



## Diz ekleminin osteokondral lezyonlarının tedavisinde osteotomiler

### *Osteotomies in the treatment of osteochondral lesions of the knee joint*

Hüseyin YERCAN,<sup>1</sup> Semih AYDOĞDU,<sup>2</sup> Hakkı SUR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı;

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Diz artroplastisinin üstün başarıları ile gonartroz tedavisinde geri plana düşen yüksek tibial osteotomi uygulamaları, dizin tam kat kırıldak yaralanmalarının tedavisinde kendisine yeni alanlar bulmuştur. İster tibiofemoral, ister patellofemoral ekleme olsun, anormal biyomekaniğin (dizilim bozukluğu ve instabilite) düzeltilmesi, diz ekleminin kondral ve osteokondral yaralanmalarının cerrahi tedavisinde atılacak ilk adımdır. Günümüzde giderek yaygınlaşan ve zaman zaman oldukça pahalı olabilen yöntemlerle bu lezyonların tedavisinde başarı şansı, aynı anda veya aşamalı olarak uygulanabilen osteotomiler ile daha da artırılmaktadır. Klinik, radyolojik ve deneysel çalışmalar, osteotomilerin kırıldak rejenerasyonu üzerine olan olumlu etkisini ortaya koymuştur. Uygulama amacı ise basittir: Kırıldak iyileşebilmesi için uygun biyomekanik ortama ihtiyaç duyar.

Excellent results of total knee arthroplasty have outweighed high tibial osteotomy applications in the treatment of osteoarthritis of the knee joint, but there is a growing interest in osteotomies as an adjunct in the treatment of full-thickness chondral and osteochondral lesions of the knee. Abnormal biomechanics in both tibiofemoral and patellofemoral articulations resulting from instability and malalignment should be corrected and osteotomy should be regarded as the first step in the treatment of these lesions. A simultaneous or staged osteotomy may contribute to the success of current techniques used for cartilage and osteochondral repair. Clinical, radiographic, and experimental studies have shown beneficial effects of osteotomies on cartilage regeneration. The aim of the osteotomy is simple: cartilage needs proper biomechanical environment for healing.

Diz ekleminin, açısal deformitenin eşlik ettiği tek kompartmanı (özellikle medial) tutan, osteoartrozunda osteotomilerin etkinliği uzun süreli deneyimlerle ortaya konmuştur. Medial kompartmanın tutulduğu varus deformiteli dizlerde yüksek tibial osteotomi (YTO); lateral kompartmanın tutulduğu valgus deformiteli dizlerde ise distal femoral osteotomi (DFO) günümüzde genç ve aktif hastalarda en uygun tedavi seçeneğini oluşturmaktadır. Artroplastik uygulamaları ile elde edilen üstün başarılar, osteoartroz olgularında osteotomilerin daha geri plana itilmesine neden olmuştur. Ancak, dizin tam kat kırıldak lezyonlarının tedavisindeki ilerlemeler ve ye-

ni gündeme gelen tedavi alternatifleri yüksek tibial osteotomi uygulamalarını yeniden gündeme getirmiştir.

Diz ekleminin izole kırıldak ve osteokondral lezyonlarının tedavisinde YTO ve DFO primer tedavi yöntemleri değildir. Ancak, eşlik eden bir dizilim bozukluğunun (varus ya da valgus) varlığı osteotomiye ek bir girişim olarak gereksinim duyulmasına neden olmaktadır. Güncel kırıldak tamir yöntemleriyle -mozaikplastik, olog kondrosit aşılama (OKA) ve osteokondral allogreft- kırıldak ve osteokondral lezyonlar tedavi edilirken, eşlik eden dizilim bozukluklarının giderilmesi, tedavinin başarısı

açısından önem taşımakta, YTO için yeni bir uygulama alanının açılmasına neden olmaktadır.

Kronik ön çapraz bağ yaralanmaları, patellofemorale instabilite atakları, diz eklemine gelen direkt darbeler, menisektomi sonrasında kıkırdak yüzeye aşırı yük transferi, obezite, çalışma ve spor nedeniyle gelişen aşırı kullanım yaralanmaları sıklıkla tam kat kıkırdak lezyonlarına neden olmaktadır. Bu lezyonlarla birlikte, alt ekstremitte dizilim bozukluğu da varsa, yalnızca kıkırdak lezyonuna yönelik bir tedavi yaklaşımı sıklıkla başarısız olacaktır. Semptomatik kıkırdak lezyonlarının tedavisinde, eşlik eden, hatta bazen asıl neden olan instabilitenin ve alt ekstremitte dizilim bozukluğunun giderilmesi tedavi algoritmasında öncelikli olarak yer almalıdır.<sup>[1]</sup>

### **Yüksek tibial osteotomi'nin kıkırdak ve osteokondral lezyonlardaki yeri**

Yüksek tibial osteotomi, travmatik ve dejeneratif kıkırdak ve osteokondral lezyonları primer olarak tedavi eden bir yöntem değildir. Bu lezyonların intrinsik olarak ya da diğer bazı yöntemlerle tedavi edilebilmesi için gerekli olan "uygun biyomekanik ortam"ı oluşturabilmektedir. Diz eklemi, alt ekstremitte eklemleri arasında koronal plan ilişkilerindeki değişikliklere en duyarlı olanıdır. Bu ilişkilerdeki sapma, kondral-osteokondral lezyonları ağırlaştırabileceği gibi, onarım için uygun ortamı da oluşturabilir. Yüksek tibial osteotomi, bu ilişkilerde yeni bir düzenleme amacı ile, biyomekanik temelli yeni bir deformite oluşturulması girişimidir.

### **Dizilim bozukluğunun önemi**

Baumgaertner ve ark.<sup>[2]</sup> artroskopik debridman uyguladıkları olguların yalnızca %52'sinde iyi ve çok iyi sonuç elde etmiş ve bu oran üçüncü yılda %40'lara inmiştir. Cerrahi izleyen birinci yılda daha az semptomatik olan olgular, ılımlı radyolojik değişiklikleri bulunan ve normal mekanik aksa sahip olgulardır. Dizilimin önemi, Harwin<sup>[3]</sup> ve Ogilvie-Harris'in<sup>[4]</sup> çalışmalarında da vurgulanmıştır. Daha az aksiyel dizilim bozukluklarında daha iyi sonuçların elde edildiği gösterilmiştir. Normal dizilime sahip olanların %84'ünde başarı elde edilirken, beş dereceyi aşan açılanmalarda bu oran %27'ye kadar düşmüştür. Kısaca artroskopik debridmandan elde edilecek başarının sırrı; eşlik eden açılmalarda deformitelerin büyüklüğünde yatmaktadır. Tippett,<sup>[5]</sup> dome osteotomi ile debridmanı kombine etmiş ve %90 tat-

minkar sonuç almıştır. Korn,<sup>[6]</sup> aynı işlemi aşamalı olarak gerçekleştirerek, ilk önce artroskopik artroplastisi ve altı hafta sonra osteotomi uygulamıştır.

### **Kıkırdak tamir teknikleri ve yüksek tibial osteotomi ile ilişkileri**

Son yıllarda giderek yaygınlaşan kıkırdak onarım teknikleri, YTO uygulama alanını da genişletmiştir. Zaman zaman oldukça pahalı olabilen bu tekniklerin başarısının garantiye alınabilmesi için, ek olarak frontal plandaki mekanik ilişkilerin düzenlenmesi gerekebilmektedir. Mekanik eksenin üzerinden geçtiği bir lezyon, muhtemelen yalnızca lezyona yönelik bir girişimle iyileşemeyecektir. Aynı zamanda, yeni oluşan fibröz ya da hiyalin benzeri kıkırdak başlangıçta oldukça frajildir. Ani ve aşırı yüklenmelere karşı dayanma kapasitesi sınırlıdır. Yüksek tibial osteotomi, bu tekniklerin eksikliklerini kapatılabilecektir.

#### **1- Kemik iliği stimülasyon teknikleri**

Bu tekniklerin amacı ağrıyı gidermek ve fonksiyonel kısıtlılık ve sakatlığı engellemek, eklem yüzeyinin tamiri ile gelecekte gelişebilecek dejenerasyonu önlemektir.

Mikrokırık tekniği uygulaması için, açılmalarda deformite varlığı başta olmak üzere, uzun rehabilitasyon sürecini istemeyen veya uyamayacak olan hastalar ve kısmi kıkırdak defektleri kontrendike kabul edilmektedir. Steadman ve ark.<sup>[7]</sup> göre 5 dereceyi aşan varus veya valgus açılanması varlığı, mikrokırık tekniği için sorun oluşturmaktadır. Bu olgularda YTO, tedavinin bir parçası olmalıdır. Sterett ve Steadman,<sup>[8]</sup> 5 dereceyi aşan varus deformitesi olan kıkırdak lezyonlu dizlere medial açık kama osteotomisi ve mikrokırık yöntemini birlikte uygulamışlardır. Medial açık kama osteotomisini, tuberositas tibianın proksimalinden basit bir transvers osteotomi şeklinde uygulayıp; eksternal fiksatorle distraksiyon yaparak tedrici düzeltme uygulamışlardır. Tam düzeltmenin sağlanabilmesi yöntemin en büyük avantajı olarak gösterilmiştir. Bu yöntemle hastaların Lysholm diz skorunda 20 puanlık bir artış sağlanırken, aktif yaşama geri dönebildikleri belirtilmiştir.

Akizuki ve ark.<sup>[9]</sup> abrazyon artroplastisi eklenen ve eklenmeyen YTO olgularının sonuçlarını karşılaştırmışlar, ilk bir yıl içinde abrazyon artroplastisi uygulanan olgularda daha fazla bir rejenerasyon gelişmekle birlikte, onarım derecesi ile histolo-

jik bulgular arasında bir ilişki bulamamışlar, eklem yüzeyinin düzgün bir şekilde örtüldüğü olgular arasında bile ancak %40 oranında hiyalin kıkırdak varlığını belirlemişlerdir. İki-dokuz yıllık klinik takipte gruplar arasında bir fark olmadığını belirlemişler ve elde edilen klinik iyileşmenin YTO'nun sağladığı dinamik faktörlerin değişmesiyle sağlandığı yargısına ulaşmışlardır.

## 2- Otolog kondrosit aşılama

Kondrosit aşılama sonrasında gelişen tamir dokusunun kısa ve uzun süreli varlığını sürdürebilmesi için uygun şartların -stabilite, sağlam menisküs varlığı ve normal dizilim- varlığı gereklidir. Eklemdeki patolojik mekaniğin varlığı iyi bir tamir dokusunun gelişmesini engelleyecektir. Bu amaçla; ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu veya YTO/DFO, ilk ya da ikinci aşama (kıkırdaktan örnek alma ya da kondrosit kültürünün aşılama) sırasında uygulanabilir. Aşılama bölgesini aşırı yük altından kurtarabilmek için uygulanacak YTO veya DFO'nun rijit tespiti önemlidir. Çünkü, OKA sonrasında erkin aktif ve pasif uygulanabilmesi gerekmektedir. İlk 2-3 aydaki pamuk gibi yumuşak olan iyileşme dokusunun, altı ay içinde lastik kıvamında bir dokuya matüre olması, hareket ve üzerine giderek artan miktarda yük aktarılmasıyla mümkün olmaktadır.

Minas,<sup>[10]</sup> 45 futbolcuya uyguladığı OKA yönteminde, 24 olguda (%64) tibiofemoral ve/veya patellofemoral malalignment nedeniyle osteotomi kullanmıştır. Başarılı kıkırdak tamiri için temel gerekliliğin, dizin uygun mekanik aksı ve patellanın normal yönelimi olduğunu vurgulamıştır. Nötral mekanik akstan 2 derece veya daha fazla olan sapmaların düzeltilmesi gerektiğini belirtmiştir. Genelde klinik düzelmenin femur kondillerindeki lezyonlarda 6-12 ay, patellofemoral eklemdeki lezyonlarda ise üç yıla uzayabileceğini öne sürmüştür. Ayrıca Minas, erken osteoartrozlu 69 dizde de OKA yöntemini uygulamıştır. Bu amaçla, radyolojik olarak eklem aralığının %50'sinden daha fazlasının korunduğu, artroskopide yaygın grade 2 veya daha fazla kıkırdak lezyonlu ya da bipolar fokal kıkırdak lezyonlu dizleri seçmiştir. Bu dizlerden 23'ünde (%36) YTO gerekmiştir. En iyi sonuçlar varus açılanması olan medial femoral kondil defektli hastalara uygulanan YTO beraberliğindeki OKA yöntemiyle elde edilmiştir. Bu hastaların çoğu ufak değişikliklerle pivot sporlara geri dönmüşlerdir.<sup>[10]</sup>

## 3- Otolog osteokondral transplantasyon-mozaikplasti

Bu yöntem için uygun hastaların seçiminde, lezyonun büyüklüğü kadar, ekstremitenin dizilimi, dizin stabilitesi ve menisküslerin durumu da önem taşır. Osteokondral transplantasyon ile aynı anda var olan diğer bozuklukları giderecek işlemler de yapılmalıdır. Hangody ve ark.nın<sup>[11]</sup> büyük hasta sayısına sahip çalışmasında, olguların %85'inde ek cerrahi işlemler gerekmiştir. Bunun yanında yapılan ek cerrahiler rehabilitasyon programını da değiştirecektir.

## 4- Osteokondral allogreft transplantasyonu

Allogreft transplantasyonları için eklem instabilitesi ya da malalignment varlığı kontrendikasyon teşkil eder. Bunların önceden veya transplantasyon zamanında giderilmesi gerekir. Genelde osteotomi planlanıyorsa ve transplantasyon ile aynı tarafta ise aşılama, aksi tarafta ise aynı anda yapılabilir. Yani lateralden kapalı kama YTO ile medial femoral kondile transplantasyonu tek seansta yapılabilir. Ghazavi ve ark.<sup>[12]</sup> 126 allogreft transplantasyonu uyguladıkları olguların 68'ine osteotomi yapmışlardır. Bunların 37'si distal femurdan, 31'i proksimal tibiadan yapılmıştır. Amaçlanan düzeltme derecesi, mekanik eksenin 2-3 derece fazladan düzeltilecek şekilde planlanmıştır. Lateral plato kırığı ardından gelişen valgus deformitesi distal femur varus osteotomisi ve lateral tibial plato allogreftiyle, medial kondiler defekte bağlı gelişen varus deformitesi ise YTO ve medial femoral allogreft ile tedavi edilir.<sup>[13,14]</sup> Allogreft ile osteotomi uygulaması, 68 olgunun 44'ünde aynı seansta, 19'unda daha sonra, beşinde ise allogreftten daha önce yapılmıştır. Posttravmatik büyük osteokondral defektler için ideal olan -beş yıllık %95, 10 yıllık %80 başarı- bu yöntem ile spontan diz osteonekrozunda aynı başarıyı elde etmek mümkün olmamıştır.<sup>[15]</sup> Garrett'e<sup>[16]</sup> göre başarıyı etkileyen faktörlerin arasında hastanın 50 yaşından genç olması, unipolar bir defektin varlığı ve normal dizilimde veya osteotomi ile dizin normal diziliminin kazandırılmış olması yer almaktadır. Shahsa ve ark.na<sup>[17]</sup> göre allogreft uygulamalarında osteotomi yapma oranı hastaların yarısından fazladır. Osteotomi ile tedavi edilen hastalarda daha iyi sonuçlar elde edilmiş, greftin başarısızlığı ve artroplastiye dönme olasılığı geciktirilmiştir. Osteotomilerin %73'ü allogreft ile beraber uygulanmıştır. Gecikmiş osteotomiler ise sadece allogreft başarısızlığı olan genç hastalara saklanmıştır. Greftin iyi uyum

sağladığı olguların mekanik eksenlerine bakıldığında, %32'sinde aşırı düzeltme, %55'inde nötral, yalnızca %13'ünde ise yetersiz düzeltme elde edildiği görülmüştür. Vurgulanmak istenen, başarılı sonuca mekanik faktörlerin immünolojik faktörlerden daha fazla etki ettiği ve ideal dizilimin mutlak gerekli olduğudur.

### Osteotomi eklem kıkırdağının rejenerasyonunu sağlar mı?

Osteotomiler, temel olarak biyomekanik yüklenme ve yük transferi mantığının ürünü girişimlerdir. Kıkırdak ve osteokondral lezyonların tedavisinde de osteotomilerden beklenen hasarlı ve tamir edilmeye çalışılan kıkırdak-osteokondral lezyonu üzerindeki yükün azaltılmasıdır. Çoğu klinik çalışma, osteotominin eklem dejenerasyonunun radyolojik bulgularını azalttığını, subkondral kemik yoğunluğunda azalma ve eklem aralığında artma sağladığını göstermiştir.<sup>[18-20]</sup> Özellikle eklem aralığındaki artışı kıkırdak dokunun rejenerasyonu, dolaylı olarak da klinik başarı olarak yorumlayanlar olmuştur. Fakat eklem aralığındaki artışın temel nedeninin kıkırdak rejenerasyonu olarak görmemek gerekir. Örneğin osteotomi sonrasında olguların 1/3'ünde eklem aralığında hızlı artış gösterilmiştir.<sup>[21]</sup>

Osteotomi ile uygun dizilimin sağlandığı dizlerde hasarlı bölgede, hiyalen kıkırdak yerine tamir dokusu olan fibröz kıkırdak geliştiği gösterilmiştir. Bu konudaki önemli ve artık klasikleşmiş olan bir çalışmada, Fujisawa ve ark.<sup>[22]</sup> YTO uygulanmış 54 olguda artroskopik değerlendirme yapmışlar, ideal düzeltmenin sağlandığı olgularda ülsere lezyonun çevre canlı kıkırdak ile onarıldığı, 1.5-2 yıl içinde fibromembranöz doku ile tümüyle örtüldüğü, hatta bazı olgularda yırtık menisküsün bile onarıldığını belirlemişlerdir.

Yüksek tibial osteotomi öncesi ve iki yıl sonrasında 16 hastaya artroskopi uygulayan Odenbring ve ark.<sup>[23]</sup> sekiz hastada medial tibial platoda, dokuz hastada da medial femoral kondilde kıkırdak rejenerasyonu saptamışlardır. Tamir dokusunun özelliği fibröz kıkırdak proliferasyonu şeklindedir. Kıkırdak rejenerasyonu ile YTO sonrasında elde edilen dizilim derecesi arasında da ilişki bulunmuştur.<sup>[24,25]</sup> Ancak, fibröz kıkırdak proliferasyonu oluşumu ile klinik memnuniyet arasında bir ilişkinin varlığı gösterilememiştir.<sup>[23,26]</sup>

Koshino ve ark.<sup>[25]</sup> YTO uygulamasından iki yıl sonra "artrotomi" ile kıkırdak rejenerasyonunu de-



Şekil 1. (a) Medial eklem aralığında ileri derecede daralma. (b) Yüksek tibial osteotomi sonrasında medial eklem aralığının restorasyonu.

ğerlendirdikleri 146 YTO olgusundan 47'sinde fibröz ya da hiyalin benzeri kıkırdak ile tam bir örtülme; 86'sında fibröz kıkırdak ile kısmi bir iyileşme olduğunu, yalnızca 13 olguda bir iyileşme olmadığını, ileri evre kıkırdak lezyonlu olgularda bile iyileşmenin elde edilebildiğini belirlemişlerdir. Yine olguların %64'ünde radyografik olarak medial eklem aralığında açılma olduğunu saptamışlardır. Oluşan kıkırdak rejenerasyonu ile ameliyat sonrası dizilim arasında, ve yine rejenerasyon ile ameliyat öncesi dejeneratif değişikliklerin derecesi arasında açık bir ilişki bulmuşlardır. Yüksek tibial osteotomi sonrasında elde edilen uygun valgus diziliminde ve subkondral kemiği açıkta bırakan dejenerasyonda daha matür (hiyalin benzeri) rejenerasyon dokusu elde edilmiştir. Hatta yazarlar, lezyonu çevreleyen rezidüel kıkırdağın YTO sonrasında yeni kıkırdak rejenerasyonunu engelleyebileceğinden, bu yüzden dejenere kıkırdağın tamamen tıraşlanıp subkondral kemiğin açığa çıkarılmasının daha etkili olabileceğinden bahsetmektedir. Yine aynı ekibin bir diğer çalışmasında, rejenere kıkırdağın yüzeysel tabakalarda tip 1 kollajenden zengin fibröz kıkırdaktan, derin tabakalarda ise tip 2 kollajenden zengin hiyalin benzeri kıkırdaktan oluştuğu belirlenmiştir.<sup>[27]</sup>

Bizim gözlemimiz de, YTO sonrasında "bazı" olgularda, eklem aralığının radyografik olarak yeniden restorasyonu ile gösterilebilen bir rejenerasyonun geliştiği, ancak uygun düzeltmenin sağlandığı tüm olgularda bu sonucun alınmadığı yönündedir (Şekil 1a, b). Yalnızca bazı olgularda bu etkinin elde edilebilmesi, mekanik dizilim dışında başkaca faktörlerin (biyomekanik, fizyolojik) de rol oynadığını göstermektedir.

### Osteonekrozda osteotomiler

İleri yaşlarda görülebilen spontan diz osteonekrozu (SDON) tedavisinde, yükten kurtarma öncelikli olarak yer almaktadır. Bu yüzden YTO, dizdeki yük dağılımında uzun süreli değişiklik sağlamanın en etkili yöntemi olarak işlev kazanmaktadır. Her ne kadar deneyimler sınırlı olsa da, konservatif tedaviye yeterince yanıt vermeyen 2 ve 3. evre SDON olgularında YTO uygulaması ile elde edilmiş olumlu deneyimler bulunmaktadır. Özellikle geniş yer kaplayan (Manyetik rezonans görüntüleme 5 cm<sup>2</sup>'den fazla alan ya da kondilin %40'ından fazlası) ve kolaps gelişen olgular, YTO için uygun endikasyonları oluşturmaktadır. Çalışmalar YTO sonrasında lezyonun önemli oranda gerilediğini, hatta kaybolabildiğini göstermektedir (Şekil 2a, b).



**Şekil 2. (a)** Spontan diz osteonekrozu olgusunda medial femoral kondildeki osteokondral lezyon. **(b)** Yüksek tibial osteotomi sonrasında osteonekrotik lezyonda iyileşme.

## Hangi tip osteotomi, ne kadar düzeltme?

Diz osteoartriti tedavisinde kullanılan üç YTO tekniği (kapalı kama, açık kama, kubbe) arasında mekanik eksen bozukluğunun eşlik ettiği kıkırdak-osteokondral lezyonların tedavisi yönünden herhangi bir üstünlük söz konusu değildir. Her üç teknik de bu amaçla kullanılabilir. Osteoartrit tedavisinde kullanılan “hafif fazla-düzeltilme” yaklaşımı, burada da rejenere olacak yeni kıkırdak örtüsünün korunması amacıyla tercih edilmektedir. Kıkırdak lezyonunun genişliği ve derinliğine göre değişen “ince ayarlı” düzeltme anlayışı, ne yazık ki karşılaştırmalı çalışmalarla sınanmış değildir.

## Kaynaklar

- Clarke HD, Cushner FD, Scott WN. Clinical algorithm for treatment of chondral injuries. In: Scott WN, editor. *Insall & Scott surgery of the knee*. Vol. 1, 4th. ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2006. p. 433-7.
- Baumgaertner MR, Cannon WD Jr, Vittori JM, Schmidt ES, Maurer RC. Arthroscopic debridement of the arthritic knee. *Clin Orthop Relat Res* 1990;(253):197-202.
- Harwin SF. Arthroscopic debridement for osteoarthritis of the knee: predictors of patient satisfaction. *Arthroscopy* 1999; 15:142-6.
- Ogilvie-Harris DJ, Ftsialos DP. Arthroscopic management of the degenerative knee. *Arthroscopy* 1991;7:151-7.
- Tippett JW. Articular cartilage drilling and osteotomy in osteoarthritis of the knee. In: McGinty JB, Caspari RB, Jackson RW, Poehling GG, editors. *Operative arthroscopy*. 2nd ed. Philadelphia: Lipincott-Raven; 1996. p. 411-26.
- Korn MW. A new approach to dome high tibial osteotomy. *Am J Knee Surg* 1996;9:12-21.
- Steadman JR, Rodkey WG, Briggs KK, Rodrigo JJ. Debridement and microfracture for full-thickness articular cartilage defects. In: Scott WN, editor. *Insall & Scott surgery of the knee*. Vol. 1, 4th. ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2006. p. 359-66.
- Sterett WI, Steadman JR. Chondral resurfacing and high tibial osteotomy in the varus knee. *Am J Sports Med* 2004;32: 1243-9.
- 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.
- Minas T. North American experience with autologous chondrocyte implantation. In: Scott WN, editor. *Insall & Scott surgery of the knee*. Vol. 1, 4th. ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2006. p. 380-90.
- Hangody L, Feczko P, Bartha L, Bodo G, Kish G. Mosaicplasty for the treatment of articular defects of the knee and ankle. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(391 Suppl): S328-36.
- Ghazavi MT, Pritzker KP, Davis AM, Gross AE. Fresh osteochondral allografts for post-traumatic osteochondral defects of the knee. *J Bone Joint Surg [Br]* 1997;79:1008-13.
- Gross AE, Hutchinson CR. Realignment osteotomy of the knee-part 1: distal femoral varus osteotomy for osteoarthritis of the valgus knee. *Oper Tech Sports Med* 2000;8:122-6.
- Gross AE, Hutchinson CR. Realignment osteotomy of the knee-part 2: proximal valgus tibial osteotomy for osteoarthritis of the varus knee. *Oper Tech Sports Med* 2000; 8:127-30.
- Beaver RJ, Mahomed M, Backstein D, Davis A, Zukor DJ, Gross AE. Fresh osteochondral allografts for post-traumatic defects in the knee. A survivorship analysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 1992;74:105-10.
- Garrett JC. Fresh osteochondral allografts for treatment of articular defects in osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle in adults. *Clin Orthop Relat Res* 1994; (303):33-7.
- Shasha N, Krywulak S, Backstein D, Pressman A, Gross AE. Long-term follow-up of fresh tibial osteochondral allografts for failed tibial plateau fractures. *J Bone Joint Surg [Am]* 2003;85(Suppl 2):33-9.
- Maquet P. The treatment of choice in osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop Relat Res* 1985;(192):108-12.
- Tjornstrand BA, Egund N, Hagstedt BV. High tibial osteotomy: a seven-year clinical and radiographic follow-up. *Clin Orthop Relat Res* 1981;(160):124-36.
- Akamatsu Y, Koshino T, Saito T, Wada J. Changes in osteosclerosis of the osteoarthritic knee after high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1997;(334):207-14.
- Phillips MJ, Krackow KA. High tibial osteotomy and distal femoral osteotomy for valgus or varus deformity around the knee. *Instr Course Lect* 1998;47:429-36.
- Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am* 1979;10: 585-608.
- Odenbring S, Egund N, Lindstrand A, Lohmander LS, Willen H. Cartilage regeneration after proximal tibial osteotomy for medial gonarthrosis. An arthroscopic, roentgenographic, and histologic study. *Clin Orthop Relat Res* 1992;(277):210-6.
- Wakabayashi S, Akizuki S, Takizawa T, Yasukawa Y. A comparison of the healing potential of fibrillated cartilage versus eburnated bone in osteoarthritic knees after high tibial osteotomy: an arthroscopic study with 1-year follow-up. *Arthroscopy* 2002;18:272-8.
- Koshino T, Wada S, Ara Y, Saito T. Regeneration of degenerated articular cartilage after high tibial valgus osteotomy for medial compartmental osteoarthritis of the knee. *Knee* 2003;10:229-36.
- Bergenudd H, Johnell O, Redlund-Johnell I, Lohmander LS. The articular cartilage after osteotomy for medial gonarthrosis. Biopsies after 2 years in 19 cases. *Acta Orthop Scand* 1992;63:413-6.
- Kobayashi H, Saito T, Koshino T. Immunolocalization of carboxy-terminal type II procollagen peptide in regenerated articular cartilage of osteoarthritic knees after reduction of mechanical stress. *Osteoarthritis Cartilage* 2002;10: 870-8.