



Kıkırdak lezyonlarında mozaikplasti (OAT-osteokondral greft transferi) uygulamaları

Mosaicplasty (OAT-osteochondral graft transfer) applications in cartilage lesions

Mehmet Aşık, Taha Kızılkurt

İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

Kıkırdak defektleri tedavisinde birçok cerrahi teknik geliştirilmiştir. Cerrahi yaklaşımlar, belirgin cerrahi hedefleri olan dört kategoriye ayrılabilir: Debridman, onarım, rejenerasyon ve doku transferi veya protezdir. Yüzey eklem kıkırdağı ve bağlı subkondral kemikten oluşan tek parça osteokondral otogreft transferi (OAT), kemikten kemiğe subkondral iyileşmeyle doğal osteokondral mimariyi hyalin yüzey kıkırdağı ile güvenilir bir şekilde restore edebilmektedir. Potansiyel donör alan morbiditesi ve sınırlı donör alan mevcudiyeti ana dezavantajlarıdır. Lezyon boyutu 1-2 cm çaplı veya 1-4 cm² yüzeyi kaplayan semptomatik defektler OAT için optimal lezyonlardır. İyi klinik sonuçlar için osteokondral otogrefti başarılı bir şekilde almak ve greftin defektli alana transferini gerçekleştirmek gibi uygulama sırasını iyi planlamak gerekmektedir. Lezyon boyutuna göre tek veya birden fazla greft kullanmak gerekebilir. Prosedür artroskopik yapılabildiği gibi ulaşım zorluğunda açık olarak da yapılabilir. Olası eş zamanlı dizilim bozukluğu, eklem instabilitesi ve menisküs lezyonları da önceden değerlendirilmeli ve gerekirse tedavisi eş zamanlı olarak planlanmalıdır. Doğru hasta seçimi ve teknikle başarılı klinik sonuçlar mümkündür.

Anahtar sözcükler: kıkırdak; mozaikplasti; otogreft transfer

Many surgical techniques have been developed for the treatment of cartilage defects. Techniques can be divided into four categories with clear surgical goals: Debridement, repair, regeneration and tissue transfer or prosthesis. One-piece osteochondral autograft transfer (OAT), composed of surface articular cartilage and attached subchondral bone, is able to reliably restore the natural osteochondral architecture with hyaline surface cartilage, with bone-to-bone subchondral healing. Potential donor site morbidity and limited donor site availability are main disadvantages. Symptomatic defects with lesion size 1-2 cm in diameter or 1-4 cm² surface area are optimal lesions for OAT. For good clinical results, it is necessary to plan the surgical procedure well, such as successfully harvesting the osteochondral autograft and transferring the graft to the defected area. Depending on the lesion size, it may be necessary to use a single or multiple grafts. The procedure can be performed arthroscopically or by performing an arthrotomy in difficult accessibility. Possible simultaneous malalignment, joint instability and meniscal lesions should also be evaluated before and treatment should be planned simultaneously if necessary. Successful clinical outcomes are possible with correct patient selection and technique.

Key words: cartilage; mosaicplasty; autograft transfer

Fokal semptomatik kıkırdak lezyonlarının optimal tedavisi tartışmalıdır. Eklem kıkırdağının yaygın vaskülaritesine bağlı olarak kendi kendine onarım potansiyeli maalesef azdır. Bu sebepten dolayı yaralanmadan sonra kalıcı ağrı, eklem sertliği, şişme, mekanik semptomlar ve dejeneratif eklem hastalığının erken başlangıcına neden olabilir.^[1] Konservatif tedavi anlamlı bir rahatlama sağlayamadığında sıklıkla cerrahi müdahale gerekir. Fokal kıkırdak defektleri tedavisinde birçok cerrahi teknik geliştirilmiştir. Cerrahi yak-

laşımlar, belirgin cerrahi hedefleri olan dört kategoriye ayrılabilir: Debridman, onarım, rejenerasyon ve doku transferi veya protezdir.

Fokal eklem defektlerinin tedavisindeki hem amaç hem de zorluk, hyalin eklem kıkırdağı mimarisinin ve iki katmanlı osteokondral birimin yeniden oluşturulmasıdır. Küçük defektler için mikrokirik yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak hyalin kıkırdak yerine tekrarlayan ve makaslama kuvvetlerine daha

İletişim / Contact: Op. Dr. Taha Kızılkurt • E-posta / E-mail: drtahakizilkurt@gmail.com

ORCID iD: Mehmet Aşık, 0000-0002-8810-639X • Taha Kızılkurt, 0000-0001-9832-8140

Geliş / Received: 23 Aralık 2022 • **Revizyon / Revised:** 3 Ocak 2023, 28 Ocak 2023 • **Kabul / Accepted:** 31 Ocak 2023

az dayanıklı olan fibrokartilaj ile iyileşme sağladığı için özellikle yük alan bölgelerde kötü sonuçlara sebep olabilmektedir.^[2] Mikrokırığın aksine hiyalin benzeri kıkırdakla tedavi sağlayan kültüre edilmiş kondrositlerin defekte yerleştirilmesini içeren bir işlem olan otolog kondrosit implantasyonunun teknik sıkıntısı, iki aşamalı ve pahalı olmasıdır ancak büyük lezyonlar için iyi bir seçenektir.^[3] Buna karşılık, osteokondral otogreft transferi (OAT), yüzey eklem kıkırdığı ve bağlı subkondral kemikten oluşan bir tek parça osteokondral otogreft transferiyle doğal osteokondral mimariyi hiyalin yüzey kıkırdığıyla güvenilir bir şekilde restore edebilmektedir.^[4]

Teknik ilk olarak 1945'te D'Aubigne tarafından tanımlanmıştır. Outerbridge ve ark. tarafından hem mini-açık hem de artroskopik şekilde modifiye edilmiştir.^[5] Temel olarak bu teknikte distal femurun daha az strese maruz kalan kısmından sağlıklı kıkırdak ve subkondral kemik, silindirik şekilde alınır ve kıkırdak lezyon alanıyla eşleştirilir, yerine yerleştirilir; eklemde pürüzsüz bir kıkırdak yüzeyi elde edilir. Tek bir osteokondral greft transfer edilebildiği gibi "mozaikplasti" olarak adlandırılan daha küçük çok sayıda greftle de yapılabilir. Bu tek aşamalı prosedürün başlıca avantajları, hızlı kemikten kemiğe subkondral greft iyileşmesi ve eklem yüzeyinde doğal tip II hiyalin kıkırdak dokusunun restorasyonudur. Tekniğin dezavantajları ise donör saha morbiditesi ve çoklu osteokondral otogreft gerektiren daha büyük lezyonlardır. Tedaviyi optimize etmek ve iyileştirmek için OAT'nin endikasyonları, teknikleri ve sınırlarının çok iyi anlaşılması gerekmektedir.^[6]

ENDİKASYONLAR VE KONTRENDİKASYONLAR

Hangi tedavinin kullanılacağına seçimi öncelikle defektin boyutuna, yerine ve etiyopatolojisine bağlıdır. Osteokondral otogreft transferi, fizyolojik olarak aktif bir hastada semptomatik ICRS (*International Cartilage Repair Society*) evre III veya IV defektlerinin tedavisi için uygundur. Düşük dereceli lezyonlar, stabil olmayan yüzeysel kıkırdak flepleri için gözlem veya kondroplasti daha iyi seçenektir. Özellikle subkondral kemik hasarının olduğu küçük ve orta boyuttaki tam kalınlıktaki osteokondral defektler için OAT, mikrokırık gibi tedavilere göre tercih edilen tedavidir. Ayrıca manyetik rezonans görüntüleme (MRG) subkondral kemik ödemi görülen lezyonlarda tercih edilebilir.^[7]

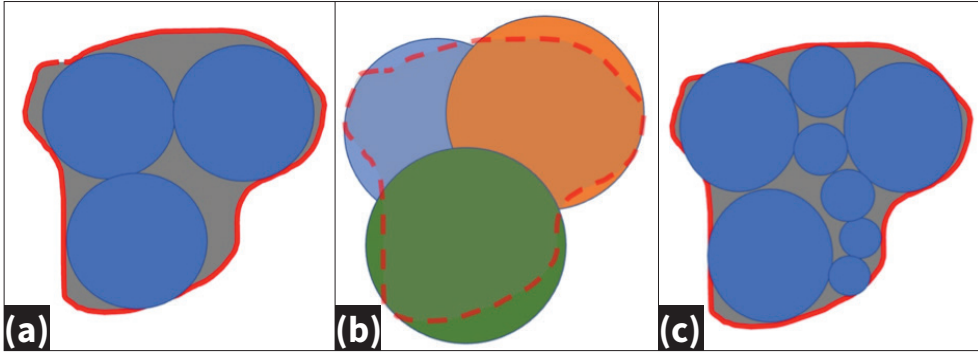
Lezyon boyutu 1-2 cm çaplı veya 1-4 cm² yüzeyi kaplayan semptomatik defektler OAT için optimal lezyonlardır. Bir cm² altındaki lezyonlar için basit debridman veya kondroplasti yeterli olabilmektedir. Yapılan kadavra çalışmalarında bu boyutun altındaki defektlerin klinik etkisinin olmadığı gösterilmiştir.^[8] Çapı 2 cm'den

veya alanı 4 cm²'den büyük olan lezyonlardaki çoklu greft ihtiyacının, donör saha sınırlılığı ve olası morbiditesi sebebiyle otogreft olarak karşılanması zordur. Bu sebeple allogreft transplantasyonu veya otolog kondrosit implantasyonu gibi diğer tedavi modaliteleri büyük lezyonlarda daha çok tercih edilmelidir.^[9,10] Diğer kıkırdak tedavilerine benzer şekilde, OAT'nin rölatif ve mutlak kontrendikasyonları arasında; >50 yaş, vücut kitle indeksi >40 kg/m², Kellgren-Lawrence ikinci derece ve üzeri diz osteoartriti, öpüşen lezyonlar, enfeksiyon, tümör öyküsü veya enflamatuvar artrit bulunur.

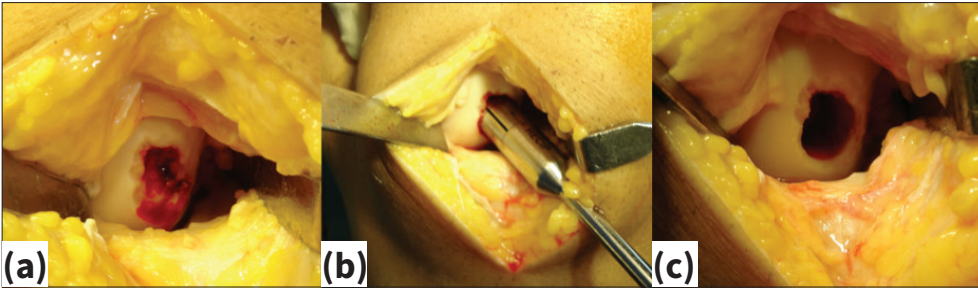
Olası eş zamanlı dizilim bozukluğu, eklem instabilitesi ve menisküs lezyonları da önceden değerlendirilmeli ve gerekirse tedavisi eş zamanlı olarak planlanmalıdır. Dizilim bozukluğunun düzeltilmesi grefte binen yükü azaltarak sağkalımı sağlar ve tedavi başarısını artırır. Bu hastalarda bu sebeple dizilim cerrahisi eş zamanlı veya öncesinde yapılmalıdır. Bağ stabilitesi de en az dizilim kadar önemlidir. Var olan instabilite greft üzerine binen yükü ve makaslama kuvvetini arttıracaktır.^[11] Bu sebeple bağ tamiri veya rekonstrüksiyonu tedaviye eklenmelidir. Son olarak menisküs lezyonu olan dizlerde kuvvet dağılımı fizyolojik olmayacağı için bu hastalarda menisküs olabildiğince korunmalıdır. Bu sebeple tamir, gerekirse menisküs allogrefti ile eş zamanlı yapılmalıdır.^[9]

CERRAHİ TEKNİK DETAYLARI

En iyi sonuçları elde edebilmek için osteokondral otogrefti başarılı bir şekilde almak ve greftin defektli alana transferini gerçekleştirmek gibi uygulama sırasını iyi planlamak gerekmektedir. Osteokondral otogreft transferi tek bir greft ile yapılabileceği gibi birden fazla greft yani mozaikplasti ile de yapılabilir. Tek greft yöntemiyle hiyalin kıkırdak devamlılığı kesintisiz sağlanabilmektedir. Ancak tek bir tıkaçın boyutu 6-10 mm arasında olabileceği için hem lezyon büyüklüğü hem de küçük dizlerde yeterli büyüklükte donör alanının olmaması bu tekniğin ana dezavantajıdır. Diğer bir teknik olan mozaikplasti yöntemiyle birden çok görece daha küçük greft kullanımı lezyon yüzeyinin şekline daha iyi uyum sağlayabilmektedir (Şekil 1). Ancak bu küçük greftler arasındaki boşluğun hiyalin kıkırdaktan ziyade daha dayanıksız fibröz kıkırdakla dolacağı unutulmamalıdır.^[12] Kötü sonuçların greft ve lezyon uyumsuzluğuyla ilişkisi olmasından dolayı, eklem yüzeyinin restorasyonu için bu uyum şarttır. Donör ve lezyonun bölgelerinin yüzey anatomisinin uyumlu olması uyumu sağlamak için önemlidir. Farklı donör bölgelerin şekli ve eğriliği önemli ölçüde değişebilmektedir. Ayrıca eklem yüzey uyumuna ek olarak greftle lezyon çevresi sağlıklı osteokondral bölgenin kemik ve kıkırdak kalınlığı uyumu da greft sağkalımı ve homojen kuvvet dağılımı için önemlidir.^[13]



Şekil 1.a-c. Lezyonda greft yerleştirme çeşitleri ve kıkırdakla doldurma oranları: %80 (a), %100 (b), %90 (c).

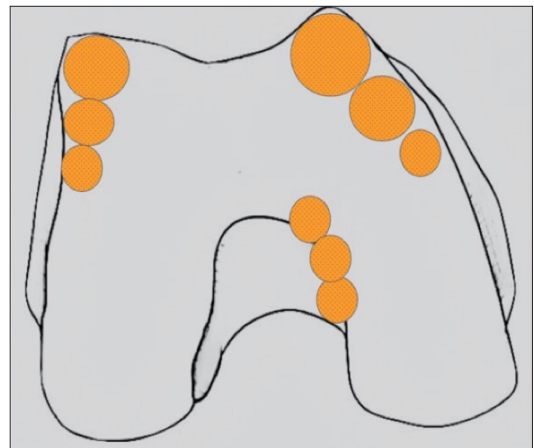


Şekil 2.a-c. Mini artrotomi ile medial femoral kondildeki lezyona yaklaşım (a), lezyon sahasının hazırlanması (b), hazırlık sonrası greftlemeye hazır lezyon bölgesi (c).

Prosedür tanısız artroskopiyle başlamalıdır. Serbest cisimler veya kıkırdak parçaları çıkarılmalıdır. Kondral lezyonun tam olarak görülmesi çok önemlidir. Lezyona portal yoluyla ulaşılacaksa eğer portal spinal iğne yardımıyla lezyona grefti dik açıyla yerleştirmeyi mümkün kılacak şekilde açılmalıdır. Portallar açıldıktan sonra ve çevresindeki sağlıklı kıkırdak ve kemik dokuya ulaşana kadar yapılan debridman sonrası hem kıkırdak lezyon boyutu hem de subkondral kemik değerlendirilir. Eğer portalle dik ulaşılacak bir bölgeyse veya büyük lezyonsa mini artrotomi veya talusta gerekli durumlarda malleol osteotomi yapılır, çünkü bu senaryolarda artroskopi yoluyla uygun yerleştirme açısını elde etmek daha zor olabilir (Şekil 2). Patellar lezyonlarda ise patellayı evertte edebilmek için daha büyük artrotomi gerekebilir.^[14] Yeterli kıkırdak debridmanı ile lezyon tam olarak ortaya konulduktan sonra hangi boyutta veya boyutlarda; tek veya birden fazla greft gerekeceği belirlenir. Eğer birden fazla greft planlanıyorsa lezyonun en az %80'inin dolmasını sağlayacak şekilde greft planlanmalıdır.^[15]

İdeal olarak, osteokondral otogreftler donör saha morbiditesini en aza indirmek için en az basınca maruz kalan yerden alınmalıdır. Trokleanın superomedial ve sulcus terminalis superiorundaki superolateral yüzeyler ve interkondiler çentiğinin lateralinden greft alınabilir (Şekil 3). En düşük temas basınçları, trokleanın superomedial sınırında ve interkondiler çentiğinin laterindedir.^[16]

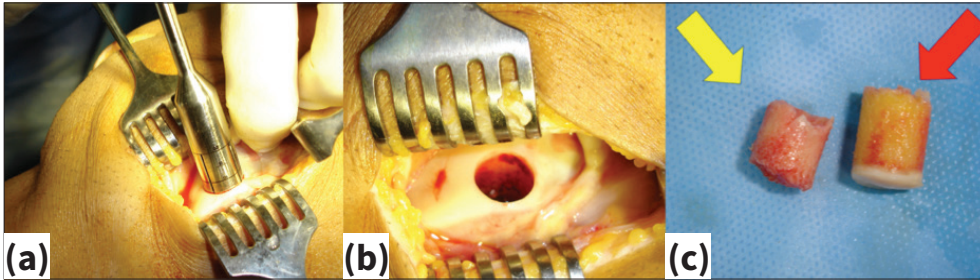
Superolateral troklea yüzeyi de görece düşük basınçlara sahip olmak ile birlikte daha büyük yüzey alanına sahiptir. İnterkondiler çentikten 6 mm'lik, medial trokleadan 8 mm'lik ve lateral trokleadan 10 mm'lik greftler sağlanabilmektedir.^[7] Donör sahanın kalınlığı ortalama 1,8 mm'dir (1,33-1,97 mm) ve özellikle dizde kondillerdeki 2,5 mm olan kıkırdak kalınlığından daha incedir (2,41-2,69 mm). Kıkırdak kalınlığı, interkondiler çentik ile karşılaştırıldığında trokleanın kenarlarında, özellikle lateral tarafta daha fazladır.^[13]



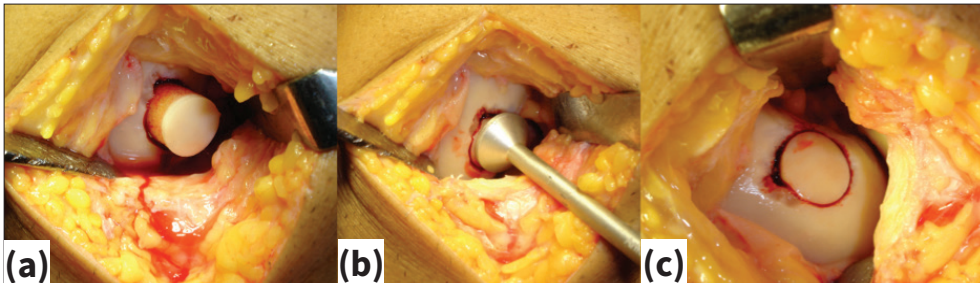
Şekil 3. Sol diz için olası donör saha lokalizasyonları.

Greft alınırken lezyona göre uygun boyutta veya boyutlarda silindirik greft alıcı seçilir (4-10 mm) ve eklem kıkırdağıyla aynı hizada olacak şekilde donör bölgesine dik olarak yerleştirilir. Donör sahaya dik olmak, greft bütünlüğü ve lezyona implantasyonda olası basamaklanmayı engellemek için çok önemlidir. Artroskopik teknik daha güvenilir olsa da özellikle troklea laterali için daha zordur ve marjinal kırık riski vardır. Bu sebepten dolayı mini artrotomi yöntemiyle daha kolay ve sağlam şekilde alınabilmektedir (Şekil 4). Lezyona göre tek greft alınacaksa tek, eğer mozaikplasti yapılacak ise birden çok greft alınır. Mozaikplasti tekniği planlanırken 6-7'şer mm veya 10'ar mm'lik greftler alınır. Küçük çoklu greft kullanımı aradaki lezyondaki boşluğu azaltırken, büyük çoklu greft ise stabilizeyi arttırmaktadır. Greft alınırken uygun boyuttaki silindirik greft alıcı yüzeye dik olarak yerleştirilir ve motor kullanmadan çekiçle subkondral kemiğe doğru rotasyon yapılmadan çakılır. Travmatik kıkırdak defektler için 15 mm, osteokondritis dissekans için 20 mm'lik uzunlukta (derinlikte) greft alacak kadar ilerlenmelidir. Yeterli derinliğe ulaşıldıktan sonra silindirik greft alıcı 180° sağa ve sola olmak üzere birkaç kez döndürülür ve bu şekilde greft bir blok olarak serbestleştirilir. Osteokondral greft alındıktan sonra oluşan donör sahadaki boşluk, alıcı bölge hazırlanırken çıkarılan kemiklerle doldurulur.

Greft alındıktan sonraki işlem lezyon, yani alıcı bölgenin hazırlığıdır. Yukarıda da anlatıldığı gibi lezyonun yerine göre artroskopik veya açık olarak yapılabilir. Osteokondral otogreftin lezyon (alıcı bölge) bölgesinde sabitlenmesi, *press fit* tekniğiyle sağlanabilmektedir. Greftin alıcı bölgeden daha kalın olması bunu sağlamaktadır. Greft hazırlanan alıcı bölgeden 1 mm daha kalın olduğunda stabilitenin ve kıkırdak kalınlığının daha iyi korunduğu gözlemlenmiştir.^[17] Bu amaçla lezyon bölgesinde kullanılan hazırlayıcı silindirler, greft alıcı silindirlere 1 mm daha küçüktür. Otogreftin alıcı bölgedeki derinliğe eşleşmesi de optimal *press fit* tekniği için çok önemlidir. Bu sebeple hazırlayıcı silindirle yuva hazırlanırken *press fit* yerleştirme sırasındaki impaksiyon kuvvetini de hesaplayarak ve greft eklem hizasından yukarıda kalmayacak şekilde 1-2 mm daha kısa yuva açılmalıdır. Hazırlanan yuvadan daha kısa olan greftlerle eklem seviyesi daha iyi ayarlanabilse de maalesef daha az stabil olmaktadır (Şekil 5).^[18] Greft yerleştirilmesinde kullanılan bir diğer teknik de özellikle tibia veya femur başındaki kıkırdak lezyonları için kullanılan retrograd tüneller içinden greftin artroskopi yardımıyla eklemle ulaştırılmasıdır. Teknik olarak daha zor olsa da ulaşımı zor olan bu bölgelerde çok kullanışlıdır. Unutulmamalıdır ki retrograd teknikte eklemle hangi açıyla yaklaşıyorsa greft alınırken de aynı açıyla alınmalıdır. Eğer aynı açıyla alınmazsa eklemde basamaklaşma ve uyumsuzluk olacaktır.^[19]



Şekil 4.a-c. Trokleanın superolateralinden mini artrotomi ile silindirik greft alıcıyla greft alınması (a), greft alındıktan sonra donör saha (b), sarı ok; lezyon bölgesinden çıkan kemik silindir, kırmızı ok; trokleadan alınan osteokondral greft (c).



Şekil 5.a-c. Greftin lezyon bölgesine dik olarak yerleştirilmesi (a), greftin greft çakıcıyla impaksiyonu (b), lezyonunun OAT sonrası görüntüsü (c).

AMELİYAT SONRASI TAKİP

Genel olarak greft sağkalımı ve kemik inkorporasyonu için ilk 4-6 hafta yük vermektan kaçınmak geleneksel ve koruyucu bir yöntem olsa da son yapılan çalışmalarda yük vermenin özellikle küçük lezyonlarda (>1 cm) grefte bir zararının olmadığı ve ayrıca derin ven trombozu ve artrofibrozis gibi komplikasyonları da azalttığı belirtilmiştir.^[20] Ancak unutulmamalıdır ki bu tek greft ve küçük lezyonlar içindir. Özellikle mozaikplasti yapılan hastalarda daha konservatif yaklaşım ile ilk dört hafta tedrici yük arttırımıyla takip daha uygundur. Erken hareket özellikle eklem sertliği, artrofibrozisi engellemek için çok önemlidir. Sürekli pasif hareket (SPH) cihazı yararlı olabilir, ancak SPH'nin sonuçları etkilediği gösterilmiştir.^[21] Fizik tedavi rejimleri, izometrik alt ekstremite egzersizleriyle başlayan patellar mobilizasyon, germe ve progresif güçlendirmeyi içerir. Bu egzersizleri, yüzme, *leg press* ve kapalı zincir kinetik egzersizleri içeren progresif rehabilitasyon protokollerini içeren propriyoseptif eğitim ve güçlendirme takip eder. Normal günlük aktivite 8-10 hafta arasında elde edilebilir, 4-6 ayda ise spora dönüş sağlanabilir.

KOMPLİKASYONLAR

Osteokondral otogreft transferi komplikasyonlarının büyük bir kısmını donör saha sorunları oluşturmaktadır. Bu sebeple 10 mm'den ziyade 8 mm'lik greftlerin alınmasının bu komplikasyonları ve kronik diz önu ağrısı oranlarını azalttığı bildirilmiştir.^[22] Diğer bir donör saha komplikasyonu ise çökmelerdir. Bunu engellemek için eğer birden fazla greft alınacaksa en az 1-2 mm kortikal aralık bırakılması gerekmektedir. Ayrıca donör saha bölgesi eğer boş bırakılırsa hemartroz da sıklıkla görülebilmektedir. Bu sebeple bu bölgeleri kemik greftle doldurmak hem hemartrozu hem de olası çökmeleri engellemektedir.^[11]

Alıcı, lezyon tarafında birçok nedenden dolayı greft başarısızlığı meydana gelebilir. *Press fit* tekniği sırasında eğer az impaksiyon kuvveti kullanılırsa greft basamaklanması oluşabilir ya da fazla impaksiyon kuvveti kullanılırsa kondrosit canlılığı azalabilir. Pierce ve ark. tarafından koyunlar üzerinde yapılan çalışmada 2 mm'den fazla taşan greftlerin muhtemel mikro hareket ve makaslama kuvvetlerinden dolayı greft kaynamasının zayıf olduğu gösterilmiştir.^[23] Diğer bir çalışma da 0,5-1 mm'lik bir taşmanın grefte gelen makaslama kuvvetlerini %50 oranında arttığını bildirmiştir.^[24]

KLİNİK SONUÇLAR

Osteokondral otogreft transferi tekniğiyle uzun süreli takip çalışmaları ve prospektif randomize kontrollü çalışmalar da dâhil olmak üzere, genel olarak başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Hangody ve ark. çoklu küçük çaplı greft kullanan ortalama 17 yıl takipli prospektif çok merkezli mozaikplasti hastalarının sonuçlarını bildirmiştir. Yüz seksen yedi medial femoral kondil, 74 lateral femoral kondil, 16 tibia plato, 18 patella ve sekiz troklea kıkırdak lezyonunun bulunduğu bu çalışmada femoral kondilde %91, tibia platoda %86, patellofemoral eklemde ise %74 başarı bildirmişlerdir.^[12] İki bin beş yılında Gudas ve ark. bölgesel veya ulusal seviyelerdeki sporculardan oluşan 60 hastaya mikrokirik veya OAT tedavilerini randomize olarak uyguladıkları çalışmada, her iki grupta da klinik iyileşme görüldüğünü, ancak tatmin edici sonuçların OAT hastalarının %96'sında, mikrokirik hastalarının ise %52'sinde elde edildiğini, OAT hastalarının %93'ünün ve mikrokirik hastalarının ise %52'sinin ortalama 6,5 ayda (4-8 ay) yaralanma öncesi düzeyde spor aktivitelerine geri döndüğünü bildirmişlerdir. Aynı çalışmanın 10 yıllık sonuçlarında OAT hastalarının %25'ine karşı mikrokirik hastalarının %48'inde Kellgren-Lawrence birinci derece osteoartrit radyolojik olarak görülmüştür.^[2] Genel olarak yayınlar, hastaların OAT'yi takiben klinik iyileşme gösterdiğini, diz işlevinde ve hasta memnuniyetinde önemli artışlar olduğunu göstermektedir. Sık olmasa da hemartroz, greftlerin gevşemesi, fibröz aşırı büyüme, greft çökmesi ve donör bölgesi morbiditesi gibi komplikasyonlar görülebilmektedir. Birçok komplikasyon doğrudan teknik hatalara bağlı olduğundan dolayı, cerrahi tekniğe dikkat edilmesi kritik öneme sahiptir.

SONUÇ

Osteokondral otogreft transferi, dizdeki semptomatik fokal eklem kıkırdağı defektlerinin tedavisinde başarılı ve etkili bir yöntemdir. Küçük veya orta boyuttaki evre 3-4 osteokondral lezyonlarda femur kondilinde daha çok olmak üzere, troklea, patella ve tibia platoda da başarılı sonuçlar alınmaktadır. Bu tekniğin birincil avantajları, hiyalin kıkırdağın restorasyonu ve hızlı, doğal kemikten kemiğe subkondral iyileşmeyle tek aşamalı kıkırdak onarımı olmakla birlikte, dezavantajları ise potansiyel donör alan morbiditesi ve sınırlı donör alan mevcudiyetidir. Doğru endikasyon ve teknikle eklem sağkalımını ve spora dönüşü diğer tekniklere göre daha erken sağlamak mümkündür.

KAYNAKLAR

1. Buckwalter JA, Mankin HJ. Articular cartilage: Degeneration and osteoarthritis, repair, regeneration, and transplantation. *Instr Course Lect* 1998;47:487-504.
2. Gudas R, Gudaite A, Pocius A, Gudiene A, Cekanauskas E, Monastyreckiene E, et al. Ten-year follow-up of a prospective, randomized clinical study of mosaic osteochondral autologous transplantation versus microfracture for the treatment of osteochondral defects in the knee joint of athletes. *Am J Sports Med* 2012;40(11):2499-508. [Crossref](#)
3. Samsudin EZ, Kamarul T. The comparison between the different generations of autologous chondrocyte implantation with other treatment modalities: A systematic review of clinical trials. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24(12):3912-26. [Crossref](#)
4. Erdil M, Bilsel K, Taser OF, Sen C, Asik M. Osteochondral autologous graft transfer system in the knee; mid-term results. *Knee* 2013;20(1):2-8. [Crossref](#)
5. Barber FA, Chow JC. Arthroscopic osteochondral transplantation: Histologic results. *Arthroscopy* 2001;17(8):832-5. [Crossref](#)
6. Sherman SL, Thyssen E, Nuelle CW. Osteochondral Autologous Transplantation. *Clin Sports Med* 2017;36(3):489-500. [Crossref](#)
7. Robert H. Chondral repair of the knee joint using mosaicplasty. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011;97(4):418-29. [Crossref](#)
8. Guettler JH, Demetropoulos CK, Yang KH, Jurist KA. Osteochondral defects in the human knee: influence of defect size on cartilage rim stress and load redistribution to surrounding cartilage. *Am J Sports Med* 2004;32(6):1451-8. [Crossref](#)
9. Mall NA, Harris JD, Cole BJ. Clinical Evaluation and Preoperative Planning of Articular Cartilage Lesions of the Knee. *J Am Acad Orthop Surg* 2015;23(10):633-40. [Crossref](#)
10. Banerjee S, Sahanand KS. Managing Chondral Lesions: A Literature Review and Evidence-Based Clinical Guidelines. *Indian J Orthop* 2021;55(2):252-62. [Crossref](#)
11. Moran CJ, Pascual-Garrido C, Chubinskaya S, Potter HG, Warren RF, Cole BJ, et al. Restoration of articular cartilage. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96(4):336-44. [Crossref](#)
12. Hangody L, Dobos J, Baló E, Pánics G, Hangody LR, Berkes I. Clinical experiences with autologous osteochondral mosaicplasty in an athletic population: a 17-year prospective multicenter study. *Am J Sports Med* 2010;38(6):1125-33. [Crossref](#)
13. Thauinat M, Couchon S, Lunn J, Charrois O, Fallet L, Beaufils P. Cartilage thickness matching of selected donor and recipient sites for osteochondral autografting of the medial femoral condyle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15(4):381-6. [Crossref](#)
14. Hangody L, Vásárhelyi G, Hangody LR, Sükösd Z, Tibay G, Bartha L, et al. Autologous osteochondral grafting--technique and long-term results. *Injury* 2008;39 Suppl 1:S32-9. [Crossref](#)
15. Hangody L, Ráthonyi GK, Duska Z, Vásárhelyi G, Füles P, Módis L. Autologous osteochondral mosaicplasty. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A Suppl 1:65-72.
16. Ahmad CS, Cohen ZA, Levine WN, Ateshian GA, Mow VC. Biomechanical and topographic considerations for autologous osteochondral grafting in the knee. *Am J Sports Med* 2001;29(2):201-6. [Crossref](#)
17. Makino T, Fujioka H, Terukina M, Yoshiya S, Matsui N, Kurosaka M. The effect of graft sizing on osteochondral transplantation. *Arthroscopy* 2004;20(8):837-40. [Crossref](#)
18. Kock NB, Hannink G, van Kampen A, Verdonchot N, van Susante JL, Buma P. Evaluation of subsidence, chondrocyte survival and graft incorporation following autologous osteochondral transplantation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(11):1962-70. [Crossref](#)
19. Ueblacker P, Burkart A, Imhoff AB. Retrograde cartilage transplantation on the proximal and distal tibia. *Arthroscopy* 2004;20(1):73-8. [Crossref](#)
20. Kosiur JR, Collins RA. Weight-bearing compared with non-weight-bearing following osteochondral autograft transfer for small defects in weight-bearing areas in the femoral articular cartilage of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96(16):e136. doi: [Crossref](#)
21. Fazalare JA, Griesser MJ, Siston RA, Flanigan DC. The use of continuous passive motion following knee cartilage defect surgery: a systematic review. *Orthopedics* 2010;33(12):878. [Crossref](#)
22. Gudas R, Gudaitė A, Mickevičius T, Masiulis N, Simonaitytė R, Cekanauskas E, et al. Comparison of osteochondral autologous transplantation, microfracture, or debridement techniques in articular cartilage lesions associated with anterior cruciate ligament injury: a prospective study with a 3-year follow-up. *Arthroscopy* 2013;29(1):89-97. [Crossref](#)
23. Pearce SG, Hurtig MB, Clarnette R, Kalra M, Cowan B, Miniaci A. An investigation of 2 techniques for optimizing joint surface congruency using multiple cylindrical osteochondral autografts. *Arthroscopy* 2001;17(1):50-5. [Crossref](#)
24. Koh JL, Wirsing K, Lautenschlager E, Zhang LO. The effect of graft height mismatch on contact pressure following osteochondral grafting: a biomechanical study. *Am J Sports Med* 2004;32(2):317-20. [Crossref](#)