

Menisküs Lezyonları; Güncel Yaklaşım

Nurettin Heybeli¹, Ethem Faruk Mumcu²

¹Yrd. Doç. Dr. S. Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Isparta
²Prof. Dr. S. Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Isparta

Özet

Menisküslerin diz eklemi yapı ve fonksiyonları açısından önemi son yıllardaki çalışmalar ile kesinleştirilmiştir. Menisküs lezyonlarının tedavisinde güncel yaklaşım bu eşsiz yapıların olabildiğince korunması ve hatta restorasyonu yönündedir. Bu makalede, konu hakkındaki temel bilgiler menisküs tamir ve transplantasyonu hakkındaki son literatür eklenerek gözden geçirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Menisküs lezyonları, menisküs tamiri, menisküs transplantasyonu

Meniscal Lesions; Current Concepts

Abstract

The importance of the menisci on the functions and structure of the knee joint has been well documented. Current trend for the treatment of meniscal lesions is towards preserving and even restoration of this unique structure. In this article, basic knowledge on the subject is enriched with a review of the current literature on meniscus repair and transplantation.

Key Words: Meniscal lesions, meniscus repair, meniscal transplantation

Menisküs lezyonlarına ortopedik cerrahinin yaklaşımı; bilgi birikiminin artması, menisküslerin biyomekanik işlevlerinin anlaşılması ve başta artroskopi ile Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) yöntemleri olmak üzere yardımcı teknolojilerin gelişmesi ile son yıllarda önemli ölçüde değişmiştir. Bir zamanlar fonksiyonu olmayan embriyolojik kalıntılar olarak değerlendirilir ve cerrahi sırasında sağlam olsa bile rutin eksizyonu uygulanır iken günümüzde menisküslerin olabildiğince korunması ve hatta restorasyonu standart tedavi yöntemi olarak benimsenmeye başlanmıştır.

Menisküsler, femoral kondil ve tibial plato arasında yerleşmiş C şekilli, yarımay görünümünde fibrö-kartilajinöz yapılardır. Organik matriksin dörtte üçü kollajen içerir ve tip I kollajen dominant olarak (% 90) bulunur (1). Menisküsler sadece periferi ile sınırlı kalan kısmı dışında tipik olarak avasküler yapılardır. Arnoczky ve Warren (2) klasik çalışmalarında sadece periferik % 10 ile % 30'unun vaskülerize olduğunu göstermişlerdir. Menisküslerin iç serbest kısımları ise sinoviyal sıvıdan diffüzyon ile beslenirler. Mine ve arkadaşları (3) güncel çalışmalarında menisküslerdeki nosiseptörleri araştırmışlar ve immünohistokimyasal yöntemlerle, özellikle periferik vasküler zonda sinir lifleri ve duyuşal reseptörleri tespit etmişlerdir.

Menisküslerin temel fonksiyonları kollajen yapısı, biyokimyasal sıvı kompozisyonu ve proteoglikan-kollajen ağ yapısı sayesinde kazandıği yük iletme, taşıma ve dağıtma fonksiyonlarıdır.

Menisküsler femur kondilleri ile tibia platosu arasında yapısal bir geçiş zonu görevi görürler. Mobil bir menisküs diz flexiyon açısına, femurun translasyon ve rotasyon derecesine göre diz eklemine gelen yükün % 50 ile 90'ı arasında bir yükü iletir (4). Allen ve ark. (5) kronik ön çapraz bağ (ÖÇB) yetersizliği olan dizlerde medial menisküsün diz stabilitesine olan katkısını robotik diz modelinde göstermişlerdir. Aynı zamanda ÖÇB kronik yetersizliğinde medial menisküs üzerine düşen yüklerin artmış olması nedeniyle, menisküsün sağlam olarak korunabilmesi için bağ rekonstrüksiyonunun yapılması gerektiği önerisini getirmişlerdir. Menisküslerin ayrıca ek yardımcı fonksiyonları olarak; eklem lubrikasyon, proprio-sepsiyon ve stabilitesine katkıları da sayılmalıdır (1).

Menisküs Yırtıkları

Menisküsler diz travmaları sonrası en sık yaralanan dokulardır. Yırtıkları travmatik ya da dejeneratif yapıda olabilir. Yaşlı toplumda % 60 gibi bir sıklıkta dejeneratif yırtıklara rastlandığı bildirilmiştir (6). Bununla birlikte bu yırtıkların büyük çoğunluğu asemptomatiktir ve dejeneratif eklem hastalığı ile birlikte görülür. Menisküs yırtıklarının büyük çoğunluğu medial menisküsü etkiler ve arka boynuzu daha sık içermeye eğilimi vardır. Klasik olarak, bulgu veren izole yırtıklar medial tarafta lateralın üç misli daha sıktır. Genç hastalardaki yırtıklar daha önceden sağlam olan menisküslerde genellikle ciddi bir rotasyonel travma sonrası meydana gelir ve sıklıkla uzunlamasına

veya oblik yönde seyreder. Menisküs yırtıkları genellikle yırtık şekline göre sınıflandırılırlar. Vertikal ya da longitudinal yırtık menisküsün dairesel lifleri boyunca oluşur. Yeteri kadar uzun ise kova sapı yırtık olarak adlandırılır. Oblik yırtıklar flap ya da papağan gagası yırtık olarak da tanımlanırlar. Bunlar genellikle arka ve orta 1/3 bileşkede görülürler. Radial yırtıklar iç serbest kenardan periferine doğru uzanırlar. Bu yırtığın periferine, meniskokapsüler bileşkeye kadar uzanması menisküs fonksiyonlarını total menisektomiye eş değer derecede kötü etkiler. Horizontal klivaj yırtıkları menisküsü superior ve inferior flaplara bölen ve ileri yaşlarda görülen bir yırtık tipidir. Kompleks dejeneratif yırtıklar ise özellikle yaşlı hastalar da sık görülen yırtıklardandır (7).

Tedavi Yöntemleri

Menisküs yırtıklarının tedavisi basit izlem (tedavi etmeme), menisektomi ve menisküs tamirinden oluşmaktadır. Menisküs transplantasyonu ise son yıllarda popülerize olan olası bir tedavi yöntemi olarak değerlendirilmelidir.

Bazı menisküs yırtıkları kendiliğinden iyileşeceği veya iyileşmese bile asemptomatik olduğu ve menisküsün biyomekanik fonksiyonlarını bozmadığı için, tedavi gerektirmez. Weiss ve arkadaşlarına (8) göre stabil, bir cm'den küçük ve belirgin mekanik semptomları olmayan yırtıklar basit izleme adaydırlar. Günümüzdeki ileri bilimsel ve teknolojik gelişmelere rağmen tamir edilemeyecek ölçüde hasarlanmış olan menisküs yırtıklarında tedavi, yırtık olan menisküs dokusunun çıkartılması yani menisektomidir. Stabil olmayan, menisküs yapısının iç üçte ikilik kısmında yer alan ve mekanik semptomlar oluşturan yırtıklara parsiyel menisektomi uygulanmalıdır. Parsiyel menisektomide amaç, mümkün olan en az menisküs dokusu rezeksiyonu ile stabil ve biyomekanik olarak fonksiyon gören bir menisküs elde edilmesidir (1,7).

Biedert (9), substans içi menisküs lezyonlarının tedavisinde uygulanabilecek dört değişik tedavi yönteminin sonuçlarını araştırdığı çalışmada, MRG ile dokümanite edilmiş izole, semptomatik, ağrılı, evre 2 medial menisküs horizontal yırtığı olan randomize seçilmiş 40 hastanın kısa dönem sonuçlarını bildirmiştir. Belirtilen çalışmada olgular konservatif tedavi, artroskopik tamir, artroskopik minimal santral rezeksiyon+intrameniskal fibrin pıhtısı+tamir ve artroskopik parsiyel menisektomi gruplarından oluşmaktadır. En iyi sonuçlar parsiyel menisektomi grubunda alınmakla birlikte artroskopik tamir ile de parsiyel menisektomiye yakın derecede iyi sonuçlar alınmıştır.

Yazar artroskopik tamirin uzun dönem takiplerinde diğer yöntemlere göre başarılı sonuç alınma ihtimalinin yüksek olduğunu düşünmektedir.

Rockborn ve Messner (10) artroskopik menisektomi ile açık menisküs tamirinin uzun dönem sonuçlarını 30'ar hastalık iki grupta retrospektif olarak incelemişlerdir. Serilerinin ortalama tekrar muayene süresi 13 yıldır. Buna ek olarak yedi yıl ortalama takip süreli 22 eşleştirilmiş hastadan oluşan bir alt grubu da değerlendirmişler ve bu alt grupta menisküs tamirine göre menisektomili olgularda eklem mesafesinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daraldığını saptamışlardır. Onüç yıllık takipte ise diz fonksiyonları, muayene ve yakınmalar açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Yazarlar başarılı menisküs tamirlerinin seçildiği özel grupta bile uzun dönemde artroz şiddeti açısından iki grup arasında anlamlı bir fark saptamadıklarını (p: 0.06) bildirmişlerdir.

Menisküs Tamiri

Daha uzun ve sağlıklı hayat beklentisi olan günümüz toplumu, hem günlük hayatta hem de spor alanında daha fazla fiziksel aktivitede bulunmaktadır. Bu nedenle, menisektominin getirdiği erken dejeneratif değişikliklerden kaçınmanın bir yöntemi olarak menisküs tamirleri daha sıklıkla uygulanır hale gelmektedir. Menisküsün bahsedilmiş olan damarlanma özelliğinden dolayı tekniğin önemli endikasyon sınırlamalarının olduğu bir gerçektir. Menisküs tamiri için başlıca dikişler ve ok şeklinde fiksasyon materyalleri kullanılmaktadır. Menisküs dikişleri ile birlikte uygulama teknikleri de geliştirilmiştir. Bunlar "içten-dışa", "dıştan-içte", "tamamiyle içte" ve artroskopi yardımcı açık tekniklerdir. Menisküsün dikiş ile tamir cerrahisinin en korkulan komplikasyonu nörovasküler yaralanmalardır (11). Bu tekniklerde oluşabilecek safen ve peroneal sinir lezyonları ve vasküler yaralanmalar nedeniyle tamamiyle diz içinde uygulanan menisküs okları (arrow) ile fiksasyon popülerize olmuştur. Hurel ve ark (12) özellikle arka boynuz yırtıklarının tamirinde nörovasküler yapılar zarar verme ihtimali nedeniyle "Biofix" oklarıyla uyguladıkları 26 menisküs tamirinde % 88 oranında çok iyi ve iyi sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir. Albrecht-Olsen ve arkadaşları (13) ise 68 hastadan oluşan serilerinde içten dışa horizontal sütürler ile menisküs oklarının sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Ayrıca bu prospektif randomize çalışmada 19 hastada menisküs tamiri ile birlikte ÖÇB yetersizliği nedeniyle rekonstrüksiyon uygulanmış iken kontrol grubu olan diğer 19'unda rekonstrüksiyon uygulanmamıştır. Menisküs okları ile tamir grubunda

operasyon zamanı sütün grubunun yarısı olarak bildirilmiştir. Uygulanan 65 ikinci bakı artroskopilerde "ok ile tamir" grubunda % 91, sütün grubunda ise % 75 tam ya da tama yakın iyileşme saptanmıştır. ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanmış dizlerle, uygulanmamışlar arasında menisküs tamirinin iyileşmesi açısından anlamlı bir fark saptanmıştır. Yazarlar kısa dönemde ikinci bakı ile kontrol edilen tamirlerde iyileşme açısından menisküs oklarını ümit verici bulduklarını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, bu çalışmanın aksine ve genel olarak da kabul görüldüğü şekliyle, DeHaven ve arkadaşları (14) dizi stabil olan hastalarda yapılan tamirlerin sonuçlarını daha başarılı bulmuşlardır. DeHaven ve arkadaşlarının serisinde ön çapraz bağı sağlam ya da rekonsrükte edilmiş hastalarda % 4-5 başarısızlık görülürken, bu oran ÖÇB yetersizliği olan hastalarda % 38'e kadar çıkmaktadır. Yazarlara göre, bu nedenle özellikle genç ve instabilitesi fazla olan hastalarda, menisküs tamiri, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ile birlikte yapılmalıdır. Yöntemlerin biyomekanik karşılaştırılması ile ilgili güncel bir çalışmada Song ve Lee (15), menisküs okları ile sütünlerini biyomekanik açıdan incelemişlerdir. Otuzbeş domuz menisküsünde periferik longitudinal yırtık üzerinde yapılan tamir şeklinde uygulanan deneylerin sonucunda, tensil yüklenme testinde ortalama maksimal tensil güçleri; vertikal sütün için 113.9 ± 14.6 N, horizontal sütün için 75.1 ± 18.4 N, düğüm sütün için 53.9 ± 6.4 N bulunur iken, tek nokta ve iki nokta menisküs oku tamirleri için sırasıyla 38.3 ± 4.3 N ve 56.5 ± 3.5 N olarak bildirilmiştir. Yazarlar sonuç olarak menisküs okları ile uygulanan tamirlerde dikkatli davranılması gerektiği sonucuna varmışlardır. Bir diğer güncel karşılaştırmalı çalışmada taze dondurulmuş siğir dış menisküslerinde, absorbe olabilen menisküs okları ile vertikal ve horizontal loop sütünlerin çekmeye dayanma güçleri araştırılmıştır. Vertikal loop sütünler çekmeye karşı en yüksek direnci gösterirken, menisküs oklarının uygulanış açısına göre farklı sonuçların alınmasına dikkat çekilmiş ve menisküsün oklar kullanılarak tamirinin uygulanması durumunda okların açısının kritik faktör olduğu yazarlar tarafından vurgulanmıştır (16).

Okuda ve arkadaşları (17) menisküs tamirlerinde iyileşmeyi hızlandıran bir yöntem olarak önerilen yırtığın raspalanması ve sinoviyal doku ile canlandırılmasının avasküler zonda da kullanılabilirliğini tavşan menisküslerinde incelemişlerdir. İki ile 4 hafta sonra hipertrofik sinovyumun parameniskal bölgeden oluşturulan yırtığa doğru ilerlediğini, cerrahiden 8 ile 16 hafta sonra yırtığın tamama yakın iyileştiğini bildirmişler ve kontrol

tarafında ise bu bulguları saptamamışlardır. Uygulanan mekanik testlerde ise her iki grup arasında hem tensil güçlerde hem de menisküsün sertliğinde anlamlı farklılık izlenmiştir. Yazarlara göre menisküs raspalanması tekniği, kolay uygulanan, etkili ve az yan etkileri olan bir işlem olarak klinik uygulamalarda önerilmiştir. Yazarlar ayrıca, tekniğin avasküler zondaki yırtıkların tamir olanağı açısından klinik uygulamalara geçmesi önerilemeyecek kadar yeni bir yöntem olmakla birlikte gelecekte bir tedavi seçeneği oluşturabileceği görüşündedirler. Genç hastalarda, vasküler bölgeden uzak yırtıkların bile tamir edilmeye çalışılması uygundur. Bu hastalarda tamirin başarısını artırmak için iyileşmeyi hızlandırıcı yöntemler kullanılır. Fibrin pıhtısı tekniği ve sinoviyal abrazyon gibi yardımcı yöntemlerle başarı şansı artırılmaya çalışılmaktadır. Tamirin temel prensipleri arasında yırtığın bir raspa ya da aşındırıcı ile tazelenmesi, hemartroz zemininin oluşturulması veya fibrin pıhtısı kullanımı ve stabil bir diz şartlarının sağlanması yer alır. Menisküs tamiri uygun endikasyonlarda menisküslerin korunması için iyi bir seçenek oluşturmuştur.

Menisküs Allogreft Cerrahisi (Menisküs Transplantasyonu)

Tüm menisküs yırtıklarının tamire uygun olmaması nedeniyle, menisektomi sonrası dizde gelişecek artrozik değişimleri engellemek amacıyla alternatif tedavi yöntemleri araştırılmıştır. Bunlardan biri de allogreft menisküs transplantasyonudur. Menisküs transplantasyonuna aday olan hastalar; dizinde dizilim kusuru olmayan, subtotal ya da total menisektomi uygulanmış ve stabil bir dize sahip olanlardır. Tipik olarak taze donmuş allogreftler kullanılır ve allogreftin tam boyunun hesaplanması için tibia platosunun tam lateral direkt grafi üzerinde ölçümü gerekir (18). Hayvan deneylerinde ister otolog, ister allogreft olsun transplante edilen menisküslerin meniskokapsüller bileşkelerinin iyileşme yeteneği olduğu gösterilmiştir. Nakil sonrası, eğer hücre koruyucu bir yöntem kullanılmamışsa genellikle menisküste canlı hücre bulunmaz. Menisküs, sinoviyadan ilerleyen pluripotent mezenkimal hücreler için bir çatı vazifesi görür. Önce menisküsün femoral ve tibial eklem yüzlerinde hücreler yerleşir, 6-12 ay içinde bu hücreler daha derinlere inerek fibrokondrositlere dönüşür ve kollajen sentezine başlar (18,19). Bununla birlikte bu aşamada remodelasyon sırasında görülen küçülme ve greftin daralması önemli bir sorundur. Ayrıca buna ek olarak greftin fiksasyonu sırasında periferik dislokasyonlar kırıkta dejenerasyonlara neden olabilmek-

tedir. Messnere'e (20). göre menisküs transplantasyonunun önemli iki sorunu vardır. Bunlar; 1) Greftin transplantasyon sonrası daha zayıf doku özelliklerine remodele olması, ya da tendon ve sentetik matrikslerin kullanımı durumunda normal doku özelliklerinin kazanılamaması 2) Greftin ön ve arka bağlantı noktalarında uzama ve fiksasyon yetersizliğidir.

İster hayvan ister insan transplantı olsun menisküsün merkezinde değişik boyutlarda canlı hücreden yoksun bir odak mutlaka kalır. Ayrıca transplanttaki kollajen yapısı ve yerleşimi normal menisküsten çok farklıdır. Bu yapının dize gelen büyük boyuttaki yükleri uzun yıllar taşıyabilme yeteneği ise halen tartışmalıdır. Menisektomili dizlerde uygulanan transplantasyonlar ile dejeneratif değişikliklerin ilerlemesinin yavaşladığının prospektif çalışmalarla kanıtlanması bu özel işlemin uzun dönem faydalarını kesinleştirmek açısından gerekmektedir. Bütün bu bilgilerin ışığında günümüzde allogreft menisküs transplantasyonunun hala deneysel bir yöntem olduğunu kabul etmek gerekir.

Allogreft menisküs transplantasyonu için ideal hasta genç, menisküsünün tamamını kaybetmiş, ekstremitte aks bozukluğu ve artrozik değişimleri olmayan bu hastaları deneysel ve uzun dönem sonuçlarının bilinmediği bir tedaviye razı etmek ise oldukça zordur. Az sayıda hasta ile yapılan ve kısa süreli izlemi olan klinik çalışmalarda menisküs transplantasyonu ile % 60 civarında başarılı sonuç bildirilmiştir (19). Allogreftin uzun süreli izlemde dizleri osteoartritten koruyup koruyamayacağı ise ancak uzun takipli, prospektif çalışmalar ile ortaya konabilecektir.

Stollsteimer ve arkadaşları (21) güncel klinik çalışmalarında, ortalama 40 ay takip edilen 22 hastanın 23 dizinde uygulanmış menisküs transplantasyonu sonuçlarını bildirmişlerdir. Yazarlar, ağrının implantasyon sonrası kaybolmasını en önemli ve en umut verici bulgu olarak belirtirken, transplante edilen menisküslerde boyutun ortalama normal menisküsün % 63'ü olarak ölçüldüğünü ve çekme olarak nitelendirilebilecek bu küçülmenin dikkate alınması gereken bir sorun olduğunu vurgulamışlardır. Goble ve arkadaşlarına (22) göre menisektomi sonrası ağrı yakınması menisküs allogreft replasmanının en önemli endikasyonunu oluşturmaktadır. Yazarlara göre greftin kapsül ile iyileşmesi transplantların yaklaşık % 80'inde gerçekleşmektedir. Greft kaybı açısından dondurulmuş allogreftler daha umut verici iken radyasyon ile işlem görmüşlerde sonuçlar daha kötüdür.

Kuadriseps tendonu otogrefti ile yapılan denemeler ise sadece deneysel bir işlem olarak görülmektedir.

Menisküs replasmanının geleceği olarak transplantasyon sonrası yeniden modellenme safhasının üzerinde çalışılması ve bu aşamaların kontrolü öngörülmektedir (23). Normal menisküste olduğu gibi güçlü bağlantıların sağlanabilmesi de yine çözümlenmesi gereken ayrı bir sorun olarak önümüzde durmaktadır. Greftlerin iyileştiği ve vaskularize olduğu birçok çalışmada gösterilmiş ise de bu greftlerin fonksiyonelliği hala tam olarak kesinleşmiş değildir. Daha sofistike biyomekanik yaklaşımların bu aşamada gerekli olduğu bir gerçektir. Doku mühendisliği teknikleri ile geliştirilecek ve menisküs rejenerasyonu için alt yapıyı oluşturacak materyallerin de yine menisküs transplantasyon cerrahisinin gelecekte tartışılacak konularından olacağı ayrıca öngörülebilmektedir.

Sonuç olarak menisküs transplantasyonunun başarı kriterinin deneysel çalışmalarda revaskularize olduğunun gösterilmesi ile değil, uzun takiplerde artrozu önleyebilme kapasitesi ile olması gerektiği konusunda fikir birliği mevcuttur. Bu nedenlerle, her yeni teknik gibi, bu teknik konusunda da iyimser ama dikkatli olma zorunluluğumuz unutulmamalıdır.

Yazışma Adresi:

Yrd. Doç. Dr. Nurettin Heybeli
S. Demirel Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
32040/Isparta

Tel: (246) 232 66 57/269

Faks: (246) 218 01 63

E mail: heybelin@hotmail.com

Kaynaklar

- 1-Armoczký PS, Bullough PG. Healing of menisci and knee ligaments. In: Insall JN, Windsor RE, Scott WN, Kelly MA, Aglietti P (eds). *Surgery of the knee 2nd ed.* New York: Churchill Livingstone, 1993; 21-42.
- 2-Armoczký SP, Warren RF. Microvasculature of the human meniscus. *Am J Sports Med.* 1982; 10(2): 90-5.
- 3-Mine T, Kimura M, Sakka A, Kawai S. Innervation of nociceptors in the menisci of the knee joint: an immunohistochemical study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000; 120 (3-4): 201-4.
- 4-Aagaard H; Verdonk R. Function of the normal meniscus and consequences of meniscal resection. *Scand J Med Sci Sports* 1999; 9 (3): 134-40.
- 5-Allen CR, Wong EK, Livesay GA, et al. Importance of the medial meniscus in the anterior cruciate

- ligament-deficient knee. *J Orthop Res* 2000; 18(1): 109-15.
- 6-Noble J, Hamblen DL. The pathology of the degenerative meniscus lesion. *J Bone Joint Surg Br.* 1975; 57(2): 180-6.
- 7-Scott WN, Insall JN, Kelly MA. Arthroscopy and meniscectomy: surgical approaches, anatomy, and techniques. In: Insall JN, Windsor RE, Scott WN, Kelly MA, Aglietti P (Eds). *Surgery of the knee 2nd ed.* New York: Churchill Livingstone, 1993; 165-215.
- 8-Weiss CV, Lundberg M, Hamberg P, DeHaven KE, Gillquist J. Non-operative treatment of meniscal tears. *J Bone Joint Surg Am.* 1989; 71(6): 811-22.
- 9-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.
- 10-Rockborn P, Messner K. Long-term results of meniscus repair and meniscectomy: a 13-year functional and radiographic follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8(1): 2-10.
- 11-Fanton GS, Thabit G. Orthopaedic uses of arthroscopy and lasers. In: Griffin LY (ed.) *Sports medicine.* River Road: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1995; 47-63.
- 12-Hurel C, Mertens F, Verdonk R. Biofix resorbable meniscus arrow for meniscal ruptures: results of a 1-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000; 8(1): 46-52.
- 13-Albrecht-Olsen P, Kristensen G, Burggaard P, Joergensen U, Toerholm C. The arrow versus horizontal suture in arthroscopic meniscus repair. A prospective randomized study with arthroscopic evaluation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999; 7(5): 268-73.
- 14-DeHaven KE, Black KP, Criffiths HJ. Open meniscal repair: technique and two to nine-year results. *Am J Sports Med.* 1989; 17(6): 788-95.
- 15-Song EK, Lee KB. Biomechanical test comparing the load to failure of the biodegradable meniscus arrow versus meniscal suture. *Arthroscopy* 1999; 15(7): 726-32.
- 16-Boenisch UW, Faber KJ, Ciarelli M, Steadman JR, Arnoczky SP. Pull-out strength and stiffness of meniscal repair using absorbable arrows or Ti-Cron vertical and horizontal loop sutures. *Am J Sports Med* 1999; 27(5): 626-31.
- 17-Okuda K, Ochi M, Shu N, Uchio Y. Meniscal rasping for repair of meniscal tear in the avascular zone. *Arthroscopy* 1999; 15(3): 281-6.
- 18-Garrett JC, Stevensen RN. Meniscal transplantation in the human knee: a preliminary report. *Arthroscopy.* 1991; 7(1): 57-62.
- 19-Garrett JC. Meniscal transplantation: a review of forty-three cases with two- to seven-year follow-ups. *Sports Medicine Arthroscopy Review.* 1993; 1:164-167.
- 20-Messner K. Meniscal regeneration or meniscal transplantation? *Scand J Med Sci Sports* 1999; 9(3): 162-7.
- 21-Stollsteimer GT, Shelton WR, Dukes A, Bomboy AL. Meniscal allograft transplantation: A 1- to 5-year follow-up of 22 patients. *Arthroscopy* 2000; 16(4): 343-7.
- 22-Goble EM, Kohn D, Verdonk R, Kane SM. Meniscal substitutes--human experience. *Scand J Med Sci Sports* 1999; 9(3): 146-57.
- 23-Messner K; Kohn D; Verdonk R. Future research in meniscal replacement. *Scand J Med Sci Sports* 1999; 9(3): 181-3.