

Diz çevresi parçalı kırıklarının direkt ve indirekt redüksiyon teknikleriyle eşzamanlı olarak tedavisi

Combination of direct and indirect reduction techniques in periarticular complex knee fractures

Dr. Haluk AĞUŞ,¹ Dr. Önder KALENDERER,¹ Dr. Ali REİSOĞLU,¹ Dr. Gürhan ZİNCİRCİOĞLU²

AMAÇ

Diz çevresinde eklem içine uzanan parçalı kırıklarda, eklem parçalarının anatomik redüksiyon ve rijid fiksasyon; metafizo-diafizeal parçalarının ise indirekt redüksiyon ve biyolojik fiksasyon ile tedavisinin etkinliği araştırıldı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya altısı femur, altısı tibia eklem içi parçalı kırığı olan 12 hasta (9 erkek, 3 kadın; ort. yaş 46; dağılım 22-71) alındı. Kırıkların yedisi kapalı, beşi açık kırık idi. Eklem içi kırıkların redüksiyonu lateral parapatellar kesiden anatomik olarak yapılırken, parçalı metafizo-diafizeal bölgedeki kırıklar ise, kırık bölgesi açılmadan indirekt redüksiyon ve biyolojik fiksasyon yöntemiyle yapıldı. Olgular son kontrollerinde klinik ve radyografik olarak incelendi. Ayrıca, konvansiyonel ve üç boyutlu bilgisayarlı tomografi ile diz eklemine eklem içi kemik ve yumuşak doku değişiklikleri araştırıldı. Sonuçlar, HSS (Hospital for Special Surgery) ölçütlerine göre değerlendirildi. Ortalama izlem süresi 43 ay (dağılım 15-78 ay) idi.

BULGULAR

Tüm kırıklar kaynadı. Kırığın tekrarlaması, tespit yetersizliği veya enfeksiyon görülmedi. Tam yüklenme süresi, tibia kırıklarında ortalama 25.5 hafta, femur kırıklarında 24 hafta idi. Femur kırıklarının tümünde 1-2 cm, tibia kırıklarında ise sadece iki olguda 1 cm uzunluk farkı saptandı. Femur kırıklı bir olguda 10° valgus deformitesi gelişti. Sonuçlar, tibia kırıklarında beş olguda iyi, bir olguda orta; femur kırıklarında ise bir olguda iyi, dört olguda orta, bir olguda kötü olarak değerlendirildi. Tomografik incelemelerde, eklem içinde serbest fragman olmadığı ve eklem yüzünün düzgün olduğu görüldü.

SONUÇ

Diz eklem içi parçalı kırıklarının tedavisinde, direkt ve indirekt redüksiyon tekniklerinin kombinasyonu etkili bir yöntemdir.

Anahtar Sözcükler: Femur kırıkları; kırık fiksasyonu, internal/yöntem; kırık iyileşmesi; diz yaralanmaları; tibia kırıkları.

BACKGROUND

We evaluated the efficiency of treatment of comminuted intraarticular fractures of the knee, involving direct reduction and rigid fixation for articular components, and indirect reduction and biological fixation for metaphyseal-diaphyseal components.

METHODS

Twelve patients (9 males, 3 females; mean age 46 years; range 22 to 71 years) with distal femoral (n=6) and proximal tibial (n=6) intraarticular fractures were included. There were seven closed and five open fractures. Intraarticular fractures were fixed directly through a lateral parapatellar incision; while comminuted metaphyseal-diaphyseal fractures were indirectly reduced and internally fixed with biological fixation methods. The patients were evaluated clinically and radiographically. Intraarticular bone and soft tissue changes were evaluated by conventional and three-dimensional computed tomography. The results were assessed according to the HSS (Hospital for Special Surgery) criteria. The mean follow-up was 43 months (range 15 to 78 months).

RESULTS

All fractures healed without any refractures, implant failures, or infections. The mean time to full weight-bearing was 25.5 weeks for tibial, and 24 weeks for femoral fractures. Leg length discrepancy occurred in all the patients with femoral fractures (1-2 cm), and in two patients with tibial fractures (1 cm). One patient with a femoral fracture had a valgus deformity of 10 degrees. According to the HSS criteria, the results were good in five cases, and moderate in one case for tibial fractures; good in one case, moderate in four cases, and poor in one case for femoral fractures. Tomographic evaluations showed articular congruity in all the cases without any signs of loose bodies.

CONCLUSION

Combination of indirect and direct reduction techniques is an effective method for the treatment of comminuted intraarticular knee fractures.

Key Words: Femoral fractures; fracture fixation, internal/methods; fracture healing; knee injuries; tibial fractures.

¹SSK Tepecik Eğitim Hastanesi
2. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği; ²SSK Tire Hastanesi
Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir.

¹Department of Orthopedics and Traumatology (2nd),
SSK Tepecik Training Hospital; ²Department of Orthopedics and
Traumatology, SSK Tire Hospital, both in İzmir, Turkey.

İletişim (Correspondence): Dr. Önder Kalenderer. 1843/2 Sok., (fiehit Yüzbaşı) Hüseyin Olgun Sok., No: 67/70, 35530 Karşıyaka, İzmir, Turkey.
Tel: +90 - 232 - 372 02 84 Faks (Fax): +90 - 232 - 433 07 56 e-posta (e-mail): okalenderer@yahoo.com

Diz eklemi içine alan parçalı femur distal ve tibia proksimal bölge kırıkları, yumuşak doku hasarının şiddetli olduğu yüksek enerjili travmalarla meydana gelir. Bu tür kırıklarda, genellikle geleneksel tedavi yöntemlerinde kemik greftlerinin kullanılması önerilmektedir. Greft kullanılmayan çalışmalarda, kaynama gecikmesi, psödoartroz, redüksiyon kaybı ve implant yetmezliği gibi komplikasyonların geliştiği belirtilmektedir.^[1-4]

Biyolojik fiksasyon, kırık hattının sınırlı kesiden açılarak, cerrahi işlem sırasında kemiğin kan dolaşımının korunması ve küçük kemik fragmanlarının canlılığının sürdürülmesi sağlanarak, kırık iyileşmesinin daha kısa sürede yoğun kallus ile gerçekleşmesi prensibine dayanır.^[5,6] Özellikle yüksek enerjili travmalardaki sorunları çözmeye yönelik ve kırık iyileşmesinde yumuşak dokuları ön plana çıkaran bu felsefede kabul edilebilir redüksiyon temel kavramdır.^[7,8]

Bu çalışmada, diz eklemi içine uzanan femur distal ve tibia proksimal bölge parçalı kırıklarında, eklem içinin anatomik, metafizer ve/veya diafizer bölgenin indirekt redüksiyon ve biyolojik fiksasyon ile tedavi edildiği olgularda yöntemin tedavi etkinliği araştırıldı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif çalışmaya altısı femur, altısı tibia diz eklem içi parçalı kırığı olan 12 hasta (9 erkek, 3 kadın; ort. yaş 46; dağılım 22-71) alındı (Şekil 1a, 2a). Kırıkların oluş nedenleri, 11 olguda trafik kazası, bir olguda ise düşme idi. Sekiz olguda eşlik eden yaralanmalar ve başka kemik kırıkları vardı. Müller sınıflamasına göre, kırıkların üçü 33.C2, üçü 33.C3, altısı 41.C2 idi.^[9] Gustilo-Anderson sınıflamasına göre, dört olgu tip II, bir olguda tip III-A açık kırık vardı.^[10]

Femur distal uç kırıklı olgularda tüberositas tibianın, tibia proksimal kırıklı olgularda ise kalkaneustan iskelet traksiyonu uygulandı. Açık kırıklarda debridman, irigasyon ve primer dikişi takiben profilaktik üçlü antibiyotik tedavisi (sefazolin, netilmisin ve metronidazol), tetanos ve gazlı kangren profilaksisi yapıldı.

Ameliyat radyolüsent ameliyat masasında, sırtüstü pozisyonda yapıldı. Genel anestezi altında, diz eklemine lateral parapatellar kesi ile ulaşıldı. Kırığın eklem içi parçasının direkt redüksiyonu ile tam anatomik bütünlük sağlandı. Ardından pe-

riost üzerinden femur kırıklarında genelde kondiller plak distalden proksimale; tibia kırıklarında ise may plak proksimalden distale doğru ilerletildi. Eklem anatomik redüksiyonunu takiben, skopi kontrolünde traksiyon ve ligamentotaksis etkisi ile metafiz ve/veya diafiz bölgesinin indirekt redüksiyonu yapıldı; ardından femur kırıklarında plak proksimalinden, tibia kırıklarında ise distalden yapılan sınırlı kesiden perkütan olarak gönderilen vidalarla tespit sağlandı. Plak tespitinde proksimal ve distalde en az dört adet vida kullanıldı. Hiçbir olguda greft kullanılmadı. Redüksiyon ameliyat sonunda klinik ve radyolojik olarak değerlendirildi (Şekil 1b, 2b).^[8]

Kapalı kırıklara üç gün, açık kırıklara yedi gün süreyle antibiyotik tedavisi uygulandı. Olgulara uzun bacak alçı ateli yapıldı. Ameliyattan sonra beşinci günden itibaren, gün içinde beş kez olmak üzere alçı ateli çıkarılarak pasif diz hareketlerine ve aktif izometrik kuadriseps egzersizlerine başlandı. Üçüncü haftadan itibaren aktif diz hareketlerine geçildi. Radyografik olarak kallus oluşumu görüldüğünde kısmi yüklenmeye, üç planda kallus oluşumu görüldükten sonra ise tam yüklenmeye izin verildi. Radyografik olarak üç planda kallus köprüsünün görülmesi kemik kaynaması; hastanın ağrısız tam yüklenmesi klinik iyileşme olarak kabul edildi.^[11] Olguların son kontrollerinde klinik ve radyografik değerlendirilmeleri yapıldı. Klinik olarak şikayetlerinin olup olmadığı belirlendi. Diz hareket genişliği, malpozisyon varlığı ve kısalık miktarı sağlam ekstremiteler ile karşılaştırılarak belirlendi. Radyografik olarak angüler deformiteler; ayrıca konvansiyonel ve üç boyutlu bilgisayarlı tomografi (BT) ile diz eklemde eklem içi kemik ve yumuşak doku değişiklikleri araştırıldı. Sonuçlar, HSS (Hospital for Special Surgery) ölçütlerine göre değerlendirildi (Tablo 1).^[12] Ortalama izlem süresi 43 ay (dağılım 15-78 ay) idi.

BULGULAR

Olguların hastaneye yatırıldıktan sonra ameliyata alınma süreleri, femur kırıklarında ortalama 8.5 gün (dağılım 5-13 gün), tibia kırıklarında ise 6.1 gün (dağılım 1-17 gün) idi. Ortalama ameliyat süresi, femur kırıklarında 135 dakika (dağılım 120-150 dakika), tibia kırıklarında ise 95 dakika (dağılım 80-120 dakika) idi. Ameliyat sırasında ortalama 1.5 ünite (1-3 ünite) kan transfüzyonu yapıldı.

Tüm olgularda kaynama sağlandı (Şekil 1c, 2c). Kısmi yüklenme süresi tibia kırıklarında 18.5 hafta (dağılım 12-24 hafta), femur kırıklarında 16.5 hafta (dağılım 12-24 hafta); tam yüklenme süresi tibia kırıklarında 25.5 hafta (dağılım 20-30 hafta), femur kırıklarında ise 24 hafta (dağılım 16-32 hafta) bulundu. Hiçbir olguda enfeksiyon, kırığın tekrarlaması ve/veya tespit yetersizliği görülmedi. Son kontrollerde, femur kırıklı olguların tümünde 1-2 cm arası; tibia kırıklı iki olguda 1 cm kısalık ölçüldü. Femur kırıklı üç olguda diz hareket genişliği 90 derecenin altında idi. Femur kırıklı bir olguda 10 derece valgus deformitesi gelişti. Femur kırıklı bir olguda varus deformitesi ve kondillerde medialisasyon izlendi (Şekil 2c).

Konvansiyonel ve üç boyutlu BT incelemelerinde, tüm olgularda diz eklem yüzünün düzgün olduğu, eklem içinde serbest fragman olmadığı ve yer

yer kemiklerde osteoporoz olduğu belirlendi (Şekil 1d, 2d). Dört olguda osteofit, bir olguda diz eklem aralığında lateralde daralma ve medialde vakum fenomeni, bir olguda femur medial kondilinde skleroz, bir olguda da tibia lateral platosunda çökme ve patellada laterale deplasman saptandı.

Hospital for Special Surgery ölçütlerine göre sonuçlar, tibia kırıklarında beş olguda iyi, bir olguda orta; femur kırıklarında ise bir olguda iyi, dört olguda orta, bir olguda kötü olarak değerlendirildi.

TARTIŞMA

Diz eklemine içine alan parçalı femur distal ve tibia proksimal metafizer ve/veya diafizer bölge kırıkları, yüksek enerjili travmalarla meydana gelen, yumuşak doku hasarının yoğun olduğu ve sıklıkla ek patolojilerin eşlik ettiği yaralanmalar-

Tablo 1. Hospital for Special Surgery (HSS) değerlendirme sistemi (Tam skor 100)

Ağrı	30	Ekstansiyon kısıtlılığı	
Hiçbir zaman ağrı yok	30	5 derece	-2
Yürürken ağrı yok	15	10 derece	-3
Yürürken hafif ağrı olması	10	15 derece	-5
Yürürken orta şiddette ağrı olması	5	Koltuk değneği	
Yürürken şiddetli ağrı olması	0	Bir baston	-1
Dinlenirken ağrı yok	15	Bir koltuk değneği	-2
Dinlenirken hafif ağrı olması	10	İki koltuk değneği	-3
Dinlenirken orta şiddette ağrı olması	5	Fonksiyon	32
Dinlenirken şiddetli ağrı olması	0	Yürüme	
Diz	38	Sınırsız yürüme ve ayakta durma	12
Hareket genişliği	18	5-10 blok yürüme mesafesi ve yarım saatten az ayakta durma	10
Her 8 derece için 1 puan		1-5 blok yürüme mesafesi ve yarım saate kadar ayakta durma	8
İnstabilite		1 bloktan az yürüme	4
Yok	10	Yürüyememe	0
Hafif (0-5 derece)	8	Merdivenler	
Orta (6-15 derece)	5	Merdivenleri çıkmak	5
Ağır (16 derece veya üstü)	0	Merdivenleri destekle çıkmak	2
Fleksiyon kontraktürü		Transfer	
Yok	10	Aktif transfer yapmak	5
Çok az	8	Destek ile aktif transfer yapmak	2
5-10 derece	5	Kas gücü	
11 dereceden fazla	0	Mükemmel	10
Dizilim		İyi	8
Her 5 derece varus veya valgus	-1	Orta	4
		Kötü	0

dır. Bu tür kırıkların geleneksel yöntemler ile direkt anatomik redüksiyonunda, kaynama gecikmesi, kaynamama, psödoartroz, redüksiyon kaybı veya implant yetersizliği gibi komplikasyonlar sık görülmektedir.^[1-4] Bu tür kırıkların açık redüksiyon ve rijid internal fiksasyon ile tedavisinde kemik greftlerinin kullanılması gerektiği özellikle vurgulanmaktadır.^[1-4]

Proksimal tibia kırıklarının tedavisinde, titiz yumuşak doku diseksiyonu, sınırlı yumuşak doku sıyırması, indirekt redüksiyon ve stabil fiksasyon

şeklinde tanımlanan biyolojik prensipler ilk kez 1989 yılında ileri sürülmüştür.^[13] Farouk ve ark.^[14] kadavra çalışmasında, suprakondiler femur kırıklarında lateral kesiyle yapılan klasik plaklamalarda femoral perforan ve nutrisyen arterlerin zedelendiğini, periosteal ve medüller dolaşımın azaldığını göstermişlerdir.

Yumuşak doku hasarının fazla olduğu yüksek enerjili kırıkların tedavisinde biyolojik yaklaşımın, sık izlenen geç kaynama, kaynamama, enfeksiyon ve yeniden kırık oluşması gibi kompli-



Şekil 1. Yirmi iki yaşındaki hastanın 41.C2 tipi kırığının (a) ameliyat öncesi, (b) ameliyat sonrası birinci gün ve (c) beşinci aydaki radyografik görüntüleri. (d) Aynı hastaya ait ameliyattan bir yıl sonraki tomografik görüntü.

kasyonlarda belirgin derecede azalmaya neden olduğu bildirilmiştir.^[15-20] Çalışmamızda, hiçbir olguda enfeksiyon, kaynamama, yeniden kırık oluşması ve implant yetersizliği gibi komplikasyonlarla karşılaşılması da bu görüşleri desteklemektedir.

Geleneksel yöntemler ile açık redüksiyon ve rijid internal tespit uygulanarak tedavi edilen, özellikle medial parçalanma ya da kemik kaybının fazla olduğu kırıklarda ameliyat sonrası komplikasyon ve greftleme ihtiyacında artış dik-

kat çekmektedir.^[1,2,4] İndirekt redüksiyon ve biyolojik fiksasyon uygulanan olgularımızda greft kullanılmamıştır. Krettek ve ark.^[15,19,20] da biyolojik prensiplere uygun davranıldığında greft kullanmadıklarını ve komplikasyon ile karşılaşmadıklarını bildirmişlerdir.

Krettek ve ark.^[20] sekiz olguluk çalışmalarında, iki olguda 15 derecenin üzerinde rotasyonel deformite, iki olguda 1 cm'den fazla uzunluk farkı saptamışlardır. Çalışmamızda, HSS ölçütlerine göre, tibia kırıklarında beş olguda iyi, bir olguda orta; fe-



Şekil 2. Kırk dört yaşındaki hastanın 33.C3 tipi kırığının (a) ameliyat öncesi, (b) ameliyat sonrası birinci gün ve (c) 40. aydaki radyografik görüntüleri. (d) Aynı hastaya ait ameliyattan 40 ay sonraki tomografik görüntü.

mur kırıklarında ise bir olguda iyi, dört olguda orta, bir olguda kötü sonuç alındı. Geleneksel yöntemle tedavi edilmiş suprakondiler femur kırıklarında %5.7-6.6 oranlarında enfeksiyon bildirilmesine karşın, biyolojik yöntemle tedavi uygulanan çalışmalarda ve kendi çalışmamızda hiçbir olguda enfeksiyona rastlanmadı.^[2,4,16,17,20,21]

Rutin radyolojik inceleme dışında, tüm olgular da konvansiyonel ve üç boyutlu tomografik inceleme yapılarak diz eklemi daha ayrıntılı değerlendirildi. Hareket kısıtlılığı gözlenen olgularda bu durumu açıklayacak osseöz bir patolojinin belirlenmesine çalışıldı. Olguların hiçbirinde eklem içinde serbest fragman görülmedi. Tüm kırıklarda eklem yüzünün düzgün, fakat yer yer osteoporotik olduğu; bazı olgularda osteofitlerin olduğu gözlemlendi. Bir olguda diz eklem aralığında lateralde daralma ve medialde vakum fenomeni görüldü; bu olguda sonuç orta düzeydeydi. Bir olguda femur medial kondilinde skleroz saptandı; bu olguda da orta düzeyde sonuç alındı. Tibia kırıklı bir olgunun tomografik incelemesinde ise tibia lateral platosunda çökme ve patellada laterale deplasman saptandı. Bu olguda sonuç iyi bulundu. Çalışmamızda, konvansiyonel ve üç boyutlu tomografik inceleme yöntemlerinin, eklem yüzünün ve serbest kemik fragmanlarının araştırılmasında önemli olmalarına karşın, hastaların klinik sonuçlarına paralel bulgular vermediği görüldü. Bu nedenle, yumuşak doku hasarlarının değerlendirilmesinde daha özgül bir inceleme yöntemi olan manyetik rezonans görüntüleme, eklem sertliği gibi komplikasyonların nedenlerinin belirlenmesinde daha etkili olabilir. Klinik olarak kötü sonuç alınan kırıklarda tomografik olarak görünüm normal olabilmektedir. Bu durum, diz eklemine içine alan parçalı tibia proksimal ve femur distal bölge kırıklarının ne kadar yüksek enerjili travmalarla oluştuğunu, kırık dışında yumuşak dokularda da çok ağır hasarlar meydana geldiğini; bu nedenle de, bu bölge kırıklarının tedavisinde biyolojik tedavi şekli olan indirekt redüksiyon ve biyolojik fiksasyon yönteminin ne kadar önemli bir tedavi şekli olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, eklem içi parçalı femur distal veya tibia proksimal bölge kırıklarında, eklem içinin biyolojik prensiplere uygun olarak direkt anatomik redüksiyonunu takiben parçalı metafiz ve/veya diafiz bölgesinin indirekt plaklama yöntemiyle tedavisi iyi bir seçenek olarak görünmektedir.

KAYNAKLAR

1. Giles JB, DeLee JC, Heckman JD, Keever JE. Supracondylar-intercondylar fractures of the femur treated with a supracondylar plate and lag screw. *J Bone Joint Surg [Am]* 1982;64:864-70.
2. Mize RD, Bucholz RW, Grogan DP. Surgical treatment of displaced, comminuted fractures of the distal end of the femur. *J Bone Joint Surg [Am]* 1982;64:871-9.
3. Sanders R, Regazzoni P, Ruedi TP. Treatment of supracondylar-intracondylar fractures of the femur using the dynamic condylar screw. *J Orthop Trauma* 1989;3:214-22.
4. Siliski JM, Mahring M, Hofer HP. Supracondylar-intercondylar fractures of the femur. Treatment by internal fixation. *J Bone Joint Surg [Am]* 1989;71:95-104.
5. Perren S, Ganz R. Biological internal fixation of fractures: the balance between biology and mechanics. In: Kenwright J, Dupare J, Fulford P, editors. *European Instructional Course Lectures. Vol. 3*, London: The British Editorial Society of Bone and Joint Surgery; 1997. p. 161-3.
6. Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg [Br]* 2002;84:1093-110.
7. Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA. Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury* 1998;29 Suppl 3:C3-6.
8. Krettek C, Miclau T, Grun O, Schandelmaier P, Tscherne H. Intraoperative control of axes, rotation and length in femoral and tibial fractures. Technical note. *Injury* 1998;29 Suppl 3:C29-39.
9. Müller ME. The comprehensive classification of fractures of long bones. In: Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H, editors. *Manual of internal fixation*. 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag; 1991. p. 118-50.
10. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg [Am]* 1976;58:453-8.
11. Stans AA, Morrissy RT, Renwick SE. Femoral shaft fracture treatment in patients age 6 to 16 years. *J Pediatr Orthop* 1999;19:222-8.
12. Bach CM, Nogler M, Steingruber IE, Ogon M, Wimmer C, Gobel G, et al. Scoring systems in total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2002;(399):184-96.
13. Stover M. Distal femoral fractures: current treatment, results and problems. *Injury* 2001;32 Suppl 3:SC3-13.
14. Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tscherne H. Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study. *Injury* 1997;28 Suppl 1:A7-12.
15. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tscherne H. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury* 1997;28 Suppl 1:A20-30.
16. Johnson EE. Combined direct and indirect reduction of comminuted four-part intraarticular T-type fractures of the distal femur. *Clin Orthop* 1988;(231):154-62.

17. Ostrum RF, Geel C. Indirect reduction and internal fixation of supracondylar femur fractures without bone graft. *J Orthop Trauma* 1995;9:278-84.
18. Shewring DJ, Meggitt BF. Fractures of the distal femur treated with the AO dynamic condylar screw. *J Bone Joint Surg [Br]* 1992;74:122-5.
19. Krettek C, Gerich T, Miclau T. A minimally invasive medial approach for proximal tibial fractures. *Injury* 2001;32 Suppl 1:SA4-13.
20. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Bertram R, Holmes W, Tschern H. Transarticular joint reconstruction and indirect plate osteosynthesis for complex distal supracondylar femoral fractures. *Injury* 1997;28 Suppl 1: A31-41.
21. Agus H, Reisoglu A, Zincircioglu G, Eryanilmaz G. Treatment of intraarticular comminuted supracondylar femoral fractures by indirect plate osteosynthesis. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36:384-9.