

Femur distal bölge eklem içi açık kırıklarının Ilizarov sirküler eksternal fiksatorü ile tedavisi

A.Sabri Ateşalp (*), Mahmut Kömürcü (*), Bahtiyar Demiralp (*), Mustafa Kürklü (**), Ersin Taştan (*)

Özet

Femur distali eklem içi açık kırıklarının tedavisi, ortopedistler için tedavisi zor olan kırık tiplerindedir. Ocak 1996 ile Aralık 2000 tarihleri arasında Gülhane Askeri Tıp Akademisi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Kliniğinde, femur distali eklem içi açık kırığı olan 34 hasta sirküler eksternal fiksator ile tedavi edildi. Gustilo-Anderson sınıflamasına göre; 10 hasta (%29.4) Tip II, 14 hasta (%41.1) Tip IIIA, sekiz hasta (%23.6) Tip IIIB ve iki hasta (%5.9) Tip IIIC idi. Olguları ortalama takip süremiz, 49.4 (29-72) ay idi. Radyolojik olarak gözle görülür kallus oluşumunun ardından, eksternal fiksatorler, ortalama 19.9 (15-33) haftada çıkarıldı. Tüm hastalarda kaynama elde edildi. Femur distali eklem içi açık kırıklarının tedavisinde; sirküler eksternal fiksator sistemi, kırık hematomunun ve periosteal yapının korunması, operasyon esnasında minimal kan kaybına neden olması, operasyon süresinin kısalığı, erken diz hareketinin verilebilmesi ve rijid stabilizasyon nedeni ile ekstremitelere yük verilebilmesine olanak tanimasından dolayı, tercih edilebilecek bir yöntemdir.

Anahtar kelimeler: Eklem içi kırıklar, eksternal fiksasyon, Ilizarov, açık kırıklar

Summary

Treatment of distal femoral intraarticular open fractures using Ilizarov external fixation

Distal femur intraarticular open fractures are among the most difficult ones to treat

for orthopedists. Thirty-four patients with distal femur intraarticular open fractures were treated by circular external fixator at the Department of Orthopedics and Traumatology of Gülhane Military Medical Academy between January 1996 and December 2000. According to the classification of Gustilo-Anderson, 10 patients (29.4%) were Type II, 14 (41.1%) were Type IIIA, eight (23.6%) were Type IIIB, and two (5.9%) were Type IIIC. Our average follow up period was 49.4 (29-72) months. External fixators were removed after an average of 19.9 (15-33) weeks following radiological callus formation. Union was achieved in all cases. Circular external fixator protects the fracture hematoma and periosteal supply, results in minimal blood loss during operation, shortens the period of operation, enables early knee movement and weight bearing by providing sufficient stabilization, and thus, is a method of choice in the treatment of distal femur intraarticular open fractures.

Key words: Intraarticular fractures, external fixation, Ilizarov, open fractures

Giriş

Distal femur içi açık kırıklar, ortopedide tedavisi zor olan kırıklar arasında yerini almıştır. Kırık hattının diz eklemine uzanması redüksiyonu güçleştirirken, stabil fiksasyon sağlamada ve iyi fonksiyonel sonuçlar elde etmede zorluklara neden olmaktadır. Özellikle açık parçalı kırıklarda redüksiyon sağlanması ve korunmasındaki zorluklar, bu bölge kırıklarının tedavi sonuçlarının istenilen düzeye gelmesine engel olmaktadır (1,2).

Distal femur eklem içi kırıklarının tedavisinde; konservatif tedavi yöntemleri (alçı, iskelet traksiyonu), açık redüksiyon internal fiksasyon yöntemleri (dinamik

kondüler plak, kondüler buttress plak, 95-dereceli plak, intramedüller çivi, gergi bandı, kanüle vida) ve özellikle açık parçalı kırıklarda eksternal fiksator (EF) yöntemleri kullanılmaktadır (1-9). "Association for the Study of Internal Fixation" (AO/ASIF) sınıflama sistemine göre Tip C2 ve C3 kırıkların tedavisinde EF kullanılması tercih edilmektedir. Tip C2 ve C3 kırıklara çoğunlukla eşlik eden yumuşak doku defektleri ve kirli yaralar, açık redüksiyon internal fiksasyon (ARİF) yöntemleri için infeksiyon açısından önemli sorun oluşturur (1).

Bu çalışmada, skopi kontrolü ile anatomik redüksiyon sağlayarak Ilizarov sirküler eksternal fiksatorü (CEF) ile tedavi ettiğimiz femur distal uç açık eklem içi kırıklı olgular sunularak, bu tedavi yöntemi ile ilgili güncel bilgiler tartışılmıştır.

Gereç ve Yöntem

GATA Ortopedi ve Travmatoloji AD'nda, Ocak 1996 ile Aralık 2000 tarihleri arasında femur distali açık eklem içi kırığı olan 34 olgu tedavi edildi. Olgularımızın 28'i erkek, altısı kadın idi. Yaş ortalaması, 24.2 (14-41) yıl idi. Etiyolojik neden, olguların 20'sinde ateşli silah yaralanması, 10'unda trafik kazası ve dördünde yüksekten düşme idi. Gustilo-Anderson sınıflandırmasına göre, kırıklar 10 hastada Tip II, 14'ünde Tip IIIA, sekizinde Tip IIIB ve ikisinde Tip IIIC idi. AO/ASIF sınıflama sistemine göre olguların 22'si Tip C2 ve 12'si Tip C3 ile uyumluuydu (Tablo I).

Olguların hepsi ilk altı-sekiz saat

* GATA Ortopedi ve Travmatoloji AD

**600 Yt. Ankara Mevki Asker Hastanesi

Ayrı basım isteği: Dr. Sabri Ateşalp, GATA Ortopedi ve Travm. AD, Etlik-06018, Ankara

E-mail: asatesalp@yahoo.com

Makalenin geliş tarihi: 18.02.2005

Kabul edilme tarihi: 21.03.2005

Tablo I. Olguların özellikleri, takip ve komplikasyonlar

Olgu		AO/ASIF		Gustilo Anderson	Kaynama periyodu (Hafta)		Takip periyodu (Ay)		Ekstremitte eşitsizliği		Enfeksiyon	
A	B	A	B	A/B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	2	C2	C2	II	15	16	29	55				
3	4	C3	C3	IIIA	21	33	42	45			P	D
5	6	C2	C2	IIIB	15	16	48	39			P	
7	8	C2	C3	II	16	21	37	50				P
9	10	C2	C2	IIIA	18	20	32	34				D
11	12	C2	C2	IIIB	16	23	31	47	-0.5	-1.0	P	
13	14	C2	C2	IIIB	17	20	33	36	+0.7			
15	16	C3	C2	IIIA	19	19	60	72				P
17	18	C3	C3	IIIB	21	23	57	62		-1.5		P
19	20	C3	C3	IIIC	31	17	62	31	-1.7		D	
21	22	C3	C3	IIIA	16	23	57	55			P	P
23	24	C3	C2	IIIA	20	17	74	64				P
25	26	C2	C2	II	23	18	30	48			P	
27	28	C2	C3	II	20	21	47	67				P
29	30	C2	C2	IIIA	21	21	51	51				
31	32	C2	C2	IIIA	23	20	59	30			P	
33	34	C2	C2	II	20	19	51	31				

AO/ASIF: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Association for the Study of Internal Fixation

D: Derin enfeksiyon

P: Pin yolu enfeksiyonu

A ve B: Olguları iki sütun halinde göstermek için kullanılmıştır

içerisinde getirilmişti. Birinci kuşak sefalosporin intravenöz olarak (2x1 gr) başlandı ve yedi gün kullanıldı. Tip III açık kırık olan, periferik nabız alınamayan ve açık kırık bölgesinden kanaması devam eden beş hastaya, anjiyografi yapıldı. Anjiyografisinde majör vasküler yaralanması olan bir olguya (Tip IIIC), safen ven grefti kullanılarak, popliteal arter ve ven tamiri yapıldı. Olgularımıza, genel anestezi altında acil yara yıkanması, canlılığını kaybetmiş yumuşak dokuların eksizyonu, debridman, beslenme problemi olan küçük kemik parçacıklarının çıkartılması işlemi ve yumuşak doku onarımı uygulandı. Hastalar başvurduğu andan itibaren, ortalama 24 (8-48) saat içinde opere edildiler.

Aynı seansta tüm hastalara CEF ve Tip II-Tip IIIA kırığı olan olgulara, primer yara kapatılması, Tip IIIB kırığı olan altı olguya primer kapama ve cilt grefti ameliyatı uygulandı. Tip IIIB'li iki olguda, canlılığı şüpheli olan dokular korundu ve debridman 24 saat sonra tekrarlandı. Femoral arkın distalinden ve proksimalinden, birer adet 220x6 mm'lik şanz çivisi uygun olarak geçilip, tekli şanz tutucular ile femoral arka tespit edildi. Kırık bölgesindeki fragmanların redüksiyonu ve hastalara debridmandan 72 saat sonra primer gecikmiş kapama uygulandı. Tüm hastalara hemovak diren uygulandı

ve 48 saat sonra çıkarıldı.

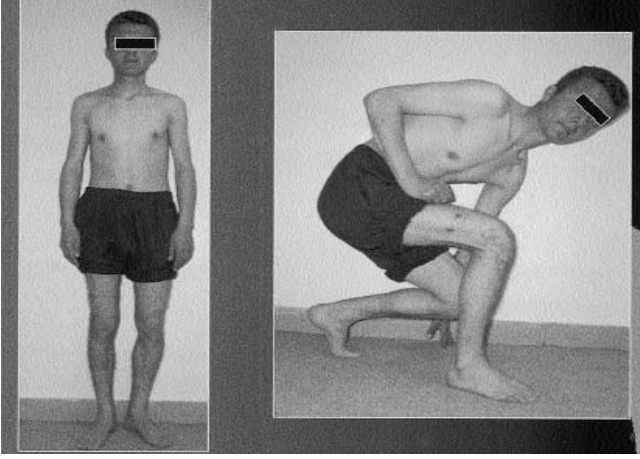
Hastalara, üç seviyeli CEF frame'i uygulandı. Anstabil ve parçalı tibia kırığı olan yedi hastada, bir halka daha eklendi. Femur kondüleri bölgeye bir adet tam halka, kırık hattının 5-7 cm üzerine bir adet 5/8'lik halka ve bu halkanın 9-10 cm üzerine bir adet femoral ark kullanılarak frame kuruldu. Kondüleri bölgede her iki kondülü tutacak şekilde, 45-60 derecelik açılarla iki adet 1.8 mm'lik stoplu K telleri oblik, bir adet 1.8 mm'lik K teli ise transvers olarak geçildi. Suprakondüleri bölgedeki büyük kırık fragmanları, iki adet stoplu K teli ile tutularak bayraklı yardımı ile distal halkaya tespit edildi. Ligamentotaksis yöntemi kullanılarak, skopi kontrolü ile redüksiyon sağlandı. Beş/8'lik halkadan iki tane 1.8 mm'lik K teli medial ve lateral oblik ve eklem yüzeyinin düzgünlüğü, skopi ile kontrol edildi. Kırığın stabilizasyonu kırık hattına uygulanan multipl pinlerle sağlanamayan (eklem içi çok parçalı kırık) tip IIIB'li dört olguda ve damar tamiri yapılan Tip IIIC'li iki olguda, tibia proksimaline bir tam halka konularak iki adet kırşner teli ve bir adet 5x200 mm'lik şanz yardımı ile tespit sağlandı. Tibiaya konulan bu halka, fibröz kal oluşumunu takiben (yaklaşık üç hafta) çıkarılarak, erken diz hareketlerine başlandı. Diğer 28 olguda ise erken pasif diz hareketlerine, ameliyat sonrası dördüncü

günde başlandı. Şekil 1'de 19 no.lu olgunun; ameliyat öncesi, ameliyat sonrası erken dönem ve cihaz çıktıktan sonraki radyografileri ile klinik görünümü izlenmektedir.

Ameliyattan sonra diz eklemi serbest bırakılan hastalara dört hafta yük verilmedi. Dördüncü ve altıncı haftalarda iki koltuk değneği ile kısmi yük verildi. Altıncı ve sekizinci haftalarda tek koltuk değneği kullanıldı. Sekizinci haftadan sonra hastalar, koltuk değneksiz yürütüldü. Tibia proksimaline tek seviye konularak diz eklemi tespit edilen yedi hastaya, üçüncü günde kısmi yük verildi. Tibia halkası dördüncü haftada çıkarılarak, dördüncü ve altıncı haftalarda iki koltuk değneği ile kısmi yük verildi. Altıncı ve sekizinci haftalarda tek koltuk değneği kullanıldı. Sekizinci haftadan sonra hastalar, koltuk değneksiz yürütüldü. Olguların değerlendirilmesinde, Neer ve ark.nın anatomik ve fonksiyonel değerlendirme kriterleri kullanıldı (10). Kırık kaynamasının takibi, 30 günde bir çekilen direkt grafilerle yapıldı.

Bulgular

Olgularda ortalama takip süresi 49.4 (23-72) ay idi. Olguların hepsinde kaynama sağlandı. Hastaların eksternal fiksatorleri, radyolojik olarak kallus oluşumunun sağlanması ile ortalama 19.9 (15-33) haf-



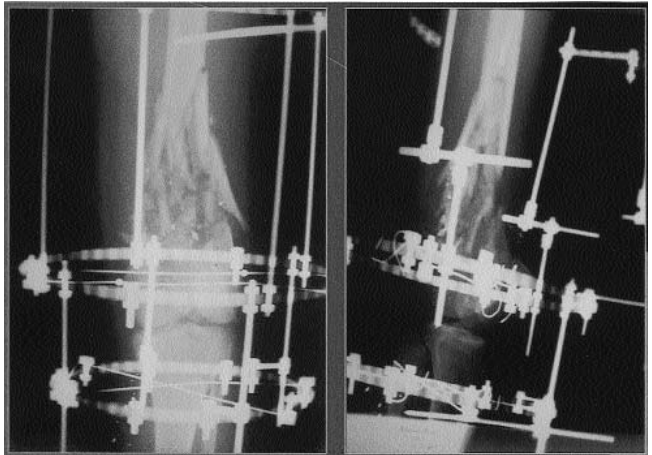
Şekil 1. Ondokuz no.lu olgu A) Ameliyat öncesi direkt grafi



Şekil 1. Ondokuz no.lu olgu B) Ameliyat sonrası direkt grafi



Şekil 1. Ondokuz no.lu olgu C) Cihaz çıkarıldıktan sonraki radyografiler



Şekil 1. Ondokuz no.lu olgu D) Klinik görüntüsü

tada çıkarıldı. Neer ve ark.nın kriterlerine göre (10), sekizi (%23.5) mükemmel, 16'sı (%47.1) iyi, altısı (%17.6) orta ve dördü (%11.8) kötü olarak değerlendirildi (Tablo II). Komplikasyon olarak üç olguda (%8.8) derin yumuşak doku enfeksiyonu, 12 olguda (%35.3) tel dibi enfeksiyonu, beş olguda (%14.7) ekstremitede eşitsizlik (-1.5/+0.7) ve iki olguda (%5.8) kaynama gecikmesi saptandı. Olgularda diz ekstansiyonu tamdı. Fleksiyon hareket aralığı ortalama 90 (80-100) derece idi. Olgularımızda tedavi sonrası angülasyon veya varus-valgus deformitesi görülmedi, nörolojik komplikasyon gelişmedi (Tablo I).

Derin yumuşak doku enfeksiyonu saptanan üç olguda, kültür antibiyograma uygun parenteral antibiyotik tedavisine başlandı. Kültür antibiyograma göre, metisiline dirençli Stafilokokkus aureus üreyen bir hastada 20 gün vankomisin, metisiline duyarlı Stafilokokkus aureus üreyen iki hastada 10 gün

sefazolin kullanıldı. Bu hastalara, aynı zamanda iki atmosfer basınç hiperbarik oksijen tedavisi (HBOT) 25 kür uygulandı. Oniki olguda karşılaşılan tel dibi enfeksiyonu, pansuman takibi ile tedavi edildi. İki cm kısa olan ekstremitte eşitsizliği için, herhangi bir müdahale yapılmadı. Kaynama gecikmesi olan iki hastada, çok parçalı kırık ile birlikte kemik ve yumuşak doku defekti mevcuttu. Yumuşak doku rekonstrüksiyonunu takiben psödoartroz bölgesine, dört ay sonra in situ greftleme uygulandı ve kaynama 32 haftada sağlandı.

Tablo II. Neer kriterlerine göre (10) elde edilen sonuçlar

Sonuçlar	Olgular [n (%)]
Mükemmel (>85 puan)	8 (%23.5)
İyi (70-85 puan)	16 (%47.1)
Orta (55-70 puan)	6 (%17.6)
Kötü (<55 puan)	4 (%11.8)

Tartışma

Femur distali açık eklem içi kırıkları, ortopedinin sorunlu kırıklarındandır. Bu bölgede, değişik tedavi seçenekleri mevcuttur. Konservatif tedavi yöntemleri (alçı, iskelet traksiyonu), açık redüksiyon internal fiksasyon yöntemleri (dinamik kondüler plak, kondüler buttress plak, 95-dereceli plak, intramedüller çivi, gergi bandı, kanüle vida) ve özellikle açık parçalı kırıklarda, unilateral EF ve CEF yöntemleri kullanılabilir (1,3,4,6,9).

Neer ve ark.nın 110 olguluk çalışmasında, femur distal uç kırıklarında konservatif tedavi yöntemi ile ARİF yöntemi karşılaştırılmıştır (10). Konservatif tedavi yöntemi %90 başarılı bulunurken, ARİF yöntemi %52 başarılı bulunmuştur. Schatzker ve ark.nın çalışmalarında ise, 72 olguda konservatif tedavi yönteminin başarısı %32, ARİF yönteminin başarısı ise %75 olarak bildirilmiştir (8). Femur distal uç kırıklarında cerrahi tedavi, 1970'lerden sonra tercih edilen yöntem olmuş-

tur.

Distal femur eklem içi kırıklarında, AO/ASIF sınıflamasına göre ARİF yöntemi, Tip A ile Tip B kırıklarda ve Tip C kırıklarının Y konfigürasyonunda tercih edilmelidir (9-11). Iannacone ve ark., kompleks distal femoral kırıklı 41 olguda, "genuec phalic (GSH) nail" tedavisini kullanmışlar ve vakaların dördünde (%9.7) kaynamama, beşinde (%12.2) kaynama gecikmesi ve dördünde (%9.7) implant kırılması ile karşılaşmışlardır (12). Gustilo ve ark., intramedüller çivi uyguladıkları Tip III kırıklı 15 hastanın beşinde (%33.5), derin yumuşak doku enfeksiyonu ile karşılaşmışlardır (13). ECF uyguladığımız üç (%8.8) olgumuzda, derin yumuşak doku enfeksiyonu ile karşılaştık. Kültür antibiyograma uygun antibiyotik tedavisi ve eş zamanlı HBOT tedavisi ile bu enfeksiyonlar kontrol altına alındı. Oniki olgumuzda görülen tel dibi enfeksiyonunda, pansuman takibi ile başarılı sonuçlar elde ettik. Sadece iki olgumuzda kaynama gecikmesi ile karşılaştık. Hiçbir olgumuzda cihaz yetersizliği görülmedi.

Femur distali eklem içi açık kırıklarının AO/ASIF sınıflandırmasına göre C2 ve C3 kırık tiplerinde, CEF yönteminin diğer yöntemlere göre önemli üstünlükleri vardır. En başta, CEF yöntemi minimal cerrahi girişimdir, ameliyat süresi kısadır, ameliyat esnasında kan kaybı azdır, kırık hematoma korunmaktadır, periosteal kan akımı korunmaktadır, mekanik olarak aksiyel-torsiyonel ve rotasyonel kuvvetlere karşı iyi bir stabilite sağlamaktadır, erken yük ve erken hareket vermek mümkündür ve ayrıca açık kırıklarda enfeksiyon riski azdır (Tablo III). Ameliyat esnasında sağlanamamış uygun redüksiyon veya takipler esnasında ortaya çıkabilecek rotasyonel, angüler deformiteler ve kısıklıklar, ameliyat sonrasında cihaz üzerinde yapılan modifikasyonlarla ek bir ameliyata gerek kalmadan düzeltilebilmektedir (14-17).

Olgularımızın tümünün redüksiyonları, kapalı Ilizarov yöntemine uygun olarak, stoplu K telleri ve ligamentotaksis yöntemi ile sağlanmıştır. Eklem içi kırığı olan olgularımızın anatomik redüksiyonunu sağlamak için skopiden yararlanıldı. CEF öncesi açık redüksiyon ve minimal internal tespit yöntemlerinden kaçınarak, kırık fragmanlarının yumuşak doku bağlantıları ve vasküler desteği korundu. Femur distali metafizial bölgenin Tip C1-2-3 kırıklarında, impaksiyona

Tablo III. Distal femur eklem içi kırıklarında tedavi yöntemlerinin karşılaştırılması

	Kemik kanlanmasının korunması	Stabilite	Erken yük verme	Erken diz hareketleri	Açık kırıklarda enfeksiyon riski	Ameliyat esnasındaki kan kaybı
ALÇI	+	-	-	-	-	-
ARİF	-	+	-	+	+	Var
İM	-	+	Parsiyel	+	+	Var
EF	+	Az	Parsiyel	+	-	Az
SEF	+	+	+	+	-	Az

ARİF: Açık redüksiyon internal fiksasyon

İM: İntramedüller çivi

EF: Eksternal fiksator

SEF: Sirküler eksternal fiksator

bağlı kısıklıklar oluşabilmektedir. Bu tip çok parçalı kırıklarda uygulanan ARİF yöntemlerinde, greftler uygulansa da, kırık fragmanlarında ligamentotaksis sağlanamamakta ve kısıklıklar devam etmektedir. CEF yönteminde, ligamentotaksis ile bu kısıklıklar distraksiyon yapılarak giderilebilmektedir. Tüm olgularımızda bu yöntem uygulanmış ve kısıklık, kabul edilebilir seviyeye indirilmiştir. Tip C kırıklarda, plak-vida ile tespit ameliyat esnasında sagittal planda oluşan deformiteler (7-10 derece) sabit kalmaktadır. CEF yönteminde ise ameliyat sonrası cihaz üzerinden istenilen düzlemde menteşe sistemler yardımı ile düzeltmeler yapılmaktadır. Tip C3 kırıklı bir olgumuzda, ameliyat sonrası saptanan 17 derecelik valgus deformitesi, ikinci günden itibaren cihaz üzerinde yapılan değişiklikler ile düzeltilmiştir. ARİF yönteminde, ameliyat yerinde oluşan derin enfeksiyonun tedavisi için, implantın çıkarılması gerekebilmektedir (18). Bunu takip eden ameliyatlarda ise, ekonomik kayıp ve sosyopsikolojik problemleri beraberinde getirmektedir. CEF tedavisinde enfeksiyon olduğunda ise cihazın çıkarılmasına gerek kalmamaktadır. Derin yumuşak doku enfeksiyonu gelişen üç olgumuz, cihaz çıkarılmadan tedavi edilmiştir. Femur distali eklem içi kırıklarında ARİF uygulanan olgularda, ameliyat sonrası radyografide kal dokusu görülmeden yük verilememektedir. CEF yönteminde, diz eklemi geçilerek tıbiya bir seviye konulmuşsa, ameliyatın dördüncü günü %20-30 yük verilerek hasta yürütülebilmektedir. Diz eklemi serbest bırakılmış ise, pasif diz hareketlerine ameliyat sonrası ikinci gün başlanılmaktadır. Dördüncü haftadan itibaren ise %20-30 yük verilerek, hasta yürütülmektedir.

Sonuç olarak; açık, çok parçalı ve Tip

C2 ve C3 femur distal uç eklem içi kırığı olan olgularda, mevcut kırık hematomu ve periosteal beslenmeyi mümkün olduğunca koruyan, ameliyat esnasında daha az kan kaybına neden olan, ameliyat süresini kısaltan, yeterli stabilizasyonu sağlayarak erken diz hareketine ve erken yük vermeye olanak sağlayan CEF cihaz ve yöntemi, tercih edilebilecek bir tedavi yöntemi olarak görünmektedir.

Kaynaklar

1. Arazi M, Memik R, Ogün TC, Yel M. Ilizarov external fixation for severely comminuted supracondylar and intercondylar fractures of the distal femur. J Bone Joint Surg 2001; 83-B: 663-667.
2. Hutson JJ Jr. Reconstruction of distal intercondylar femoral fractures with limited internal fixation and Ilizarov tensioned-wire external fixation. Tech Orthop 1996; 11: 182-195.
3. Green SA. The Ilizarov method. In: Browner BD, Jubiter JB, Levine AM, Trafton PG (eds). Skeletal Trauma: Fractures, Dislocation, Ligamentous Injuries. Vol 1. Philadelphia: WB Saunders, 1997: 661-701.
4. Henry SL, Seligson D. Management of supracondylar fractures of the femur with the GSH supracondylar nail: the percutaneous technique. Tech Orthop 1995; 9: 189-195.
5. Ilizarov GA. The Transosseous Osteosynthesis. Berlin: Springer-Verlag, 1992.
6. Koval KJ, Kummar FJ, Bharan S, et al. Distal femoral fixation: a laboratory comparison of the 95 degrees plate, antegrade and retrograde inserted reamed intramedullary nail. J Orthop Trauma 1996; 10: 378-388.
7. Michael WC, Christopher GF. Treatment of supracondylar nonunions of the femur with plate fixation and bone graft. J Bone Joint Surg 1999; 81-A: 1217-1228.
8. Schatzker J, Home G, Waddell J. The

- Toronto experience with the supracondylar fracture of the femur. *Injury* 1974; 6: 113-128.
9. Whittle AP. Fractures of distal femur. In: Cannale ST (ed). *Campbell's Operative Orthopaedics*. St Louis: Mosby Co, 1998: 2119-2136.
10. Neer CS II, Grantham SA, Shelton ML. Supracondylar fracture of the adult femur: a study of one hundred and ten cases. *J Bone Joint Surg* 1967; 49-A: 591-613.
11. David LH, Dean GL. Retrograde intramedullary nailing of supracondylar femoral fractures. *Clin Orthop* 1998; 350: 80-84.
12. Iannacone WM, Bennett FS, DeLong WG Jr, et al. Initial experience with treatment of supracondylar femoral fractures using the supracondylar intramedullary nail: a preliminary report. *J Orthop Trauma* 1994; 8: 322-331.
13. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of Type III open fractures. *J Trauma* 1984; 24: 742-746.
14. Bosse MJ, Sims S, Kellam JF. External fixation of supracondylar femur fractures in the multiple-trauma patients. *Tech Orthop* 1994; 9: 221-230.
15. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective prospective analysis. *J Bone Joint Surg* 1976; 58-A: 453-458.
16. Marsh JL, Jansen H, Yoong HK, Found EM. Supracondylar fracture of the femur treated by external fixation. *J Orthop Trauma* 1997; 11: 405-411.
17. John MS, Martin M, Peter H. Supracondylar-intercondylar fractures of the femur. *J Bone Joint Surg* 1989; 71-A: 95-104.