



Kıkırdak yaralanmalarının tedavisi

Treatment of cartilage injuries

Cengiz Yılmaz

Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Mersin

Kıkırdak yaralanmalarının tedavisinde hangi yöntem denirse denensin hep benzer şekilde iyi ya da mükemmel sonuçlar bildirilmektedir. Ancak henüz hiçbir tedavi yönteminin diğerine üstünlüğü kanıtlanmış değildir. Çok uzun takip süresi gerekliliği iyi kalitede çalışmaların yapılmasını engellemektedir. Erken dönemde birçok yöntem yeterli sonuç vermekte, fakat bunlardan ancak birkaçı uzun süre devam etmektedir. Artroskopik girişimlerin %61'inde kıkırdak yaralanmasına rastlanmaktadır. Bunların %19'u odaksal, %5.2'si evre III ya da IV defektlerdir ki bu defektler tedavi gerektirmektedir. Bu yazıda kıkırdak defektlerinin tedavi endikasyonları, seçenekleri ve tedavi sonuçlarının değerlendirme teknikleri konusunda literatür bilgisi derlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Kıkırdak yaralanmaları; kondral; endikasyonlar; manyetik rezonans; osteokondral; tedavi.

Whatever treatment modality is used in the treatment of chondral defects, similar good or excellent results are being reported. However, none of the modalities has proved to be superior to another yet. Requirement of very long term follow-up hinders performing good quality studies. Many modalities yield satisfactory results on short term but few carry these to long term. Chondral injuries are encountered in 61 percent of arthroscopic procedures. Nineteen percent of these defects are focal and 5.2 percent are grade III or IV, which are the defects requiring treatment. The manuscript reviews the literature on the treatment indications, choices, and techniques for evaluating treatment results of chondral defects.

Key words: Cartilage injuries; chondral; indications; magnetic resonance; osteochondral; treatment.

Kıkırdak yaralanmalarının tedavisi ortopedi ve travmatoloji konusunda üzerinde en fazla çalışma yapılan ancak yine de kesin bir çözüm bulunamayan konulardan biridir. PubMed'de "articular, chondral, autologous chondrocyte, mosaicplasty, osteochondral" anahtar kelimeleri ile yayınlar tarandı. Tarama sonucunda listelenen 6337 makalenin 1123'ü kıkırdak yaralanmalarının tedavisiyle ilgili bulundu. Bunların ULAKBİM, TOTBİD ya da kurumsal üyeliği bulunan dergilerde yayınlanmış olan 212'sinin tam metnine ulaşılabildi. Geri kalanların ise özetlerinden yararlanılarak kıkırdak yaralanmalarının tedavileri konusunda literatür bilgileri derlendi.

Literatürdeki yayınlar incelendiğinde konuyla ilgili az sayıda çalışmanın metodolojik kalitesinin yeterli olduğu görülmektedir.^[1] Genellikle hangi yöntem

denirse denensin hep benzer şekilde yüksek oranda iyi sonuçlar bildirilmekte ancak buna karşın yeni tedavi yöntemleri için arayışlar sürekli devam etmektedir. Henüz hiçbir tedavi yönteminin diğerine üstünlüğü kesin olarak kanıtlanmış değildir.^[1] İyi kalitede metodolojik çalışmaların gerçekleştirilme sürecinde karşılaşılan sorunların başında, çok uzun takip süresi gerekliliği, gelmektedir. Erken dönemde birçok yöntem iyi sonuç vermeye beraber zaman içerisinde bu iyileşme devam etmemektedir. Kıkırdak yaralanmalarında ağrının nedeni subkondral kemikte sonlanan serbest sinir uçlarıdır. Herhangi bir tedavi yöntemi ile bu bölgede kaplama sağlandığında ağrıda rahatlama olmaktadır. Oluşan dokunun histolojik kalitesi bu dokunun zamana karşı dayanıklılığını belirlemektedir. Yani sadece klinik sonuçların değerlendirilmesi yanlıttır.

İNSİDANS

Otuz binden fazla artroskopik girişimin kayıtlarının incelendiği bir çalışmada, bu girişimlerin %61'inde kıkırdak yaralanmasına rastlanmıştır.^[2] Bunların %19'u odaksal (yaygın olmayan) kondral ya da osteokondral lezyonlardır.^[3,4] Evre III ve IV tek odaksal kıkırdak defekti insidansı ise %5.2'dir.^[5] Akut yaralanmalarda bu oran yükselmektedir. Travmatik hemartrozu olan hastaların %20'sinde kıkırdak yaralanması da vardır.^[6] Kıkırdak defektlerinin büyük bir çoğunluğu (%58-80) medial femoral kondilde görülür.^[7] Bunu patella ve lateral tibia platosu takip eder. Daha az sıklıkta ise lateral femoral kondil, troklea ve medial tibial plato da görülürler.^[3] Hastaların üçte birinden fazlasında menisküs yırtığı ya da ön çapraz bağ yaralanması kıkırdak defektine eşlik etmektedir.^[5] Kıkırdak lezyonu tedavisinin dizden sonra en sık gerçekleştirildiği yer eklem ayak bileğidir. Ayak bileği kırıklarının en az %79'una bir kıkırdak yaralanması eşlik etmektedir. Bu yaralanmaların %69'unda talusta, %46'sında distal tibiada, %45'inde fibulada, %41'inde de medial malleolde kıkırdak lezyonu saptanmıştır.^[8] Omuzda ise özellikle elin baş üstünde kullanıldığı sporlarla uğraşan sporcuların %5-17'sinde kıkırdak yaralanmasına rastlanmaktadır.^[9]

ENDİKASYONLAR

Kıkırdak yaralanmalarının birçoğu zamanla dejeneratif eklem hastalığına ilerlemektedir.^[10] Ergen dönemde kıkırdak yaralanması olup tedavi görmeyen hastalar takip edildiğinde 10 yıldan az sürede radyolojik olarak osteoartrit bulgularının geliştiği görülebilir.^[11] Osteokondritis dissekans (OKD)'lı hastalar takip edildiğinde ise %80'inde ikincil gonartroz geliştiği tespit edilmiştir. Osteoartrit gelişme yaşı ise birincil gonartrozdan 10 yıl erken olmuştur.^[12] Bu durumda kıkırdak yaralanmasının osteoartrite neden olduğu söylenebilmektedir. Her kıkırdak yaralanmasının osteoartrit ile sonuçlanıp sonuçlanmayacağı merak edilebilir. On milimetreden küçük defektlerin çevresindeki sağlam kıkırdakta basınç artışına rastlanmamıştır. Ancak defekt 10 mm'den büyük olduğunda çevre sağlam kıkırdağa %64 daha fazla yük binmektedir.^[12] Nitekim 10 mm çapındaki bir defektin 14 yıllık takibi sonunda eklem aralığında %50 ya da daha fazla daralma yaptığı görülmüştür.^[13] Kıkırdak yaralanmalarının tedavilerinin denendiği hayvan çalışmalarında oluşturulan defektlerin bir kısmının kendiliğinden iyileştiği görülmüştür. Tedavi uygulanmadan iyileşmeyen defektlerin boyutuna kritik boyut denmektedir. Her hayvan modeli için ayrıca saptanmış olan bu boyutun insandaki karşılığı tam olarak bilinmemektedir. Bir çalışmada insandaki kritik boyutun 2 cm²

olduğu iddia edilmiştir.^[14] Ancak 2 cm²'den küçük lezyonların da spontan iyileşmediği bilinmektedir. Bu nedenle ya bu boyut gerçek anlamında kritik boyut olmayabilir ya da iyileşme için etkili tek unsur defektin boyutu değildir.

Tam kalınlık kıkırdak yaralanmalarında kendiliğinden iyileşme olabilmektedir. Bunun yanında kısmi kalınlık yaralanmalarında iyileşme beklenmez.^[15,16] Yaralanmanın tidemark katmanını geçip geçmemesi bir başka kritik noktadır. Tidemark artiküler kıkırdağın derin katmanı ile kalsifiye kıkırdak arasındaki çizgidir. Bu çizginin derinine inen yaralanmalarda subkondral kemik bütünlüğü bozularak, defekt, kemik iliği ile iletişime geçmektedir. Kemik iliğinde iyileşmeye yardımcı olabilecek mezenkimal kök hücreler bulunmaktadır. Olgun kondrositler, etraflarındaki matriksin devamlılığını sağlarlar. Yaralanma durumlarında göç etme, bölünerek çoğalma ve pıhtı oluşturarak iyileşme sağlama gibi davranışlar göstermezler. Bu nedenle tam kat kıkırdak yaralanmalarında kemik iliği kökenli hücreler tarafından iyileşme sağlanabilmektedir.

Hangi defektlerin kendiliğinden iyileşebileceği, hangilerinin ise tedaviye gereksinim duyduğunu belirleyebilmek amacıyla uzun dönem takip çalışmaları yapılmıştır. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sırasında tesadüfen görülen kıkırdak defektlerinin incelendiği bir çalışmada kıkırdak yaralanması olup olmasının, cerrahi sonuçlar üzerinde bir etkisi olmadığı saptanmış ve bunun üzerine yazarlar tarafından asemptomatik kıkırdak lezyonlarının tedavi gerektirmediği sonucuna varılmıştır.^[17] Yine ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sırasında görülen 0.5-4.0 cm² arasındaki defektler tedavi edilmeksizin bırakılmış ve 10 ve 15 yıllık takiplerde klinik olarak bir değişiklik görülmemiştir.^[18] Fizisi açık hastalarda yerinden oynamamış OKD lezyonlarının çoğu kendiliğinden iyileşir. Konservatif tedaviyle iyileşmeyenlerde ve yetişkinlerin OKD lezyonlarının çoğunda cerrahi girişim gerektiği savunulmuştur.^[19] Talusun kondral yaralanmalarını konservatif tedavi ile takip eden bir başka çalışmada ise hastaların ancak %45'inde iyileşme görülmüştür.^[20] Bir cm²'den küçük asemptomatik defektlerin tedavi edilmesi gerekliliğini gösteren bir çalışmaya ise rastlanmamıştır.^[2] Bir buçuk cm²'den küçük kısmi kalınlık kıkırdak defektlerine girişimde bulunmaya gerek yoktur. Ancak 1.5 cm²'den büyük ya da tam kalınlık defektler ilerleme eğilimindedir ve girişim gerektirirler.^[21] Bazen artroskopik inceleme sırasında tedavi planlanan defekte eşlik eden daha düşük evrede kıkırdak yaralanmalarına rastlanır. Bunlar konusunda öneri, muayene ile hassas olmadıkları saptanırsa, girişimde bulunmaksızın bırakılması yönündedir.^[22] Bir diğer önemli nokta da hastanın yakınması ile defekt yerleşiminin karşılaştırılarak

tedaviye karar verilmesidir. Örneğin; posteromedial diz ağrısı olan hastada lateral ya da patellofemoral bir kıkırdak defektinin tedavisi, sonuçta hastanın memnuniyetsizliği ile sonuçlanacaktır.^[23]

Travmatik OKD lezyonlarına intraartiküler kırık gibi davranmak ve lezyonu tespit etmeye çalışmak gerekir. Alttaki kemik sklerotik ve nekrotikse, parçalı ve tamir edilemeyecek gibiyse çıkarılır.^[24] Subkondral kemikten ayrılmış kıkırdağın ise tespit ile tutunmasının sağlanması mümkün değildir. Benzer şekilde canlı olmayan kemiğe bağlı kıkırdakların da iyileşme şansı yoktur.^[25]

Kıkırdak yaralanmaları için cerrahi tedavi endikasyonları:^[24]

1. Bir santimetre ya da daha büyük çaplı akut travmatik lezyon.
2. Odaksal, dejeneratif olmayan lezyon; gut, romatoid artrit, sepsis, sistemik hastalık öyküsü olmamalı.
3. Distal femoral kondil lezyonu
4. Semptomatik evre IV lezyon ve evre II, III, IV OKD lezyonu
5. Ek yaralanma nedeniyle cerrahi geçirecek hasta-
da asemptomatik lezyon.
6. Önceki bir kıkırdak onarım girişimi başarısızlığı nedeniyle semptomatik hasta.

Ön şartlar:^[24]

- Dizilimi düzgün, stabil, menisküsleri sağlam diz.
- Vücut kütle indeksi <25-30
- Rehabilitasyon sürecine uyum potansiyeli

SINIFLAMA SİSTEMLERİ

Dizde kıkırdak yaralanması nedeniyle cerrahi tedavisine karar verilen hastalara ameliyat öncesi lateral, Merchant, 45° fleksiyonda basarak arka-ön filmler ve dizilimin değerlendirilebilmesi için uzun ortoröntgenogramlar çekilmelidir.^[23] Kıkırdak yaralanmalarının

Tablo 1. Uluslararası Kıkırdak Araştırma Derneği artiküler kıkırdak evreleme sistemi^[24]

Evre 0	Normal
Evre I	Normale yakın
IA	Yüzeyel lezyon, yumuşama
IB	Yüzeyel çatlaklar, yarıklar
Evre II	Anormal - %50'den daha az derinlikte
Evre III	Şiddetli anormal - %50'den daha fazla derinliğe inen lezyonlar
IIIA	Kalsifiye kıkırdağa kadar
IIIB	Subkondral kemiğe kadar
Evre IV	Şiddetli anormal - subkondral kemik açığa

sınıflaması için en sık kullanılan sınıflama sistemi Uluslararası Kıkırdak Araştırma Derneği (International Cartilage Research Society; ICRS) tarafından önerilen sistemdir (Tablo 1, 2).

Talusun OKD defektleri için ise halen en sık Berndt ve Harty^[26] tarafından tanımlanan sınıflama kullanılmaktadır. Bu sınıflamaya göre:

- Evre I: Küçük bir subkondral kemik ezilme alanı,
- Evre II: Kısmen ayrılmış osteokondral fragman,
- Evre III: Tam ayrılmış ancak yatağında duran fragman,
- Evre IV: Yerinden ayrılmış fragman, demektir.

Daha sonra bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR)'ın kullanıma girmesiyle birlikte kemik ödemi ve büyük kistik alan şeklindeki lezyonlar evre V olarak sınıflandırılmıştır.^[27] Evre I için konservatif tedavi, evre IV için cerrahi tedavi önerilmekte, diğer evreler için ise görüş farklılıkları bulunmaktadır.^[28] Evre I ve II lezyonlar için -cerrahi tedavi yapılacaksa- retrograd delme uygun olabilir. Parça tespit edilebilirse iyi sonuç beklenebilir. Üçüncü ve IV. evreler için ise debridman, antegrad delme ve otolog kemik greftleme ile iyi sonuçlar elde edilebilir.^[29]

TEDAVİ YÖNTEMLERİ

İdeal kıkırdak yaralanması tedavisi çevresiyle tamamen entegre, mekanik olarak işlevsel ve defekt alanında hiyalin kıkırdak oluşumu ile sonuçlanmalıdır.^[1] Biyolojik olarak kabul edilebilir tamirde, kıkırdak dokusu; defekti kıkırdak benzeri aramaddeyle doldurmuş, eklem yüzey konturunu sağlamış, sağlam çevre kıkırdak ile birleşmiş ve yük taşımaya uygun şekilde sert olmalıdır.^[30] Bilinen tedavi yöntemleriyle hiyalin kıkırdak elde etmek mümkün değildir. Çoğu zaman iyileşme dokusu karışık bir histolojiye sahip olmakta ve doku içerisinde birden fazla kıkırdak tipine rastlanmaktadır. İdeali artiküler kıkırdak elde etmektir. Artiküler kıkırdak hiyalin kıkırdağın kolonlar şeklinde

Tablo 2. Osteokondritis dissekans lezyonlarının Uluslararası Kıkırdak Araştırma Derneği evrelemesi^[24]

ICRS OCD I	Stabil, devamlı: Sağlam kıkırdakla kaplı yumuşamış alan
ICRS OCD II	Kısmi bütünlük bozulması, prob ile muayenede stabil
ICRS OCD III	Tam bütünlük bozulması, "yerinde ölmüş", yerinden oynamamış.
ICRS OCD IV	Yerinden oynamış fragman, yatağında gevşek ya da boş defekt
IVA	Lezyon derinliği 10 mm'den az
IVB	Lezyon derinliği 10 mm'den fazla

ICRS: Uluslararası Kıkırdak Araştırma Derneği; OCD: Osteokondritis dissekans.

hücre dizilimi ve derinlerde radyal, yüzeyde paralel organize olmuş kollajen liflerinden oluşan ve bir tide-mark ile kalsifiye kırık ve dolayısı ile subkondral kemiğe bağlı şeklidir. Yani hiyalin kırık ile içeriği aynı olmakla birlikte organizasyon farkı içermektedir, ancak tamir yöntemleri ile bunu elde etmek zordur. Hiyalin kırık tip II kollajen ve proteoglikan aramada sentezleyerek salgılayan kondrositlerden oluşur. Fibröz kırıkta ise hem kondrosit hem de fibroblast bulunur. Bu nedenle ara madde ağırlıkla tip I kollajenden oluşur. Fibröz doku ise fibroblastlardan oluşur ve tip I kollajen ağırlıklı aramaddeye sahiptir. Bu kırıkların yük altındaki dayanıklılıkları da yukarıdaki sıraya göre düşmektedir.

Günümüzde sıklıkla uygulanan tedavi yöntemlerinin başında kemik iliği uyarı yöntemleri gelmektedir. Bu tedaviler sonucunda en iyi ihtimalle fibröz kırık oluşmaktadır. Osteokondral greftler ile yapılan tedavilerde ise hazır oluşmuş artiküler hiyalin kırık transfer edilmektedir. Daha ileri yöntemlere daha büyük defektlerin tedavisi için gereksinim duyulmuştur. Hücre temelli bu yöntemlerin başında otolog kondrosit implantasyonu gelmektedir. Bu yöntemle hiyalin benzeri kırık elde edilebilmektedir. Oluşan dokunun kalitesini artırmak ve iyileşmeyi hızlandırmak için otolog kondrosit implantasyonu matriks rehberli olarak da gerçekleştirilebilmektedir. Son yıllarda kök hücreler kullanılarak iyileşme sağlamaya yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Kök hücrelerin dağılımını ve farklılaşmalarını sağlamak için ise sentetik ya da organik birçok doku iskeleti (çatı, matriks ya da skafold da denilmektedir) geliştirilmekte ve denenmektedir.^[31]

İYİLEŞMENİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kırık iyileşmesinin değerlendirilmesinde görüntüleme yöntemleri, klinik skorlar, artroskopik inceleme gibi dolaylı ve biyomekanik, histolojik ve biyokimyasal yöntemler gibi doğrudan yöntemler kullanılmaktadır.^[32] Radyolojik görüntüleme yöntemleri, tamir dokusunun durumunu ve kompozisyonunu değerlendirerek biyomekanik, histolojik ve biyokimyasal yapısı hakkında fikir verir. İnvazif olmamaları en büyük avantajlarıdır. Her ne kadar MR görüntüleri son yıllarda gelişen sekanslar sayesinde kırık durumunu başarı ile yansıtsa da kırık yaralanmalarında altın standart hala artroskopik prob ile muayenedir.^[33] Klinik skorlar, hastaların ameliyat sonrası semptom ve işlevsel durumlarının objektif olarak değerlendirilmelerine ve karşılaştırılmalarına olanak sağlar. Tamir dokusunun yapısı ya da zamana karşı dayanıklılığı konusunda bilgi vermez. Artroskopik inceleme sırasındaki değerlendirmelerin karşılaştırılabilir olması amacıyla skora sistemleri geliştirilmiştir. Uluslararası Kırık

Araştırma Derneği ve Oswestry artroskopi skoru (OAS) kırık tamirlerinin değerlendirilmesinde güvenilir ve tekrarlanabilir bulunmuştur (Tablo 3, 4).^[34]

Kırık tedavi yöntemlerinin sonuçlarını değerlendirmede ICRS ve OAS puanlamaları doğrulanmış yöntemlerdir.^[35] Bunlara ek olarak diz yaralanması ve osteoartrit çıktı skoru (Knee injury and osteoarthritis outcome score; KOOS) da önerilen doğrulanmış skorlardandır. Değerlendirmede Lysholm diz skoru, Tegner skalası, WOMAC (Western Ontario McMaster) osteoartrit indeksi, Cincinnati skoru ve SF-36 (Short form-36) gibi genel ya da hastalığa özel skorlar destekleyici olarak kullanılabilir.^[36,37] Skorlamanın ameliyat öncesinde bir defa ve ameliyat sonrasında yılda bir defa yapılarak kaydedilmesi önerilmektedir.^[37]

İyileşen kırığın yüklenmelere dayanıklı olması birincil amaçlardandır. Bunu ölçmenin en doğru yolu ise indentasyon testidir. Ancak indentasyon testi için kırık laboratuvar ortamına taşınmalıdır ki bu klinik uygulamada mümkün değildir. Artroskopi sırasında bunu gerçekleştirebilecek cihazlar tasarlanmıştır.^[32] Rutin hasta takibinden çok, araştırma amaçlı kullanıma uygundur.

RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Manyetik rezonans, eklemlerin değerlendirilmesinde sık kullanılan görüntüleme yöntemlerinin başında gelmektedir. İnvazif olmadığı ve kolay ulaşılabilir olduğu için iyileşmenin değerlendirilmesinde de tercih edilir. Son birkaç yıl öncesinde MR bulguları ile klinik durumun, artroskopik ve histolojik bulguların karşılaştırıldığı çalışmalarda bir bağlantı kurulamıyordu. Yeni teknolojilerin gelişmesi ve metodolojinin oluşturulması ile son yıllarda yayınlanan çalışmalarda da görüldüğü üzere MR skorları ameliyat sonrası iyileşmenin takibinde değerli bir araç haline gelmiştir. Manyetik rezonans, görüntülerinde defektin dolma oranı, tamir dokusunun yapısı ve sinyal yoğunluğu, subkondral kemikteki değişiklikler, kemik iliği ödemi ve eklem efüzyonu değerlendirilebilir.^[38] Bu unsurlar klinik skorlar ile istatistiksel olarak ilişkili bulunmuştur.^[39] Ayrıca MR ölçümleri hem klinik hem de artroskopik bulgularla doğrudan ilişkili bulunmuştur.^[40] Manyetik rezonans kırık iyileşmesi Mocart sistemiyle değerlendirilebilir. Bu sistemde defekt dolum oranı, implantla kırık ve kemik arası birleşme, implant yüzeyi ve yapısı, subkondral lamina ve kemik, implant sinyal yoğunluğu, eklem içi yapışıklık ve efüzyon için ayrı puanlar verilir ve toplam skor bulunur.^[14] Defektin dolum oranı; %50'den fazla, %50'den az ya da tam kalınlık defekt olarak, sinyal kalitesi; normal (komşu kırık ile aynı), normale yakın (bazı alanlarda hiperintens), anormal (çoğu alan

Tablo 3. Uluslararası Kıkırdak Araştırma Derneği kıkırdak tamir değerlendirilmesi^[34]

	Puan
I Defekt onarımının derecesi	
I Protokol A*	
Çevre kıkırdak ile aynı seviyede	4
Defekt derinliğinin %75'i tamir dokusu	3
Defekt derinliğinin %50'si tamir dokusu	2
Defekt derinliğinin %25'i tamir dokusu	1
Defekt derinliğinin %0'ı tamir dokusu	0
I Protokol B*	
Greftlenen yüzeyin %100'ü canlı	4
Greftlenen yüzeyin %75'i canlı	3
Greftlenen yüzeyin %50'si canlı	2
Greftlenen yüzeyin %25'i canlı	1
Greftlenen yüzeyin %0'ı canlı, silindirler kırık ya da kayıp	0
II Sınır bölgesine entegrasyon	
Çevre kıkırdak ile tam entegrasyon	4
Çevreyi belirleyen doku <1 mm	3
Greftin 3/4'ü entegre, 1/4'ü 1 mm'den geniş belirgin sınır ile ayrı	2
Greftin yarısı entegre, yarısı 1 mm'den geniş sınır ile ayrı	1
Her taraf ayrı ya da 1/4'e kadar ayrı	0
III Makroskopik görünüm	
Sağlam düzgün yüzey	4
Liflenmiş yüzey	3
Küçük, dağınık çatlaklar, yarıklar	2
Bir miktar, küçük ya da az ama büyük çatlaklar	1
Greftli alanın toptan dejenerasyonu	0

Toplam puan:

Evre I	12 puan	Normal
Evre II	11-8 puan	Normale yakın
Evre III	7-4 puan	Anormal
Evre IV	3-1 puan	Şiddetli anormal

*Protokol A: ACI, perioest ya da perikondrium transplantasyonu, delme, mikrokirik, karbon lif implantlar, diğerleri; *Protokol B: Mozaikplasti, OAT, allogreft, diğerleri.

hiperintens) ya da yok (hiç kıkırdak yok), kemik iliği ödemi ve efüzyon ise; yok, hafif, orta, şiddetli olarak derecelendirilebilir.^[38]

Kıkırdak iyileşmesinin takibinde önerilen sekanslar; T2, proton yoğunluğu, 2D fast spin echo ve 3D gradient echo'dur.^[37] Kalitatif ve kantitatif T2 haritalama ile hiyalin ile fibröz kıkırdak ayırt edilebilmektedir.^[41] Kıkırdakın dinamik kompresif güçlere karşı direnci kollajen ağ, statik ya da denge halindeki kompresif güçlere karşı direnci ise proteoglikanlar tarafından sağlanır.^[42] T2'de kollajen içeriği değerlendirilebilmektedir.^[43] Kıkırdakın biyokimyasal yapısı da dGEMRIC (delayed gadolinum enhanced MRI of cartilage: kıkırdakın gecikmiş gadolinumla zenginleştirilmiş manyetik rezonans görüntüleme) sekansı ile değerlendirilebilir.^[44] Yüksek çözünürlüklü T2 ve T1 dGEMRIC

Tablo 4. Oswestry artroskopi skoru^[34]

	Puan
Çevre kıkırdağa göre greft yüksekliği	
Aynı	2
Yüksek	1
Alçak	0
Çevre kıkırdak ile entegrasyon	
Tamamlanmış	2
Az eksik (alanın %25'inden az)	1
Çok eksik (alanın %25'inden fazla)	0
Yüzey görünümü	
Düzgün	2
Hafif pullanma	1
Şiddetli pullanma, liflenme	0
Greftin rengi	
İnci beyazı, hiyalin benzeri	2
Beyaz	1
Sarı kemik	0
Problama ile sertlik	
Çevre kıkırdağa göre normal	2
Daha yumuşak	1
Çok yumuşak/sert	0
Toplam puan	-

sekanslarında iyileşme dokusunun proteoglikan içeriği ölçülebilmektedir.^[37,45] Ayrıca 3 Tesla çözünürlüğe sahip MRG'de dGEMRIC ile T1 haritalama yöntemi ile kıkırdakın glikozaminoglikan içeriğinin yanı sıra katman yapısı dahi görülebilmektedir. Kıkırdakın zaman içerisinde olgunlaşması da difüzyon ağırlıklı inceleme ile belirlenebilmektedir.^[46] Bu sekanslar kıkırdak iyileşmesinde MRG'nin güvenilirliğini histolojik incelemeye yaklaştırmaktadır.^[47]

Ultrason sinyalleri kıkırdak kalınlığıyla doğrudan ilişkilidir ve özellikle yüzeyel katmanın bütünlüğünü yansıtır.^[48] Bu özelliği nedeniyle kıkırdak yüzeyinin durumu ve defektin dolun oranını takip etmekte kullanılabilir. Ultrason yardımı ile akustik sertlik hesaplanabilir. Bu sertlik indentasyon testindeki elastik modula karşılık gelir ve yapılan çalışmalarda istatistiksel olarak da doğrudan ilişkili bulunmuştur. Benzer şekilde akustik kalınlık ile histolojik preparatlarda ölçülen kalınlık da doğrudan ilişkili bulunmuştur.^[48] İyileşme dokusunun değerlendirilmesinde mekanik indentasyon yerine ultrason geçebilir mi diye düşünülmüş fakat yapılan çalışmalarda ilişkili bulunsu da tamamen güvenilir sonuç alınamamıştır. Ultrasonun kullanımı invazif olmadığı için çekici gelir. Ancak sadece mekanik indentasyon testine destek olarak kullanılabilir.^[42]

Talusun osteokondral yaralanmalarını değerlendirirken BT ve MRG benzer doğruluktur. Ameliyat öncesi planlama için BT daha çok kolaylık sağlamakta ve bu yüzden önerilmektedir.^[49]

KAYNAKLAR

- Magnussen RA, Dunn WR, Carey JL, Spindler KP. Treatment of focal articular cartilage defects in the knee: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:952-62.
- Gikas PD, Bayliss L, Bentley G, Briggs TW. An overview of autologous chondrocyte implantation. *J Bone Joint Surg [Br]* 2009;91:997-1006.
- Hjelle K, Solheim E, Strand T, Muri R, Brittberg M. Articular cartilage defects in 1,000 knee arthroscopies. *Arthroscopy* 2002;18:730-4.
- Curl WW, Krome J, Gordon ES, Rushing J, Smith BP, Poehling GG. Cartilage injuries: a review of 31,516 knee arthroscopies. *Arthroscopy* 1997;13:456-60.
- Widuchowski W, Lukasik P, Kwiatkowski G, Faltus R, Szyluk K, Widuchowski J, et al. Isolated full thickness chondral injuries. Prevalence and outcome of treatment. A retrospective study of 5233 knee arthroscopies. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2008;75:382-6.
- Noyes FR, Bassett RW, Grood ES, Butler DL. Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee. Incidence of anterior cruciate tears and other injuries. *J Bone Joint Surg [Am]* 1980;62:687-95.
- Hjelle K, Solheim E, Strand T, Muri R, Brittberg M. Articular cartilage defects in 1,000 knee arthroscopies. *Arthroscopy* 2002;18:730-4.
- Hintermann B, Regazzoni P, Lampert C, Stutz G, Gächter A. Arthroscopic findings in acute fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg [Br]* 2000;82:345-51.
- Kircher J, Patzer T, Magosch P, Lichtenberg S, Habermeyer P. Osteochondral autologous transplantation for the treatment of full-thickness cartilage defects of the shoulder: results at nine years. *J Bone Joint Surg [Br]* 2009;91:499-503.
- Frisbie DD, Oxford JT, Southwood L, Trotter GW, Rodkey WG, Steadman JR, et al. Early events in cartilage repair after subchondral bone microfracture. *Clin Orthop Relat Res* 2003;407:215-27.
- Prakash D, Learmonth D. Natural progression of osteochondral defect in the femoral condyle. *Knee* 2002;9:7-10.
- Kock NB, Smolders JM, van Susante JL, Buma P, van Kampen A, Verdonchot N. A cadaveric analysis of contact stress restoration after osteochondral transplantation of a cylindrical cartilage defect. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;16:461-8.
- Coons DA, Barber FA. Arthroscopic osteochondral autografting. *Orthop Clin North Am* 2005;36:447-58.
- Nehrer S, Chiari C, Domayer S, Barkay H, Yayon A. Results of chondrocyte implantation with a fibrin-hyaluronan matrix: a preliminary study. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:1849-55.
- Caplan AI, Elyaderani M, Mochizuki Y, Wakitani S, Goldberg VM. Principles of cartilage repair and regeneration. *Clin Orthop Relat Res* 1997;342:254-69.
- Bobic V, Noble J. Articular cartilage--to repair or not to repair. *J Bone Joint Surg [Br]* 2000;82:165-6.
- Shelbourne KD, Jari S, Gray T. Outcome of untreated traumatic articular cartilage defects of the knee: a natural history study. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85-A Suppl 2:8-16.
- Widuchowski W, Widuchowski J, Koczy B, Szyluk K. Untreated asymptomatic deep cartilage lesions associated with anterior cruciate ligament injury: results at 10- and 15-year follow-up. *Am J Sports Med* 2009;37:688-92.
- Cain EL, Clancy WG. Treatment algorithm for osteochondral injuries of the knee. *Clin Sports Med* 2001;20:321-42.
- Gobbi A, Francisco RA, Lubowitz JH, Allegra F, Canata G. Osteochondral lesions of the talus: randomized controlled trial comparing chondroplasty, microfracture, and osteochondral autograft transplantation. *Arthroscopy* 2006;22:1085-92.
- Marcacci M, Kon E, Zaffagnini S, Iacono F, Neri MP, Vascellari A, et al. Multiple osteochondral arthroscopic grafting (mosaicplasty) for cartilage defects of the knee: prospective study results at 2-year follow-up. *Arthroscopy* 2005;21:462-70.
- Jones DG, Peterson L. Autologous chondrocyte implantation. *J Bone Joint Surg [Am]* 2006;88:2502-20.
- Cole BJ, Lee SJ. Complex knee reconstruction: articular cartilage treatment options. *Arthroscopy* 2003;19 Suppl 1:1-10.
- Sgaglione NA, Miniaci A, Gillogly SD, Carter TR. Update on advanced surgical techniques in the treatment of traumatic focal articular cartilage lesions in the knee. *Arthroscopy* 2002;18(2 Suppl 1):9-32.
- Barber FA, Chow JC. Arthroscopic osteochondral transplantation: Histologic results. *Arthroscopy* 2001;17:832-5.
- Berndt AL, Harty M. Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus. *J Bone Joint Surg [Am]* 1959;41-A:988-1020.
- Scranton PE Jr, Frey CC, Feder KS. Outcome of osteochondral autograft transplantation for type-V cystic osteochondral lesions of the talus. *J Bone Joint Surg [Br]* 2006;88:614-9.
- Gautier E, Kolker D, Jakob RP. Treatment of cartilage defects of the talus by autologous osteochondral grafts. *J Bone Joint Surg [Br]* 2002;84:237-44.
- Baltzer AW, Arnold JP. Bone-cartilage transplantation from the ipsilateral knee for chondral lesions of the talus. *Arthroscopy* 2005;21:159-66.
- Coutts RD, Healey RM, Ostrander R, Sah RL, Goomer R, Amiel D. Matrices for cartilage repair. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(391 Suppl):S271-9.
- 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;17:50-5.
- Schachar NS, Novak K, Muldrew K, Zernicke RF, McGann LE. Articular cartilage joint surface reconstruction techniques. *J Orthop Sci* 1999;4:457-61.
- Riyami M, Rolf C. Evaluation of microfracture of traumatic chondral injuries to the knee in professional football and rugby players. *J Orthop Surg Res* 2009;4:13.
- Smith GD, Taylor J, Almqvist KF, Erggelet C, Knutsen G, Garcia Portabella M, et al. Arthroscopic assessment of cartilage repair: a validation study of 2 scoring systems. *Arthroscopy* 2005;21:1462-7.
- van den Borne MP, Raijmakers NJ, Vanlauwe J, Victor J, de Jong SN, Bellemans J, et al. International Cartilage Repair Society (ICRS) and Oswestry macroscopic cartilage evaluation scores validated for use in Autologous Chondrocyte Implantation (ACI) and microfracture. *Osteoarthritis Cartilage* 2007;15:1397-402.
- Steadman JR, Rodkey WG, Rodrigo JJ. Microfracture: surgical technique and rehabilitation to treat chondral defects. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(391 Suppl):S362-9.

37. Vanlauwe J, Almqvist F, Bellemans J, Huskin JP, Verdonk R, Victor J. Repair of symptomatic cartilage lesions of the knee: the place of autologous chondrocyte implantation. *Acta Orthop Belg* 2007;73:145-58.
38. Henderson IJ, Tuy B, Connell D, Oakes B, Hettwer WH. Prospective clinical study of autologous chondrocyte implantation and correlation with MRI at three and 12 months. *J Bone Joint Surg [Br]* 2003;85:1060-6.
39. Marlovits S, Singer P, Zeller P, Mandl I, Haller J, Trattnig S. Magnetic resonance observation of cartilage repair tissue (MOCART) for the evaluation of autologous chondrocyte transplantation: determination of interobserver variability and correlation to clinical outcome after 2 years. *Eur J Radiol* 2006;57:16-23.
40. Marlovits S, Zeller P, Singer P, Resinger C, Vécsei V. Cartilage repair: generations of autologous chondrocyte transplantation. *Eur J Radiol* 2006;57:24-31.
41. White LM, Sussman MS, Hurtig M, Probyn L, Tomlinson G, Kandel R. Cartilage T2 assessment: differentiation of normal hyaline cartilage and reparative tissue after arthroscopic cartilage repair in equine subjects. *Radiology* 2006;241:407-14.
42. Laasanen MS, Töyräs J, Vasara AI, Hyttinen MM, Saarakkala S, Hirvonen J, et al. Mechano-acoustic diagnosis of cartilage degeneration and repair. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85-A Suppl 2:78-84.
43. Welsch GH, Trattnig S, Tichy B, Mamisch TC, Wondrasch B, Marlovits S. Tibial cartilage hypertrophy due to matrix-associated autologous chondrocyte transplantation of the medial femoral condyle. A case report. *J Bone Joint Surg [Am]* 2009;91:1996-2001.
44. Trattnig S, Millington SA, Szomolanyi P, Marlovits S. MR imaging of osteochondral grafts and autologous chondrocyte implantation. *Eur Radiol* 2007;17:103-18.
45. Iwasa J, Engebretsen L, Shima Y, Ochi M. Clinical application of scaffolds for cartilage tissue engineering. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:561-77.
46. Friedrich KM, Mamisch TC, Plank C, Langs G, Marlovits S, Salomonowitz E, et al. Diffusion-weighted imaging for the follow-up of patients after matrix-associated autologous chondrocyte transplantation. *Eur J Radiol* 2010;73:622-8.
47. Pinker K, Szomolanyi P, Welsch GC, Mamisch TC, Marlovits S, Stadlbauer A, et al. Longitudinal evaluation of cartilage composition of matrix-associated autologous chondrocyte transplants with 3-T delayed gadolinium-enhanced MRI of cartilage. *AJR Am J Roentgenol* 2008;191:1391-6.
48. Kuroki H, Nakagawa Y, Mori K, Kobayashi M, Okamoto Y, Yasura K, et al. Sequential changes in implanted cartilage after autologous osteochondral transplantation: postoperative acoustic properties up to 1 year in an in vivo rabbit model. *Arthroscopy* 2007;23:647-54.
49. van Bergen CJ, de Leeuw PA, van Dijk CN. Treatment of osteochondral defects of the talus. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2008;94(8 Suppl):398-408.