



İçten dışa menisküs tamiri

Inside-out meniscus repair

Gökhan Polat, Mehmet Aşık, Ömer Naci Ergin

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul

İçten dışa teknik ile artroskopik menisküs tamiri 1980'ler sonrası klinik kullanıma girmiş güvenilir bir yöntemdir. Özellikle, orta 1/3 ve arka boynuz yırtıklarının tamirinde kullanımı uygun bir tekniktir. Son yıllarda yaygın olarak kullanıma giren yeni nesil tamamı-içeriden menisküs tamir implantlarının eşdeğer biyomekanik ve klinik sonuçlarına rağmen, halen alışılmış, ucuz, kolay uygulanabilir ve güvenilir bir menisküs tamir yöntemi olarak sıklıkla tercih edilmektedir. Aksesuar insizyon gereksinimi, artmış cerrahi süre gibi dezavantajlarının yanında, nörovasküler yapıların iyatrojenik yaralanması riskine karşı cerrah dikkatli olmalıdır.

Anahtar sözcükler: menisküs; tamir; içten-dışa

The inside-out technique has been using since 1980's as a safe and successful arthroscopic meniscus repair technique. It is feasible especially for the repair of middle 1/3 and posterior horn meniscus tears. Although last generation all-inside meniscus implants provide similar biomechanical and clinical results, inside-out meniscus repair technique is still a commonly preferred meniscus repair method due to lower implant cost, easy applicability, and reliability. In addition to the disadvantages like accessory incision and longer duration of surgery, surgeon should take care of iatrogenic injury of the neurovascular structures.

Key words: meniscus; repair; inside-out

Menisküsler, diz ekleminde tibia platolarının yüzeyini genişleterek ve derinleştirerek, yük aktarımına, şok emilimine ve stabilizasyona önemli katkıda bulunur. Menisküs yaralanmalarının veya cerrahi olarak eksize edilmelerinin, menisküs fonksiyonlarını bozarak eklem dejenerasyonuna yol açtığı çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir.^[1-5] Fairbank'in menisektomi sonrası diz eklemindeki biyomekanik değişiklikleri ve sonrasında bunların osteoartrit zemin hazırladığını ortaya koymasıyla, menisküs cerrahisinde menisküs dokusunun olabildiğince korunması önem kazanmıştır. Menisküs onarımı, ilk kez 1883 yılında Thomas Annandale tarafından tanımlanmış, ancak ilk menisküs tamiri DeHaven tarafından 1970 yılında açık yöntemle yapılmış ve literatüre girmiştir.^[6,7] İlerleyen yıllarda artroskopik cihazların ve el aletlerinin gelişimi, menisküs tamir implantlarındaki gelişmeler, "artroskopik menisküs tamiri" tekniklerinin gelişmesini ve tedavi başarısının artmasını sağlamıştır.

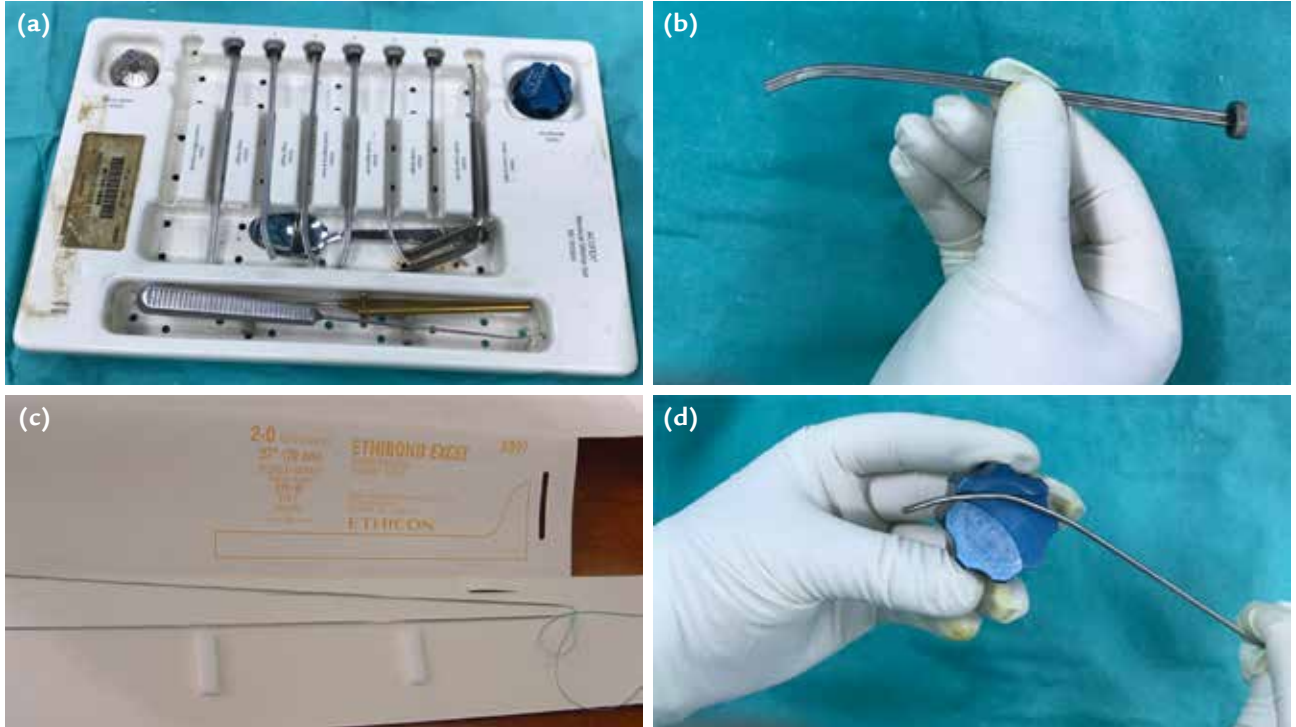
Menisküs tamirinde; hastanın yaşı, yırtık oluşumu ile cerrahi arasındaki süre, menisküs yırtığının yeri ve

şekli, yırtığın uzunluğu ve stabilitesi, menisküs dokusunun kalitesi gibi birçok faktör, tedavi başarısını etkilemektedir.^[1-5] Yapılan deneysel ve klinik çalışmaların sonucu olarak, tamir endikasyonları başlangıçta kırmızı-kırmızı zondaki longitudinal ve kova sapı yırtıkları ile sınırlıyken, günümüzde beyaz-beyaz zondaki radyal yırtıklar ya da horizontal yırtıklar gibi biyolojik iyileşmesi sınırlı olabilecek yırtıkların onarımları da tartışılmaktadır.^[8,9]

Artroskopik menisküs tamir teknikleri adlandırılırken, dikiş materyalinin uygulanmasındaki başlangıç-bitişe göre, dıştan-içe, içten-dışa ve hepsi içeride olarak tanımlanır. Her yöntemin kendine göre avantaj ve dezavantajı olup, yırtığın lokalizasyonu ve durumuna göre hangi yöntem veya yöntemlerin uygulanacağına karar verilir. Bu kararda cerrahın deneyimi de önemlidir.

İÇTEN DIŞA TEKNİK

İçten dışa menisküs tamiri; eklem içinden özel dikiş geçirci cihazlar yardımıyla, önce menisküsün yırtık



Şekil 1. a–d. İçten dışa menisküs tamiri için değişik açıda kanülleri içeren set (a); kanül (b); esnek iğneli dikiş materyali (c); açısı değiştirilebilen esnek tekli kanül (d).

parçalarının, sonrasında eklem kapsülü ve ciltten çıkan dikiş materyalinin eklem dışına düğümlenmesiyle yapılan menisküs tamir tekniğini tanımlar. Özellikle, orta 1/3 ve arka boynuz yırtıklarının tamirinde kullanıma uygundur.^[5]

Cerrahi Ekipman

İçten-dışa menisküs tamirinde kullanılacak malzemeler; çeşitli eğimlerdeki kanüller, kanüllerin içerisinden düğümleri taşıyacak halkalar, düğümlendikten sonra cilt-altında veya cilt üzerinden reaksiyon ve çıkıntı yapmayacak dikiş materyalinden oluşur. İplik materyali, emilebilir (PDS: monofilament polidiakson dikiş materyali) veya emilmeyen (Prolene, Ethibond, Tycron, Ultrabraid, Fiberwire, Orthocord), 2-0 veya 0 çapında olmalıdır. Bu dikiş materyalleri, çeşitli ticari firmaların tasarımlarına göre çift taraflı olarak fleksible bir iğneye entegre olabileceği gibi, kanüllerin içinden iplikleri taşıyan halka yapılarla da taşınabilmektedir. Her iki tipteki dikiş materyalleri için de kullanılan iğneler, esnek iğnelerdir. Eklem kapsülünü geçtikten sonra insizyondan dışarı doğru rahatlıkla çekilebilmeleri için, iğnelerin esnek olması önemlidir (Şekil 1).

Cerrahi Teknik

Bölgesel veya genel anestezi altında, her iki dizin karşılaştırmalı stabilite muayenesi yapıldıktan sonra, supin artroskopi pozisyonunda ve turnike kontrolünde diz hazırlanır. Valgus stresi uygulayabilmek için uyluk dış kısmında bacak desteği veya uyluk kaldırmacı kullanılabilir. Yine diz eklemine “4 pozisyonu”na gelebilecek şekilde hazırlanmasına dikkat edilmelidir. Böylece, varus veya valgus stresi uygulanarak mediyal veya lateral eklem aralığının yeterli görüntülenmesi sağlanır.

Standart anteromediyal ve anterolateral portallerden yapılan rutin tanısal artroskopi ile yırtık görüntülenerek, çengel ile menisküs yırtığının lokalizasyonu, tipi, stabilitesi ve menisküs doku kalitesi incelenir. Menisküs yırtığının konfigürasyonuna göre dikiş kanüllerinin ve materyalinin menisküsün çembersel anatomisinde uygun yön ve konumda yerleştirilmesi önemlidir. Diğer bir önemli konu da, dikişlerin eklem kapsülü dışarısında düğümlenmesi için aksesuar insizyonların yapılmasıdır. Cerrahın diz anatomisine hakim olması, nörovasküler yaralanma açısından riskli bölgelerin bilinmesi önemlidir. Standart anteromediyal ve anterolateral portaller ile menisküs yırtığının yeterli görüntüleme ve çalışma olanağı sağlanamadığı durumlarda, uygun

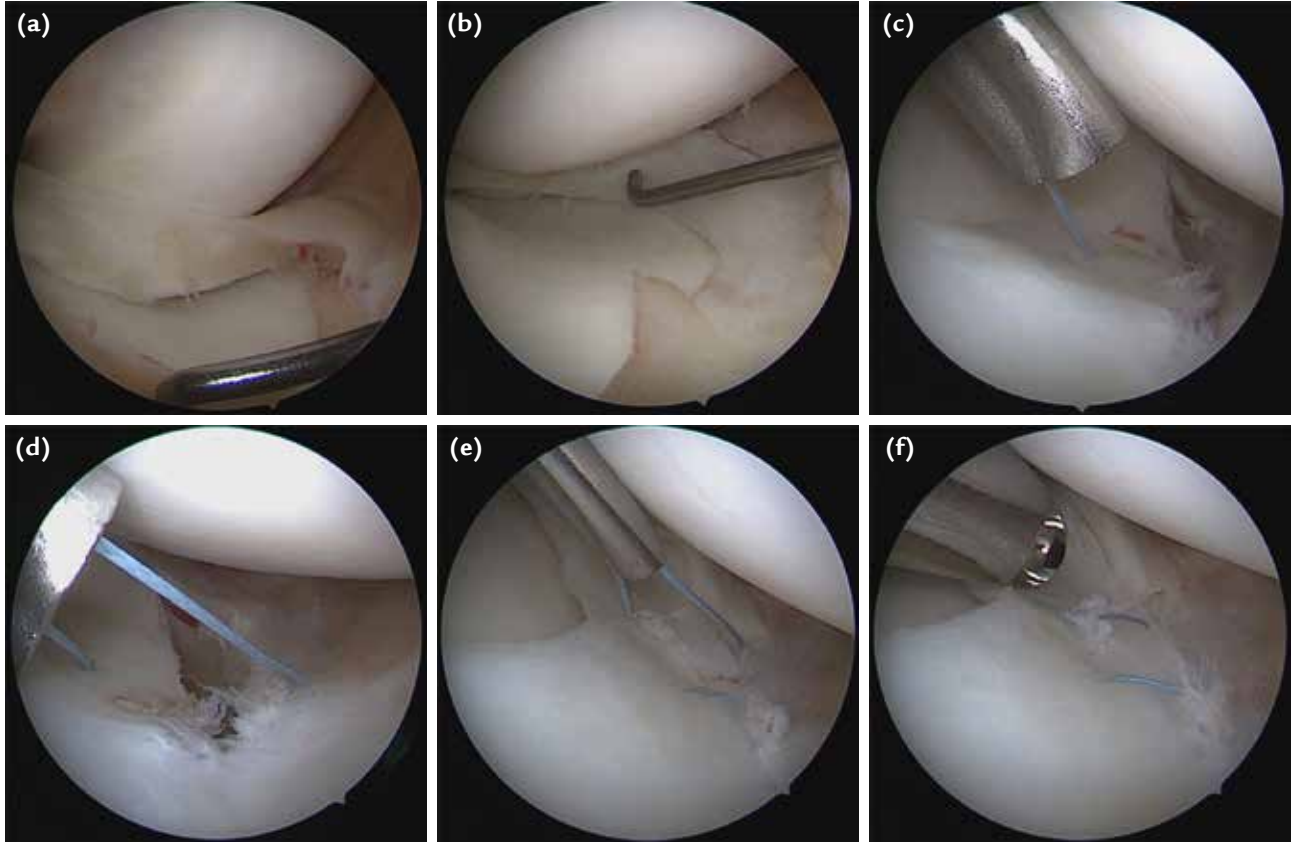


Şekil 2. a, b. Mediyal menisküs tamiri için anteromediyal portalden elde edilen görüntüleme altında, anterolateral portalden esnek iğneli sütür materyalinin kanül içerisinde uygulanması (a); yardımcı asistanın kontrolünde güvenli bölgeden iğnelerin çıkarılması (b).

aksesuar portal hazırlanması gereklidir. Spinal iğne yardımı ile yırtığa ulaşım artroskopik olarak değerlendirildikten sonra aksesuar portalin açılması, içten dışa menisküs tamirinde teknik olarak kolaylık sağlar, menisküs tamiri esnasında oluşabilecek kıkırdak hasarı ihtimalini en aza indirir. Menisküs tamiri öncesi; infra-patellar plika varlığında plika eksizyonu, ön çapraz bağ yırtığı durumunda ön çapraz bağ güdüğünün eksizyonu, sinovit varlığında yapılan sinovektomi ve hipertrofik hoffa için yapılan hoffa debridmanı, dikiş materyali ve artroskopi aletlerinin daha rahat ekleme giriş çıkışı açısından önemlidir. Bu aşamalardan sonra menisküs tamirine geçilir. Yırtık parçalar, yırtığın şekline ve lokalizasyonuna göre merkeze veya interkondiller çentiğe deplase olmuş olabilir. Deplase olmuş menisküs yırtığının redüksiyonu menisküs tamirinin ilk basamağı olup, redüksiyon aşamasında dize valgus veya varus stresi vermek gerekli olabilir. Ayrıca, artroskopik çengel veya trokar gibi cerrahi aletlerin yardımı gerekebilir. Özellikle kronik yırtıklarda bu aşama kolay olmayabilir. Anatomik redüksiyonun sağlanamadığı yırtıklarda, geçici olarak içeriden dışarı askı dikişleri redüksiyona yardımcı olabilir. İçten dışa tekniğin menisküs tamiri için uygun olduğuna karar verildikten sonra, menisküs

yırtık uçları *shaver* ve/veya artroskopik raspa ile kanatılıp canlandırılarak hazırlanır; kronik yırtıklarda görülen kütleleşmiş kenarlar temizlenir. Raspa ve tıraşlayıcı dışında periferik canlandırma amacı ile kullanılacak diğer bir teknik, eklem içinden veya dışından iğneleme ile meniskokapsüler bileşkenin kanlandırılmasıdır. İyileşmeyi arttırıcı bir tedavi olarak, tamir sahası fibrin pıhtı ile de desteklenebilir.

Mediyal menisküs yırtıklarında yapılan mediyal aksesuar insizyon, dikişlerin geçirilmesinden önce yapılabileceği gibi iğneli iplerin mediyalde ciltten çıkartılması sonrası da yapılabilir (Şekil 2). İpler, insizyon sahası içerisinde, arada başka doku kalmayacak şekilde kapsül üzerinden bulunur ve düğümlenerek tamir tespiti yapılabilir. Arka boynuza yakın yırtıkların tamirinde bu tekniğin tercih edildiği durumlarda, sartorius kasının ön sınırına paralel ve mediyal kollateral bağın hemen üzerinden, 3-4 cm uzunluğunda longitudinal postero-mediyal aksesuar insizyon kullanılır. İnsizyonun diz eklemi 90° fleksiyonda iken yapılması ile, sartorius kasının ve safen sinirinin posteriora doğru hareket etmesi sağlanmalıdır. İnsizyon sonrası, cilt-cilt altı yağlı doku ve pes anserin fasyası liflerin doğrultusunda sırasıyla geçilir. Sonrasında mediyal hamstring tendonu



Şekil 3. a-f. Kova sapı medial menisküs yırtığı: yırtığın deplase görünümü (a); redüksiyon sonrası yırtığın görünümü (b); ilk vertikal dikişin geçirilmesi (c, d); tespit sonrası ikinci dikişin uygulanması (e); iki vertikal mattress dikiş ile menisküs orta 1/3 cisim yırtığının tespiti sonrası görünüm (f).

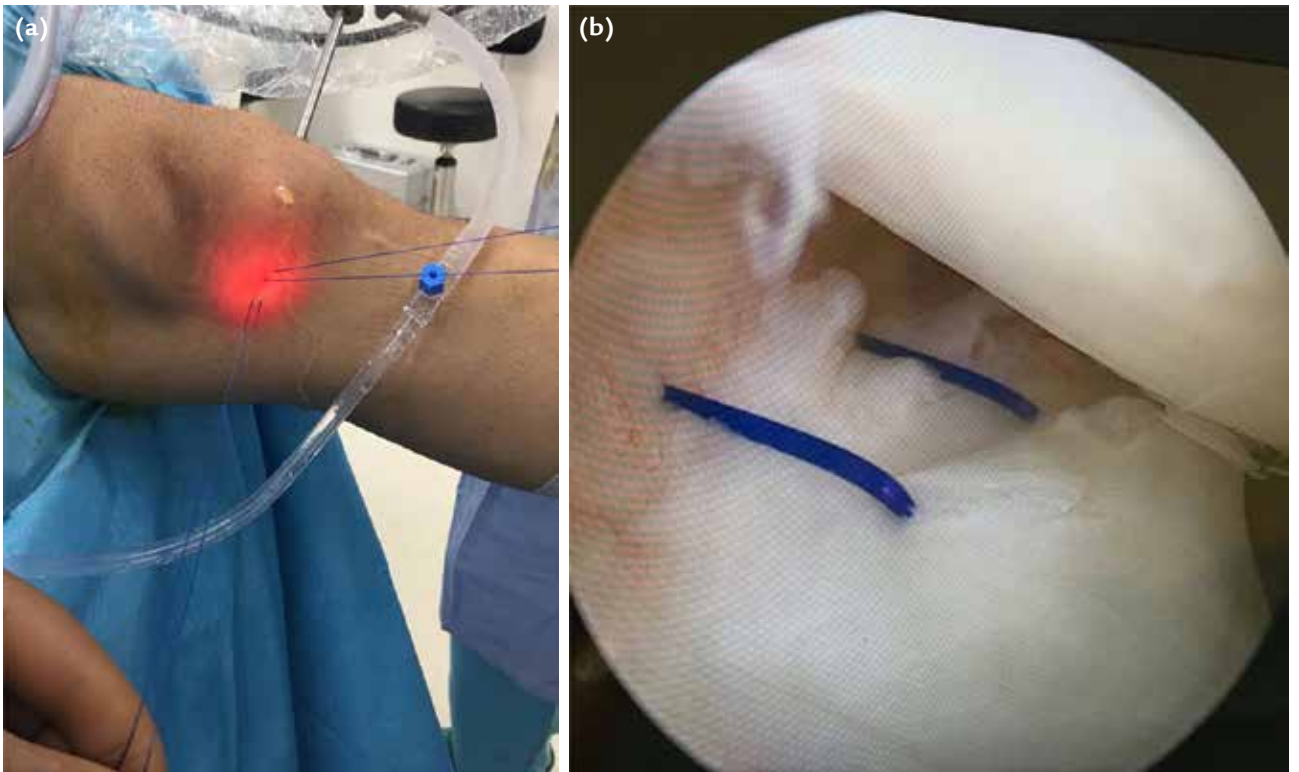
posterior yönde ekarte edilerek, posteromedial kondil, medial gastroknemius ve semimembranosus arasında kalan güvenli çalışma bölgesine ulaşılır.

Artroskop anterolateral portale yerleştirilip eklem görüntülenirken, yırtığın yerine ve yönüne göre portal değişikliği yapılabileceği gibi, değişik açılara sahip kanüller ile de açılabilir ve tekli esnek kanüllerle yırtıkların tamiri gerçekleştirilebilir. Bu işlemlerin, diz ekleminin ekstansiyon ve valgus stresi pozisyonunda yapılması gerekli olabilir. Bu esnada iyatrojenik kırık hasarı oluşturmamaya özen gösterilmelidir. Buna yönelik olarak, sıkı dizlerde gerekli görüldüğünde 'pie-crusting' tekniği ile iç yan bağın sınırlı olarak gevşetilmesi gerekli olabilir. Yeterli eklem açıklığı sağlandıktan sonra, menisküs yırtığının redüksiyonu ve uçlarının hazırlığını takiben, uygun dikiş kanülüne yüklenen iğne ve dikiş materyali, tamir için planlanan dikiş konfigürasyonuna (horizontal, vertikal veya oblik) uygun olarak menisküs dokusuna veya meniskokapsüler bileşkeye saplanır. İğne, tibial platoya paralel olarak, posteromedial insizyon bölgesine doğru eklem kapsülü dışarısına ilerletilir.

İğne ucu posteromedial insizyonun içinden geçmediği durumlarda, insizyonun içerisinden klemp yardımıyla bulunarak çekilir. Böylece, dikiş ipinin ilk bacağı geçirilmiş olur. Dikiş ipliğinin ikinci bacağı da aynı yöntemle insizyondan çıkarılır. Her iki dikiş bacağı arasında yaklaşık 4-5 mm boşluk bırakılmalıdır. Dikiş bacakları geçirilirken menisküs dokusunun invert veya evert olmaması, redüksiyonun bozulmaması önemlidir. Yırtığın büyüklüğüne ve konfigürasyonuna göre, ek dikiş tespiti uygulanabilir (Şekil 3). Düğümlenme işlemi, tüm dikişler geçirildikten sonra artroskopi kontrolünde yapılmalı ve tespit gerginliği kontrol edilmelidir. Düğümlenmenin aşırı fleksiyonda yapılmasına bağlı olarak posteromedial kapsül gerginliği olabileceği için, medial menisküs yırtıklarının tespiti sırasında diz ekleminin yaklaşık 20° fleksiyonda olması tavsiye edilmektedir. Tüm dikişlerin düğümlenmesi tamamlandığında artroskopik çengel ile son bir kontrol, redüksiyon ve stabilite değerlendirilmesi yapılmalıdır (Şekil 4 ve 5). Posteromedial insizyonun kapatılmasında sartorial fasyanın safen siniri sıkıştırılmamasına dikkat edilmelidir.



Şekil 4. a, b. Sütür materyalinin uygulanması ve yardımcı asistan tarafından güvenli alanda ciltten çıkarılması.



Şekil 5. a, b. Mediyal menisküs cismine içten dışa vertikal matress şekilde uygulanan dikişin klinik (a) ve artroskopik görünümü (b).

Lateral menisküs tamiri için gerekli aksesuar insizyon, lateral kollateral bağın (LCL) posteriorunda eklem çizgisi üzerinden dizin posterolateralinde düz ve longitudinal olarak, nörovasküler yapılara zarar vermemek için diz eklemi 90° fleksiyonda iken yapılır. İliotibial bant ve biceps femoris tendonu arasında bir klivaj oluşturulur ve gastroknemius kasının lateral başının lateral kenarı görülür. Peroneal siniri korumak için; sinir trasesinin biceps femoris kasının posteriorunda ilerlediği unutulmamalıdır. Disseksiyon sırasında korunması gereken bir diğer önemli yapı da lateral genikulat arter olup, bunun LCL mediyalinde ve derininde olduğu hatırlanmalıdır. Gastroknemius lateral başı posterior kapsülden serbestleştirilene ve yeterli interval oluşturulana kadar disseksiyon yapılmalıdır. Lateral menisküs tamiri için aksesuar insizyon, mediyal menisküs tamirindekine benzer olarak dikişlerin geçirilmesinden önce yapılabileceği gibi, iğnelerin cilt üzerinden çıkışından sonra da yapılabilir.

Lateral menisküs tamirinde kanül yerleştirilme prensipleri mediyal menisküs tamirine benzer. Lateral menisküs tamirinde farklı olan, menisküs korpus ve arka boynuzun posteriorunda yer alan popliteus tendonunun korunması gerekliliğidir. Yırtığın genişliği ve konfigürasyonuna göre, dikiş sayısı, dikiş tipi ve tamir tekniği belirlenir. İçeriden dışarıya çıkan dikişler posterolateral aksesuar insizyon içerisinden veya bir klemp yardımıyla posterolateral insizyondan geçirilir. Tüm dikişler geçirildikten sonra, düğümleme işlemi artroskopik kontrolünde yapılır. Lateral menisküs tamirinde diz fleksiyonu, mediyal menisküs tamirinden farklı olarak yaklaşık 90°'de yapılır.

TARTIŞMA

Tarihsel süreç içerisinde menisküs fonksiyonlarının daha iyi anlaşılması, menisküs dokusunun korunmasına yönelik girişimlerin hız kazanmasına yol açmıştır.^[9] Menisküs dokusunda minimal iyatrojenik hasar oluşturacak ve en stabil tespiti sağlayacak birçok yöntem tanımlanmış, literatürde çok sayıda klinik çalışma ile menisküs tamiri sonuçları bildirilmiştir.^[10-13] Menisküs tamiri sonrası kısa süre içinde menisektomi yapılması en objektif başarısızlık kriteri olup, buna göre yapılan çalışmalarda menisküs tamiri sonrası kısa dönem başarısızlık %12'lerde bildirilmiştir.^[14,15] Bununla birlikte, menisküs tamiri ile ilgili yapılan meta-analizlerde, tamir sonrası başarısızlık oranı beş yıldan uzun izlemlerde %23,1 olarak bildirilmiş, bu oranın teknik ve ön çapraz bağ instabilitesinden bağımsız olduğu belirtilmiştir.^[16] Çeşitli çalışmalarda menisküs onarımı başarısını etkileyen faktörler araştırılmış; yırtık oluşumu ile cerrahi arasındaki sürenin en önemli faktör olduğu^[17], ilk

üç ayda yapılan menisküs onarımlarının başarısının daha yüksek olduğu ortaya konmuştur.^[18-20] Ayrıca, hasta yaşının artmasıyla başarısızlığın daha geç dönemde oluştuğu^[21], hastanın yaşından çok yırtığın yerinin önemli olduğu^[22], ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ile birlikte yapılan menisküs onarımlarının daha başarılı olduğu^[23], büyük yırtıkların küçük yırtıklara göre daha kötü iyileşeceği ve daha erken başarısızlığa uğrayacağı, çeşitli çalışmalarla rapor edilmiştir.^[21,24]

Bu üç tekniğin karşılaştırıldığı çalışmalarda, içten dışa ve dıştan içe tamir yöntemlerinin ilk jenerasyon tümü içeride tekniklere göre daha başarılı klinik sonuçları olduğu bildirilmiştir.^[14,25,26] Buna rağmen, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ile eş zamanlı yapılan olgularda, tamamı içeride ve içten dışa teknikler arasında fark olmadığını gösteren çalışmalarda bulunmaktadır.^[27-29] Bu konuda Grant ve ark.'nın yayımladıkları meta-analizde; menisküs iyileşmesinde yırtık tipi ve ön çapraz bağ stabilitesinin daha önemli olduğu, tümü içeride ve içten dışa teknikler arasında klinik olarak anlamlı fark olmadığı ortaya konulmuştur.^[30] Yine bu konuda 2017 yılında yayımlanan, yeni nesil tamamı içeriden menisküs tamir implantları ile içten dışa tamiri kıyaslayan bir sistematik derlemede, bu iki tekniğin başarısızlık oranları arasında, fonksiyonel sonuçlar ve komplikasyon açısından bir fark olmadığı bildirilmiştir.^[31]

Yeni jenerasyon menisküs tamir implantları ve içten dışa menisküs tamirini biyomekanik olarak karşılaştıran bir çalışmada, yazarlar siklik yüklenme ile benzer sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir.^[32] Yine, bu iki tekniğin kova sapı yırtık yaratılan kadavra dizlerinde karşılaştırıldığı biyomekanik bir çalışmada, her iki teknik ile yırtık uçlarında benzer temas stresleri yaratılabildiği ortaya konmuştur.^[33] İçten dışa menisküs tamirinde, uygulanan dikiş konfigürasyonlarını karşılaştıran birçok çalışmada, vertikal matress dikiş konfigürasyonu biyomekanik açıdan öne çıkmaktadır.^[34-36] Kova sapı yırtıklarının tamirinde, çok sayıda içten dışa vertikal dikiş tespitinin daha iyi klinik sonuçlar sağladığı bildirilmiştir.^[37] İçten dışa tamirde kullanılmakta olan çift vertikal sütür tekniğinin tek vertikal sütür tekniğine göre daha başarılı sonuçlar sağladığı da bildirilmiştir.^[38]

İçten dışa menisküs tamiri; daha düşük implant maliyeti, daha az iyatrojenik menisküs hasarı, daha fazla sayıda dikiş uygulanabilmesi daha fazla tespit noktası elde edilmesi gibi avantajlara sahiptir. Buna rağmen, aksesuar insizyon gerektirmesi, özellikle posterior yapıların açıkta kalması (*exposure*) ile ilişkili yarattığı ek morbidite, sertlik ve nörovasküler hasar riski, artan cerrahi süresi ve deneyimli bir asistan ihtiyacı, tekniğin temel dezavantajlarını oluşturmaktadır.^[30,39-41]

SONUÇ

İçten dışa menisküs tamiri, 1980'ler sonrasında artroskopik tamirde altın standart olarak kabul edilmiştir. Yeni nesil menisküs implantlarının; tamir hattında ayarlanabilir kompresyon sağlayabilmesi, uygulama kolaylığı, cerrahi süreyi kısaltması ve eşdeğer biyomekanik sonuçlar sağlaması gibi birçok avantajı, özellikle arka boynuz yırtıklarında içten dışa tamir kullanımını azaltmıştır. Buna rağmen, içten dışa tamir, ucuz ve kolay uygulanabilir olmasının yanında, özellikle cisim yırtıklarının tespitinde oldukça stabil bir tamir sağlamaktadır. Bununla birlikte, çoklu dikiş tespitine izin vermesi ve iyatrojenik menisküs hasarının daha az olması, tekniğin diğer avantajları olarak görünmektedir. Ancak, tekniği kullanan cerrahların, nörovasküler yapıların iyatrojenik hasarı açısından dikkatli olmaları gereklidir.

Menisküs tamirinde başarıyı etkileyen faktörlerin başında; yırtık sahasının vaskülaritesi, eşzamanlı ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ve tamir hattının stabilitesi gelmektedir. Farklı tamir teknikleri arasında klinik sonuçlar açısından belirgin bir fark olmadığı, doğru hasta seçimi ve uygulama ile benzer başarı elde edilebileceği akılda tutulmalıdır. Bu nedenle, cerrah alışkın olduğu ve tecrübeli olduğu menisküs tamir tekniğini kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Greis PE, Bardana DD, Holmstrom MC, Burks RT. Meniscal Injury: Part I. Basic Science and Evaluation. *J Am Acad Orthop Surg* 2002;10(3):168-76. [Crossref](#)
- Arnoczky SP, Mcdevitt CA. The Meniscus: Structure, Function, Repair, and Replacement. In: Buckwalter JA, Einhorn TA, Simon SR, editors; American Academy of Orthopaedic Surgeons. *Orthopaedic Basic Science: Biology and Biomechanics of the Musculoskeletal System*, 2nd ed. Rosemont, IL: AAOS; 2000. p.531-45.
- Rath E, Richmond JC. The menisci: basic science and advances in treatment. *Br J Sports Med* 2000;34(4):252-7. [Crossref](#)
- Lo IKY, Thornton G, Miniaci A, Frank CB, Rattner JB, Bray RC. Structure and Function of Diarthrodial Joints. In: McGinty JB, editor. *Operative Arthroscopy*, 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p.41-126.
- Klimkiewicz JJ, Shaffer B. Meniscal Surgery 2002 Update: Indications and Techniques for Resection, Repair, Regeneration, and Replacement. *Arthroscopy* 2002;18(9):14-25. [Crossref](#)
- Petrosini AV, Sherman OH. A Historical Perspective On Meniscal Repair. *Clin Sports Med* 1996;15(3):445-53.
- Fairblank TJ. Knee Joint Changes After Meniscectomy. *J Bone J Surg Br* 1948;30B(4):664-70.
- Noyes FR, Barber-Westin SD. Arthroscopic repair of meniscal tears extending into the avascular zone in patients younger than twenty years of age. *Am J Sports Med* 2002;30(4):589-600. [Crossref](#)
- Turman KA, Diduch DR. Meniscal repair: indications and techniques. *J Knee Surg* 2008;21(2):154-62. [Crossref](#)
- Barber FA, Herbert MA. Meniscal repair devices. *Arthroscopy* 2000;16(6):613-8. [Crossref](#)
- Aşık M, Sen C, Taşer OF, Sözen YV, Alturfan AK. Arthroscopic meniscal repair with the use of conventional suturing materials. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36(3):228-35.
- Sen C, Aşık M, Yumrukçal F, Atalar AC, Erdil M, Taşer OF. All-inside meniscal repair using the RapidLoc device. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2009;43(4):291-7. [Crossref](#)
- Cho JH. A Modified Outside-in Suture Technique for Repair of the Middle Segment of the Meniscus Using a Spinal Needle. *Knee Surg Relat Res* 2014;26(1):43-7. [Crossref](#)
- Abdelkafy A, Aigner N, Zada M, Elghoul Y, Abdelsadek H, Franz Landsiedl F. Two to nineteen years follow-up of arthroscopic meniscal repair using the outside-in technique: a retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007;127(4):245-52. [Crossref](#)
- Pujol N, Tardy N, Boisrenoult P, Beaufils P. Long-term outcomes of all-inside meniscal repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23(1):219-24. [Crossref](#)
- Nepple JJ, Dunn WR, Wright RW. Meniscal repair outcomes at greater than five years: a systematic literature review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94(24):2222-7. [Crossref](#)
- Stone RG, Frewin PR, Gonzales S. Long-term assessment of arthroscopic meniscus repair: a two- to six-year follow-up study. *Arthroscopy* 1990;6(2):73-8. [Crossref](#)
- Venkatachalam S, Godsiff SP, Harding ML. Review of the clinical results of arthroscopic meniscal repair. *Knee* 2001;8(2):129-33. [Crossref](#)
- Beaufils P, Pujol N, Boisrenoult P. Meniscal Lesions Today: Evidence for Treatment. In: Bentley G, editor. *European Instructional Lectures 14th EFORT Congress*. UK: Springer; 2013;13:237-52.
- Vanderhave KL, Moravek JE, Sekiya JK, Wojtys EM. Meniscus tears in the young athlete: results of arthroscopic repair. *J Pediatr Orthop* 2011;31(5):496-500. [Crossref](#)
- Bach BR Jr, Dennis M, Balin J, Hayden J. Arthroscopic meniscal repair: analysis of treatment failures. *J Knee Surg* 2005;18(4):278-84. [Crossref](#)
- Barrett GR. Clinical results of meniscus repair in patients 40 years and older. *Arthroscopy* 1998;14(8):824-9. [Crossref](#)
- Wasserstein D, Dwyer T, Gandhi R, Austin PC, Mahomed N, Ogilvie-Harris D. A matched-cohort population study of reoperation after meniscal repair with and without concomitant anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2013;41(2):349-55. [Crossref](#)
- Stone RG, VanWinkle GN. Arthroscopic review of meniscal repair: assessment of healing parameters. *Arthroscopy* 1986;2(2):77-81. [Crossref](#)
- Hantes ME, Zachos VC, Varitimidis SE, Dailiana ZH, Karachalios T, Malizos KN. Arthroscopic meniscal repair: a comparative study between three different surgical techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14(12):1232-7. [Crossref](#)
- Majewski M, Stoll R, Widmer H, Müller W, Friederich NF. Midterm and long-term results after arthroscopic suture repair of isolated, longitudinal, vertical meniscal tears in stable knees. *Am J Sports Med* 2006;34(7):1072-6. [Crossref](#)
- Choi NH, Kim TH, Victoroff BN. Comparison of arthroscopic medial meniscal suture repair techniques: inside-out versus all-inside repair. *Am J Sports Med* 2009;37(11):2144-50. [Crossref](#)

28. Choi NH, Kim BY, Hwang Bo BH, Victoroff BN. Suture versus FasT-Fix all-inside meniscus repair at time of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2014;30(10):1280-6. [Crossref](#)
29. Spindler KP, McCarty EC, Warren TA, Devin C, Connor JT. Prospective comparison of arthroscopic medial meniscal repair technique: inside-out suture versus entirely arthroscopic arrows. *Am J Sports Med* 2003;31(6):929-34. [Crossref](#)
30. Grant JA, Wilde J, Miller BS, Bedi A. Comparison of inside-out and all-inside techniques for the repair of isolated meniscal tears. *Am J Sports Med* 2012;40(2):459-68. [Crossref](#)
31. Fillingham YA, Riboh JC, Erickson BJ, Bach BR Jr, Yanke AB. Inside-Out Versus All-Inside Repair of Isolated Meniscal Tears: An Updated Systematic Review. *Am J Sports Med* 2017;45(1):234-42. [Crossref](#)
32. Rosso C, Kovtun K, Dow W, McKenzie B, Nazarian A, DeAngelis JP, Ramappa AJ. Comparison of all-inside meniscal repair devices with matched inside-out suture repair. *Am J Sports Med* 2011;39(12):2634-9. [Crossref](#)
33. Marchetti DC, Phelps BM, Dahl KD, Slette EL, Mikula JD, Dorman GJ, Bucci G, Turnbull TL, Singleton SB. A Contact Pressure Analysis Comparing an All-Inside and Inside-Out Surgical Repair Technique for Bucket-Handle Medial Meniscus Tears. *Arthroscopy* 2017;33(10):1840-8. [Crossref](#)
34. 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](#)
35. Iuchi R, Mae T, Shino K, Matsuo T, Yoshikawa H, Nakata K. Biomechanical testing of transcapsular meniscal repair. *J Exp Orthop* 2017;4(1):2. [Crossref](#)
36. Aşık M, Şener N. Failure strength of repair devices versus meniscus suturing techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2002;10(1):25-9. [Crossref](#)
37. Moatshe G, Cinque ME, Godin JA, Vap AR, Chahla J, LaPrade RF. Comparable Outcomes After Bucket-Handle Meniscal Repair and Vertical Meniscal Repair Can Be Achieved at a Minimum 2 Years' Follow-up. *Am J Sports Med* 2017;45(13):3104-10. [Crossref](#)
38. Haklar U, Donmez F, Basaran SH, Canbora MK. Results of arthroscopic repair of partial- or full-thickness longitudinal medial meniscal tears by single or double vertical sutures using the inside-out technique. *Am J Sports Med* 2013;41(3):596-602. [Crossref](#)
39. Nelson CG, Bonner KF. Inside-out meniscus repair. *Arthrosc Tech* 2013;2(4):e453-60. [Crossref](#)
40. Bonner KF. Meniscus repair: Inside-out suture technique, Chapter 8. In: Jackson DW, editor. *Master techniques in Orthopaedic Surgery: Reconstructive Knee Surgery*, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2008. p.71-88.
41. Jarit GJ, Bosco JA 3rd. Meniscal repair and reconstruction. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 2010;68:84-90.