Ender Nail Applications in Femoral Diaphysis Fractures

Femur Diafiz Kırıklarında Ender Çivisi Uygulamaları

Femur Diafiz Kırığında Ender Çivisi / Ender Nail in Femoral Diaphysis Fracture

Albert Çakar[1], Mehmet Fethi Ceylan[2], Savaş Güner[2], Mehmet Ata Gökalp[3], Ali Doğan[4]

[1]SOrtopedi ve Travmatoloji Kliniği, Suşehri Devlet Hastanesi, Sivas, Türkiye.

[2]Ortopedi ve Travmatoloji AD, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Van, Türkiye.

[3]Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Başkale Devlet Hastanesi, Van, Türkiye.

[4]Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Antalya, Türkiye.

Bu klinik çalışma 22. Ortopedi ve Travmatoloji Milli Kongresinde (31 Ekim-5 Kasım 2011 Antalya) elektronik poster sunumu olarak kabul edilmiştir.

Özet

Amaç: Çocuklarda 6 yaşına kadar femur şaft kırıkları konservatif olarak tedavi edilmekle birlikte çoklu uzun kemik kırığı veya eşlik eden organ yaralanması olan ya da okul çağında femur şaft kırıklı hastalarda cerrahi tedavi düşünülmelidir. Hangi cerrahi tedavinin ideal olduğu ise tartışmalı bir konudur. Gereç ve Yöntem: Femur şaft kırığı cerrahi tedavisi Ender çivileri ile yapılmış 26 hastanın 29 femur kırığı prospektif olarak değerlendirildi. Bütün hastalara genel anestezi altında 2 adet 4,5 mm lik Ender çivisi metafizden uygulandı. Hastalar kırığın tipi, kaynama süresi, kısalık-uzunluk farkı, rotasyon, eklem hareket kısıtlılığı, refraktür gibi komplikasyonlar ve Flynn kriterlerine göre klinik sonuç açısından değerlendirildi. Bulgular: Hastaların yaş ortalaması 9.2 yıl (4-14) idi. Kırık tipi Winquist Hansen tip 2 ve 3 idi. Takip süresi ortalama 18 ay (13-38)idi. Kırık etiyolojisi hastaların yirmisinde trafik kazası iken diğerlerinde yüksekten düşme ve ateşli silah yaralanması idi. Bütün hastalarda ortalama kaynama süresi 6.5 (5-8) haftaydı. Hastalarda tedavi edilen femurlarda uzunluk ve kısalık farkı ortalama 6 mm (2-20), rotasyon farkı ortalama 3 derece (2-7), varus-valgus açılanması ortalama 4 derece (2-9) idi. Diz ekleminde hareket kısıtlılığı fleksiyon ve ekstansiyon olarak ortalama 5 derece (3-10) idi. Hiç bir hastada refraktür gelişmedi. Flynn kriterlerine göre 20 kırıkta mükemmel, 7 kırıkta iyi ve 2 kırıkta kötü sonuç alındı. Sonuç: Çocuklarda 5 yaş ve üzeri femur diafiz kırıklarının cerrahi tedavisinde Ender çivisi; erken okula dönüş imkânı, refraktür riskinin düşüklüğü ve fiyat avantajı sebebiyle öncelikle düşünülmelidir.

Anahtar Kelimeler

Femur Diafiz Kırıkları; Ender Çivisi; Refraktür

Abstract

Aim: Although the femoral shaft fractures are treated conservatively for up to 6 years in children, surgical treatment should be considered in patients with femoral shaft fractures in school age or in those who have multiple long-bone fracture or organ injury. But it is a controversial issue which surgical treatment is ideal. Material and Methods: Twenty-nine femoral fractures of 26 patients whose surgical treatment of femoral shaft fractures were made with Ender nails were prospectively evaluated. Under general anesthesia, 4,5 mm of 2 Ender nails were performed from the metaphysis to all of the patients. The patients were evaluated according to the type of the fracture, duration of the union, the discrepancy of shortening-length, the rotation, limitation of the joint movement, the complications such as refractures and the criterions of Flynn in terms of the clinical outcomes. Results: The mean age of the patients was 9.2 years (4-14). The type of the fracture was Winquist Hansen type 2 and 3. The mean duration of the follow-up was 18 months (13-38). While the etiology of the fractures was the traffic accidents in twenty of the patients, gunshot wounds and falling from height were in the others. The mean duration of the union was 6.5 (5-8) weeks in all patients. The discrepancy of shortening-length was an average of 6 mm (2-20), the difference of the rotation was an average of 3 degree (2-7), and the angulation of varus-valgus was an average of 4 degrees (2-9) in the femurs which were treated in the patients. The limitation of the movement in the knee joint was of an average 5 degrees (3-10) as the flexion and extension. None of the patients developed refractures. Excellent result in 20 fractures , good result in 7 fractures and bad result in 2 fractures were observed according to the criterions of Flynn. Discussion: Ender nail should be considered first for the possibility of early return to school, the low risk of refracture and the price advantage in the surgical treatment of femoral shaft fractures in children aged 5 and above.

Keywords

Femoral Diaphysis Fractures İn Children; Ender Nail; Refracture

DOI: 10.4328/JCAM.787 Received: 23.08.2011 Accepted: 28.08.2011 Published Online: 01.10.2012 J Clin Anal Med 2012;3(4):406-409

Corresponding Author: Mehmet Fethi Ceylan, Ortopedi ve Travmatoloji AD, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Van, Türkiye.
T.: +90535-9524440 F.: +904322168352 E-mail: mfethiceylan@hotmail.com

Giriş

Çocuklarda 6 yaşına kadar femur şaft kırıkları konservatif olarak tedavi edilmekle birlikte, açık kırık, çoklu uzun kemik kırığı veya eşlik eden organ yaralanması olan ya da okul çağında olan femur şaft kırıklı hastalarda cerrahi tedavi düşünülmelidir.[1] Çocuklarda intramedüller uygulamalar dışındaki tedavilerde refraktür oranları yüksektir ayrıca daha geç yük verme sebebiyle okula dönüş süresi uzamaktadır.[2] Bu yazıda femur şaft kırığı Ender çivisi ile tedavi edilen hastaların sonuçları sunulmuştur.

Gereç ve Yöntem

Üniversitemiz etik kurulundan onay alındıktan sonra Haziran 2006-Ağustos 2009 tarihleri arasında femur şaft kırığı ile kliniğimize başvurmuş ve cerrahi tedavisi ender çivileri ile yapılmış 20'si erkek 26 çocuk hastanın 29 femur kırığı prospektif olarak değerlendirildi. Hastalar çalışmaya alınırken femur proksimal epifizinin açık olması, açık kırığın olması, eşlik eden uzun kemik kırığının olması, 6 yaştan büyük çocuk veya eşlik eden diğer organ yaralanmaları sebebiyle cerrahi girişim yapılacak olması gibi nedenler esas alındı. Dört yaşından küçük, tip 3 açık kırığı olan, metabolik kemik hastalığı olan veya en az 1 yıl takipleri yapılamayan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Bütün hastalara genel anestezi altında 2 adet 4,5 mm lik uygun boyda femur ender çivisi, kırığın yerine göre antegrad veya retrograd olarak, metafizlerden skopi eşliğinde uygulandı (Figür 1,2). Çivinin boyu ameliyat öncesi çekilen ön-arka düz grafi üzerinden hesaplandı. Açık kırıklı olgularda acil olarak aynı gün, debridman sonrası kırık tespiti yapıldı ve sefazolin ile intravenöz olarak servisten taburcu olana kadar profilaksi uygulandı.

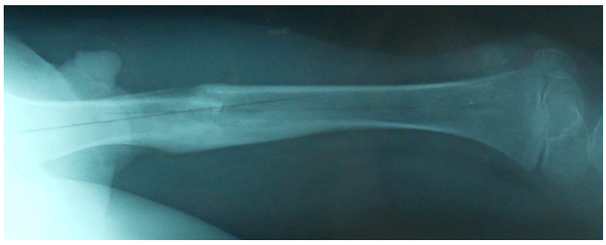
Ameliyat sonrası 2 hafta süreyle rotasyon olmaması için belden destekli uzun bacak atel bütün hastalara kullanıldı. Atel tespiti sonlandırıldıktan sonra hastalardan diz ve kalça eklemlerine pasif olarak hareket açıklığı egzersizleri yapmaları istendi. Hastaların okula çift koltuk değneği ile gitmelerine 2 haftadan sonra izin verildi. Hastanın daha sonraki takiplerinde, kontrol grafisinde kırığın kaynadığı saptandığında tam yük vermesi istendi (Figür 3,4).

Hastalar takip grafileri ve muayeneleri ile cinsiyet, yaralanma mekanizması, kırığın tipi, cerrahi süre, kaynama süresi, kısalık-uzunluk farkı, rotasyon-anteversiyon, açılanma, eklem hareket kısıtlılığı, refraktür, migrasyon, Flynn kriterlerine göre klinik sonuç ve enfeksiyon açısından değerlendirildi. Ek problemi olmayan hastalar ameliyat sonrası 3. gün taburcu edildi. Açık kırık Gustilo Anderson sınıflamasına göre, kırık tipi ise Winquist sınıflamasına göre yapıldı. Kontrollerde kırık femurda kaynama saptanan hastalara, ameliyat sonrası 12. ayda uygulanan materyallerin çıkarılması önerildi (Figür 5,6).

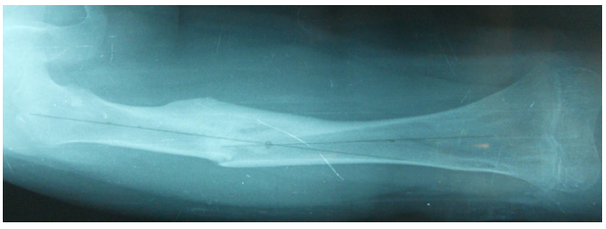
Bulgular

Hastaların beşinde olan açık kırığın üçü tip 1 ve ikisi tip 2 idi. Hiçbir hastada derin enfeksiyon veya osteomiyelit gelişmedi. Kapalı redükte edilemeyen 11 hastanın kırığı açık olarak redükte edildi. Ortalama ameliyat süresi 45 dk (35-65) idi. Hastanede kalış süresi ortalama 6 gün (4-10) idi. Hastalarla ilgili bilgiler tablo 1'de verildi.

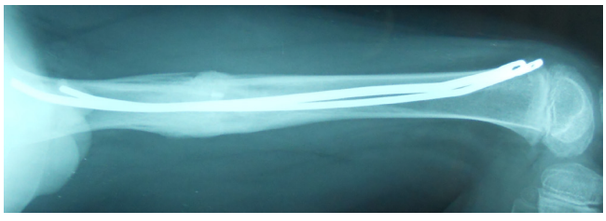
Tedavi edilen femurlarda son kontrollerinde uzunluk veya kısalık farkı, rotasyon farkı, varus-valgus açılanması ve diz ekleminde saptanan hareket kısıtlılığı değerleri tablo 2 de verilmiştir. Hastaların birinci aydaki poliklinik kontrollerinde retrograd tespit yapılan hastalardan üçünde dize doğru, antegrad tespit yapılan iki hastada proksimale doğru 1-2 cm' lik migrasyon saptandı ve eklem hareketlerini minimal kısıtladığı için erken



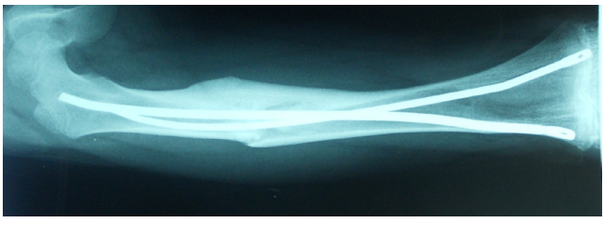
Figür 1. Ameliyat sonrası ön-arka düz grafi



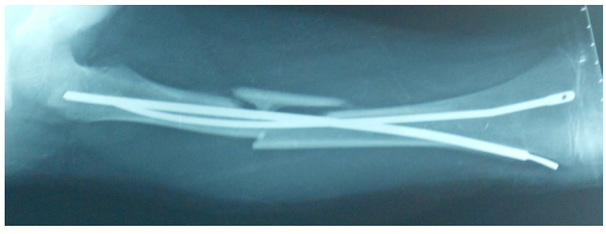
Figür 2. Ameliyat sonrası lateral düz grafi



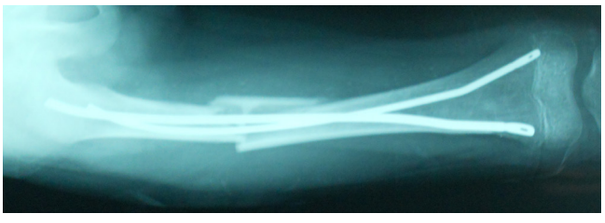
Figür 3. Kırık kaynamasının saptandığı ön-arka düz grafi



Figür 4. Kırık kaynamasının saptandığı lateral düz grafi.



Figür 5. Ender çivisi çıkarıldıktan sonraki ön-arka düz grafi



Figür 6. Ender çivisi çıkarıldıktan sonraki lateral düz grafi

müdahale edilmedi. Migrasyon saptanan bu 5 hastanın materyalleri ameliyat sonrası 3. ayda çıkarıldı ve hastalar fizik tedavi polikliniğine yönlendirildi. Altı haftalık ayaktan tedavi ile eklem hareketleri normal açıklığına ulaştı. Materyaller çıkarıldıktan sonra hiç bir hastada refraktür gelişmedi.

Tablo 1. Ender çivileri ile tedavi edilen femur şaft kırıklı hastalarla ilgili veriler.

No	Cins	Yaş (Yıl)	Taraf	Winquist	Kaynama (Hafta)	Takip (Ay)	Etyoloji	Ek patoloji	Flyn
1	*E*	7,2	R	Tip 3	*6*	17	TK	Açık kırık	İ
2	K	8,3	R	Tip 2	6	14	TK	Kafa trav	M
3	E	6,6	L	Tip 2	5	38	TK	Humerus	M
4	E	11,3	R	Tip 3	7	15	Düşme	-	K
5	K	12,6	L	Tip 2	8	14	TK	-	M
6	E	9,8	R	Tip 3	6	33	TK	Önkol çift	İ
7	*E*	4,6	L	Tip 3	*5*	21	TK	L tibia	M
8	E	14,2	L	Tip 2	8	15	Düşme	-	M
9	K	14,2	R	Tip 2	8	13	TK	-	İ
10	E	11,1	R	Tip 3	7	16	Düşme	Kafa trav	M
11	E	9,9	Bilateral	Tip 2,2	6	17	TK	Diğer femur	M-İ
12	E	7,1	L	Tip 2	6	15	TK	Açık kırık	M
13	E	7,3	Bilateral	Tip 2,3	6	17	TK	Diğer femur	M-M
14	E	11,2	R	Tip 3	7	13	ASY	-	M
15	K	10,3	L	Tip 2	7	23	TK	Açık kırık	M
16	E	6,4	R	Tip 3	5	16	TK	Colles	M
17	E	8,7	R	Tip 2	6	14	TK	Açık kırık	M
18	E	12,5	L	Tip 3	8	21	TK	-	M
19	E	7,6	R	Tip 3	6	15	TK	L tibia	M
20	K	9,3	Bilateral	Tip 2,3	7	14	TK	Diğer femur	İ-K
21	E	8,8	R	Tip 2	7	20	ASY	Kafa trav	M
22	K	8,2	L	Tip 3	7	13	TK	Colles	İ
23	E	11,3	L	Tip 2	8	23	TK	-	M
24	E	8,6	R	Tip 3	7	16	Düşme	Açık kırık	İ
25	E	6,4	R	Tip 3	5	21	TK	Colles	M
26	E	5,3	L	Tip 2	5	14	TK	Humerus	M
Ort		9,2			6,5	18			

R: Sağ, **L**: Sol, **E**: Erkek, **K**: Kadın, **TK**: Trafik kazası, **ASY**: Ateşli silah yaralanması, **M**: Mükemmel, **İ**: İyi, **K**: Kötü

Tablo 2. Hastaların son poliklinik kontrollerinde saptanan değerler. Bilateral femur kırığı olan 3 hasta; 11,13,20 nolu.

No	Uzunluk Farkı (mm)	Rotasyon Farkı (Derece)	Varus (Derece)	Valgus (Derece)	Fleks Kaybı (Derece)	Ekstan Kaybı (Derece)
1	-13	+3	6	-	4	5
2	+5	-5	-	2	5	5
3	+6	+4	5	-	3	3
4	-20	- 7	-	9	10	6
5	-3	+3	3	-	4	3
6	-12	-5	-	7	5	5
7	+2	+2	3	-	6	5
8	-3	-4	5	-	3	4
9	-13	-4	-	2	7	6
10	-2	+2	2	-	3	4
11	0,-11	0,-3	6	2	4-5	5-3
12	6	+4	3	-	7	3
13	0,-2	0,-3	2	2	5-4	5- 4
14	-3	+2	-	3	3	6
15	+3	+2	4	-	3	5
16	-11	-4	-	5	6	9
17	-2	+3	3	-	3	5
18	-2	-4	5	-	4	5
19	+2	-2	-	3	5	4
20	0,-20	0,-2	2	3	7-5	5-7
21	-2	+5	3	-	3	5
22	+3	-2	-	4	7	5
23	-11	-2	7	-	8	9
24	-2	+3	4	-	4	3
25	-13	+2	-	6	5	5
26	2	+5	5	-	7	6
Ort	6	3	4	4	5	5

Tartışma

Çocukluk çağında oldukça sık rastlanan femur şaft kırıklarının konservatif tedavisi 6 yaşın altında ilk tercih edilmesi gereken yöntemdir.[3,4,5] Son yıllarda açık kırık, 6 yaştan büyük ya da iri-obez çocuk veya eşlik eden ek patolojiler sebebiyle femur şaft kırıklarında cerrahi tedavi daha sık tercih edilmektedir.[6] Literatüre bakıldığında son yıllarda yapılan çalışmalarda cerrahi tedavide kullanılan plak-vida, eksternal fiksatör, Ender çivileri ve titanyum elastik çiviler (TEN) ile ilgili tartışmalı sonuçlar mevcuttur.[7-10]

Plak-vida tespit yönteminde materyalin uygulanması ve çıkarılması esnasında yumuşak doku diseksiyonu fazladır ve ciltte belirgin bir skar kalmaktadır. Eksternal fiksatörlerin ise redüksiyonun bozulması, çivi dibi enfeksiyonu, eklem hareketlerinin kısıtlanması gibi komplikasyonları intramedüller sistemlere göre daha sıktır. Bu nedenle çok parçalı kırık, tip 3 açık kırık gibi daha sınırlı endikasyonlarda tercih edilmelidir.[2,11]

Rijid kilitli intramedüller çivilerin 9 yaşından büyük çocuklarda femur şaft kırıklarında güvenle kullanılabileceği ve femur proksimalindeki büyümeyi etkilemeyeceği belirtilmiştir.[12] Lateral trokanterik çivi girişinin seçilmesinin femur başı beslenmesini koruyacağı diğer çalışmalarda vurgulanmıştır.[13-15]

Elastik intramedüller çiviler ile ilgili çalışma sonuçlarını ilk olarak 1968'de Rush ve akabinde 1970'de Ender yayınlamışlardır.[16,17] Yetişkinlerde bu çivilerin kullanımında migrasyon, kısalık, rotasyon gibi problemlerle sıkça karşılaşılmıştır. TEN 1980'li yılların başında geliştirilmiştir ve son 10 yılda çocuk femur şaft kırıklarının cerrahi tedavisinde oldukça sık kullanılmaktadır. Çocuk femur şaft kırıklarının cerrahi tedavisinde kullanılan hem Ender çivisi hem de TEN ile ilgili birçok çalışmada başarılı sonuçlar verilmektedir.[2,11,18] Çocuk femur diafiz kırıklarında 6 yaş öncesi ek problemi olmayan hastalarda konservatif tedavi genel olarak kabul görmüştür. Bununla beraber okul öncesi dönemde ortalama yaşı 4.1 olan 72 küçük çocukta TEN uygulayan Bopst ve ark., sonuçlarının başarılı olduğunu belirterek bu yöntemin erken hareket, hastanede daha az kalma süresi ve erken yük verme gibi avatajlarından bahsetmişlerdir.[19]

Kırık tipi ile seçilecek cerrahi yöntem arasında bir bağlantı kuran bir kısım çalışmacılar kısalık ve rotasyonla ilgili komplikasyon oranlarının yüksek olması sebebiyle uzun oblik ve parçalı kırıklarda elastik intramedüller çivileme dışında bir yöntem seçilmesini tavsiye etmişlerdir.[20,21] Aksine parçalı kırıklardada Ender çivisi ile tespit sonuçlarının iyi olduğunu vurgulayan çalışma da vardır.[22] Diğer bazı çalışmalarda ise çocuk femur diafiz kırıklarının tedavisinde hastanın yaşı, kırığın tipi, eşlik eden patolojiler, cerrahın deneyimi ve hasta ile ailesinin psikolojik durumları değerlendirilerek en uygun yöntemin belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır.[23,24] Bizde bu yazarlarla aynı fikirdeyiz; yine de parçalı diafiz kırıklarında elastik intramedüller çivilerin kullanılabileceğini düşünüyoruz. Bu hastalarda ameliyat sonrasında en az 2-3 hafta atel kullanarak korumak ve geç bastırmak gelişebilecek kısalık ve rotasyon problemlerini azaltacaktır. Hastalarımızın ikisinde 20 mm'lik kısalık gelişmesini her iki kırığın Winquist tip 3 olmasına ve erken yük vermemize bağladık.

Elastik intramedüller tespit materyallerinin yetişkin femur kırıklarında artık kullanılmamasında çivi migrasyonu en önemli faktörlerdendir. Literatürde çocuklarda femur spongiyöz kemik kitlesinin daha çok ve sert olduğu, bunun da çivilerin migrasyonunu önlediği belirtilse de[25] Rohde ve ark. bir olgularında femur şaft kırığının tespitinde kullandıkları TEN' in, diz eklemine migrasyonla sinovite neden olduğunu yayınlamışlardır.[22] Yine diafiz kırığı için uygulanan TEN' in proksimalde femur boynuna migre olduğu bir olgu sunulmuştur.[26] Bizim olgularımızdaki çivi migrasyonu minimal düzeydeydi ve problem oluşturmadı. Kanaatimizce çivi giriş yerinin fazlaca geniş açılmaması migrasyonu azaltacaktır. Çalışmamızda migrasyonu önlemek için ek tedbirler alınmamıştır. Hastalarımızın beşinde migrasyon sebebiyle kırığın kaynadığının tespit edildiği üçüncü ayda materyal çıkarılmıştır. Nectoux ve ark.' nın kullandığı TEN için geliştirilen tepe vidası da migrasyonu engelleme açısından pratik çözümlerdendir.[27] Fakat bu tepe vidası bizim kullandığımız Ender çivileri için uygun değildir.

Literatürde femur modellerinde Ender çivisi ile TEN' i karşılaştıran mekanik çalışmalar az sayıdadır. Mani ve ark. kemik modelleri üzerinde yaptığı mekanik çalışmada, ender çivisi ile titanyum elastik çivilerinin stabilitesi benzer çıkmıştır. Aynı çalışmada unilateral eksternal fiksatörün transvers kırıklarda torsiyona karşı ve parçalı kırıklarda her plandaki mekanik stabilitesinin Ender ve TEN' den daha iyi olduğu bulunmuştur.[28] Mahar ve ark. ise yaptıkları mekanik çalışmaya dayanarak, TEN' in paslanmaz çelik çividen daha stabil olduğunu yayınlamışlardır.[29] Mani ile Mahar' ın çalışma sonuçlarının çelişkisi bu iki çalışmada kullanılan çelik tespit materyallerinin farklılığıyla ilişkili olabilir.

Wall ve ark. 56 TEN ve 48 Ender çivileri ile tedavi edilmiş benzer özelliklerdeki çocuk femur kırıklarının sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Major komplikasyon olarak revizyon gerektiren çivi irritasyonu, 15 dereceden fazla sagittal açılanma, 10 dereceden fazla koronal açılanma, derin enfeksiyon, kaynama gecikmesi ve rot kırılmasını belirlemişlerdir. İlginç olarak TEN uygulanan grupta saptadıkları major komplikasyon oranları, Ender çivisi uygulanan gruptaki oranın 2 katından fazla idi. Yazar bununla beraber ülkesindeki güncel fiyatlarla TEN in 259 $ ile 328 $ arası olduğu, Ender çivisinin ise sadece 78 $ olduğunu belirtmiştir.[30] Maliyet üzerine vurgu yapılan diğer bir çalışmada da femur şaft kırığını tespit için K teli kullanılmış ve sonuçlarının tatmin edici olduğu belirtilmiştir.[31]

Çalışmamızda kontrol grubu olmamakla beraber 2 cm kısalıkla iyileşen 2 hastamız dışında sonuçlarımız tatmin ediciydi. Bununla birlikte femur şaft kırıklarının tedavisinde kullanılan materyallerin ülkemizdeki maliyetleri açısından bakıldığında; Ender çivisi 50-75 TL, TEN 250-300 TL, plaklar 500-1500 TL (çelik-titanyum), fiksatörler ise 750 TL ve üzeri fiyattan satılmaktadır. Bir femur kırığının tedavisinde kullanılan 2 adet Ender çivisinin maliyeti 100-150 TL olduğu dikkate alındığında; bu materyalin alternatiflerine göre bariz olarak fiyat avantajı vardır.

Sonuç

Hastalarımızda elde edilen klinik sonuçlar 2 hasta dışında tatminkar bulunmuştur. Çocuklarda femur şaft kırıklarının cerrahi tedavisinde Ender çivisi; erken okula dönüş imkânı, tespit sonrası refraktür riskinin düşüklüğü, minimal invaziv bir yöntem olması ve fiyat avantajı sebebiyle öncelikle düşünülmelidir.

Kaynaklar

1. Çelebi L, Biçimoğlu A. Çocuk Femur Cisim Kırıkları. TOTBİD Dergisi 2006;5:34-43.
2. Öztürkmen Y, Doğrul C, Balioğlu MB, Karlı M. Intramedullary stabilization of pediatric diaphyseal femur fractures with elastic Ender nails. Acta Orthop Traumatol Turc 2002;36:220-27.
3. Celerin LJ, Phillips JH, Werk LN, Wiltrout SA, Nathanson I. Flexible interlocked nailing of pediatric femoral fractures. J Pediatr Orthop 2008;28:864-73.
4. Flynn JM, Hresko T, Reynolds RAK, Blasier D, Davidson R, Kasser J. Titanium elastic nails for pediatric femur fractures: A multicenter study of early results with analysis of complications. J Pediatr Orthop 2001;21(1):4-8.
5. Sanders JO, Browne RH, Mooney JF, et al. Treatment of femoral fractures in children by pediatric orthopaedists: results of a 1998 survey. J Pediatr Orthop 2001;21:436-41.
6. Anglen JO, Choi L. Treatment Options in Pediatric Femoral Shaft Fractures. J Orthop Trauma 2005;19:724–33.
7. Kalenderer Ö, Aguş H, Şanlı C. Open reduction and intramedullary fixation through minimal incision with Ender nails in femoral fractures of children aged from 6 to 16 years. Acta Orthop Traumatol Turc 2002;36:303-9.
8. Wright JG. The treatment of femoral shaft fractures in children: A systematic overview and critical appraisal of the literature. Can J Surg 2000;43(3):180-89.
9. Serin E, Yılmaz E, Belhan O. Çocuk femur cisim kırıklarının tedavi sonuçları. Hacettepe Ortopedi Dergisi 2001;11:65-70.
10. Hedin H. Surgical treatment of femoral fractures in children. Acta Orthop Scand 2004;75(3):231-40.
11. Aktekin CN, Öztürk AM, Altay M, Toprak A, Özkurt B, Tabak AY. Çocuk femur cisim kırıklarında esneyebilen intramedüller çivi uygulaması. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg 2007;13(2):115-121.
12. Kanellopoulos AD, Yiannakopoulos CK, Soucacos PN. Closed, locked intramedullary nailing of pediatric femoral shaft fractures through the tip of the greater trochanter. J Trauma 2006;60:217–23.
13. Keeler KA, Dart B, Luhmann SJ, Schoenecker PL, Ortman MR, Dobbs ŞMB, Gordon JE. Antegrade intramedullary nailing of pediatric femoral fractures using an interlocking pediatric femoral nail and a lateral trochanteric entry point. Pediatr Orthop 2009;29:345-51.
14. Gordon JE, Khanna N, Luhmann SJ, Dobbs MB, Ortman MR, Schoenecker PL. Intramedullary nailing of femoral fractures in children through the lateral aspect of the greater trochanter using a modified rigid humeral intramedullary nail. J Orthop Trauma 2004;18:416-22.
15. Gordon JE, Swenning TA, Burd TA, Szymanski DA, Schoenecker PL. Proximal femoral radiographic changes after lateral transtrochanteric intramedullary nail placement in children. J Bone Joint Surg [Am] 2003;85:1295-1301.
16. Rush LV. Dynamic intramedullary fracture-fixation of the femur. Reflections on the use of the round rod after 30 years. Clin Orthop 1968;(60):21-7.
17. Ender J, Simon-Weidner R. Fixierung trochanterere frakturen mit elastischen kondylennageln. Acta Chir Austr 1970;1:40-50.
18. Rathjen KE, Riccio AI, De La Garza D. Stainless steel flexible intramedullary fixation of unstable femoral shaft fractures in children. J Pediatr Orthop 2007;27:432-41.
19. Bopst L, Reinberg O, Lutz N. Femur fracture in preschool children experience with flexible intramedullary nailing in 72 children. J Pediatr Orthop 2007;27:299-303.
20. Sink EL, Gralla J, Repine M. Complications of pediatric femur fractures treated with titanium elastic nails a comparison of fracture types. J Pediatr Orthop 2005;25:577-80.
21. Sink EL, Faro F, Polousky J, Flynn K, Gralla J. Decreased complications of pediatric femur fractures with a change in management. J Pediatr Orthop 2010;30:633-37.
22. Rohde RS, Mendelson SA, Grudziak JS. Acute synovitis of the knee resulting from intra-articular knee penetration as a complication of flexible intramedullary nailing of pediatric femur fractures: report of two cases. J Pediatr Orthop 2003;23:635-38.
23. Buckley SL. Current trends in the treatment of femoral shaft fractures in children and adolescents. Clinical Orthopaedics and Related Research 1997;338:60-73.
24. Beaty JH. Operative treatment of femoral shaft fractures in children and adolescents. Clinical Orthopaedics and Related Research 2005; 434:114-22.
25. Pankovich AM, Goldflies ML, Pearson RL. Closed Ender nailing of femoral-shaft fractures. J Bone Joint Surg [Am] 1979;61:222-32.
26. Carmichael KD, Schroeder FA. Proximal femoral neck penetration after flexible intramedullary nailing for pediatric femur fractures: a rare complication. J Child Orthop 2007;1:243-47.
27. Nectoux E, Giacomelli MC, Karger C, Gicquel P, Clavert JM. Use of end caps in elastic stable intramedullary nailing of femoral and tibial unstable fractures in children: preliminary results in 11 fractures. J Child Orthop 2008;2:309-314.
28. Mani US, Sabatino CT, Sabharwal S, Svach DJ, Suslak A, Behrens FF. Biomechanical comparison of flexible stainless steeland titanium nails with external fixation using a femur fracture model. J Pediatr Orthop 2006;26:182-87.
29. Mahar AT, Lee SS, Lalonde FD, Impelluso T, Newton PO. Biomechanical comparison of stainless steel and titanium nails for fixation of simulated femoral fractures. J Pediatr Orthop 2004;24:638-41.
30. Wall EJ, Jain V, Vora V, Mehlman C, Crawford A. Complications of titanium and stainless steel elastic nail fixation of pediatric femoral fractures. J Bone Joint Surg [Am] 2008;90(6):1305-13.
31. Chitgopkar SD. Flexible nailing of fractures in children using stainless steel Kirschner wires. J Pediatr Orthop B 2008;17:251-55.