



Erişkinlerdeki femur cisim kırıklarında kilitli oymasız intramedüller çivi osteosentezinin radyografik ve fonksiyonel sonuçları

Radiographic and functional results of osteosynthesis with locked unreamed intramedullary nailing of femoral shaft fractures in adults

Erden ERTÜRER, İrfan ÖZTÜRK, Yalın DİRİK, Metin UZUN, Bülent AKSOY

Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Amaç: Femur cisim kırığı nedeniyle kilitli intramedüller (İM) çivi osteosentezi uygulanan erişkin hastalarda radyografik ve fonksiyonel sonuçlar değerlendirildi.

Çalışma planı: Yetmiş üç hastanın (57 erkek, 16 kadın; ort. yaş 36; dağılım 18-77) 78 femur cisim kırığı kilitli İM çivi osteosentezi ile tedavi edildi. Kırıklar 39 hastada sol, 29 hastada sağ taraftaydı; beş hastada iki taraflı femur diafiz kırığı vardı. On sekiz hastada (%24.7) açık kırık, 28 hastada travmaya bağlı başka patolojiler vardı. Travma ile ameliyat arasında geçen süre ortalama 10.7 gün (dağılım 3-15 gün) idi. Kırık tipi Winquist-Hansen sınıflaması, fonksiyonel sonuçlar Thoresen sisteminde göre değerlendirildi. Hastalar ortalama 25 ay (dağılım 12-54 ay) izlendi.

Sonuçlar: Altmış dokuz hastanın 73 kemiğinde (%93.6) tam kaynama elde edildi. Radyografik kaynama süresi ortalama 14 hafta (dağılım 10-28 hafta) idi. Dört kırıkta (%5.2) kaynama dinamizasyon sonrasında elde edildi. Dinamizasyona rağmen kaynama elde edilemeyen bir hastada (%1.2) sirküler eksternal fiksator ile revizyon uygulandı. Hastanede yatış süresi ortalama 19.8 gün (dağılım 8-26 gün) idi. Thoresen ölçütlerine göre 64 hastada (%87.7) çok iyi veya iyi, dokuz hastada (%12.3) orta veya kötü sonuç alındı. Elli altı hasta (%76.7) kısıtlamasız, 13 hasta (%17.8) hafif kısıtlamalarla ortalama 12 haftada eski iş ve aktivitelerine döndü. Ameliyat sırasında dokuz hastada distal kısımda kelebek parçası oluştu, iki hastada distal kilitleme vidalarının uygunsuz yerleştirildiği görüldü. Ameliyat sonrası dönemde dört hastada kaynama gecikmesi, bir hastada kaynamama, iki hastada distal kilitleme vida yerinde yüzeysel enfeksiyon görüldü.

Çıkarımlar: Erişkinlerde femur cisim kırıklarının tedavisinde İM kilitli çivi uygulaması, yüksek kaynama ve düşük komplikasyon oranları, yaşam aktivitelerine kısa sürede dönüş ve tatminkar fonksiyonel sonuçlar elde edilmesi nedeniyle iyi bir seçenektir.

Anahtar sözcükler: Kemik çivisi; femur kırığı/cerrahi/radyografik; kırık fiksasyonu, intramedüller/enstrümantasyon.

Objectives: We evaluated the radiographic and functional results of treatment with locked unreamed intramedullary nailing of femoral shaft fractures in adults.

Methods: Seventy-eight femoral shaft fractures of 70 adult patients (57 men, 16 women; mean age 36 years; range 18 to 77 years) were treated with locked unreamed intramedullary nailing. The fractures were on the right in 39, on the left in 29, and bilateral in five patients. Eighteen patients (24.7%) had open fractures and 28 patients had associated pathologies. The mean time from injury to surgery was 10.7 days (range 3 to 15 days). The fractures were classified according to the Winquist-Hansen system and functional results were evaluated according to the Thoresen criteria. The mean follow-up was 25 months (range 12 to 54 months).

Results: Union was achieved in 73 fractures (93.6%) of 69 patients within a mean duration of 14 weeks (range 10 to 28 weeks). Four fractures (5.2%) united after dynamization and one patient (1.2%) required revision with a circular external fixator following dynamization. The mean duration of hospitalization was 19.8 days (range 8 to 26 days). According to the Thoresen criteria, the results were excellent or good in 64 patients (87.7%), and moderate or poor in nine patients (12.3%). Fifty-six (76.7%) and 13 (17.8%) patients returned to previous work and daily activities with no or minor limitations in a mean of 12 weeks, respectively. Perioperatively, a distal fissure occurred in nine patients, and distal locked screws were improperly placed in two patients. Postoperative complications included delayed union in four patients, nonunion in one patient, and superficial infection at the site of distal screws in two patients.

Conclusion: Intramedullary locked nailing may be the preferred method in the treatment of femoral shaft fractures in adults due to high union but low complication rates, early mobilization of the patient, and satisfactory functional results.

Key words: Bone nails; femoral fractures/surgery/radiography; fracture fixation, intramedullary/instrumentation.

Genellikle genç yaşlarda ve yüksek enerjili travmalar sonrası meydana gelen femur kırıkları, yaşlılarda osteoporozla bağlı hafif travmalar sonucunda da oluşabilmektedir.^[1-3] Travmanın şiddeti kırığın tipini de belirlemektedir. Yüksek enerjili travmalarla genellikle parçalı kırıklar, düşük enerjili travmalarla ise basit kırıklar oluşmaktadır.^[1,3,4]

Femur cisim kırıklarının cerrahi tedavisinde plak-vida osteosentezi, eksternal fiksatorlerle osteosentez ve intramedüller çivi osteosentezi uygulanabilir. Günümüzde, kilitli intramedüller çivi osteosentezi en iyi ve güvenilir yöntem olarak kabul edilmektedir.^[1,5-11]

Bu çalışmada kilitli oymasız intramedüller çivi osteosentezinin radyografik ve fonksiyonel sonuçları değerlendirilerek bu ameliyat tekniğinin etkinliği araştırıldı.

Hastalar ve yöntem

1998-2002 yılları arasında femur cisim kırığı nedeniyle kilitli intramedüller (İM) çivi osteosentezi uygulanan 92 hastadan yeterli takipleri yapılabilen 73'ünün (57 erkek, 16 kadın; ort. yaş 36; dağılım 18-77) 78 kırığı çalışmaya alındı. Otuz dokuz hastada (%53.4) sol, 29 hastada (%39.7) sağ, beş hastada (%6.9) ise iki taraflı femur diafiz kırığı vardı. On sekiz hastada (%24.7) açık kırık bulunmaktaydı (Gustilo sınıflamasına^[11] göre 5 hastada tip I, 5 hastada tip II, 8 hastada tip IIIA). Kırıklar 22 hastada (%30.1) araç dışı trafik kazası, 18'inde (%24.7) araç içi trafik kazası, 18'inde (%24.7) yüksekten düşme, sekizinde

(%10.9) ateşli silah yaralanması, beşinde (%6.9) basit düşme, ikisinde (%2.7) darp sonucu oluşmuştu. Hiçbir olguda damar ya da sinir lezyonu yoktu. Yirmi sekiz hastada travmaya bağlı başka patolojiler vardı (Tablo 1). Hastaların travma ile ameliyat arasında geçen süre ve hastanede yatış süreleri belirlendi. Kırıklar Winqvist-Hansen sınıflamasına göre sınıflandırıldı (Tablo 2, Şekil 1).^[6] Tüm olgulara hastanede kaldıkları sürece derin ven trombozu riskine karşı düşük moleküllü heparin ile (enoksaparin sodyum 0.6 mm⁻¹x1 / nadroparin kalsiyum 0.4 ml⁻¹x1) profilaksi uygulandı. Açık kırıklı olgularda kırık tipine göre tekli, ikili ve ya üçlü (sefazolin Na, gentamisin, kristalize penisilin) antibiyotik tedavisi uygulandı.

Hastalara genel veya spinal anestezi altında, traksiyon masası kullanılarak İM çivi osteosentezi uygulandı. Giriş yeri olarak femur proksimalinde priformis fossa kullanıldı. Otuz dokuz kırıkta (%50) kapalı, 39 kırıkta açık redüksiyon uygulandı. Açık redüksiyon uygulanan hiçbir olguda primer greftonaj uygulanmadı. Tüm hastalarda oymasız tip İM çiviler kullanıldı (44 kırıkta Russel-Taylor, Smith & Nephew, Memphis, Tennessee, USA; 34 kırıkta Unku, Evren Med., Türkiye). Kullanılan çivilerin çapları 9-13 mm arasında değişmekteydi. Çivi çapının belirlenmesinde, çapı belirli İM çivi eşliğinde çekilen standart femur ön-arka grafiler kullanıldı ve medullayı tam olarak dolduracak çivi çapları tercih edildi. Altmış iki kırıkta (%79.5) statik, 16 kırıkta (%20.5) dinamik kilitleme uygulandı. Proksimal vidalar çakıcı sistem üzerindeki kılavuz yardımıyla gönderilirken, distal vidaların kilitlenmesi serbest el tekniği ile yapıldı.

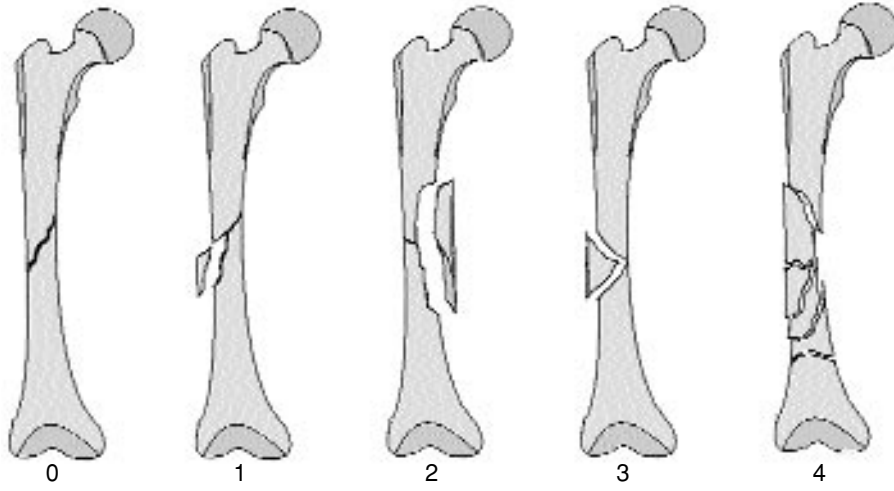
Ameliyat sonrası birinci günde diz ve kalça egzersizlerine başlandı. Dinamik kilitleme uygulanan hastalara ameliyat sonrası hemen, statik kilitleme uygulanan hastalara ise ortalama dördüncü haftada tam yük verildi. Ortalama 25 ay (dağılım 12-54 ay) izlenen hastaların fonksiyonel sonuçları Thoresen sistemine^[11] göre değerlendirildi (Tablo 3). Has-

Tablo 1. Eşlik eden kemik kırıklarının ve travmaya bağlı patolojilerin dağılımı

Yerleşim	Sayı
Skapula kırığı	1
Klavikula kırığı	3
Humurus diafiz kırığı	2
Radius distal uç kırığı	3
Krus çift kırığı	4
Pilon tibia kırığı	3
Patella kırığı	5
Pelvis kırığı	2
Vertebra kırığı	3
Femur intertrokanterik kırık	2
Kollum femoris kırığı	2
Kafa travması	4
İç organ yaralanması	3

Tablo 2. Winqvist-Hansen sınıflamasına göre kırık tiplerinin dağılımı

Kırık tipi	Sayı	Yüzde
Tip 0	25	32.1
Tip 1	17	21.8
Tip 2	6	7.7
Tip 3	18	23.1
Tip 4	12	15.4



Şekil 1. Winquist - Hansen sınıflamasında kırık tipleri.^[11]

olarak eski iş ve aktivitelerine dönme süreleri de sorgulandı.

Sonuçlar

Travma ile ameliyat arasında geçen süre ortalama 10.7 gün (dağılım 3-15 gün), toplam hastanede yatış süresi ortalama 19.8 gün (dağılım 8-26 gün) olarak belirlendi.

Altmış dokuz hastanın 73 kırığında (%93.6) tam kaynama elde edildi. Klinik olarak ağrının olmayışı ve radyografilerde en az üç kortekste kemik devamlılığının görülmesi tam kaynama olarak değerlendirildi. Kaynama süresi ortalama 14 hafta (dağılım 10-28 hafta) bulundu. Yirminci haftada kaynama bulgusu gözlenmeyen beş kırıkta (%6.4) dinamikasyon uygulandı; bunların dördünde ortalama 28. haftada kaynama oluştu. Dinamikasyona karşın kaynama elde edilemeyen bir hastada (%1.3) çivi çıkartıldıktan sonra kırık hattı açılmadan sirküler eksternal fiksasyonla revizyon uygulandı.

Thoresen ölçütlerine göre 73 hastanın 46'sında (%63.0) çok iyi, 18'inde (%24.7) iyi, altısında (%8.2) orta, üçünde (%4.1) kötü sonuç alındı. Orta ve kötü sonuç alınan dokuz olgunun dördünde kaynama gecikmesi nedeniyle dinamikasyon uygulanmıştı. Bu dört olgunun üçünde açık redüksiyon uygulanmıştı. Çok iyi ve iyi sonuçların oranı, redüksiyonun kapalı teknikte uygulandığı kırıklarda %90.2, açık teknikte uygulandığı kırıklarda %80.4 olarak bulundu. Kapalı redüksiyon uygulanan olgularda ortalama kaynama süresi 12.8 gün (dağılım 10-28 gün), açık redüksiyon uygulanan olgularda ortalama 14.6 gün (dağılım 11-28 gün) olarak belirlendi. Dinamikasyon gerektiren beş olgunun üçünde açık, ikisinde kapalı redüksiyon uygulanmıştı. Orta ve kötü sonuç alınan dokuz hastada başka kemik kırıkları ve/veya travmatik patolojiler (iç organ yaralanması, kafa travması) vardı.

Denis iş skalasına göre 56 hastanın (%76.7) eski iş ve aktivitelerine döndüğü, 13 hastanın (%17.8)

Tablo 3. Thoresen değerlendirme sistemi^[11]

	Sonuç			
	Çok iyi	İyi	Orta	Kötü
Varus-valgus (°)	5	5	10	>10
Antekurvatum-rekurvatum (°)	5	10	15	>15
İç rotasyon (°)	5	10	15	>15
Dış rotasyon (°)	10	15	20	>20
Femoral kısalık (cm)	1	2	3	>3
Diz fleksiyonu (°)	>120	120	90	<90
Diz ekstansiyon kısıtlılığı (°)	5	10	15	>15
Ağrı-şişlik	Yok	Az	Önemli	Şiddetli

hafif kısıtlamalarla eski işine dönebildiği, dört hastada (%5.5) ise önemli kısıtlamaların olduğu saptandı. Önemli kısıtlamalar oluşan dört hastanın üçünde iki taraflı kırık, hafif kısıtlamalarla eski işlerine dönen hastaların 12'sinde ise başka kemik kırıkları bulunmaktaydı. Hastaların eski işlerine dönebilme süresi ortalama 12 hafta olarak saptandı.

Komplikasyon olarak, ameliyat sırasında dokuz hastada distal kısımda kelebek fragmanı oluştu; iki hastada distal kilitleme vidalarının uygunsuz yerleştirildiği görüldü. Distal kısımda kelebek fragman oluşan hastaların yedisinde ek olarak serkilaj tespiti yapıldı. Ameliyat sonrası dönemde dört hastada kaynama gecikmesi, bir hastada kaynamama görüldü. Distal kilitleme vidalarının yerlerinde yüzeysel enfeksiyon gelişen iki hasta oral antibiyotik ile tedavi edildi. Açık redüksiyon uygulanan olgularda, redüksiyon bölgesinde herhangi bir enfeksiyon bulgusu gözlenmedi.

Tartışma

Femur diafiz kırıklarında tedavinin amacı, hastalara erken dönemde yük verdirilebilecek şekilde kaynamayı sağlamak, iyileşme sonrası kemiğin normal uzunluğu ve dizilimini oluşturmak, diz ve kalçaya fonksiyonel hareket açıklığı kazandırmak olarak sayılabilir.^[1,2,5-8,11] İdeal kemik kaynaması için mekanik stabilite sağlanmalı, kırık parçaları arasında ayrılma bulunmamalı, endosteal vasküler devamlılık tekrar oluşturulmalı, periost dokusu korunmalı ve kırık hattında stres oluşumuna izin verilmelidir.^[6-8,12-15] Ancak, bu faktörlerin hepsini birden sağlayan bir osteosentez yöntemi bulunmamaktadır.

Plak-vida uygulaması, femur diafiz kırıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılan tekniklerden biridir. Bu uygulamada, aksiyel yüklenme sırasında oluşan yük doğrudan plak üzerinden distale aktarılır. Bu durum plak basısına bağlı bölgesel osteoporoz gelişimine neden olabilir. Plak osteosentezinin bir diğer sakıncası kırık hattının açılması ve kırık parçalarının beslenmesinin bozulmasıdır. Uygun teknikte yapılan olgularda %95'e varan iyileşme oranları bildirilmekle birlikte, diz hareketlerinde kısıtlılık, stabilitede bozulma, enfeksiyon gelişimi gibi yaygın komplikasyonlar ve erken dönemde yük verdirilememesi plak osteosentezinin kullanımını kısıtlamaktadır.^[10,16,17]

Femur diafiz kırıklarının tedavisinde, özellikle sirküler eksternal fiksator uygulamaları kaynama

oranlarının yüksekliğiyle dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, bu yöntemin diz hareketlerinde kısıtlılık oluşması ve tel dibi enfeksiyonları gibi dezavantajları vardır. Hasta tolerabilitesinin İM çivilere göre daha düşük olduğu da açıktır.^[11,17]

Intramedüller çivi osteosentezi, kırık parçalarının uygun dizilimini sağlayarak stabil bir tespit meydana getirir. Fonksiyonel aktiviteler sırasında kırık hattına yük binmesine izin vererek stres azalmasını önler. Komşu eklem hareketlerinde kısıtlılık oluşturmaz ve hastaya erken dönemde yük verdirilmesine olanak sağlar.^[1,2,4,7,13,15,18,19] Özellikle kapalı teknikte uygulanan oymasız çivilerde periosteal ve endosteal kan dolaşımı korunarak kırık kaynaması için uygun ortam sağlanır.^[5,6,11,19-22]

Intramedüller çivi osteosenteziyle femur diafiz kırıklarında yüksek kaynama oranları elde edilmekte; kısıtlılık, kötü pozisyonda kaynama, enfeksiyon gelişimi ve eklem sertliği gibi komplikasyonlar daha az görülmekte, hastaların eski aktivitelerine erken dönemde dönmeleri sağlanmaktadır. Kilitli İM çivi osteosenteziyle %100'e varan kaynama oranları bildirilmektedir.^[4,6-9,14,18,19] Çalışmamızda, dinamizasyon yapılan hastalar da dahil edildiğinde kaynama oranı %98.7 idi.

Erişkin femur diafiz kırıklarının tedavisinde kilitli İM çivileme, özellikle çok parçalı-stabil olmayan kırıklarda anatomik dizilimin korunmasında ve kısıtlılığın engellenmesinde yeterli olmayabilir. Kilitli İM çivi osteosenteziyle rotasyon ve kısıtlılık gelişmesi önlenmektedir. Dinamik İM çivilemede, kilitleme vidaları proksimal veya distalden gönderilerek rotasyonel stabilite sağlanır. Statik İM çivilemede ise kemikle çivi arasındaki kilitlenme proksimal ve distal olmak üzere iki bölgeden yapılarak rotasyonel stabilite sağlanması yanı sıra kısıtlılık gelişmesi de önlenir.^[1,4,7-9,13,18] Statik kilitlemeli İM çivi osteosentezinde stres azalması ve erken dönemde yük verdirilememesi gibi sıkıntılar vardır. Bununla birlikte, Brumback ve ark.^[20] statik kilitlenen olgulara, ameliyat stabilitesine bağlı olarak erken dönemde yük verebildiklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda da, kırık tipi ve ameliyat bulgularına bağlı olarak, statik kilitlenen olgulara erken dönemde yük verdirilmiş ve herhangi bir komplikasyonla karşılaşmamıştır. Dinamik kilitleme ise, özellikle stabil femur diafiz kırıklarında (Winqvist-Hansen tip 0-2) önerilen bir yöntemdir.^[2,8,9,14,18,20] Bu tip kırıklarda proksimal ve distal

fragmanlar arasındaki kortikal temas %50'den fazladır.^[11] Çalışmamızda dinamik kilitleme uygulanan olguların oranı %20.5 olup, bunlar stabil kırıklardan oluşmaktaydı. Bu hastalarda ameliyat sonrasında tam yük verdirilmeye hemen geçilerek mobilizasyona izin verilmiştir. Dinamik kilitlenen olguların sadece birinde 2 cm'den fazla kısalık gelişmiş, hiçbir olguda 5 derecenin üzerinde varus ya da valgusa rastlanmamıştır. Kısalık gelişen olguda kırık hattının distalinde oluşan kelebek fragman için uygulanan serklaj tespitinin yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Hiçbir olguda kilit vida kırığı oluşmamıştır.

Kilitli İM çivilemeyi takiben derin yara enfeksiyonu veya osteomyelit görülme oranı %1'den azdır.^[6,11,15] Açık redüksiyon uygulanan veya açık kırık sonrası ameliyat edilen hastaları da içeren çalışmamızda derin yara enfeksiyonu veya osteomyelit görülmemiştir. Gustilo tip I, II, IIIA açık kırıklarda, ilk sekiz saat içinde uygun yara debridmanı ve irigasyonu uygulanan olgularda erken dönemde İM çivi osteosentezinin uygulanabileceği bildirilmiştir.^[11,21] Çalışmamızda, açık kırıklı olgularda ameliyata kadar geçen süre ortalama 8.2 gündür (dağılım 4-12 gün). Ancak, bu süreyi belirleyen ana faktör malzeme temininin gerek maddi gerekse bürokratik işlemler nedeniyle uzaması olmuştur.

Hastalarımızın tümünde İM çivi osteosentezi oymasız olarak uygulandı. Oyulma işlemi sırasında özellikle yağ embolisine bağlı akciğer sorunları ve ani ölüm riski tartışılan bir konudur. Wolinsky ve ark.nın^[23] çalışmasında, yağ embolisi riski oymalı İM osteosentezlerde daha fazla bulunmakla birlikte, bu yöntemin pulmoner fonksiyonlar üzerine belirgin bir etkisi saptanmamıştır. Bosse ve ark.nın^[24] çalışmasında, göğüs travması olan ve travma dışı başka bir sorunu olmayan femur kırıklı hastalarda hemen oyularak yapılan İM çivilemenin akut solunum zorluğu sendromu, pulmoner emboli, organ yetmezliği, pnömoni ve ani ölüm riskini artırmadığı gösterilmiştir. Oyulmadan yapılan İM çivilemede endosteal kan akımı kendini hızla yenilemekte ve kaynama için daha uygun bir ortam sağlanmaktadır.^[22] Oyarak yapılan İM çivilemede ise mekanik sorunlarla daha az karşılaşılmaktadır.^[12] Bhandari ve ark.^[25] implant yetmezliği ve kaynamama sorunlarının oymalı uygulanan çivilerle azaltılabileceğini bildirmişlerdir. Oymasız yapılan çivilemedeki yetersiz kemik-implant yüzey temasından kaynaklanan stabilite eksikliği kilitli İM çivilerin kullanımıyla giderilebilmektedir.^[26]

Çalışmamızda, oymasız yapılan İM çivi osteosentezlerinde ortalama 14 haftada kaynama elde edilmiş ve instabileye bağlı bir komplikasyonla karşılaşmamıştır. Medüller kanal çapına uygun çivi kullanılması ve kırık tipi ve yerine göre kilitleme tekniği seçilmesiyle oymasız yapılacak İM osteosentezlerde instabiliteye bağlı olası sorunların ortadan kalkacağını düşünüyoruz.

Çalışmamızın bulguları, kilitli oymasız İM çivi osteosentezinin, yüksek kaynama oranı, düşük komplikasyon riski ve mükemmel fonksiyonel sonuçlarıyla erişkin femur cisim kırıklarının hemen hepsinde uygulanabilecek bir tedavi yöntemi olduğunu göstermektedir. Öte yandan, başka kemik kırıkları veya travmatik yaralanmaların bulunması, iki taraflı femur diafiz kırığı olması ve açık redüksiyon yapılması fonksiyonel sonuçları olumsuz etkilemektedir.

Kaynaklar

1. Thoresen BO, Alho A, Ekland 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.
2. Wiss DA, Brien WW, Stetson WB. Interlocked nailing for treatment of segmental fractures of the femur. *J Bone Joint Surg [Am]* 1990;72:724-8.
3. Moran CG, Gibson MJ, Cross AT. Intramedullary locking nails for femoral shaft fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg [Br]* 1990;72:19-22.
4. 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.
5. Kempf I, Grosse A, Beck G. Closed locked intramedullary nailing. Its application to comminuted fractures of the femur. *J Bone Joint Surg [Am]* 1985;67:709-20.
6. Winquist RA, Hansen ST Jr, Clawson DK. Closed intramedullary nailing of femoral fractures. A report of five hundred and twenty cases. *J Bone Joint Surg [Am]* 1984;66:529-39.
7. Kocaoglu M, Sen C, Ozturkmen Y, Temelli Y. Osteosynthesis with Grosse-Kempf nail in comminuted and rotationally unstable femoral fractures. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 1996;30:51-5.
8. Akbas A, Kunt M, Unsaldi T, Bulut O. Surgical management of adult femoral shaft fractures and the place of the interlocking intramedullary nailing in this management. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 1994;28:161-7.
9. Durakbasa O, Haklar U, Tuygun H, Turkmen M. Intramedullary nailing of adult femoral fractures. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36:316-21.
10. Serin E, Sarikaya M. Sarikaya Comparison of plate fixation and intramedullary Kuntscher nailing in the treatment of fractures of femur diaphysis in adults. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 1998;32:307-14.
11. Wolinsky P, Jhonson K. Femoral shaft fractures. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, editors. *Skeletal*

- trauma: fractures, dislocations, ligamentous injuries. 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1998. p. 1927-2032.
12. Kyle RF, Schaffhausen JM, Bechtold JE. Biomechanical characteristics of interlocking femoral nails in the treatment of complex femoral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(267):169-73.
 13. Tarr RR, Wiss DA. The mechanics and biology of intramedullary fracture fixation. *Clin Orthop Relat Res* 1986;(212):10-7.
 14. Johnson KD, Johnston DW, Parker B. Comminuted femoral-shaft fractures: treatment by roller traction, cerclage wires and an intramedullary nail, or an interlocking intramedullary nail. *J Bone Joint Surg [Am]* 1984;66:1222-35.
 15. Bucholz RW, Jones A. Fractures of the shaft of the femur. *J Bone Joint Surg [Am]* 1991;73:1561-6.
 16. Bicimoglu A, Muratli HH, Yagmurlu MF, Tabak AY, Aktekin CN. The results of plate fixation with the use of biological fixation principles and minimally invasive technique in femur fractures. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36:129-35.
 17. Ruedi TP, Luscher JN. Results after internal fixation of comminuted fractures of the femoral shaft with DC plates. *Clin Orthop Relat Res* 1979;(138):74-6.
 18. Klemm KW, Borner M. Interlocking nailing of complex fractures of the femur and tibia. *Clin Orthop Relat Res* 1986;(212):89-100.
 19. Hanks GA, Foster WC, Cardea JA. Treatment of femoral shaft fractures with the Brooker-Wills interlocking intramedullary nail. *Clin Orthop Relat Res* 1988;(226):206-18.
 20. 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.
 21. Brumback RJ, Ellison PS Jr, Poka A, Lakatos R, Bathon GH, Burgess AR. Intramedullary nailing of open fractures of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg [Am]* 1989;71:1324-31.
 22. Klein MP, Rahn BA, Frigg R, Kessler S, Perren SM. Reaming versus non-reaming in medullary nailing: interference with cortical circulation of the canine tibia. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990;109:314-6. [Abstract]
 23. Wolinsky PR, Banit D, Parker RE, Shyr Y, Snapper JR, Rutherford EJ, et al. Reamed intramedullary femoral nailing after induction of an "ARDS-like" state in sheep: effect on clinically applicable markers of pulmonary function. *J Orthop Trauma* 1998;12:169-75.
 24. 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.
 25. Bhandari M, Guyatt GH, Tong D, Adili A, Shaughnessy SG. Reamed versus nonreamed intramedullary nailing of lower extremity long bone fractures: a systematic overview and meta-analysis. *J Orthop Trauma* 2000;14:2-9.
 26. Brumback RJ, Ellison TS, Poka A, Bathon GH, Burgess AR. Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part III: Long-term effects of static interlocking fixation. *J Bone Joint Surg [Am]* 1992;74:106-12.