespiti sağlayacağından dolayı, mümkün olduğu oranda kalın sütür materyalleri tercih edilmelidir.^[30]

CERRAHİ AŞAMA

Cerrahi aşamada seçilecek anestezi türünün mutlaka iyi bir kas gevşemesi sağlaması, eklem aralığını açılması bakımından müdahaleyi kolaylaştıracaktır.

Hasta yatış pozisyonu, uygulanacak yönteme göre en baştan belirlenmelidir. Gereklilik halinde arka aksesuar portallerin de açılabilmesi hesaba mutlaka katılmalıdır. Gerek turnikenin yerleşimi gerekse steril örtüm sınırı, dizin konumlandırılmasını engellemelidir. Literatürde tam konsensüs olmasa da, genellikle mediyal menisküs tamirlerinde sütürler 20°, lateral menisküs tamirlerinde diz ise çoğunlukla 90° fleksiyonda düğümlenir.

CERRAHİ TEKNİKLERİN UYGULANMASINDA PÜF NOKTALAR

Menisküs tamirlerinde; dıştan içe, içten dışa, tümü içeride ve bunların kombinasyonları kullanılır. Başarılı menisküs tamirleri, her bir teknik için geliştirilmiş usuller ve püf noktalarının hesaba katılması ile gerçekleştirilebilir.

Her bir teknik öncesi, menisküs dokusunun tazelemesi ve debride edilmesi, gerekirse altındaki tibial yüzeyin raspa ile abrazyonu yapılmalıdır. Menisküs yırtığının mümkün oranda tam olarak redükte edilmesi, tamir sonrası basamaklanmayı ve ondulasyonu önleyeceği gibi, düğüm sayısını da azaltır. Uygun redüksiyon, oluşacak iyileşme dokusunun da düzenli olmasını sağlar.

Menisküs tamirlerinde nasıl bir düğüm tekniği kullanmamız gerektiği konusunda da çok çeşitli *in vivo* ve *in vitro* biyomekanik çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda sıklıkla, menisküs tamirlerinde sütürlerin sıklık yüklenme altında mukavemetleri ve menisküs dokusundan ayrılma kuvvetleri değerlendirilmiştir.^[31] *In vitro* bir çalışmada, sığır menisküslerindeki vertikal, oblik ve horizontal dikişlerin tekrarlayıcı ve son yüklenme altında biyomekanik değerleri ölçülmüştür. Dikişler arasında, tekrarlayıcı veya son yüklenme esnasında yırtık uçlarının açılması açısından fark tespit edilemezken; tamir sahasının sıklığı açısından, tekrarlayıcı yüklenme esnasında oblik ve vertikal dikişler, horizontal dikişlere göre daha üstün bulunmuştur. Çalışmada, oblik dikişlerin son yüklenme açısından istatistiksel olmasa da vertikal dikişlerden daha kuvvetli, horizontal dikiş ile karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak da daha kuvvetli olduğu bulunmuştur. Bu çalışma sonucunda yazarlar, oblik dikiş tekniğinin, hem vertikal hem de horizontal dikiş tekniğinin faydalı özelliklerini barındırdığını rapor etmişlerdir.^[31] Tümü içeride sütürlerin karşılaştırıldığı bir başka *in vitro* çalışmada, submaksimal

tekrarlayıcı yüklenme test koşullarında vertikal veya horizontal uygulanmış FasT-Fix (*Trademarks of Smith & Nephew, registered U.S. Patent & Trademark Office*) ile horizontal uygulanmış RapidLoc (*DePuy Synthes®*) cihazları karşılaştırılmış ve FasT-Fix ile uygulanmış vertikal sütürlerde, tamir edilen yırtık noktasında daha az açılma ve göreceli olarak daha fazla sıklık gözlenmiştir.^[32] Horizontal dikiş tekniğinde uygulanan dikişin yırtık hattına olan mesafesi de önemlidir. Yine *in vitro* olarak tekrarlayıcı yüklenme altında yapılan ölçümlerde, yırtık sahasına uzak yerleştirilen dikişin kuvvetinin daha fazla olduğu rapor edilmiştir.^[33] Yapılan bir çalışmada, vertikal dikiş tekniğinde bacaklar arasındaki açı ne kadar büyük olursa dikişin kuvvetinin de o oranda fazla olduğu rapor edilmiştir.^[34]

Menisküs tamirlerinde bu şekilde yapılan *in vitro* tekrarlayıcı test sonuçlarının bilinmesi ve klinik uygulamaya sentezlenmesi, günlük yaşamda ve erken rehabilitasyon döneminde nasıl bir yol izlenmesi konusunda yol göstericidir. Dolayısıyla, menisküs tamirini uygulayacak cerrahın sadece tecrübeli değil, aynı zamanda kullanacağı cerrahi tekniğin biyomekanik davranışlarını da hakim olması gereklidir.

Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, tamir sonrası yırtık hattı mutlaka problemlenmeli ve bu, eklem hareketi esnasında da tekrarlanmalıdır; herhangi bir boşluk veya gevşeklik tespit edildiğinde yeniden cerrahi tamir yapılmalıdır. Dolayısıyla, menisküs yırtığının stabilizasyonu için, sütürler arasında 3–5 mm mesafe olacak şekilde uygun sayıda sütür atmak gerekir. Menisküs yırtık yüzeyleri arasındaki boşluk bu şekilde kapatılabilir.

KAYNAKLAR

1. Mauck RL, Burdick JA. From repair to regeneration: biomaterials to reprogram the meniscus wound microenvironment. *Ann Biomed Eng* 2015;43(3):529–42. [Crossref](#)
2. Osawa A, Harner CD, Gharaibeh B, Matsumoto T, Mifune Y, Kopf S, Ingham SJM, Schreiber V, Usas A, Huard J. The use of blood vessel-derived stem cells for meniscal regeneration and repair. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45(5):813–23. [Crossref](#)
3. Starke C, Kopf S, Petersen W, Becker R. Meniscal repair. *Arthroscopy* 2009;25(9):1033–44. [Crossref](#)
4. Muller W. Menisci and knee stability. *Orthopade* 1994;23(2):93–7.
5. Renström P, Johnson RJ. Anatomy and biomechanics of the menisci. *Clin Sports Med* 1990;9(3):523–38.
6. Fukubayashi T, Kurosawa H. The contact area and pressure distribution pattern of the knee. A study of normal and osteoarthrotic knee joints. *Acta Orthop Scand* 1980;51(1-6):871–9. [Crossref](#)
7. Baratz ME, Fu FH, Mengato R. Meniscal tears: the effect of meniscectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee: a preliminary report. *Am J Sports Med* 1986;14(4):270–5. [Crossref](#)

8. McDermott ID, Amis AA. The consequences of meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88-B(12):1549-56. [Crossref](#)
9. Gallacher PD, Gilbert RE, Kanes G, Roberts SN, Rees D. White on white meniscal tears: to fix or not to fix? *Knee* 2010;17(4):270-3. [Crossref](#)
10. Canale ST, Beaty JH. *Campbell's Operative Orthopaedics*, 12th ed. St Louis, MO. Mosby; 2012. p.2075-8, 2014.
11. Biedert RM. Treatment of intrasubstance meniscal lesions: a randomized prospective study of four different methods. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8(2):104-8. [Crossref](#)
12. Ahn JH, Lee YS, Yoo JC, Chang MJ, Koh KH, Kim MH. Clinical and second-look arthroscopic evaluation of repaired medial meniscus in anterior cruciate ligament-reconstructed knees. *Am J Sports Med* 2010;38(3):472-7. [Crossref](#)
13. DeHaven KE. Meniscus repair. *Am J Sports Med* 1999;27(2):242-50. [Crossref](#)
14. Scott GA, Jolly BL, Henning CE. Combined posterior incision and arthroscopic intra-articular repair of the meniscus. An examination of factors affecting healing. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68(6):847-61. [Crossref](#)
15. Cipolla M, Cerullo G, Puddu G. Microvasculature of the human medial meniscus: operative findings. *Arthroscopy* 1992;8(4):522-5. [Crossref](#)
16. Kraus T, Heidari N, Svehlik M, Schneider F, Sperl M, Linhart W. Outcome of repaired unstable meniscal tears in children and adolescents. *Acta Orthop* 2012;83(3):261-6. [Crossref](#)
17. Laprell H, Stein V, Petersen W. Arthroscopic all-inside meniscus repair using a new refixation device: a prospective study. *Arthroscopy* 2002;18(4):387-93. [Crossref](#)
18. Haas AL, Schepesis AA, Hornstein J, Edgar CM. Meniscal repair using the FasT-Fix all-inside meniscal repair device. *Arthroscopy* 2005;21(2):167-75. [Crossref](#)
19. Messner K, Gao J. The menisci of the knee joint. Anatomical and functional characteristics, and a rationale for clinical treatment. *J Anat* 1998;193(2):161-78. [Crossref](#)
20. Prince MR, Esquivel AO, Andre AM, Goitz HT. Anterior horn lateral meniscus tear, repair, and meniscectomy. *J Knee Surg* 2014;27(3):229-34. [Crossref](#)
21. Barrett GR. Clinical results of meniscus repair in patients 40 years and older. *Arthroscopy* 1998;14(8):824-9. [Crossref](#)
22. Majeed H, Karuppiah SV, Sigamoney VK, Geutjens G, Straw RG. All-inside meniscal repair surgery: factors affecting the outcome. *J Orthop Traumatol* 2015;16(3):245-9. [Crossref](#)
23. Tengrootenhuysen M, Meermans G, Pittoors K, Riet RV, Victor J. Long-term outcome after meniscal repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(2):236-41. [Crossref](#)
24. Clark CR, Ogden JA. Development of the menisci of the human knee joint. Morphological changes and their potential role in childhood meniscal injury. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65(4):538-47. [Crossref](#)
25. Noyes FR, Barber-Westin SD. Arthroscopic repair of meniscus tears extending into the avascular zone with or without anterior cruciate ligament reconstruction in patients 40 years of age and older. *Arthroscopy* 2000;16(8):822-9. [Crossref](#)
26. Kocabey Y, Nyland J, Isbell WM, Caborn DN. Patient outcomes following T-Fix meniscal repair and a modifiable, progressive rehabilitation program, a retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004;124(9):592-6. [Crossref](#)
27. Warren RF. Arthroscopic meniscus repair. *Arthroscopy* 1985;1(3):170-2. [Crossref](#)
28. Blackwell R, Schmitt L, Flanigan DC, Magnussen RA. Smoking increases the risk of early meniscus repair failure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24(5):1540-3. [Crossref](#)
29. Kocabey Y, Tetik O, Isbell WM, Atay OA, Johnson DL. The value of clinical examination versus magnetic resonance imaging in the diagnosis of meniscal tears and anterior cruciate ligament rupture. *Arthroscopy* 2004;20(7):696-700. [Crossref](#)
30. Kocabey Y, Taşer O, Hapa O, Güçlü A, Bozdağ E, Sünbuloğlu E, Doral MN. Meniscal repair using large diameter horizontal sutures increases fixation strength: an in vitro study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(2):202-6. [Crossref](#)
31. Kocabey Y, Taser O, Nyland J, Doral MN, Demirhan M, Caborn DN, Sarban S. Pullout strength of meniscal repair after cyclic loading: comparison of vertical, horizontal, and oblique suture techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14(10):998-1003. [Crossref](#)
32. Nyland J, Chang H, Kocabey Y, Nawab A, Brand J, Caborn DN. A cyclic testing comparison of FasT-Fix and RapidLoc devices in human cadaveric meniscus. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008;128(5):489-94. [Crossref](#)
33. Kocabey Y, Taser O, Nyland J, Ince H, Sahin F, Sunbuloglu E, Baysal G. Horizontal suture placement influences meniscal repair fixation strength. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(3):615-9. [Crossref](#)
34. Erduran M, Hapa O, Şen B, Kocabey Y, Erdemli D, Aksel M, Havitçioğlu H. The effect of inclination angle on the strength of vertical mattress configuration for meniscus repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23(1):41-4. [Crossref](#)