



Erişkin femur cisim kırıklarının intramedüller çivilerle tedavisi

Intramedullary nailing of adult femoral fractures

Oğuz DURAKBAŞA, Uğur HAKLAR, Hakan TUYGUN, Metin TÜRKMEN

Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Amaç: Erişkin femur cisim kırıklarının intramedüller çivilerle tedavi sonuçları değerlendirildi.

Çalışma planı: Kilitli intramedüller çivi ile osteosentez uygulanan 64 femur cisim kırığı (63 hasta; 15 kadın, 48 erkek; ort. yaş 29; dağılım 16-62) çalışmaya alındı. Kırıkların %83'ü kapalı, %17'si açık kırık idi. Winquist sınıflandırmasına göre, 16 olguda (%25) W0, 22 olguda (%34) W1, dokuz olguda (%14) W2, dokuz olguda (%14) W3, sekiz olguda (%13) W4 kırık vardı. Travma ile ameliyat arasında geçen süre ortalama 18 gün (dağılım 4-130 gün); hastanede kalış süresi ortalama 25 gün (dağılım 11-142 gün) idi. İntramedüller çivilerin ikisi kapalı (%3), 62'si açık (%97) yöntemle uygulandı; çivilemelerin dokuzu kiltsiz, 39'u dinamik, 16'sı statik idi. Açık teknikle ameliyat edilen hastaların 14'üne intramedüller çivileme sonrası grefonaj, sekizine serklaj, 10'una grefonaj ve serklaj, birine grefonaj ve vida ile tespit uygulandı. Sonuçlar Thoresen ve ark.nın ölçütlerine göre değerlendirildi. Hastalar ortalama 28 ay (dağılım 7-62 ay) süreyle izlendi.

Sonuçlar : Hastaların %80'inde iyi, %20'sinde kötü sonuç alındı. Gönderilen 20 proksimal kilitleme vidasının tamamı çivi deliklerinden geçerken, distale gönderilen 95 vidanın 23'ü (%24) delikleri tutmadı. Komplikasyonların dağılımı yüzeysel enfeksiyon (3 hasta), osteomyelit (4 hasta), trokanterik bursit (1 hasta), distal vida irritasyonu (4 hasta), heterotopik ossifikasyon (6 hasta), 1 cm'den fazla kısalık (8 hasta), 10 dereceden fazla rotasyon kusuru (2 hasta), çivi distalinin diz eklemine girmesi (2 hasta), distal vida deliklerinin açılması sırasında dril kırılması (2 hasta), diz hareket açıklığının 100 derecenin altında olması (6 hasta), kaynama gecikmesi (2 hasta) şeklindeydi.

Çıkanmlar: İntramedüller çivileme stabil ve instabil bütün femur cisim kırıklarında öncelikle tercih edilmelidir.

Anahtar sözcükler: Erişkin; kemik çivileri; femoral kırıklar/cerrahi/radyografi; femur/yaralanma/radyografi; kırık fiksasyonu, intramedüller/yöntem/enstrümantasyon; kırık, kapalı/cerrahi; kırık, açık/cerrahi.

Objectives: We evaluated the results of treatment of adult femoral fractures treated by intramedullary nails.

Methods: Sixty-two patients (15 females, 48 males; mean age 29 years; range 16 to 62 years) with 64 femoral fractures were treated by intramedullary nailing. Eighty-three percent of the fractures was closed and 17% was open. According to the Winquist (W) classification, there were 16 (25%) W0, 22 (34%) W1, nine (14%) W2, nine (14%) W3, and eight (13%) W4 fractures. The mean duration between trauma and surgery was 18 days (range 4 to 130 days), and the mean hospital stay was 25 days (range 11 to 142 days). Open and closed techniques were employed in 62 (97%) and two (3%) fractures, respectively. Nine fractures were unlocked; dynamic and static locking were performed in 39 and 16 fractures, respectively. In the open technique, secondary procedures involved grafting in 14 cases, cerclage in eight cases, grafting and cerclage in 10 cases, and grafting and screw fixation in one case. The results were assessed according to the criteria by Thoresen et al. The mean follow-up was 28 months (range 7 to 62 months).

Results: Fifty-one patients (80%) had satisfactory, 13 patients (20%) had poor outcome. All proximal locking screws (n=20) were successfully inserted, whereas 23 (24%) of 95 distal screws missed the nail holes. Complications included superficial infection (n=3), osteomyelitis (n=4), trochanteric bursitis (n=1), irritation of the skin by the distal screws (n=4), heterotopic ossification (n=6), shortening more than 1 cm (n=8), rotational malalignment greater than 10° (n=2), migration of the nail through the knee joint (n=2), drill breakage while preparing the distal holes (n=2), knee range of motion below 100° (n=6), and delayed union (n=2).

Conclusion: Intramedullary nailing should be the primary indication for stable and unstable femoral fractures.

Key words: Adult; bone nails; femoral fractures/surgery/radiography; femur/injuries/radiography; fracture fixation, intramedullary/methods/instrumentation; fractures, closed/surgery; fractures, open/surgery.

XVI. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi'nde sunulmuştur (3-7 Kasım 1999, Antalya).

Yazışma adresi: Dr. Oğuz Durakbaşa, Soyak Gökyüzü Konutları, C Blok, D: 45, Barbaros Mah., Başkan Sok., No: 5, 81150 Üsküdar - İstanbul.
Tel: 0216 - 414 45 02 / 1593 Faks: 0216 - 349 52 16 e-posta: odurakbasa@yahoo.com

Başvuru tarihi: 04.05.2001 **Kabul tarihi:** 18.04.2002

İntramedüller çivileme, femur cisim kırıklarının tedavisinde günümüzde en iyi yöntem olarak kabul edilmektedir. Kilitli intramedüller çivilerin kullanıma girmesiyle, küçük trokanterden adduktor tüberküle kadar çoğu femur kırığı bu tedavi endikasyonu içine girmiştir.^[1,2] Kilitli çiviler dinamik ve statik olmak üzere, medulla oyularak ya da oyulmadan uygulanabilir. Oyma işleminin daha stabil osteosentez sağladığı; ancak medüller dolaşımı bozduğu ve enfeksiyon riskini artırdığı kabul edilmektedir. İntramedüller çivileme açık ya da kapalı yöntemle yapılabilir. Kapalı yöntem teknik açıdan zordur; anatomik redüksiyon çoğu zaman sağlanamaz; hasta ve ameliyat ekibi radyasyona maruz kalır; ancak kırık hematomunun korunması ve enfeksiyon riskinin az olması nedeniyle daha çok tercih edilmektedir.^[3,4]

Bu çalışmada, erişkin dönem femur cisim kırıklarının intramedüller çivilerle tedavisinde distal vida gönderme güçlükleri, politravmalı hastalarda femur kırıklarının geciken tedavisinin sonuca olumsuz yönde etkisi, ameliyat sonrası dönemde ortaya çıkan komplikasyonlar ve bunların nasıl önlenebileceği değerlendirildi.

Hastalar ve yöntem

Çalışmaya 1992-1997 yılları arasında kilitli intramedüller çivi ile osteosentez uygulanıp takibi yapılan 64 femur cisim kırığı (63 hasta; 15 kadın, 48 erkek; ort. yaş 29; dağılım 16-62) alındı. Kırık nedenleri 32 hastada (%50) araç dışı trafik kazası, 19 hastada (%30) araç içi trafik kazası, beş hastada (%8) yüksekten düşme, dört hastada (%6) basit düşme, üç hastada (%5) ateşli silah yaralanması, bir hastada (%2) femur diafiz kırığına uygulanmış plak refraktürü idi.

Ameliyat öncesi dönemde hastaların hepsi tuberositas tibiadan geçirilen Steinmann teliyle, Braun ateli üzerinden iskelet traksiyonuna alındı. Açık kırığı olanlara yara debridmanı, serum fizyolojik ile yara irrigasyonu yapıldı; profilaktik amaçla tetanoz aşısı, tetanoz ve kangren serumu uygulandı; birinci kuşak sefalosporin veya kristalize penisilin, gentamisin ve anaerob etkili antibiyotik uygulamasına başlandı. Travma ile ameliyat arasında geçen süre ortalama 17.8 gün (dağılım 4-130 gün) idi. Açık kırığı olan hastalar, enfeksiyon riskini azaltmak için, travmadan 15-20 gün sonra ameliyata alındı. Kapalı kırığı olan hastaların ortalama ameliyata alınma süresi bir hafta idi. Hastanede kalışı süresi ortalama 25 gün (dağılım 11-142 gün) idi.

İntramedüller çivilerin ikisi kapalı (%3), 62'si açık (%97) yöntemle uygulandı. Kapalı teknik traksiyon masasında supin pozisyonda, açık teknik standart ameliyat masasında lateral dekubitus pozisyonunda uygulandı. Açık teknikte trokanter majör üzerinden lateral kesiyle girilerek fossa piriformisten kılavuz yardımıyla medullaya girilip kılavuz teli sokuldu. Kırık hattı üzerinden ayrı bir lateral kesiyle kırığa ulaşıldı. Kırığın proksimal ve distal ana fragmanı belirlendi. Parçalı kırıklarda ortadaki serbest fragmanlara dokunulmadı; yumuşak doku bağlantılarına zarar verilmeden, kılavuz tel proksimal ana fragmandan distal ana fragmana gönderildi. Antegrad fleksibl oyucularla femur medullası oyularak uygun boy ve çapta çivi çakıldı; kırığın tipine göre distal, proksimal ya da her iki taraftan kilitleme yapıldı. İntramedüller çivilerin dokuzu kilitsiz, 39'u dinamik, 16'sı statik olarak uygulandı. Açık teknikle ameliyat edilen hastaların 14'üne intramedüller çivileme sonrası grefonaj, sekizine serklaj, 10'una grefonaj ve serklaj, birine grefonaj ve vida ile tespit uygulandı.

Ameliyat sonrası dönemde, hasta oturmaya ya da ayağa kalkmaya başlayıncaya kadar günde 0.6 ml düşük molekül ağırlıklı heparin uygulandı. Politravmatize olgularda profilaksiye hasta yattığı günden itibaren başlandı. Birinci ay çekilen grafilerde kallus oluşumu görülenlere kısmi yük, sonraki aylık kontrollerde yeterli kallus köprüsü oluşana tam yük verildi.

Son kontrolde hastalar Thoresen ölçütlerine göre değerlendirildi (Tablo 1).^[2] Ortalama izlem süresi 28 ay (dağılım 7-62 ay) idi.

Sonuçlar

Kırığın yeri, tipi, ameliyat şekli, ek tekniklerin uygulanması, yük verilme süresi, hastaların son klinik ve radyolojik sonuçları değerlendirildi.

Kırık tipi Winkquist sınıflandırmasına göre belirlendi.^[5] On altı olgu (%25) W0, 22 olgu (%34) W1, dokuz olgu (%14) W2, dokuz olgu (%14) W3, sekiz olgu (%13) W4 olarak sınıflandırıldı. Ameliyat şekli dokuz kırıkta kilitsiz (%14), dört kırıkta dinamik proksimal (%6), 35 kırıkta dinamik distal (%55), 16 kırıkta statik (%25) idi.

Yirmi proksimal kilitleme vidasının tamamı çivinin proksimal deliklerinden geçirildi. Doksan beş distal kilitleme vidasının 23'ü (%24) çivinin distal deliklerini bulmadı.

Tablo 1. Thoresen ölçütleri^[2]

Ölçüt	Mükemmel	İyi	Orta	Kötü
Açılanma (°)	5	5	10	>10
Dış rotasyon (°)	10	15	20	>20
Kısalık (cm)	<2	2	3	>3
Diz fleksiyonu (°)	>120	100-120	90-100	<90
Dizde ekstansiyon kısıtlılığı (°)	5	10	15	>15
Ağrı ve şişlik	Yok	Hafif	Belirgin	Ciddi

Ek teknik olarak grefonaj, serklaj ve vida tespiti uygulandı. Parçalı, spiral ya da oblik kırıklarda rotasyonel stabiliteyi artırmak amacıyla serklaj ya da vida tespiti; parçalı kırıklarda, yumuşak dokudan sıyrılmış periostsuz fragmanlı kırıklarda fragmanın çıkarılması gerektiğinde grefonaj uygulandı. On dört kırıkta grefonaj, sekiz kırıkta serklaj, 10 kırıkta greftleme ve serklaj, bir kırıkta greftleme ve vida tespiti yapıldı.

Thoresen ve ark.nın^[2] ölçütlerine göre, sonuçların uyguladığımız tekniklere göre dağılımı Tablo 2’te gösterildi.

Elli bir olguda (%80) mükemmel ve iyi, 13 olguda (%20) orta ve kötü sonuç elde edildi. Yetersiz sonuç alınan 13 hastanın dokuzu politravmalı idi.

Osteomyelit gelişen dört hasta da politravmalı idi. Antibiyotik tedavisi, irrigasyon ve debridmanla enfeksiyonda düzelmeye görülmediğinden çiviler çıkarıldı. İkisinde kaynama elde edildi; birinde refraktür gelişti; kaynama elde edilmeyen bir olguda seftopar uygulaması ve eksternal fiksatorle tedaviye devam edildi. Distal vida irritasyonu olan hastaların günlük aktiviteleri normaldi ve vidaların çıkarılmasına gerek duyulmadı. Çivinin diz eklemine girdiği iki olgunun birinde ameliyat sonrası üçüncü günde revizyon yapıldı. Dış rotasyon kusuru 10 derecenin üzerinde olan iki hastanın birinde 10 gün sonra re-

vizyon yapılarak rotasyon kusuru düzeltildi. Diğer hastanın klinik yakınması olmadı. Diz hareket açıklığı 100 derecenin altında olan altı hastanın birinde femur medial kondilinde de kırık vardı; iki hasta osteomyelit gelişmesi nedeniyle rehabilite edilemedi; bir olguda çivisi diz eklemine girmişti; iki hastanın diz hareket açıklığı rehabilitasyonla 100 derecenin üzerine çıktı.

Tartışma

Femur cisim kırıkları sıklıkla yüksek enerjili travmalar sonucu genç ve aktif yaşlarda görülmektedir. Erkeklerde 15, kızlarda 12-13 yaşın üzerinde intamedüller çivileme yapılabilir.^[1,3,6]

Femur cisim kırıklarının tedavisinde kırık tipi, yerleşimi, etiyojisinde düşük ya da yüksek enerjili travma olması, kırığın açık ya da kapalı olması önem taşımaktadır. Wiss ve ark.^[4] W1-2 kırıklarda dinamik, W3-4 kırıklarda statik çivileme yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Femur cisim kırıkları en çok yüksek enerjili travmalarla oluşmaktadır. Thoresen ve ark.^[2] bu oranı %80, Beaty ve Austin^[1] %77 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu oran %84 bulunmuştur. Yüksek enerjili travmalar kırığın açık kırık olma olasılığını artırmaktadır. Winquist ve Hansen^[5] bu oranı %30, Tho-

Tablo 2. Sonuçların Thoresen ölçütlerine göre değerlendirilmesi

	Yeterli sonuç		Yetersiz sonuç		Toplam
	Mükemmel	İyi	Orta	Kötü	
Kilitsiz	6	2	1	–	9
Dinamik proksimal	2	2	–	–	4
Dinamik distal	21	6	3	5	35
Statik	9	3	1	3	16
Toplam	38	13	5	8	64
Yüzde	80		20		100

resen ve ark.^[2] %12, Sojbjerg ve ark.^[7] %27 bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu oran %17 bulunmuştur.

Açık femur kırıklarının tedavisinde kırık tespitinin nasıl yapılması gerektiği tartışmalı bir konudur. Tüm açık kırıklarda olduğu gibi, bu kırıklarda da debridman ve irrigasyon tedavinin temel taşlarıdır. Chapman^[8] kırık çevresindeki yumuşak dokunun iyileşmesi için 10-14 gün traksiyonun ardından kapalı intramedüller çivilemeyi savunmuştur. Bununla birlikte, hemen ya da bekleyerek yapılan intramedüller çivilemelerde enfeksiyon oranı açısından anlamlı fark bulunmadığını bildiren çalışmalar da vardır.^[3,9,10] Günümüzde yaygın olarak kullanılan yöntem, Gustilo 1. ve 2. derece açık femur cisim kırıklarına irrigasyon ve debridmanın ardından hemen kapalı intramedüller çivileme yapılması; Gustilo 3A ve 3B kırıkların, irrigasyon ve debridman sonrası 10 gün süreyle traksiyonda bekletilip, yumuşak doku iyileşmesinin ardından kapalı intramedüller çivileme ile tedavi edilmesi şeklindedir.^[3,9-11] 3C tipi açık femur kırıklarında ise ilk tedavi seçeneği eksternal fiksator olmalıdır.^[3,9,11] Çalışmamızda, Gustilo 1,2,3 A açık kırıklarda 15-20 gün iskelet traksiyonuyla yumuşak dokuların iyileşmesinin ve enfeksiyonun takibinin ardından intramedüller çivi uygulandı. 3B ve 3C tipinde ise hemen eksternal fiksatorle tespit yapıldı.

Femur cisim kırıklarının 48 saatten sonraki stabilizasyonlarında ARDS (adult respiratory distress syndrome) ve yağ embolisi sendromu risklerinin arttığı; stabilizasyonun gecikmesi oranında solunum sistemi komplikasyonlarının ağırlaştığı bildirilmiştir.^[3,9] Günümüzün yaygın tartışmalarından biri de politravmalı hastalarda femur cisim kırıklarının stabilizasyonunun intramedüller çivileme yöntemiyle (erken-geç, oyarak-oymadan) nasıl sağlanacağıdır. İlk 24 saatte femur cisim kırığı saptanan politravmalı hastalarda ARDS sıklığı gecikenlere oranla beş kat düşük bulunmuştur.^[12] Öte yandan, femur kırığı olan politravmalı hastalarda, herhangi bir pulmoner travma olmadığı halde ilk 24 saatte medulla oyularak yapılan intramedüller osteosentezlerde akciğer fonksiyonlarının bozulduğu ve oksijen oranlarının en erken 48 saat sonra düzeldiği; medulla oyulmadan yapılan intramedüller osteosentezlerde ise pulmoner arter basıncı ve oksijen oranlarında değişiklik olmadığı bildirilmiş; medulla oyulmadan yapılan femur intramedüller çivilemenin akciğere daha az zarar verdiği, akciğer ya da toraks travması olan politrav-

malı hastalarda ARDS riskini azalttığı sonucuna varılmıştır.^[3] Buna karşın, Carlson ve ark.^[13] göğüs travması geçiren hastalarda oyularak yapılan femur intramedüller çivilemenin pulmoner morbiditeyi artırmadığını belirtmişlerdir. Bosse ve ark.^[14] da göğüs travması olan ve travma dışı başka bir sorunu bulunmayan femur kırıklı hastalarda hemen oyularak yapılan femur intramedüller çivilemenin ARDS, pulmoner emboli, birden fazla organ yetmezliği, pnömoni ve ölüm risklerini artırmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda politravmalı hiçbir hastanın femur kırığına hastanemiz şartlarında hemen müdahale edilememesine rağmen, biz de, femur kırığı olan politravmalı hastaların kırığının hemen tespit edilmesi gerektiğini, oyularak ya da oyulmadan hemen uygulanan intramedüller çivilemelerin pulmoner komplikasyonları artırmadığını düşünüyoruz.

Intramedüller çivi ile korteks arasında damarsal yapılanma için yeterli boşluk bırakıldığında, medüller kan akımının yaklaşık 6-8 haftada normale döndüğü görülmüştür.^[9,15,16] Oyulmadan yapılan intramedüller çivilemede endosteal kan akımı kendini hızla yenilerken, oyarak yapılan intramedüller çivilemelerde mekanik sorunlarla daha az karşılaşılmaktadır.^[3,17-19] Tornetta ve Tiburzi,^[20] femur distal diafiz kırıklarında oyarak yapılan intramedüller osteosentezlerde kaynamanın, oyulmadan yapılanlara göre anlamlı derecede hızlı olduğunu; oymadan yapılan intramedüller osteosentezin bir avantajı olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda osteosentezler oyularak yapıldı; tüm olgularda kaynama elde edildi ve kaynamada gecikme görülmedi.

Dinamik intramedüller çiviler femura binen aksiyel yükü paylaşırken, statik intramedüller çiviler yükü taşır.^[3,21,22] Dinamik sistem, yükü paylaşan bir sistem olduğundan erken yük verilmesine olanak sağlar; vida kırılma sorunu yoktur; kırık hattında kaynamayı uyarır; ancak kısalık ve rotasyona daha az etkilidir.^[3,9,13] Distal kilitleme vidaları ise torsiyona engel olur, femur içinde çivinin kaymasını ve rotasyonunu önler.^[3,12] Statik kilitleme kısalığı da önler.^[9] W3-4 kırıklarda statik çivileme uygulanmalıdır.^[3,9] İstmusun sağlam olduğu kırıklarda kırık seviyesi istmusun altında ise distal, üstünde ise proksimal dinamizasyon önerilmektedir. Femur cisim kırıklarının kilitli intramedüller çivilerle tedavisinde uygulanacak vidaların sayısı tartışmalıdır. Proksimaldeki distal vida deliklerinin boş kalması durumunda, vida kırılma oranının arttığı belirlenmiştir. Femur cisim kırıklarında,

distal fragman femur distali ile istmus arasındaki uzaklığın %60'undan küçük ise her iki vida da distale gönderilmelidir.^[3] Bucholz ve ark.^[23] distal kilit vidalarından proksimalde olanın kırık hattının 5 cm altında olması gerektiğini bildirmişlerdir.

İntramedüller çivinin proksimal vida deliklerine gönderilen vidaların hedefini bulamamasının (%5) vida hedefleme aletinin iyi yerleştirilmemesine veya gevşemesine bağlı olduğu bildirilmiştir.^[24] Çalışmamızda böyle bir teknik hatayla karşılaşmamıştır. İntramedüller çivinin distal deliklerine gönderilen vidaların hedefini bulmaması lazer hedefleme sistemi ve skopi kullanan merkezlerde %5'in altına indirilmiştir.^[25] Çalışmamızda bu oran %24'tür. Oranın yüksek olmasının nedeni kilitli intramedüller çivilerde distal delikleri bulmak için kullanılan kılavuzun yeterince stabil olmaması ve küçük oynamalarda bile hedefin sapması, skopi cihazımızın iyi görüntü vermemesidir. Hedefin saptığı düşünülen olgularda distal vidaları göndermek için yapılan kesi uzatılarak (yaklaşık 5 cm), ön-arka planda deliğin izdüşümü skopi ile kontrol edildi; 6'lık dril ile ilk korteks açılıp vidalar çivinin deliği doğrudan görülerek gönderildi. Bu yöntemle daha iyi sonuçlar elde edildi.

Tscherne ve ark.^[26] intramedüller çiviyle tedavi edilen spiral, oblik ya da parçalı femur cisim kırıklarında rotasyonu önlemek ve stabilizeyi artırmak için serklaj uygulamasını önermişlerdir. Wiss ve ark.^[25] açık redüksiyon ve serklaj uygulanan olgularda mekanik sorunların giderildiğini; ancak kaynamanın geciktiğini ve enfeksiyon oranının arttığını belirtmişlerdir. Biz de özellikle rotasyonel stabilizeyi artırmak için serklaj, vida tespiti gibi ek yöntemlerin kullanılmasını öneriyoruz.

Thoresen ve ark.^[2] ile Winquist ve Hansen^[5] açık teknikte yapılan kilitli intramedüller çivilemelerde, kapalı teknikte yapılanlara göre kallus köprüleşme zamanında iki, kortikal köprüleşme zamanında dört hafta gecikme saptamışlardır. Thoresen ve ark.^[2] ve Wiss ve ark.^[25] statik intramedüller çivilemede kallus köprüsü oluşuncaya kadar yük verdirmemişler; dinamik çivilemelerde ise birinci ay sonuna kadar tam yük vermişlerdir. Brumback ve ark.^[27] kullanılan çivinin yorulma gücünün (fatigue strength) yüksek olması halinde statik intramedüller osteosentez yapıldığında, parçalı femur kırıklarında hemen yük verdirilebileceğini; Arazi ve ark.^[28] W 2-4 kırıklarda statik intramedüller osteosentez sonrası hemen yük verdirmenin güvenilir

bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki olgularda radyolojik olarak kallus belirlendikten sonra yük vermeyi uygun gördük.

Kaynaklar

1. Beaty JH, Austin SM, Warner WC, Canale ST, Nichols L. Interlocking intramedullary nailing of femoral-shaft fractures in adolescents: preliminary results and complications. *J Pediatr Orthop* 1994;14:178-83.
2. Thoresen BO, Alho A, Ekeland A, Stromsoe K, Folleras G, Haukebo A. Interlocking intramedullary nailing in femoral shaft fractures. A report of forty-eight cases. *J Bone Joint Surg [Am]* 1985;67:1313-20.
3. Charles MC, Bruce DB. Locked nailing of femoral fractures. In: Bruce DB, editor. *The science and practice of intramedullary nailing*. 2nd ed. Philadelphia: Williams & Wilkins; 1996. p: 161-82.
4. Wiss DA, Fleming CH, Matta JM, Clark D. Comminuted and rotationally unstable fractures of the femur treated with an interlocking nail. *Clin Orthop* 1986;(212):35-47.
5. Winquist RA, Hansen ST. Segmental fractures of the femur treated by closed intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg [Am]* 1978;60:934-9.
6. Hansen ST. Internal fixation of children's fractures of the lower extremity. *Orthop Clin North Am* 1990;21:353-63.
7. Sojbjerg JO, Eiskjaer S, Moller-Larsen F. Locked nailing of comminuted and unstable fractures of the femur. *J Bone Joint Surg [Br]* 1990;72:23-5.
8. Chapman MW. The role of intramedullary fixation in open fractures. *Clin Orthop* 1986;(212):26-34.
9. Browner BD, Jupiter JB, Levine AM. Femoral shaft fractures. *Skeletal Trauma* 1992;2:1525-641.
10. Lhowe DW, Hansen ST. Immediate nailing of open fractures of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg [Am]* 1988;70:812-20.
11. Williams MM, Askins V, Hinkes EW, Zych GA. Primary reamed intramedullary nailing of open femoral shaft fractures. *Clin Orthop* 1995;(318):182-90.
12. Johnson KD, Tencer AF, Blumenthal S, August A, Johnston DW. Biomechanical performance of locked intramedullary nail systems in comminuted femoral shaft fractures. *Clin Orthop* 1986;(206):151-61.
13. Carlson DW, Rodman GH Jr, Kaehr D, Hage J, Misinski M. Femur fractures in chest-injured patients: is reaming contraindicated? *J Orthop Trauma* 1998;12:164-8.
14. Bosse MJ, MacKenzie EJ, Riemer BL, Brumback RJ, McCarthy ML, Burgess AR, et al. Adult respiratory distress syndrome, pneumonia, and mortality following thoracic injury and a femoral fracture treated either with intramedullary nailing with reaming or with a plate. A comparative study. *J Bone Joint Surg [Am]* 1997;79:799-809.
15. Taylor JC. Fractures of lower extremity. In: Crenshaw AH, editor. *Campbell's operative orthopaedics*. Vol. 2, 8th ed. St. Louis: Mosby Year Book; 1992. p. 785-893.
16. Mooney V, Claudi BF. Fractures of the shaft of the femur. In: Rockwood CA, David PG, editors. *Fractures in adults*. Vol. 2, 2nd ed. Philadelphia: Lippincott; 1984. p. 1357-427.
17. Kessler SB, Hallfeldt KK, Perren SM, Schweiberer L. The effects of reaming and intramedullary nailing on fracture healing. *Clin Orthop* 1986;(212):18-25.
18. Kyle RF, Schaffhausen JM, Bechtold JE. Biomechanical characteristics of interlocking femoral nails in the treatment of complex femoral fractures. *Clin Orthop* 1991;(267):169-73.
19. Brumback RJ, Virkus WW. Intramedullary nailing of the

- femur: reamed versus nonreamed. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:83-90.
20. Tornetta P 3rd, Tiburzi D. The treatment of femoral shaft fractures using intramedullary interlocked nails with and without intramedullary reaming: a preliminary report. *J Orthop Trauma* 1997;11:89-92.
 21. Brumback RJ, Uwagie-Ero S, Lakatos RP, Poka A, Bathon GH, Burgess AR. Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part II: Fracture-healing with static interlocking fixation. *J Bone Joint Surg [Am]* 1988;70:1453-62.
 22. Christie J, Court-Brown C, Kinninmonth AW, Howie CR. Intramedullary locking nails in the management of femoral shaft fractures. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988;70:206-10.
 23. Bucholz RW, Ross SE, Lawrence KL. Fatigue fracture of the interlocking nail in the treatment of fractures of the distal part of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg [Am]* 1987; 69:1391-9.
 24. Keogh P, Maher M, McElwain J. Grosse-Kempf intramedullary nailing of femoral fractures. *Ir Med J* 1991;84:59-61.
 25. Wiss DA, Fleming CH, Matta JM, Clark D. Comminuted and rotationally unstable fractures of the femur treated with an interlocking nail. *Clin Orthop* 1986;(212):35-47.
 26. Tscherne H, Haas N, Krettek C. Intramedullary nailing combined with cerclage wiring in the treatment of fractures of the femoral shaft. *Clin Orthop* 1986;(212):62-7.
 27. Brumback RJ, Toal TR Jr, Murphy-Zane MS, Novak VP, Belkoff SM. Immediate weight-bearing after treatment of a comminuted fracture of the femoral shaft with a statically locked intramedullary nail. *J Bone Joint Surg [Am]* 1999;81: 1538-44.
 28. Arazi M, Ogun TC, Oktar MN, Memik R, Kutlu A. Early weight-bearing after statically locked reamed intramedullary nailing of comminuted femoral fractures: is it a safe procedure? *J Trauma* 2001;50:711-6.