

# Menisküs Transplantasyonu

## Meniscus Transplantation

Mehmet Serdar BİNNET,<sup>a</sup>  
Burak AKAN,<sup>b</sup>  
Tural AHMAD<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği,  
Ankara Acıbadem Hastanesi,  
<sup>b</sup>Ortopedi ve Travmatoloji AD,  
Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Ankara

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Burak AKAN  
Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Ortopedi ve Travmatoloji AD,  
Ankara, TÜRKİYE  
burakakan1977@yahoo.co.uk

**ÖZET** Kıkırdak dejenerasyonunun önlenmesinde ve normal eklem fonksiyonunun idamesinde menisküsler çok önemli yapılardır. Menisektomi sonuçlarının artan farkındalığı menisküs koruyucu prosedürleri araştırma ihtiyacı doğurmuştur. Menisküs allogreft transplantasyonu ciddi hasarlı menisküsü replase etmede iyi bir alternatif olabilir. Klinik pratikte menisküs allogreft transplantasyonu kısa dönem ağrı rahatlamaında beklenebilir bir noktaya ilerlemiştir. Ancak uzun dönem eklemde ki dejeneratif değişiklikleri önleyip önleyemediği net değildir. Bu çalışmada menisküslerin önemi, anatomisi, menisküs transplantasyonlarının endikasyonları, cerrahi teknikleri ve litare-tür eşliğinde sonuçları tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tibial menisküsler; doku nakli-transplantasyonu

**ABSTRACT** The meniscus is an important structure for the maintenance of normal joint function and the prevention of cartilage degeneration. The increasing awareness of the consequences of meniscectomy has led to the rationale for investigating meniscal retaining procedures. Meniscal allograft transplantation may be good alternative to replace a severely damaged meniscus. Meniscus allograft transplantation in clinical practice has progressed to a point where short-term relief of pain may be expected. However, it remains to be established whether a transplanted meniscus can prevent degenerative changes in the joint in the long-term. This review will discuss the importance of meniscus, the anatomy of meniscus, indications, meniscal allografts, the techniques of meniscal transplantations and their outcomes with literatures.

**Key Words:** Menisci, tibial; tissue transplantation

**Türkiye Klinikleri J Orthop & Traumatol-Special Topics 2013;6(4):42-6**

Menisküsün önemi 1948 yılından itibaren bilinmektedir.<sup>1</sup> Yük taşınmasında 0° ekstansiyonda diz eklemindeki kompresif yüklerin %50'si, 90° fleksiyonda %85'i menisküsten geçer. Menisküsler boşluk doldurucu (spacer) özellikleri ile artiküler yüzeylerin birbiri ile temasını önler. Temas yüzeyini artırarak kontakt stresi azaltırlar. Eklem stabilitesine katkıda bulunurlar, yürüyüş esnasında şok absorpsiyonu yaparlar. Ayrıca eklem yüzeylerinin lubrikasyonuna yardımcı olurlar. Birçok deneysel ve klinik çalışma menisküs yokluğunun uzun dönemde eklemde bozulma ve osteoartritle sonuçlandığını göstermiştir.<sup>2,3</sup> Dahası menisküs anterior ve lateral tibial translyasyonda çok önemli bir sekonder stabilizerdir.<sup>4,5</sup> Özellikle iç menisküs arka boynuzu bu stabiliteye çok önemli katkıda bulunur. Dış menisküsde benzer şekilde posteriolateral stabilitede önemlidir.

Bu bulguların ışığında 1980'li yıllarda menisküs yırtıklarına tedavi yaklaşımı değişmiştir. Son bir kaç dekattır sıklıkla uygulanan menisküs yapılarını korumaya yönelik girişimlerden en sık uygulananı olan menisküs tamiri tüm menisküs lezyonları için başarılı bir girişim değildir.<sup>6</sup> İlk klinik menisküs transplantasyonu insana 1984 yılında Milachowski ve ekibi tarafından yapılmıştır ve günümüzde giderek popülaritesi artmaktadır.<sup>6,7</sup>

## ANATOMİ

Menisküsler femur kondilleri ile tibia platosu arasında bulunan iki adet yarım dairesel, fibrokartilaj yapılarıdır. İç menisküs hilal biçimli ve yaklaşık olarak 3,5 cm uzunluğundadır. Arka boynuz, merkezi gövde ve ön boynuz olarak 3 bölümde tanımlanır.<sup>8</sup> Arka boynuz tibiaya arka çapraz bağın (AÇB) insersiyosunun biraz önünde tutunur. Ön boynuz yapışma yerleri bakımından ya yumuşak doku ya da kemik olarak farklılıklar gösterebilse de genelde düz interkondiler bölge en sık yapışma yeridir.<sup>9</sup> İç menisküsün periferi koronal bağlar vasıtasıyla kapsül ve iç yan bağın derin liflerine tutunur. Dış menisküs daha sirküler bir yapıya sahiptir ve iç menisküse oranla tibial plato yüzeyinde daha fazla alana sahiptir. Ön boynuzu interkondiler eminensianın önünde ön çapraz bağın (ÖÇB) yapışma yerinin biraz arkasında ve laterale yapışır. Arka boynuzu ise AÇB'nin yapışma yeri ile iç menisküsün arka boynuzu arasında tibiaya yapışır. Bazı bireylerde dış menisküsün arka boynuzu iç femoral kondilin dış yüzeyine Humphrey ve Wrisberg meniskofemoral bağları ile tutunur.

İç menisküs daha stabil bir yapıya sahiptir ve ortalama 5,2 mm harekete sahiptir. Dış menisküste durum biraz farklıdır. Dış menisküs dış yan bağa herhangi bir yapışma özelliği göstermediği için daha hareketlidir. Ortalama 11 mm hareket edebilir ve bu durum yaralamaya karşı bir miktar direnç kazandırır.

Meniskal yapışma yerlerinin ya da ayak izinin iyi anlaşılması meniskal allogreftlerin anatomik yerleştirilmesi bakımından çok önemlidir. ÖÇB'nin yapışma yerinin yaklaşık 7 mm önünde olan iç menisküsün ön boynuzu yaklaşık olarak 61 mm<sup>2</sup> yüzey alanına sahiptir. İntermeniskal bağ ön boynuzun arka yarısına yapışır.

Menisküsler medial ve lateral genikulat arterlerin süperior ve inferior dalları ile beslenirler. Bu damarlar dizin sinovial ve kapsüler yapıları içerisinde perimeniskal kapiller pleksusu oluştururlar. Bu pleksus iç menisküsün periferik %10-30'unu, dış menisküsün periferik %10-25'ini besler. Geri kalan menisküs ve dış menisküsün popliteal hiatus alanı avaskülerdir.<sup>10</sup> Nöroanatomik

çalışmalar göstermiştir ki menisküslerin ön ve arka boynuzları iyi innerve edilmektedir, ancak gövdede sadece periferik 1/3-2/3'lük alan innervasyonu mevcuttur.<sup>11</sup> Menisküslerin damarsal ve nöral anatomisi yırtıkların iyileşmesinde anahtar rol oynar.

## CERRAHİ ENDİKASYONLAR

Bu prosedür aktif ve fizyolojik olarak genç hastalar için uygundur. Genellikle 50 yaş altı komplet veya komplete yakın menisektomi hikayesi olan etkilenen kompartmanda ağrı şikayeti olan artrit gelişmediği bireylerdir.<sup>12</sup> Radyolojik olarak eklem aralığında 2-3 mm'den daha az daralma olmalıdır. Artroskopik olarak Outerbridge evre III veya IV eklem dejenerasyonu menisküs transplantasyonu için kontrendike olan bir kriteridir. Yine eklem aralığının daralması, osteofit formasyonları ve femoral kondilde düzleşme kontrendikasyonlar arasındadır.<sup>13</sup> Obesite ise relatif kontrendikasyondur. Diz stabilitesi allogreftin sağkalımı için kritik öneme sahiptir. Diz instabilitesi ve alt ekstremitte dizilim bozukluğu menisküs transplantasyonu için kontrendikasyondur. Ancak transplantasyonla kombine edilmiş ÖÇB rekonstruksiyonu ve/veya düzeltici osteotomi prosedürleri ile ilgili başarılı sonuçlar bildirilmiştir.<sup>14-17</sup> İskeletal imatür bireyler, inflamatuvar hastalıklar ve önceden geçirilmiş diz enfeksiyonu yine kontrendikasyonlar arasındadır.

## ALLOGREFT SEÇİMİ

Allograft hazırlığı ve seçimi kısa ve uzun dönem sonuçları etkilemektedir. Menisküs allogrefti başlıca hazırlama yöntemleri: fresh (taze), fresh-frozen (taze dondurulmuş), liyofize (dondurulmuş-kurutulmuş) ve kriopreservedir.<sup>18-22</sup> Taze (fresh) allogreftler en fazla canlı hücreye sahip olanlardır ki bu durum alıcı bireye hastalık bulaştırma ve alıcı bireyde immunolojik reaksiyon oluşturma riski doğurur. Bu greftler elde edildikten sonra +4 °C'da 7 gün kadar kısa bir süre steril Ringer laktat solusyanında canlı fibrokondrositleri korurlar. Ancak bu kısa süre depolama ve transport sorunları yaratır. Doku bankası olmayan ülkelerde kullanımı sınırlıdır.<sup>23</sup> Tazedondurulmuş (fresh-frozen) allogreft hazırlama süreci ucuz ve kolaydır, uzun süre saklanabilme imkanı vardır ve bu süreç canlı verici hücreleri yok eder ve bu durum immunolojik alıcı cevabını azaltır.<sup>24</sup> Liyofize allogreftler hazırlama süreci taze-dondurulmuş allogreftler gibi immunolojik antijen ve canlı hücreleri yok eder. Bu tür greftler günümüzde transplantasyon sonrası greft büzülmesi (shrinkage), sinovitis ve tekrarlayan effüzyonlar ne-

deni ile büyük oranda terk edilmiştir ve tavsiye edilmemektedir.<sup>23</sup> Kriopreserved allogreftler %10-40 oranında canlı hücre içerirler, uzun süre allogreftin saklanabilirler ama diğer yöntemlere göre daha pahalıdır.<sup>22</sup>

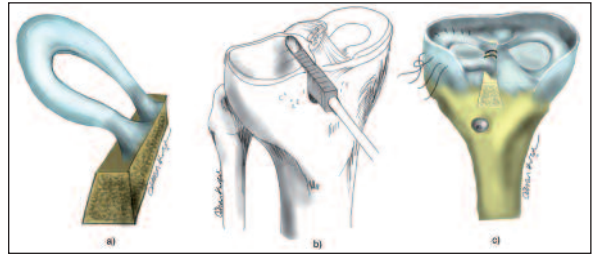
Allogreftlerin sterilasyon yöntemleride çok önemlidir. İki yöntem mevcuttur; etilen oksit ile sterilasyon ve gama irradyasyon ile sterilasyon. Etien oksit ile sterilasyon sonucu etilen kloridin ortaya çıkar ve alıcıda hücreysel cevap ve sinovitise yol açar. Gama irradyasyon ile sterilasyonda HIV-1 DNA'sını inaktive etmek için gerekli doz olan 3 Mrad, allogreftin ana özelliklerini değiştirebilir.<sup>25</sup>

Yine bir önemli nokta ise allogreft seçiminde allogreftin büyüklüğüdür. Doğru büyüklüğü tespit edebilmek için plan radiografiler, bilgisayarlı tomografi ve magnetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılır. Allogreftin büyüklüğü doğal menisküsün büyüklüğünden en fazla %5 farklı olmalıdır.

## CERRAHİ TEKNİK

Cerrahi yöntemde amaç allogrefti anatomik pozisyonda yerleştirerek normal meniskofemoral ve meniskotibial ilişkiyi sağlayabilmektir. Hem açık hem de artroskopik teknikler tanımlanmıştır. Günümüzdeki artroskopik yardımcı teknikler daha popülerdir ve menisküs transplantasyonuna tanısal artroskopi ile başlanması tavsiye edilir. Bu artroskopi esnasında ÖÇB ve kıkırdak yapının durumu tespit edilir. Menisküs artıkları periferik 2-3 mm rim daha sonra allogreft tespitinde kullanılmak amacıyla bırakılmak şartıyla temizlenir. Dış menisküs transplantasyonu için sınırlı (3 cm) lateral artrotomi ve fibular kollateral bağın hemen arkasından 3 cm'lik posterolateral insizyon, iç menisküs transplantasyonu için 4 cm'lik tibial tüberküle ve patellar tendona komşu anteriomedial artrotomi ve 3 cm'lik vertikal posteriomedial insizyon genelde yeterlidir.

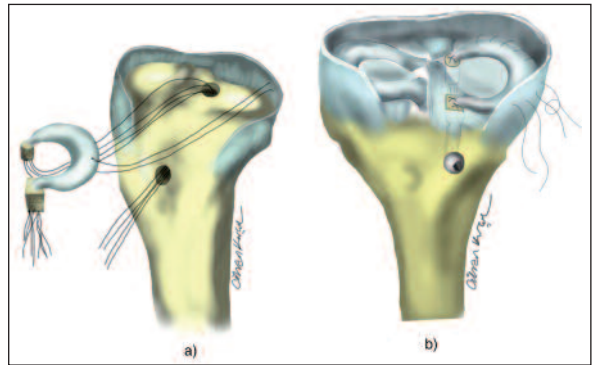
Allogreftin kemik tespiti için merkezi kemik köprü tekniği (central bone bridge) ve iki-tünel (two-tunnel) tekniklerinden biri kullanılabilir (Şekil 1, 2). İç menisküs transplantasyonlarında bu iki kemik tespit teknikten biri kullanılabilir. Dış menisküs transplantasyonlarında ise kemik köprü tekniği tavsiye edilir. Çünkü ön ve arka boynuz arası mesafe yaklaşık 1 cm'dir ve iki tünel tekniği kemik fiksasyonu sırasında tünel patlaması açısından risk oluşturur. Kemik köprü yönteminde alıcı tibial plato üzerinde hazırlanan oluk 8-9 mm genişliğinde, 10 mm derinliğinde doğal tibial posterir eğime (slope) paralel ve arka korteksi sağlam bırakacak şekilde hazırlanmalı (Şekil 1b). Oluk 1-2 mm allogreftin kemik



**ŞEKİL 1:** Kemik köprü tekniği; a) Hazırlanan allogreftte arka ve ön boynuz arası mesafe korunmaktadır. b) Arka tibial korteksi oluk hazırlanma aşamasında korunmalıdır. c) Transplante edilmiş allogreftin görünümü.

(Renkli hali için Bkz.

<http://www.turkiyeklinikleri.com/journal/ortopedi-travmatoloji-ozel-dergisi/1308-1217/>)



**ŞEKİL 2:** İki-tünel tekniği; a) Allogreftin görünümü ve greftin yerleştirilme tekniği. b) Transplante edilmiş allogreftin görünümü.

(Renkli hali için Bkz.

<http://www.turkiyeklinikleri.com/journal/ortopedi-travmatoloji-ozel-dergisi/1308-1217/>)

köprüsünden geniş olmalı ki allogreftin yerleştirimi kolay olsun. Allogreftin kemik köprüsü yaklaşık proksimalde 7 mm, distalde 10 mm genişliğinde ve 10 mm yüksekliğinde trapezoidal sekilde hazırlanmalı, ön ve arka boynuz mesafesi sabit olduğundan kemik köprüünün uzunluğu ise allogreftte bağlıdır (Şekil 1a). İki tünel tekniğinde ise allogreftin kemik plugları iç menisküs için arka boynuz kemik plug yaklaşık 8 mm genişliğinde, 12 mm uzunluğunda, ön boynuz kemik plug ise 12 mm uzunluk, genişlik ve derinlikte küp şeklinde hazırlanmalıdır (Şekil 2a). Kemiksel tespit olmadan yumuşak doku tespiti ise önerilmemektedir. Halbuki kemik tespit olmadan yapılan yumuşak doku tespit yönteminde büyüklük uyumunu sağlamak daha kolaydır ama tespit yeteri kadar güvenli olmayabilir.

Her iki kemik tespit yönteminde de allogreftin ön ve arka boynuzları anatomik yerleştirilmelidir. Özellikle iç menisküs arka boynuzun anatomik bölge dışında en fazla 5 mm mediale ve 5 mm posteriora toleransı vardır. Bu sınırların dışında yerleşim merkezi kontakt alanı arkaya kaydırır ve ortalama kontakt basıncı artırır. Böylece allog-

reft üzerinde rüptür olasılığı artar. Kemik köprü yöntemi- nin avantajı ön ve arka boynuz arası mesafenin sabit ol- ması ve allogreftin doğal boynuz insersiyon mesafesinin böylece korunmasıdır (Şekil 1a).<sup>26</sup> Menisküsün periferik tespiti ise içten-dışa, dıştan-içe, tamamı içeride menisküs dikiş yöntemleri veya bunların kombinasyonu ile kapsüle yapılmaktadır. Dikişler vertikal veya oblik atılmalı ancak horizontal olmamalı. Cerrahi teknik transplantasyonun biyomekanikal özelliklerini etkiler. Ancak allogreftin alıcı dokularına kaynaşma esnasındaki biyolojik özellikleri etkileyip etkilemediklerine dair bir bilgi yoktur.<sup>20</sup>

## REHABİLİTASYON

Standart bir rehabilitasyon programı olmasa da genelde hastanın menteşeli ayarlı bir dizlik ile parsiyel yük vermesine izin verilir. Kuadriseps ile hamstring isometrik egzersizlerine hemen başlanır. İlk 2 hafta kadar 0-90 derece fleksiyona izin verilir. Her hangi bir rotasyonel egzersiz 8. haftaya kadar yasaklanır. Spora yönelik egzersizlere ve koşmaya 12. haftada başlanır.

## KOMPLİKASYONLAR

Menisküs transplantasyonu sonrası nadiren komplikasyon bildirilmiştir. Bu bildirimler arasında hematoma, sinovitis, yüzeysel ve derin enfeksiyon, menisküs yırtığı ve kemik fiksasyon kaybı bildirilmiştir. Bunlardan en sık meydana gelen komplikasyon greftte oluşan menisküs yırtığıdır.<sup>27</sup>

## TARTIŞMA

Menisküs transplantasyonunda amaç menisektomili dizde ağrıyı gidermek ve fonksiyonları artırmaktır. Ayrıca ortopedik cerrahlar menisküs transplantasyonu ile kondroprotektif etki elde ederek uzun dönemde eklemi korumayı ummaktadırlar.<sup>28</sup> Klinik, radyolojik ve MRG sonuçlarına dayanarak meniskal allogreft transplantasyonu genç hastalarda semptomatik menisküs yetmezliğini tedavi etmede altın standarttır.<sup>29</sup> Tüm orta dönem ve uzun dönem sonuçlar göstermektedir ki iç ya da dış menisküs transplantasyonu belirgin olarak ağrıyı azaltmakta ve etkilenen dizde fonksiyonları artırmaktadır. Verdonk ve ark. 10 yıllık takipte %70, Cole ve ark. 2 yıllık takipte %90, Sekiya ve ark. 3.3 yıllık takipte %96 iyimükemmel sonuç bildirmiştir.<sup>30-32</sup> Literatürde hasta seçimi, greft seçimi ve cerrahi tekniğin kısa ve uzun dönem sonuçlarda etkili olduğu belirtilmiştir.

Ancak günümüzde halen menisküs transplantasyonu kriterleri net olarak oturmamıştır. Tartışmalı bir çok durum mevcuttur. Örneğin endikasyon belirlemede, bir kısım yazar menisküsün diz için öneminden dolayı menisküs kaybı olan her hasta menisküs transplantasyonu için adaydır demektedir. Diğer taraf ise menisküs transplantasyonu ile ilgili problemler ve risklerden dolayı semptomatik olmayan hastalara profilaktik transplantasyona karşı çıkmaktadır. Dahası başarı için stabil bir diz ve doğru alt ekstremite dizilimi gerekmektedir. İnstabil dizlerde ÖÇB rekonstruksiyonu ile kombine edilen menisküs transplantasyonlarının uzun dönem iyi sonuçları bilinmektedir. Yine dizilim bozulduğu durumlarda düzeltici osteotomiler ile kombinasyonlar birçok merkezde yapılmaktadır. Menisküs transplantasyonu özellikle dizin lateral kompartmanı için önerilmektedir. Çünkü burada menisküsün streten koruyucu etkisi daha fazladır. Her ne kadar kartilaj hasarının bulunması durumunda tavsiye edilmemesine rağmen son yıllarda kartilaj prosedürleri ile transplantasyonu kombine edilmektedir.<sup>33,34</sup> Bu kartilaj prosedürleri kondrosit implantasyonunu, osteokondral allogreft transferini, osteokondrol otogreft transferini ve mikro kırık yöntemini içermektedir.

İdeal menisküs allogrefti taze dokudur ama logistik problemlere sahiptir. Taze-dondurulmuş ve kriopreserved greftler ile iyi sonuçlar bildirilmiştir. Ancak en kullanışlı ve en ideal greft arayışı devam etmektedir. Doku mühendisliği ve scaffoldlar menisküs transplantasyonu ve menisküs replantasyonu için yeni umutlar içermektedir.

Ülkemizde 1990'lı yıllarda ilk menisküs transplantasyonu liyofize allogreft ile yapılmıştır.<sup>23</sup> Günümüzde ülkemiz doku bankasına sahiptir ve kadavradan taze (fresh) allogreft kullanım imkanı vardır. Bir çok merkez artık başarı ile menisküs transplantasyonunu gerçekleştirebilmektedir.

Ağrıyı azaltığı ve fonksiyonel iyileşme sağladığı artık net olarak bilinmesine rağmen kondroprotektif etkisinin araştırılması için gerekli prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

## SONUÇ

Menisküs transplantasyonu menisküs yokluğundan iyidir, ancak normal menisküsten iyi değildir. Bu yüzden menisküs cerrahisi esnasında menisküsü korumaya özen gösterilmelidir.

## KAYNAKLAR

1. Fairbank TJ. Knee joint changes after meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br* 1948;30B(4): 664-70.
2. Lubowitz JH, Verdonk PC, Reid JB 3rd, Verdonk R. Meniscus allograft transplantation: a current concepts review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15(5):476-92.
3. Peters G, Wirth CJ. The current state of meniscal allograft transplantation and replacement. *Knee* 2003;10(1):19-31.
4. Seon JK, Gadikota HR, Kozanek M, Oh LS, Gill TJ, Li G. The effect of anterior cruciate ligament reconstruction on kinematics of the knee with combined anterior cruciate ligament injury and subtotal medial meniscectomy: an in vitro robotic investigation. *Arthroscopy* 2009;25(2):123-30.
5. Spang JT, Dang AB, Mazzocca A, Rincon L, Obopilwe E, Beynon B, et al. The effect of medial meniscectomy and meniscal allograft transplantation on knee and anterior cruciate ligament biomechanics. *Arthroscopy* 2010;26(2):192-201
6. Noyes FR, Barber-Westin SD. Meniscus tears: diagnosis, repair techniques, clinical outcomes. *Noyes' knee disorders: surgery, rehabilitation, clinical outcomes*. Philadelphia: Saunders; 2009. p.733-71.
7. Milachowski KA, Weismeier K, Wirth CJ. Homologous meniscus transplantation: experimental and clinical results. *Int Orthop* 1989;13(1):1-11.
8. O'Connor BL. The histological structure of dog knee with comments on its possible significance. *Am J Anat* 1976;147(4):407-17.
9. Berlet GC, Fowler PJ. The anterior horn of the meniscus: an anatomical study of insertion. *Am J Sports Med* 1998;26(4):540-3.
10. Amoczky SP, Warren RF. Microvasculature of the human meniscus. *Am J Sports Med* 1982;10(2):90-5.
11. 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.
12. Matava MJ. Meniscal allograft transplantation: a systemic review. *Clin Orthop Relat Res* 2007;455:142-57.
13. Alford W, Cole BJ. The indications and technique for meniscal transplant. *Orthop Clin North Am* 2005;36(4):469-84.
14. van Arkel ER, de Boer HH. Human meniscal transplantation. Preliminary results at 2 to 5-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77(4):589-95.
15. Cameron JC, Saha S. Meniscal allograft transplantation for unicompartmental arthritis of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1997;(337):164-71
16. Hui C, Salmon LJ, Kok A, Williams HA, Hockers N, van der Tempel WM, et al. Long-term survival of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Am J Sports Med* 2011;39(1):64-70.
17. Schallberger A, Jacobi M, Wahl P, Maestretti G, Jakob RP. High tibial valgus osteotomy in unicompartmental medial osteoarthritis of the knee: a retrospective follow-up study over 13-21 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(1):122-7.
18. Lubowitz JH, Verdonk PC, Reid JB 3rd, Verdonk R. Meniscus allograft transplantation: a current concepts review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15(5):476-92.
19. Noyes FR, Barber-Westin SD. Meniscus transplantation: indications, techniques, clinical outcomes. *Instr Course Lect* 2005;54:341-53.
20. Peters G, Wirth CJ. The current state of meniscal allograft transplantation and replacement. *Knee* 2003;10(1):19-31.
21. Sekiya JK, Ellingson CI. Meniscal allograft transplantation. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14(3):164-74.
22. Tom JA, Rodeo SA. Soft tissue allografts for knee reconstruction in sports medicine. *Clin Orthop Relat Res* 2002;(402):135-56.
23. Binnet MS, Akan B, Kaya A. Lyophilised medial meniscus transplantations in ACL-deficient knees: a 19-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20(1):109-13.
24. Packer JD, Rodeo SA. Meniscal allograft transplantation. *Clin Sports Med* 2009;28(2): 259-83, viii.
25. Johnson DL, Bealle D. Meniscal allograft transplantation. *Clin Sports Med* 1999;18(1): 93-108.
26. Farr J, Meneghini RM, Cole BJ. Allograft interference screw fixation in meniscus transplantation. *Arthroscopy* 2004;20(3):322-7.
27. Rijk PC. Meniscal allograft transplantation--part I: background, results, graft selection and preservation, and surgical considerations. *Arthroscopy* 2004;20(7):728-43.
28. Lee BS, Kim JM, Sohn DW, Bin SI. Review of meniscal allograft transplantation focusing on long-term results and evaluations methods. *Knee Surg Relat Res* 2013;25(1):1-6.
29. Verdonk R, Almqvist KF, Wouter H, Verdonk PC. Meniscal allografts: indications and outcomes. *Sports Med Arthrosc* 2007;15(3):121-5.
30. Verdonk PC, Demurie A, Almqvist KF, Veys EM, Verbruggen G, Verdonk R. Transplantation of viable meniscal allograft. Survivorship analysis and clinical outcome of one hundred cases. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(4):715-24.
31. Cole BJ, Dennis MG, Lee SJ, Nho SJ, Kalsi RS, Hayden JK, et al. Prospective evaluation of allograft meniscus transplantation: a minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med* 2006;34(6):919-27.
32. Sekiya JK, West RV, Groff YJ, Irrgang JJ, Fu FH, Harner CD. Clinical outcomes following isolated lateral meniscal allograft transplantation. *Arthroscopy* 2006;22(7):771-80.
33. Stone KR, Adelson WS, Pelsis JR, Walgenbach AW, Turek TJ. Long-term survival of concurrent meniscus allograft transplantation and repair of the articular cartilage: a prospective two- to 12-year follow-up report. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92(7):941-8.
34. Harris JD, Cavo M, Brophy R, Siston R, Flanagan D. Biological knee reconstruction: a systematic review of combined meniscal allograft transplantation and cartilage repair or restoration. *Arthroscopy* 2011;27(3):409-18.