



# Kıkırdak lezyonlarına artroskopik yaklaşım: Kondral debridman, abrazyon artroplastisi, mikrokırık, nanokırık

## Arthroscopic approach to chondral lesions: Chondral debridement, abrasion arthroplasty, microfracture, nanofracture

Turhan Özler, Burak Çağrı Aksu

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

İleri derecedeki kıkırdak (kondral yapı) hasarlarında eklem kıkırdağının otorejenerasyonunu uyarıcı yöntemler uzun yıllardır kullanılmakta olup zaman içinde yeni cerrahi ekipman, teknik ve çalışmalar ışığında değişim göstermiştir. Günümüzde hemen her ortopedi ve travmatoloji uzmanı tarafından sıklıkla uygulanmakta ve çoğunlukla ilk cerrahi tedavi seçeneği olarak görülmektedir. Temelde beklenti defektli alanda hasarlanmış hiyalin kıkırdağın altında bulunan subkondral ve medüller kemik iliğini uyarak organizmanın biyolojik cevabı sonucu hiyalin kıkırdağa mümkün olan en yakın mukavemete sahip yeni kıkırdak oluşumunu sağlamaktır. Zaman içinde çok çeşitli teknikler tanımlanmış olsa da mekanik kondral debridman, abrazyon artroplastisi, mikrokırık ve nanokırık en sık kullanılan yöntemlerdir. Mekanik kondral debridman hariç diğer yöntemlerin hepsinde amaç, uygun ekipmanla subkondral kemik penetre edilerek kemik medüllerinde bulunan hücrelerin kondral alana migrasyonu ve diferansiyasyonunu sağlamaktır. Penetrasyon yapılmadan gerçekleştirilen kondral debridmanda ise hedef sağlıklı kıkırdağa sahip çevre kenar dokudan hasarlı alana uzanan yeni kıkırdak rejenerasyonudur. Ancak bu yöntemin hastalarda kısa vadede faydalı sonuçları olsa da uzun vadede anlamlı olmadığı bildirilmektedir. Biyolojik kondral rejenerasyonun uyarılmasında cerrahi alan faktörlerinin yanı sıra hastanın genel sağlık durumu, yaşı, kronik hastalık varlığı gibi birçok değişken sonuca etki etmekte bu nedenle yapılan çalışmalarda başarı oranları farklılıklar göstermektedir.

**Anahtar sözcükler:** kondral debridman; abrazyon artroplastisi; mikrokırık; nanokırık

Methods to stimulate the autoregeneration of joint cartilage in advanced chondral injuries have been used for many years and have changed over time in the light of new surgical equipment, techniques and studies. Today, it is frequently applied by almost every orthopedic surgeon side and is often seen as the first surgical treatment option. Basically, the expectation is to stimulate the subchondral and medullary bone marrow under the damaged hyaline cartilage in the defective area and to provide the formation of new cartilage with the closest possible strength to the hyaline cartilage as a result of the biological response of the organism. Although a wide variety of techniques have been described over time, mechanical chondral debridement, abrasion arthroplasty, microfracture and nanofracture are the most commonly used methods. In all other methods except mechanical chondral debridement, subchondral bone is penetrated with appropriate equipment to ensure migration and differentiation of cells in the bone medulla to the chondral area. In chondral debridement performed without penetration, the target is the regeneration of new cartilage extending from the surrounding edge tissue with healthy cartilage to the damaged area. However, although this method has beneficial results in the short term in patients, it is reported that it is not meaningful in the long term. In addition to surgical field factors in the stimulation of biological chondral regeneration, many variables such as general health status, age, presence of chronic disease affect the outcome, so success rates vary in the studies conducted.

**Key words:** chondral debridement; abrasion arthroplasty; microfracture; nanofracture

### KONDRAL DEBRİDMAN

Kondral debridman (KD) kıkırdak lezyonlarının tedavisinde en sık kullanılan cerrahi yöntemdir.<sup>[1]</sup> Hasarlı kıkırdak dokunun mekanik yolla temizlenerek eklemden uzaklaştırılmasını sağlar. Basit, ucuz,

teknik beceri gereksinimi düşük olmasının yanında donör saha olmaması (subkondral kemiğin korunması) sayesinde hızlı rehabilitasyona imkân vermesi gibi avantajları vardır. Lezyon alanındaki hasarlı, gevşek kıkırdak ve fibrilleri sağlıklı kıkırdak doku sınırına kadar

**İletişim / Contact:** Prof. Dr. Turhan Özler • E-posta / E-mail: turhanozler@hotmail.com

**ORCID ID:** Turhan Özler, 0000-0002-1115-2435 • Burak Çağrı Aksu, 0000-0002-1438-6608

**Geliş / Received:** 31 Ocak 2023 • **Revizyon / Revised:** 3 Şubat 2023, 13 Şubat 2023 • **Kabul / Accepted:** 14 Şubat 2023

temizlenerek daha düzgün bir yüzey elde edilir.<sup>[2]</sup> Kondral debridman ile sağlıksız kıkırdak dokunun neden olduğu mekanik irritasyon ve sinovyanın enflamatuvar yanıtı azaltılması hedeflenir.<sup>[3]</sup> Kondral debridmanın geçici olarak ağrıyı azalttığı ve semptomları giderdiği görülmüştür.<sup>[2-4]</sup> Kondroplastinin kondrositlerde iyileşmeyi uyarıcı potansiyeli olduğunu iddia eden çalışmalar olsa da tek başına KD'nin kıkırdak dejenerasyonunu yavaşlattığı gösterilememiştir.<sup>[5]</sup>

Kondral debridman tekniği mekanik *shaver* ve/veya küret kullanılarak ya da radyo frekans (RF) cihazı ile hasarlı kıkırdağın lezyon alanından temizlenmesi ve düzgün bir yüzey oluşturulması amaçlanır. İşlemdeki amaç yüzeyin düzgünlüğünü sağlamak olsa da *shaver* cihazı kıkırdak dokuyu çekip yırtarak temizlemekte ve istenilen yüzeyin oluşturulması için aynı alandan birkaç defa geçilmesi gerekebilmektedir. *Shaver* kullanımı sayılan nedenlerden ötürü teorik olarak ciddi miktarda sağlıklı kıkırdak dokuya da zarar verebilir.<sup>[6]</sup> Ancak metabolik düzeyde KD uygulanan alan sınırlarındaki sağlıklı kıkırdak dokuda işlem sonrası kalıcı hasar oluşmadığı gösterilmiştir.<sup>[7]</sup> Öte yandan KD'de bipolar RF cihazı kullanımı çevre kıkırdak doku hasarı ve yüzey uyumunun sağlanmasında *shaver*den üstündür.<sup>[8]</sup> Radyo frekans probu doku içi iyonlara yüksek frekanslı alternatif akım uygulayarak dokunun erimesine neden olarak katabolik enzim aktivitesinin azalmasını sağlar.<sup>[9]</sup>

Diz artroskopisi vakalarının yaklaşık üçte ikisinde kondral lezyon izlenmektedir.<sup>[10]</sup> Kırk yaş altı hastalarda diz artroskopilerinin %6,2'sine varan oranda 1 cm'den büyük fokal tam kalınlıkta kondral lezyonlar mevcuttur. Atletlerde bu oran daha yüksektir. Flanigan ve ark.'nın, 900'den fazla sporcu üzerinde yaptığı çalışmada vakaların %36'sında fokal tam kalınlıkta kondral defektlerin mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Asemptomatik basketbolcular ve koşucuların, %59'unda asemptomatik tam kat kıkırdak defekti mevcuttur. Bu çalışmadaki lezyonların çoğunluğu patellofemoral eklemden lokalizedir.<sup>[11]</sup>

Diz osteoartriti de oldukça yaygındır ve 65 yaşından büyük yetişkinlerin %60 ile %70'inde radyografik bulgular mevcuttur.<sup>[12]</sup> Bununla birlikte, osteoartritin radyografik varlığı her zaman semptomatolojiyle ilişkili değildir.<sup>[13]</sup> Diz osteoartriti tekil bir tanı değil, hafif kondrozdan ileri dejeneratif değişime kadar değişen bir hastalık spektrumudur.<sup>[7]</sup>

Kondroplastisi, en yaygın artroskopik işlemlerden biridir.<sup>[14]</sup> Bu prosedür, eklem kıkırdağının gevşek ve fibrillenmiş parçalarının çıkarılmasını sağlar. Hasarlı kıkırdak temizlenerek, daha pürüzsüz bir eklem yüzeyi oluşturulur ve kalan lezyonun sınırlarında daha stabil bir alan yaratılır.<sup>[3]</sup> Kondroplastisi sırasında, çevredeki normal eklem kıkırdağının zarar görmesini en aza indirmek için özen

gösterilmelidir. Artroskopik debridman ayrıca mekanik tahrişe ve sinovyal enflamasyona katkıda bulunabilecek gevşek doku ve kondral fragmanların çıkarılmasına imkan verir.<sup>[3]</sup> Hasarlı eklem kıkırdağının debridmanının ağrının en azından geçici olarak hafiflemesini ve semptomların iyileşmesini sağladığı gösterilmiştir.<sup>[3-6,15]</sup> Kondroplastisi, kondrositlerde iyileştirici bir yanıtı uyarma potansiyeline sahip olabilir, ancak debridmanın, kalan eklem kıkırdağının degradasyonunu yavaşlattığı gösterilememiştir.<sup>[6,16]</sup>

### Mekanik Kondroplastisi

Hasarlı eklem kıkırdağını çıkarmanın standart yolu mekanik debridman ve kondroplastidir. Bu teknikte, hasarlı dokuları ortadan kaldırmak ve daha pürüzsüz bir yüzey oluşturmak için mekanik bir *shaver* veya küret kullanılır. Vasküler yanıtı ve fibrokıkırdakla iyileşmeyi uyararak için yüzeysel subkondral kemiğe uygulanan abrazyon artroplastisinden farklıdır.<sup>[14,17]</sup> Mekanik kondroplastinin amacı pürüzsüz bir eklem yüzeyi oluşturmak olsa da, *shaver* kıkırdağın çekilmesi ve yırtılarak koparılması prensibiyle çalışır. Bu işlem kalan kondral yüzeyde pürüzlü bir görünüme yol açabilir. *Shaver*, pürüzsüz bir yüzey oluşturmak için aynı alandan birden fazla geçiş gerektirir ve bu nedenle teorik olarak debridman işlemi sırasında normal kıkırdağın feda edilmesine neden olabilir.<sup>[6]</sup> Bu durum *shaver* tarafından kıkırdak penetrasyonunun radyofrekans probunun neden olduğundan daha derin olduğunu bulan Lotto ve ark.'nın çalışmalarıyla desteklenmektedir.<sup>[18]</sup>

Kaplan ve ark., eklem kıkırdağı üzerindeki mekanik kondroplastinin metabolik sonuçlarını değerlendirmişler ve penetrasyon derinliğinin mekanik kondroplastide 252,8 mikrometre olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca bu bölge dışında anlamlı bir kondrosit ölümü tespit edilmemiştir. Biyokimyasal analizler, mekanik kondroplastiden bir gün sonra metabolik aktivitenin yavaşladığını göstermiş, ancak dördüncü günde ek bir kondral hasar olmaksızın aktivite normale dönmüştür.<sup>[7]</sup>

Hubbard ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, medial femoral kondilin izole III/IV. derece lezyonlarının tedavisi için artroskopik debridman ve artroskopik lavaj karşılaştırılmıştır. Birinci yılda, debridman grubunun %80'i ve lavaj grubunun %14'ünün ağrısız; beşinci yılda, debridman grubunun %59'u ve lavaj grubunun %12'sinin ağrısız olduğu bildirilmiştir. Lysholm skorlarındaki iyileşme, hem birinci hem de beşinci yıl sonunda debridman grubu için daha yüksektir. Bu çalışma, debridmanın tek başına artroskopik lavajdan daha etkili olduğunu göstermiştir. Ek olarak, artroskopik debridmanın kondral lezyonların tedavisinde önemli klinik yarar sağladığı gösterilmiştir. Bununla birlikte, bu fayda zamanla bir miktar azalmış gibi görünmektedir.<sup>[5]</sup>

Gudas ve ark., ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonunda medial femoral kondil kondral lezyonlarının tedavisini araştırmışlardır. Yazarlar osteoartiküler transfer sistemi, mikrokirik ve mekanik debridmanı sadece ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanan bir kontrol grubuyla karşılaştırmışlardır. Uluslararası Diz Dökümantasyon Komitesi (IKDC) skorları kontrol grubunda en iyi olan osteoartiküler transfer sistemi prosedürü mikrokirik ve basit debridmandan daha iyi performans göstermiştir. Yazarlar tek başına mikro kırık ve debridman arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır.<sup>[19]</sup> Mekanik kondroplasti, subkondral kemiğe zarar vermemesi ve gelecekteki kıkırdak restorasyon prosedürlerine imkân bıraktığı için mikrokırığa göre ek bir faydaya sahiptir.<sup>[10]</sup>

Dizde kondral defekt nedeniyle artroskopik debridman uygulanan profesyonel futbolcular üzerinde yapılan bir araştırma, sporcuların üçte ikisinin ameliyattan ortalama 8,2 ay sonra takıma geri dönebildiğini göstermiştir.<sup>[20]</sup> Yazarlar, sonuç ile sporcunun yaşı, sporcunun pozisyonu, lezyonun büyüklüğü ve lezyonun yeri arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.<sup>[20]</sup> Bu çalışmanın ek bir bulgusu, debridmanlar sırasında mikrokirik uygulanan oyuncuların, tek başına debridman uygulananlara göre futbola dönme oranlarının 4,4 kat daha az olmasıdır.<sup>[20]</sup>

Sadece debridman ile tedavi edilen kondral lezyonların doğal seyriyle ilgili en iyi veri Messner ve Maletius'a aittir.<sup>[21]</sup> Yazarlar, 14 yıllık bir takip süresi boyunca fokal II/III. derece kondral lezyonları olan 28 genç sporcunun sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Artroskopi sırasında, hasarlı ve gevşek kondral parçalar *shaver* ile debride edilmiştir. Olguların üçünde Pridie drilizasyonu uygulanmıştır. Bu hastaların dörtte üçü takımlarına aynı rekabet düzeyinde geri dönebilmiştir. Hastaların yaklaşık %80'inde iyi ile mükemmel sonuçlar elde edilmiştir. Beş hastada eklem faresi çıkarılması veya daha ileri tedavi için ek artroskopik cerrahi gerekli olmuştur. Sadece beş hastada zorlayıcı aktiviteyle hafif efüzyon izlenmiştir. On dört yıllık takip sonrasında, hastaların %43'ünde eklem aralığının %50'den fazla daraldığına dair radyografik bulgu izlenmiştir. Radyografik dejeneratif değişiklik sık görülmesine rağmen genellikle asemptomatiktir ve çoğu hastada sonuçlar iyi olarak değerlendirilmiştir.<sup>[21]</sup>

### Dejeneratif Dizde Artroskopi

Dejeneratif artrit artroskopik debridman daha tartışmalıdır. Fokal lezyonların tedavisine ek olarak, dejeneratif dizde artroskopi, kondral patolojinin derecesinin değerlendirilmesine izin verir ve total eklem artroplastisini ötelemeyi hedefler.<sup>[17,22-24]</sup>

Uzun yıllardır yapılan bir dizi çalışma, diz dejeneratif artritinin tedavisinde artroskopik debridman ve lavajın

rolünü araştırmıştır. Shannon ve ark., diz osteoartritli 56 hastada artroskopik yıkamanın yararlılığını belirtmişlerdir. Ana hedef artroskopik lavaj olmakla birlikte 19 vakaya eklem faresi çıkarılması ve parsiyel menisektomi yapılmıştır. Hastaların yaklaşık %70'inde ameliyat sonrası subjektif semptomatik iyileşme görüldüğü rapor edilmiştir. Erken osteoartritli hastalarda sonuçlar daha iyi bulunmuş, I/II. derece artritli dizlerin %85'i, III/IV. derece dizlerin sadece %57'si operasyondan fayda görmüştür. Bu çalışma sırasında herhangi komplikasyon izlenmemiş ve semptomatik fayda ortalama 25,5 ay sürmüştür.<sup>[25]</sup>

Jackson ve ark., artroskopik lavaj ve debridman uygulanan diz artritli 121 hastayı değerlendirmişlerdir. Dört-6 yıllık takipte, evre I veya II artrozlu hastaların %90'ında artroskopik debridmandan anlamlı yarar sağlanmıştır. Daha ileri hastalığı olan hastalarda bu sonuçlar o kadar iyi değildir, evre III'lü hastaların sadece 49'u ve evre IV lezyonları olan hastaların %12'si prosedürden anlamlı fayda sağladığını bildirmiştir. Araştırmacılar, fibrilasyonla sınırlı olan erken evre artrozlu hastaların artroskopik debridmandan fayda görme olasılığının yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.<sup>[26]</sup>

Aichroth ve ark., diz osteoartritli 254 hastada artroskopik debridman kullanımını araştırmışlardır. Ortalama 44 aylık takipte, hastaların %75'inde minimum semptom izlenmiş ve %85'i prosedürden memnun kaldığını belirtmiştir.<sup>[4]</sup> Bu çalışmadaki sonuçlar, daha az kondral hasarı olan genç hastalarda daha iyi çıkmıştır.<sup>[4]</sup> Dervin ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada, diz osteoartriti olan 126 hastada artroskopik debridmanın rolü değerlendirilmiştir. İki yıllık takipte, bu hastaların %44'ünde *The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC) ağrı skorlarında klinik olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Yazarlar, hangi hastaların debridmana olumlu yanıt vereceğini tahmin etmenin zor olduğunu belirtmişlerdir. Başarılı debridmanın göstergeleri arasında medial eklem hattı hassasiyeti, anstabil menisküs yırtığı ve Steinman testi pozitifliği varken, kadınlar ve obez hastalar artroskopik debridmandan en az fayda görmüştür.<sup>[15]</sup>

Uygun hasta seçiminin önemi Stuart ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada vurgulanmıştır. Yazarlar, dejeneratif dizlerin artroskopik debridmanının en güvenilir sonuçlarının, travma, efüzyon, eklem faresi, eklem hattı hassasiyeti, mekanik semptomlar, erken dejeneratif eklem hastalığı ve cerrahi için gerçekçi beklentileri olan hastalarda görüldüğünü bildirmişlerdir.<sup>[27]</sup>

Yakın tarihli bir meta-analiz, orta yaşlı ve yaşlı hastalarda artroskopik debridmanının (menisektomi dâhil) etkinliğini incelemiştir.<sup>[28]</sup> Yazarlar, artroskopik cerrahinin yararının 0,14 gibi düşük bir oranda

olduğunu bildirmişlerdir. Bu değer, steroid olmayan anti-enflamatuvar ilaçlarda 0,29 ve terapötik egzersizde 0,50'dir.<sup>[28]</sup> Yazarlar, osteoartrit derecesinin artroskopik cerrahinin sonuçlarını etkileyip etkilemediğini belirlemek için bir alt grup analizi yapmışlar ve osteoartrit derecesinin sonuçlara bir etkisinin olmadığını iddia etmişlerdir. Thorlund, artroskopinin faydalı etkileri olan bir prosedür olmadığını vurgulamıştır. En sık görülen komplikasyon, 1.000 prosedürde dört kez karşılaşılan derin ven trombozudur.<sup>[28]</sup>

Artroskopik debridmanın diz dejeneratif artritinde yararlılığı konusundaki tartışmalar, son 10-15 yılda yapılan çeşitli çalışmalara dayanmaktadır. İki bin iki yılında Moseley ve ark., *New England Journal of Medicine*'de diz osteoartritinde artroskopik cerrahinin rolünü sorgulayan bir makale yayınladılar. Bu prospektif randomize çalışma, diz osteoartritli 180 hastada artroskopik lavaj, artroskopik debridman ve plaseboyu karşılaştırmıştır. Artroskopik cerrahinin plaseboya kıyasla ağrı veya fonksiyonda anlamlı bir fark göstermediğini öne sürmüşlerdir. Yazarlar, artroskopik lavaj ve debridmanın, artrit dizlerin tedavisinde plasebo cerrahisinden daha iyi olmadığı sonucuna varmışlardır.<sup>[29]</sup>

Moseley çalışmasının sonuçları, metodolojisindeki sorunlar nedeniyle eleştirilmiş ve genelleştirilemeyeceği iddia edilmiştir; çünkü çalışma tek bir cerrahin sonuçlarını değerlendirmiştir.<sup>[7]</sup>

Kirkley tarafından 2008 yılında yapılan çalışmada, Moseley'in makalesindeki bazı metodolojik sorunların üstesinden gelinmeye çalışılmıştır. Yazarlar, dejeneratif dizlerin artroskopik lavaj ve debridman tedavisini, sadece fiziksel terapi ve tıbbi tedaviyle karşılaştırmışlardır. Cerrahi olguların %83'ünde kıkırdağa artroskopik debridman yapılmış ve hiçbir olguda mikrokırık veya abrazyon artroplastisi yapılmamıştır. Yazarlar, üçüncü ayda WOMAC skorlarında önemli bir artış görmüşlerdir. Bununla birlikte, bu ilk fayda geçici olmuş ve uzun dönem takipleri bulunmamaktadır. İkinci yılda ameliyat ve nonoperatif grup arasında ağrı, fonksiyon veya sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi açısından anlamlı fark izlenmemiştir.<sup>[30]</sup> Bu çalışmanın sonuçları, büyük semptomatik menisküs yırtıkları olan hastaları çalışma dışı bırakması nedeniyle eleştirilmiştir.<sup>[7]</sup>

Artroskopik debridmandan fayda görmesi muhtemel hastalar arasında akut travma, efüzyon, eklem faresi, eklem hattı hassasiyeti, mekanik semptomlar ve erken dejeneratif değişiklikleri olan hastalar bulunur.<sup>[17,27]</sup> İleri osteoartrit, dizilim bozukluğu, ligamentöz instabilitesi, hareket açıklığı kaybı ve mesleki hastalıkları olan hastalarda daha kötü sonuçlar beklenebilir.<sup>[17]</sup> Dejeneratif dizlerin artroskopik debridmanında görülen tutarsız

sonuçlar, prosedürün riskleriyle birlikte değerlendirilmelidir. İyi seçilmiş osteoartritli hastalarda, artroskopik debridman semptomları geçici olarak hafifletmede yardımcı olabilir.<sup>[17]</sup> Hastanın ihtiyaçlarını anlamak, gerçekçi beklentilerin saptanmasında kritik öneme sahiptir, çünkü bu prosedürün nihai hastalık sürecini değiştirmesi muhtemel değildir.

## ABRAZYON ARTROPLASTİSİ

Onarıcı kıkırdak oluşumunu uyarmak için subkondral kemiğe drilizasyon kavramı ilk olarak 1959'da Pridie tarafından tanımlanmıştır.<sup>[31]</sup> Femoral kondile 0,25 inç (6,35 mm) derinliğinde kortikal drilizasyon uygulaması sonrası uygulama alanının fibröz kıkırdak ile kaplandığını bildirmiştir. Pridie, dejeneratif değişiklikler ileri seviyede olmadıkça patella subkondral kemik dokusunun korunmasını fakat osteofitlerin rezeksiyonunu, kondral çatlak ve fibrillenmiş kıkırdakların tıraşlanmasını önermiştir. Altmış hastada 62 diz üzerinde yapılan çalışmada hastaların ortalama yaşı 53 olup, çoğunluğu 40-60 yaşları arasındadır. Altmış iki hastanın 46'sı ameliyatlarının başarılı olduğunu ve "benzer koşullar altında tekrar ameliyat olacaklarını" belirtmiştir.<sup>[31]</sup> Pridie'nin orijinal serisinde, kötü sonuçların çoğu patellektomiyle ilişkiliydi ve bu hastaların çoğunda ameliyat sonrası kuadriseps fonksiyonu anlamlı derecede zayıftır.<sup>[32-34]</sup>

Richards ve Lonergan, 22'si artroskopik debridman ile Pridie prosedürü uygulanan ve 21'i artroskopik debridman uygulanan 43 hastayı bildirmiştir. Tüm bu hastalara artroskopik cerrahi sırasında parsiyel menisektomi uygulanmıştır. Pridie prosedürü uygulanan ve ortalama 25 aylık takipli hastaların %80'inde tatmin edici sonuçlara ulaşıldığı bildirilmiştir. Basit artroskopik debridman ve menisektomi yapılan hastaların %81'inde 40. ayda tatmin edici sonuçlara ulaşıldığı açıklanmış olup ne yazık ki, dizde dejeneratif artritinin derecesi, artroskopik menisektomi grubunun menisküsün dejeneratif yırtıklarına sahip olmaları dışında tanımlanmamıştır.<sup>[34]</sup> Artroskopik drilizasyon uygulanan hastaların %90'ında III. veya IV. derece osteoartrit vardır, fakat çalışmada osteoartrit derecesi ile nihai sonuç arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını savunmuşlardır. Artroskopik parsiyel menisektomi uygulanan hasta grubunda evre I ve II osteoartritli hastaların %81'inde başarılı sonuçlar elde edilirken, evre III veya IV osteoartritli hastaların sadece %66'sında başarılı sonuçlar elde edildiği açıklanmıştır.<sup>[34]</sup>

Pridie'nin bulgularını doğrulamak için laboratuvar hayvanı çalışmaları yapılmaya çalışılmış, Mitchell ve Shepard, tavşan diz eklemleri üzerinde yaptıkları bir çalışmada, subkondral kemiğe yapılan çok sayıda küçük drilizasyonun, eklem yüzeyinin geniş alanlarında onarımı



uyardığını bulmuşlardır.<sup>[35]</sup> Onarım dokusunun drillizasyon yapılmış deliklerden büyüdüğünü ve kemiğin üzerine yayıldığını tespit etmişlerdir. Başlangıçta, hiyalin kıkırdak görünümündeki geniş onarım alanlarının bir yıl içinde fibrilleşmeye ve bozulmaya başladığını görmüşlerdir. Bu deneyler, subkondral kemiğin aşındırılmasının veya delinmesinin, fibröz kıkırdaklı doku ile eklem yüzeyinin onarımını uyarabileceğini gösteren ilk deneylerdir. Bununla birlikte, aşırı yüklenme, kıkırdak onarımını engellemiştir. Onarım sonucu gelişen kıkırdak doku normal kıkırdakta bulunan proteoglikan konsantrasyonundan yoksundur.

Ficat, hastalıklı patellar kıkırdağın alttaki subkondral kemiğe kadar eksize edildiği ve kansellöz kemiğin açıkta bırakıldığı serisinde %79 oranında iyi ile mükemmel sonuçlar bildirmiştir.<sup>[36]</sup> Ficat prosedürünü subkondral kemiğin drillizasyonu ile gerçekleştiren diğer araştırmacılar, %35 ile %80 arasında değişen başarı oranları bildirmişlerdir.<sup>[37,38]</sup>

Dördüncü derece ileri kondral lezyonlarda motorla abrazyon artroplastisi 1981 yılında Johnson tarafından tanıtılmıştır.<sup>[39]</sup> Bu prosedür esasen Pridie prosedürünün bir uzantısıdır, ancak abrazyon artroplastisinde, yaklaşık 1 ile 3 mm kalınlığında yüzeysel bir subkondral kemik tabakasında interosseöz venöz damarları açığa çıkarmayı hedefler. Teorik olarak, sonuçta ortaya çıkan kanama eksüdası bir fibrin pıhtısı oluşturur ve maruz kalan kemik üzerinde fibröz onarım dokusunun oluşumuna izin verir. Bu olgunlaşmamış onarım dokusu, işlemten sonra en az 6 ile 8 hafta boyunca aşırı yükten korunmalıdır.

Drilizasyonun derinliği ve sklerotik lezyonun debridmanının intrakortikal mi yoksa kansellöz mü olması gerektiği konusunda anlaşmazlık vardır. Hjertquist ve Lemberg'in çalışmasında, bu durumun olgun görünümü kıkırdak dokusunun ancak debridmanın bir korteksi koruyacak kadar yüzeysel olması halinde ortaya çıktığı bildirilmiştir.<sup>[40]</sup>

İnsan osteoartrit dizlerinde femoral kondil ve tibia platosunda nispeten geniş yüzeyin aşındırılması, fibrokıkırdak onarım dokusunun oluşumunu sağlamıştır. Bazı hastalarda, bu fibrokıkırdak dokusu dört yıla kadar dayanım göstermiştir. Johnson'un serisinde, kollajen tiplenirmesi yapılmış ve sekiz biyopsi örneğinden sadece birinde hiyalin kıkırdağına özgü tip II kollajen gösterilebilmiştir.<sup>[39]</sup> Bu vakada tespit edilen miktar küçük olup biyopsi yapılan doku çevresinden kaynaklı hiyalin kıkırdak olabileceği belirtilmiştir. Diğer tüm örneklerde, normal hiyalin eklem kıkırdağında bulunan kollajenden farklı olan tip I ve tip III kollajen vardır.<sup>[39]</sup>

Friedman ve ark., 1984 yılında abrazyon artroplastisiyle tedavi edilen ve bir yıl boyunca takip edilen 73

hastadan oluşan bir seride hastaların %60'ında iyileşme görüldüğünü %6'sında ise değişen derecelerde artrit bulgularıyla kliniklerinde kötüleşme izlendiğini belirtmişlerdir.<sup>[41]</sup>

Kıkırdak defektlerini onarmanın etkili yöntemi kondral bölgede göç edebilen, çoğalabilen, farklılaşabilen, kıkırdak matriksi üretebilen ve koruyabilen hücreler sağlanabilmesine bağlıdır. Ayrıca, eklem kıkırdak matriksinin sentezini ve devamlılığını destekleyen mekanik ve biyolojik ortam bulunmalıdır.<sup>[42]</sup>

Erişkin eklem kıkırdağı iyileşmediğinden ve rejeneratif doku hiyalin kıkırdak değil, fibrokartilaj olduğundan, normal miktarda proteoglikan içermemektedir. Bu nedenle, fibrokartilaj, teorik olarak yükleri aktarmakta zorlanır ve anormal mekanik yüklenmelere maruz kaldığı ortamda hayatta kalması beklenemez.<sup>[42,43]</sup>

Akizuki ve ark. 88 diz içeren serilerinde yüksek tibial osteotomiye ek abrazyon artroplastisiyle tedavi edilen ve tek başına osteotomiyle tedavi edilen iki grubu karşılaştırmıştır. Bu hastalar ameliyat sonrası birinci yılda artroskopik ve histolojik olarak gözden geçirilmiş ve abrazyon artroplastisi artı yüksek tibial osteotomi uygulanan hastalarda daha pürüzsüz matür fibrokıkırdak yüzey izlendiği bildirilmiştir. Ancak ameliyat sonrası klinik sonuçların ikinci ve dokuzuncu yıl takiplerinde onarım derecesi veya abrazyon artroplastisinin performansıyla bağlantılı anlamlı korelasyon tespit edilememiştir.<sup>[44]</sup>

Rand tarafından bildirilen başka bir çalışmada, 131 dize parsiyel menisektomi ve etkilenen kompartmanda III veya IV. derece kondromalazi nedeniyle eklem kıkırdağının debridmanı uygulanmıştır.<sup>[45,46]</sup> Hastalar ortalama  $3 \pm 1$  yıl takip edilmiş, abrazyon artroplastisi ve debridman ile tedavi edilen 28 hastadan oluşan bir grup ile karşılaştırılarak ortalama 3,8 yıl takip edilmiştir. Basit debridmanla tedavi edilen grubun %67'sinde debridmandan beş yıl sonra semptomlarında önemli iyileşme görüldüğü bildirilmiştir. Hastaların %15'inde ise klinik bulgular müdahale öncesine göre daha kötü olmuştur. İkinci gruptaki abrazyon uygulanmış hastaların %50'sine işlemten ortalama üç yıl sonra total diz artroplastisi uygulanmıştır. Rand, abrazyon artroplastisinin sonuçlarının öngörülemez olduğu ve osteotomi kadar dayanıklı olmadığı sonucuna varmıştır.<sup>[45]</sup>

Abrazyon artroplastisi ve Pridie prosedürünün dizdeki dejeneratif artrit tedavisinde hiçbir yararı olmadığı görülmektedir. Artroskopik debridmanı, artroskopik debridman artı abrazyon artroplastisiyle karşılaştıran en az iki çalışmadan açıkça anlaşılmaktadır ki, basit artroskopik debridman uygulanan hastalar, abrazyon artroplastisi artı artroskopik debridman uygulanan hastalardan daha iyi uzun vadeli sonuçlara sahiptir.

Bert ve Maschka ile Rand'ın serilerindeki hastaların dizlerinin en az %15'i abrazyon artroplastisinden sonra anlamlı derecede kötüleşmiştir.<sup>[42,45]</sup> Açıkçası, bu prosedürle morbidite, tek başına artroskopik debridmandan çok daha fazladır.

Özetle, artroskopi dizin dejeneratif artritinin tedavisinde yararlıdır. Son derece düşük bir morbiditeye sahiptir. Hastanın artrite bağlı semptom-larını iyileştirmek için irigasyon ve debridman birlikte kullanıldığında yararlıdır. Literatürde sunulan serilere dayanarak, abrazyon artroplastisi veya Prdie prosedürünün faydasının minimal olduğu görülmektedir.<sup>[42]</sup>

### MİKROKIRIK

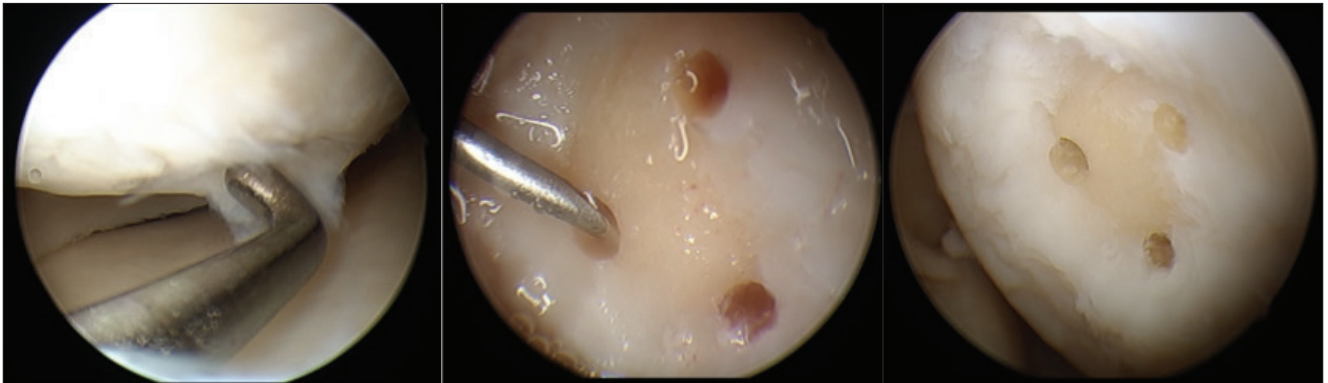
Mikrokirik tekniğinin amacı, subkondral kemik iliğini uyarmaktır, bu da yaralanmaya karşı bir vasküler yanıtı yol açar. Subkondral plakanın penetrasyonunu takiben, biyolojik bir yanıt oluşur. Bu biyolojik yanıt üç ayrı faza ayrılır; nekroz, enflamasyon ve onarım.<sup>[47]</sup> Nekroz, yaralanmadan sonra başlar ve travmanın ciddiyetine ve kan akışının yeterliliğine bağlı olarak değişen derecelerde doku ölümüyle karakterizedir. Nekroz, en belirgin kondral defektin sınırlarında gerçekleşir. Enflamatuvar faza lokal vaskulatuvar yanıt aracılık eder. Reaktif hipere-mi ve kılcal geçirgenlikteki artış, yaralanma bölgesinde yoğun bir fibrin ağı oluşturan transüstasyon ve hücrel eksüstasyona yol açar.<sup>[47]</sup> Bu ağı, hücre bölünmesi için potansiyel oluşturur ve onarım sağlayacak enflamatuvar hücreler bakımından zengindir. Bu fibrin ağı bir yapıştırmacı gibi organize olur. Onarım aşaması, fibrinöz kitle içinde neovaskülarizasyon gelişince başlar. Enflamatuvar hücreler, gevşek bir granülasyon dokusu üreten fibroblastlara dönüşürler. Sonuçta, bu fibröz matrikse ve sonunda bir skar dokusuna dönüşür. Kemik kallus ve tendon gibi dokularda, onarım aşaması basit bir kollajen skarından ziyade hasarlı doku tipinin replikasyonu olur. Bu yapılanma süreci daha sonra normal anatomiye yeniden yaratmaya çalışır.

Vücudun izole kıkırdak doku hasarına tepkisi biraz farklı bir yol izler. Bu farkın nedeni, izole kıkırdak yaralanmanın subkondral plakaya nüfuz etmemesidir. Kıkırdak diğer vücut dokularıyla aynı nekrotik faza maruz kalırken, enflamatuvar faz neredeyse tamamen yoktur.<sup>[47]</sup> Transüstasyon, eksüstasyon ve hematoma oluşumu süreçleri yoktur. Bu nedenle, bir fibrin pıhtısı bir iskele görevi görece şekilde oluşmaz.

Mikrokirik endikasyonları Gill ve ark. tarafından tanımlanmıştır.<sup>[48]</sup> Mikrokirik tekniği hem fokal travmatik kondral defektler hem de dejeneratif lezyonlar için yararlı olabilir. Bu durum, mikrokiriki hücre bazlı veya biyolojik tedavilerden ayırır. Ayrıca, mikrokirik unipolar defektlerle sınırlı değildir. Unipolar defektler eklemde sadece bir tarafında (femoral kondil veya tibial plato) bulunan lezyonlardır. Mikrokirik, bipolar veya öpüşen lezyonların varlığında kullanılabilir. Bipolar lezyonlar eklemde her iki tarafında komşu lokalizasyonlarda bulunur.

Mikrokirik tekniği güvenli ve teknik olarak basittir (Şekil 1). Ayrıca son derece düşük morbidite oranına sahiptir. Bu nedenle, yer veya boyuttan bağımsız olarak, dizdeki hemen hemen tüm travmatik kondral defektler için ilk tedavi hattı olarak çok önemlidir. Dr. Richard Steadman tarafından mikrokirik ile tedavi edilen tam kalınlıkta, fokal defektli 100'den fazla hastanın incelemesinde, defektin yeri ve büyüklüğü hastanın klinik sonuçlarında istatistiksel bir fark ortaya koymamıştır.<sup>[49]</sup> Mikrokirik tekniğinin bir diğer avantajı, mikrokirikin başarısız olması durumunda gelecekteki cerrahi prosedürleri kısıtlayıcı her hangi bir etkisinin olmamasıdır.

Mikrokirik tekniği, dizdeki kondral defektler için diğer cerrahi tedavilere göre başka birçok avantaja sahiptir. Otolog kondrosit transplantasyonu ile ilgili ilk raporlar patellofemoral eklemden nispeten kötü sonuçlar göstermiştir, ancak bu kötü sonuçlar patellar *maltracking* ile ilişkili olabilir.<sup>[50]</sup> Osteoartiküler transplantasyon gibi teknikler, greft bölgesi morbidite potansiyeli nedeniyle



Şekil 1. Kırk altı yaşında bayan hasta, dizde ileri kondral defekt nedeniyle mikrokirik uygulaması.

daha büyük lezyonlar için sınırlı endikasyonlara sahiptir. Bu tür teknikler, klinik başarısızlık durumunda gelecekteki potansiyel cerrahi seçeneklerin kullanılabilirliğini de sınırlar.

Mikrokırık tekniğinde kontrendikasyonlar mutlak olmaktan ziyade göreceli olarak düşünülebilir. Mikrokırık sonuçlarında tek başına boyuta göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen, 400 mm<sup>2</sup>'den küçük lezyonlar daha büyük lezyonlardan daha az ameliyat sonrası ağrıya neden olma eğilimindedir.<sup>[49]</sup> Daha büyük bir lezyonun (çapı 3 cm'den büyük) varlığında, ikinci bakış artroskopiler mikrokırık sonrası yardımcı olabilir. Artroskopik olarak değerlendirildiğinde iyileşmenin eksik olduğuna karar verilirse, iyileşmemiş bölgelere yeniden mikrofraktür uygulanabilir veya farklı bir yüzey yenileme tekniği düşünülebilir.

Yaralanma tarihinden itibaren geçen süre de kondral defektlerin tedavisinde dikkate alınması gereken bir husustur. On iki haftalık yaralanma sonrası mikrokırık ile tedavi edilen lezyonlar, daha kronik lezyonlardan önemli ölçüde daha iyi sonuçlara sahiptir. Bununla birlikte, dejeneratif lezyonlar bile mikrokırık sonrası mükemmel sonuçlara sahip olabilir.<sup>[49]</sup>

Dizdeki bir kondral defektin uygun tedavisinin belirlenmesinde bir diğer önemli husus lezyonun yeridir. Mikrokırık sonuçlarında sadece dizdeki lokalizasyona bağlı olarak istatistiksel bir fark olmamasına rağmen, femoral ve troklear lezyonların tibial veya patellar lezyonlardan daha öngörülebilir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Mikrokırığın artritik dize uygulanması özellikle önemli görünmektedir. Yüksek tibial osteotomiyle birlikte medial kompartmana uygulanan mikrokırığı takiben ikinci bakış artroskopisiyle ilgili deneyimler, tipik olarak medial femoral kondil üzerinde başarılı iyileşme yanıtı ortaya koymakta iken, tibial platoda daha değişken bir iyileşme ortaya koymaktadır. Bu bulgu varus gonartrozlarda platoda bulunan yoğun, sklerotik kemiğe sekonder olabilir.<sup>[49]</sup>

Tek başına bir prosedür olarak mikrokırık, derinliği 5 mm'den büyük lezyonlar için sınırlı endikasyonlara sahiptir ve genellikle 10 mm derinliğin üzerindeki defektler için kullanılmamalıdır. Derin lezyonlar uygun prosedürün seçilebilmesi için tek tek değerlendirilmelidir. Bu gibi durumlarda, cerrah tipik olarak lezyonları debride eder ve kemik grefti uygular. Lezyonun büyüklüğüne ve konumuna bağlı olarak, mozaikplasti veya olog kondrosit transplantasyonu planlanabilir. Osteokondritis dissekans, mikrokırık tekniğine mutlak bir kontrendikasyon değildir, ancak debridmandan sonra defektin tabanından kanama olduğu görülmeli ve lezyonun derinliği 10 mm'den büyük olmamalıdır.

Mikrokırık tekniğinin en önemli kontraendikasyonu dizilim bozukluğu bulunan dizdir. Deformitenin derecesiyle ilgili spesifik bir kriter bulunmamakla birlikte, varus deformitesi nedeniyle medial kompartmanda yük dağılımının uygun olmaması sonucu neredeyse her zaman başarısız olunur, çünkü altta yatan patolojik uyumsuzluğun stres paterni medial kompartmanı tahrip etmeye devam edecektir. Bu durumda, nötr bir mekanik eksen yeniden oluşturmak için yüksek tibial osteotomiyle birlikte bir mikrokırık yapılmalıdır. Benzer şekilde, lateral patellofemoral kondral lezyonlar patellar *maltracking*in varlığında daha kötü bir prognoza sahiptir. Bu durumda, kondral yaralanma tedavi edilirken aynı zamanda patellar izleme probleminin düzeltilmesine dikkat edilmelidir.

Dizin tüm eklem içi kompartmanlarını değerlendirmek için rutin tanısal artroskopi kullanılır. Mikrokırığı gerçekleştirmeden önce, ilişkili herhangi bir eklem içi patoloji (meniskal yırtık gibi) olup olmadığı değerlendirilir. Cerrah, medial ve lateral femoral kondillerin posterior yüzeylerini incelerken dikkatli olmalıdır. Eklem yüzeylerinde herhangi bir hasar görülürse, kıkırdağın kalitesini değerlendirmek için bir prob kullanılır. Stabil olmayan flap lezyonlar, artroskopik *shaver* veya küret kullanılarak keskin bir şekilde debride edilir. Daha sonra, kalsifiye kıkırdak tabakasını tam kalınlıktaki defektin tabanından ayırmak için küret kullanılır. Bu adımda, bir at modelinde, kalsifiye kıkırdak çıkarıldığında eklem yüzeyi onarımının daha başarılı olduğu gösterilmiştir.<sup>[49]</sup> Kalsifiye kıkırdak tabakasını temizlerken, genellikle artroskopik *shaver* kullanılmaz. *Shaver* ile, çıkarılan kemik miktarını kontrol etmek zordur ve subkondral kemiğin hasar görme olasılığı daha yüksektir.

Kalsifiye kıkırdak tabakasının başarılı bir şekilde debridmanından sonra, kondral defektin altında kalan kemiğe 1 ile 2 mm aralıklı birden fazla küçük delik "mikrokırıklar" açmak için bir *awl* kullanılır. Delikler arasında yeterli kemik köprüsü bırakmaya özen gösterilir. Mikrokırık işleminin drill işlemine göre birçok avantajı vardır. Her şeyden önce, drillden daha az termal yaralanmaya neden olur. Ayrıca, mikrokırıkla cerrah, eklem yüzeyinin ulaşması zor bölgelerinde penetrasyon derinliğini daha iyi kontrol edebilir. Mikrokırığın tamamlanmasının ardından, subkondral kemik kaynaklı farklılaşmamış mezenkimal hücreleri içeren kan pıhtısının yapışması için pürüzlü bir yüzey sağlanır. Mikrokırık tamamlandıktan sonra, küçük deliklerden akan ve defekti dolduran kanamanın gözlenmesini sağlamak için artroskopik pompa kapatılır.

Travmatik kondral defektler için mikrokırık sonuçları bildirilmiştir. Tam kalınlıkta kondral defekt nedeniyle mikrokırık uygulanan 100'den fazla hasta değerlendirilmiştir.<sup>[49]</sup> Bu çalışmada takip süresi altı yıldır. Kondral

defektlerin tedavisi için özel olarak hazırlanmış bir puanlama sistemi kullanılarak, hastalar ameliyat öncesi ve sonrası muayenelerine dayanılarak objektif olarak değerlendirilmiştir. Mikrokirik, ağrı, şişlik ve incelenen tüm fonksiyonel parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme ( $p < .05$ ) ile sonuçlanmıştır. Hastaların iki mil yürüme ve merdivenlerden inme yetenekleri de önemli bir iyileşme göstermiştir. Hastaların günlük yaşam, yorucu çalışma ve spor aktivitelerini şekillendirme yetenekleri de önemli ölçüde iyileşmiştir. Ağrı ve şişlik belirtilerinde iyileşme ameliyat sonrası iki yıla kadar devam etmiştir. Hastaların %86'sı, mikrokirik prosedürlerini takiben dizlerini normal ila normale yakın olarak değerlendirmiştir. Hastaların sadece %14'ü mikrokirik sonrası spora katılım düzeylerinde bir azalma olduğunu belirtmiştir.<sup>[49]</sup>

Kondral lezyonun lokalizasyonu açısından patellofemoral lezyonlar ile medial veya lateral kompartımandaki lezyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bildirilmemiştir. Daha büyük lezyonların, son takipte daha küçük lezyonlardan daha fazla ağrıya neden olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Lezyon büyüklüğünden bağımsız olarak, yaralanmadan sonraki üç ay içinde tedavi edilen kondral defektler, bu üç aylık zaman noktasından sonra tedavi edilen lezyonlara göre günlük yaşam aktiviteleri için anlamlı derecede daha az ağrı ve daha iyi fonksiyonel skorlara sahiptir.<sup>[49]</sup>

Gill ve MacGillivray, mikrokirik ile tedavi edilen medial femoral kondilin izole defekti olan 19 hastayı bildirmişlerdir. Defektlerin ortalama büyüklüğü 3,2 cm<sup>2</sup>'dir. Ortalama üç yıllık bir takipte, hastaların %74'ü minimum ağrı bildirmiş veya hiç ağrı bildirmemişlerdir. Cincinnati skorlama sistemi kullanarak, hastaların %63'ü iyi ile mükemmel sonuçlara sahiptir. Bu seride, kalsifiye kıkırdak tabakası rutin olarak debride edilmemiştir. Manyetik rezonans görüntüleme (MRI) kullanılarak yapılan ameliyat sonrası radyografik analizde, hastaların %42'sinde defektin %67 ile %100 oranında dolduğu gösterilmiştir.<sup>[50]</sup>

Miller ve ark., 40 yaşın üzerindeki 81 hastada (40-70 yıl) mikrokirik kullanımını incelemiştir.<sup>[32]</sup> Lezyonların ortalama büyüklüğü 229,5 mm<sup>2</sup> (25-2.000 mm<sup>2</sup>)'dir.<sup>[52]</sup> Uzun vadeli klinik sonuçların objektif değerlendirilmesini sağlamak için hem Lysholm hem de Tegner skorlama sistemleri kullanılmıştır. Subjektif ağrı ve şişlik şikâyetleri açısından ameliyat öncesi skorlara göre sonuçlarda anlamlı bir iyileşme saptanmıştır. Lysholm puanı 53,8'den 83,1'e yükselirken, Tegner aktivite puanları 2,9'dan 4,5'e yükselmiştir. Defektin dizdeki yerinin sonuçlarla klinik bir korelasyonu yoktur. Beş hastaya (%5,9) ameliyat sonrası ortalama 23 ayda (5-36 ay) revizyon mikrokirik veya total diz replasmanı uygulanmıştır. On üç hastaya (%15,5) ilk işleminden sonraki beş yıl içinde tekrar artroskopi yapı-

ması gerekmiştir.<sup>[52]</sup> Mikrokirikten hangi hastaların fayda göreceğini ameliyat öncesi belirlemeye çalışmak önemlidir. Mikrokirik sonrası kötü sonuç alınan hastalarda, kronik bir lezyon, bipolar veya büyük sklerotik lezyonların varlığını tecrübe edilmiştir. Ek olarak, ameliyat öncesi eklem aralığında daralma şiddeti ve dizde dizilim bozukluğunun varlığı mikrokirik sonrası sonuçlarda önemli bir rol oynamaktadır.

## NANOKIRIK

Son yıllarda, subkondral kemiğin yapısal ve fonksiyonel mimarisi hakkında daha fazla bilgi kondral defekt tedavisi sırasında bütünlüğünü koruma ihtiyacına daha fazla odaklanılmasına neden olmuştur. *Awl*'un sınırlı penetrasyon derinliği ve çapının fibrokıkırdaklı dokunun onarımında ve perfore edilen alan etrafındaki subkondral kemikte sıkışmaya neden olarak intralezyonel osteofit oluşumunda önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.<sup>[53-56]</sup> Mikrokirığın mekanik sınırlamalarının üstesinden gelmek için, nanokirik tekniği yakın zamanda daha küçük çaplı ve daha derin subkondral iğne penetrasyonu tanımlanmıştır (Arthrosurface Inc., Franklin, Massachusetts, Amerika Birleşik Devletleri).<sup>[54]</sup>

Bin dokuz yüz seksenlerde Steadman tarafından önerilen ilk kullanımdan bu yana, mikrokirik kondral lezyonların yönetimi için tercih edilen tedavi hâline gelmiştir.<sup>[57]</sup> Teknik, kıkırdak, kemik, tendon ve bağlar dâhil olmak üzere çeşitli bağ dokularına farklılaşma potansiyeli yüksek olan subkondral kemiğin mezenkimal kök hücrelerinin doğrudan uyarılmasına dayanmaktadır.<sup>[58,59]</sup> Mezenkimal kök hücrelerin rejeneratif etkileri, doğrudan hücreden hücreye etkileşim veya biyoaktif bileşenlerin salgılanması yoluyla doku onarımını ve inflamasyonun çözülmesini teşvik etmedeki amaçlarını sağlar. Birçok çalışma, mikrokirik tekniğinin etkinliğini doğrulamış ve hastaların %70 ile %90'ında klinik sonuçlar başarılı olarak gösterilmiştir.<sup>[60-65]</sup> Bununla birlikte, fibrokıkırdak dokusunun oluşumu ve klinik sonuçların zamanla bozulması önemli sınırlamalar oluşturmaktadır.<sup>[66-69]</sup> Kondral lezyonların yönetimi için alternatif prosedürler savunulmuştur.<sup>[70,71]</sup> Standart mikrokirik *awl*'larının kullanımını artık eskisi kadar literatürce desteklenmemektedir.<sup>[55,72,73]</sup> Eldracher ve ark., makroskopik, histolojik, immünohistokimyasal ve mikrobilgisayarlı tomografi analizi yoluyla 1 veya 1,8 mm'lik bir perforasyon çapıyla tedavi edilen kondral defektlerin onarımını değerlendirmeyi amaçlayan bir hayvan modeli üzerinde çalışma yürütmüştür. Sonuçlar, daha küçük çaplı deliklerle tedavi edilen defektlerde, daha fazla tip II kollajen içeriğine sahip olduğu ve doğal yapıya daha yakın bir mimari gösterdiğini bildirmiştir.<sup>[74]</sup> Orth ve ark., yakın zamanda dizlerin ağırlık taşıyan alanındaki 8 x 4



mm tam kalınlıktaki defektleri tedavi eden karşılaştırılmalı sonuçlarını yayınlamışlardır. Çalışmada 1 veya 1,2 mm çapında iki adet özel *awl* kullanılmıştır. Perforasyon derinliği 5 mm'de durdurularak kontrol edilmiştir; distal uçlar trihedral yapıda tasarlanmıştır. Yazarlar, küçük çaplı *awl*'ler kullanılarak genel histolojik skorda anlamlı bir iyileşme olduğunu bildirmişlerdir. Ek olarak, histolojik yüzey düzenliliği daha küçük aletlerle önemli ölçüde iyileştirildiği gösterilmiştir.<sup>[73]</sup> Chen ve ark., kondral defektlerin farklı onarıcı tekniklerle ve subkondral kemiğe çeşitli derecelerde penetrasyonla tedavisinden sonra yeni oluşan dokunun histolojik özelliklerini değerlendiren çeşitli çalışmalar yayınlamışlardır.<sup>[55,72,75]</sup> Histolojik ve histomorfometrik değerlendirmeler, kemik iliğine en iyi erişimin daha derin penetrasyon sonucu gözlendiğini, böylece defekt dolgusunu ve daha yüksek hiyalin içeriğine sahip kıkırdak üretiminin sağlandığını göstermiştir.<sup>[64]</sup>

## KAYNAKLAR

- Richter DL, Schenck RC Jr, Wascher DC, Treme G. Knee articular cartilage repair and restoration techniques: A review of the literature. *Sports Health* 2016;8(2):153-60. [Crossref](#)
- Griehober JA, Stanton M, Gambardella R. Debridement of articular cartilage: The natural course. *Sports Med Arthrosc Rev* 2016;24(2):56-62. [Crossref](#)
- Barber FA, Iwasko NG. Treatment of grade III femoral chondral lesions: Mechanical chondroplasty versus monopolar radiofrequency probe. *Arthroscopy* 2006;22(12):1312-7. [Crossref](#)
- Aichroth PM, Patel DV, Moyes ST. A prospective review of arthroscopic debridement for degenerative joint disease of the knee. *Int Orthop* 1991;15(4):351-5. [Crossref](#)
- Hubbard MJ. Articular debridement versus washout for degeneration of the medial femoral condyle. A five-year study. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78(2):217-9. [Crossref](#)
- Kosy JD, Schranz PJ, Toms AD, Eyres KS, Mandalia VI. The use of radiofrequency energy for arthroscopic chondroplasty in the knee. *Arthroscopy* 2011;27(5):695-703. [Crossref](#)
- Kaplan LD, Royce B, Meier B, Hoffmann JM, Barlow JD, Lu Y, et al. Mechanical chondroplasty: early metabolic consequences in vitro. *Arthroscopy* 2007;23(9):923-9. [Crossref](#)
- Green LM, King JS, Bianski BM, Pink MM, Jobe CM. In vitro effects of 3 common arthroscopic instruments on articular cartilage. *Arthroscopy* 2006;22(3):300-7. [Crossref](#)
- Yasura K, Nakagawa Y, Kobayashi M, Kuroki H, Nakamura T. (2006). Mechanical and biochemical effect of monopolar radiofrequency energy on human articular cartilage: An in vitro study. *Am J Sports Med* 2006;34(8):1322-7. [Crossref](#)
- Browne JE, Branch TP. Surgical alternatives for treatment of articular cartilage lesions. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:180-9. [Crossref](#)
- Flanigan DC, Harris JD, Trinh TQ, Siston RA, Brophy RH. Prevalence of chondral defects in athletes' knees: A systemic review. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:1795-801. [Crossref](#)
- Ulrich-Vinther M, Maloney MD, Schwarz EM, Rosier R, O'Keefe RJ. Articular cartilage biology. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11:421-30. [Crossref](#)
- Petty CA, Lubowitz JH. Does arthroscopic partial meniscectomy result in knee osteoarthritis? A systematic review with a minimum of 8 years' follow-up. *Arthroscopy* 2011;27:419-24. [Crossref](#)
- Kaplan LD, Royce B, Meier B, Hofmann JM, Barlow JD, Lu Y, et al. Mechanical chondroplasty: Early metabolic consequences in vitro. *Arthroscopy* 2007;23:923-9. [Crossref](#)
- Dervin GF, Stiell IG, Rody K, Grabowski J. Effect of arthroscopic débridement for osteoarthritis of the knee on health-related quality of life. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(1):10-9. [Crossref](#)
- Spahn G, Kahl E, Mückley T, Hofmann GO, Klinger HM. Arthroscopic knee chondroplasty using a bipolar radiofrequency-based device compared to mechanical shaver: results of a prospective, randomized, controlled study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16(6):565-73. [Crossref](#)
- Hunt SA, Jazrawi LM, Sherman OH. Arthroscopic management of osteoarthritis of the knee. *J Am Acad Orthop Surg* 2002;10:356-63. [Crossref](#)
- Lotto ML, Wright EJ, Appleby D, Zelicof SB, Lemos MJ, Lubowitz JH. Ex vivo comparison of mechanical versus thermal chondroplasty: Assessment of tissue effect at the surgical endpoint. *Arthroscopy* 2008;24:410-5. [Crossref](#)
- Gudas R, Gudaite A, Mickevicius T, Masiulis N, Simonaityte 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;29:89-97. [Crossref](#)
- Scillia AJ, Aune KT, Andrachuk JS, Cain EL, Dugas JR, Fleisig GS, et al. Return to play after chondroplasty of the knee in national football league athletes. *Am J Sports Med* 2015;43:663-5. [Crossref](#)
- Messner K, Maletius W. The long-term prognosis for severe damage to weight-bearing cartilage in the knee: A 14-year clinical and radiographic follow-up in 28 young athletes. *Acta Orthop Scand* 1996;67:165-8. [Crossref](#)
- Burks RT. Arthroscopy and degenerative arthritis of the knee: A review of the literature. *Arthroscopy* 1990;6:43-7. [Crossref](#)
- Cole BJ, Harner CD. Degenerative arthritis of the knee in active patients: Evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 1999;7:389-402. [Crossref](#)
- Krych AJ, Bert JM, Levy BA. Treatment of OA of the knee in the middle-aged athlete: The role of arthroscopy. *Sports Med Arthrosc Rev* 2013;21:23-30. [Crossref](#)
- Shannon FJ, Devit AT, Poynton AR, Fitzpatrick P, Walsh MG. Short-term benefit of arthroscopic washout of the knee. *Int Orthop* 2001;25:242-5. [Crossref](#)
- Jackson RW, Dieterichs C. The results of arthroscopic lavage and debridement of osteoarthritic knees based on the severity of degeneration: A 4-to 6-year symptomatic follow-up. *Arthroscopy* 2003;19:13-20. [Crossref](#)

27. Stuart MJ, Lubowitz JH. What, if any, are the indications for arthroscopic debridement of the osteoarthritic knee? *Arthroscopy* 2006;22:238-9. **Crossref**
28. Thorlund JB, Juhl CB, Roos EM, Lohmander LS. Arthroscopic surgery for degenerative knee: Systematic review and meta-analysis of benefits and harms. *Br Med J* 2015;350:1-9. **Crossref**
29. Moseley JB, O'Malley K, Petersen NJ, Menke TJ, Brody BA, Kuykendall DH. A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med* 2002;347:81-8. **Crossref**
30. Kirkley A, Birmingham TB, Litchfield RB, Giffin JR, Willits KR, Wong CJ, et al. A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *N Engl J Med* 2008;359:1097-107. **Crossref**
31. Pridie KH. A method of resurfacing osteoarthritic knee joints. *J Bone Joint Surg Br* 1959;41:618.
32. Insall JN. Intra-articular surgery for degenerative arthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 1967;49:211-28. **Crossref**
33. Insall J. The Pridie debridement operation for osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1974;101:61-7.
34. Richards RN, Lonergan RP. Arthroscopic surgery for relief of pain in the osteoarthritic knee. *Orthopedics* 1984;7(11):1705-7. **Crossref**
35. Mitchell N, Shepard N. Resurfacing of adult rabbit articular cartilage by multiple perforations of the subchondral bone. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58:230-3. **Crossref**
36. Ficat RP, Ficat C, Gedeon P, Toussaint JB. Spongialization: A new treatment for diseased patellae. *Clin Orthop Relat Res* 1979;144:74-83. **Crossref**
37. Bentley G. The surgical treatment of chondromalacia of the patellae. *J Bone Joint Surg Br* 1978;60:74-81. **Crossref**
38. Childers JC Jr, Elwood SC. Partial chondrectomy and subchondral bone drilling for chondromalacia. *Clin Orthop Relat Res* 1979;144:114-20. **Crossref**
39. Johnson LL. Arthroscopic abrasion arthroplasty historical and pathologic perspective: Present status. *Arthroscopy* 1986;2:54. **Crossref**
40. Hjertquist SO, Lemperg R. Histological, autoradiographic and microchemical studies with spontaneously healing osteochondral articular defects in adult rabbits. *Calcif Tissue Res* 1971;8:54-72. **Crossref**
41. Friedman MJ, Berasi CC, Fox JM, Del Pizzo W, Snyder SJ, Ferkel RD. Preliminary results with abrasion arthroplasty in the osteoarthritic knee. *Clin Orthop* 1984;182:200-5. **Crossref**
42. Bert JM, Maschka K. The arthroscopic treatment of unicompartamental gonarthrosis: A five year follow-up study of abrasion arthroplasty plus arthroscopic debridement and arthroscopic debridement alone. *Arthroscopy* 1989;5:25-32. **Crossref**
43. Armstrong CG, Mow VC. Variations in the intrinsic mechanical properties of human articular cartilage with age, degeneration and water content. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:88-94. **Crossref**
44. Akizuki S, Yasukawa Y, Takizawa T. Does arthroscopic abrasion arthroplasty promote cartilage regeneration in osteoarthritic knees with eburnation? A prospective study of high tibial osteotomy with abrasion arthroplasty versus high tibial osteotomy alone. *Arthroscopy* 1997;13:9-17. **Crossref**
45. Rand JA. Role of arthroscopy in osteoarthritis of the knee. *Arthroscopy* 1991;7:358-63. **Crossref**
46. Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia of patellae. *J Bone Joint Surg Br* 1961;43:752-7. **Crossref**
47. Bennett GA, Bauer W, Maddock SJ. A study of the repair of articular cartilage and the reaction of normal joints of adult dogs to surgically created defects of articular cartilage, joint mice and patellar displacement. *Am J Pathol* 1932;8:499-524.
48. Gill TJ. The role of the microfracture technique in the treatment of full-thickness chondral injuries. *Oper Tech Sports Med* 2000;8:138-40. **Crossref**
49. Gill TJ. The treatment of articular cartilage defects using microfracture and debridement. *Am J Knee Surg* 2000;13:33-40.
50. Gill TJ, MacGillivray JD. The technique of microfracture for the treatment of articular cartilage defects in the knee. *Oper Tech Orthop* 2001;11:105-7. **Crossref**
51. Miller BS, Steadman JR, Briggs KK, Rodrigo JJ, Rodkey WG. Patient satisfaction and outcome after microfracture of the degenerative knee. *J Knee Surg* 2004;17:13-7. **Crossref**
52. Salter RB, Simmonds DF, Malcolm BW, Rumble EJ, MacMichael D, Clements ND. The biological effect of continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage. An experimental investigation in the rabbit. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:1232-51. **Crossref**
53. Hoemann CD, Gosselin Y, Chen H, Sun J, Hurtig MB, Carli A, et al. Characterization of initial microfracture defects in human condyles. *J Knee Surg* 2013;26(5):347-55. **Crossref**
54. Benthien JP, Behrens P. Reviewing subchondral cartilage surgery: Considerations for standardised and outcome predictable cartilage remodelling: A technical note. *Int Orthop* 2013;37(11):2139-45. **Crossref**
55. Chen H, Sun J, Hoemann CD, Lascau-Coman V, Ouyang W, McKee MD, et al. Drilling and microfracture lead to different bone structure and necrosis during bone-marrow stimulation for cartilage repair. *J Orthop Res* 2009;27(11):1432-8. **Crossref**
56. Orth P, Goebel L, Wolfram U, Ong MF, Graber S, Kohn D, et al. Effect of subchondral drilling on the microarchitecture of subchondral bone: Analysis in a large animal model at 6 months. *Am J Sports Med* 2012;40(4):828-36. **Crossref**
57. Steadman JR, Rodkey WG, Rodrigo JJ. Microfracture: Surgical technique and rehabilitation to treat chondral defects. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(391 Suppl):362-9. **Crossref**
58. Caplan AI, Dennis JE. Mesenchymal stem cells as trophic mediators. *J Cell Biochem* 2006;98(5):1076-84. **Crossref**
59. Lodi D, Iannitti T, Palmieri B. Stem cells in clinical practice: Applications and warnings. *J Exp Clin Cancer Res* 2011;30:9. **Crossref**

60. Mithoefer K, Williams RJ 3<sup>rd</sup>, Warren RF, Potter HG, Spock CR, Jones EC, et al. The microfracture technique for the treatment of articular cartilage lesions in the knee. A prospective cohort study. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(9):1911-20. [Crossref](#)
61. Mithoefer K, Williams RJ3<sup>rd</sup>, Warren RF, Potter HG, Spock CR, Jones EC, et al. Chondral resurfacing of articular cartilage defects in the knee with the microfracture technique. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(Suppl 1 Pt 2):294-304. [Crossref](#)
62. Mithoefer K, Williams RJ 3<sup>rd</sup>, Warren RF, Wickiewicz TL, Marx RG. High-impact athletics after knee articular cartilage repair: A prospective evaluation of the microfracture technique. *Am J Sports Med* 2006;34(9):1413-8. [Crossref](#)
63. Steadman JR, Rodkey WG, Singleton SB, Briggs KK. Microfracture technique for full-thickness chondral defects. Technique and clinical results. *Oper Tech Orthop* 1997;7:300-4. [Crossref](#)
64. Steadman JR, Miller BS, Karas SG, Schlegel TF, Briggs KK, Hawkins RJ. The microfracture technique in the treatment of full-thickness chondral lesions of the knee in National Football League players. *J Knee Surg* 2003;16(2):83-6.
65. Steadman JR, Briggs KK, Rodrigo JJ, Kocher MS, Gill TJ, Rodkey WG. Outcomes of microfracture for traumatic chondral defects of the knee: Average 11-year follow-up. *Arthroscopy* 2003;19(5):477-84. [Crossref](#)
66. Kon E, Gobbi A, Filardo G, Delcogliano M, Zaffagnini S, Marcacci M. Arthroscopic second-generation autologous chondrocyte implantation compared with microfracture for chondral lesions of the knee: Prospective nonrandomized study at 5 years. *Am J Sports Med* 2009;37(1):33-41. [Crossref](#)
67. Kon E, Filardo G, Berruto M, Benazzo F, Zanon G, Della Villa S, et al. Articular cartilage treatment in high-level male soccer players: A prospective comparative study of arthroscopic second-generation autologous chondrocyte implantation versus microfracture. *Am J Sports Med* 2011;39(12):2549-57. [Crossref](#)
68. Mithoefer K, McAdams T, Williams RJ, Kreuz PC, Mandelbaum BR. Clinical efficacy of the microfracture technique for articular cartilage repair in the knee: An evidence-based systematic analysis. *Am J Sports Med* 2009;37(10):2053-63. [Crossref](#)
69. Namdari S, Baldwin K, Anakwenze O, Park MJ, Huffman GR, Sennett BJ. Results and performance after microfracture in National Basketball Association athletes. *Am J Sports Med* 2009;37(5):943-8. [Crossref](#)
70. Saris DB, Vanlauwe J, Victor J, Haspl M, Bohnsack M, Fortems Y, et al. Characterized chondrocyte implantation results in better structural repair when treating symptomatic cartilage defects of the knee in a randomized controlled trial versus microfracture. *Am J Sports Med* 2008;36(2):235-46. [Crossref](#)
71. Saris DB, Vanlauwe J, Victor J, Almqvist KF, Verdonk R, Bellemans J, et al; TIG/ACT/01/2000&EXT Study Group. Treatment of symptomatic cartilage defects of the knee: Characterized chondrocyte implantation results in better clinical outcome at 36 months in a randomized trial compared to microfracture. *Am J Sports Med* 2009;37(Suppl 1):10-9. [Crossref](#)
72. Chen H, Chevrier A, Hoemann CD, Sun J, Ouyang W, Buschmann MD. Characterization of subchondral bone repair for marrow-stimulated chondral defects and its relationship to articular cartilage resurfacing. *Am J Sports Med* 2011;39(8):1731-40. [Crossref](#)
73. Orth P, Duffner J, Zurakowski D, Cucchiari M, Madry H. Small-diameter awls improve articular cartilage repair after Microfracture treatment in a translation animal model. *Am J Sports Med* 2016;44(1):209-19. [Crossref](#)
74. Eldracher M, Orth P, Cucchiari M, Pape D, Madry H. Small subchondral drill holes improve marrow stimulation of articular cartilage defects. *Am J Sports Med* 2014;42(11):2741-50. [Crossref](#)
75. Chen H, Hoemann CD, Sun J, Chevrier A, McKee MD, Shive MS, et al. Depth of subchondral perforation influences the outcome of bone marrow stimulation cartilage repair. *J Orthop Res* 2011;29(8):1178-84. [Crossref](#)