



Pediatric Femur Kırıklarında İnkorpore Pelvipedal Alçılama Sonrası Rezidüel Deformite Sonuçları

Residual Deformity Results After Incorporated Spica Casting in Pediatric Femur Fractures

Hasan MAY¹ , Melih ÜNAL² , Ömer Faruk KILIÇASLAN¹ , Yusuf Alper KATI¹ 

¹Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Antalya, Türkiye

²Yatağan Devlet Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Muğla, Türkiye

ORCID ID: Hasan May 0000-0001-7592-2147, Melih Ünal 0000-0002-8002-6408, Ömer Faruk Kılıçaslan 0000-0001-6716-4542, Yusuf Alper Katı 0000-0003-2706-3813

Bu makaleye yapılacak atıf: May H ve ark. Pediatric Femur Kırıklarında İnkorpore Pelvipedal Alçılama Sonrası Rezidüel Deformite Sonuçları. Med J West Black Sea. 2021;5(2):204-209.

Sorumlu Yazar

Melih Ünal

E-posta

meliih.unal@gmail.com

Geliş Tarihi

07.01.2021

Revizyon Tarihi

12.02.2021

Kabul Tarihi

13.04.2021

ÖZ

Amaç: Çocuk femur kırıklarının tedavisinde amaç, en az invaziv müdahale ile yeterli ve kabul edilebilir bir dizilim elde ederek kaynamanın sağlanmasıdır. Özellikle 2-6 yaş aralığında tedavi tartışmalı olmasına rağmen pelvipedal alçılama bu yaş grubunda en yaygın kullanılan tedavi yöntemidir. Güvenli ve daha az invaziv olmasına rağmen iyileşme sonrası rezidüel deformite görülebilmektedir. Bu çalışmanın amacı erken inkorpore pelvipedal alçılama ile tedavi edilen 7 yaş altı pediatrik hastaların rezidüel deformite açısından radyolojik sonuçlarını sunmaktır.

Gereç ve Yöntemler: Bu çalışmada pediatrik femur cisim kırığı sebebiyle opere edilmiş 10'u erkek, 6'sı kız toplam 16 hasta değerlendirildi ve hastaların iyileşme sonrası takiplerindeki deformiteler ölçüldü. Hastaların ön-arka ve yan plan açılanması ile ekstremitte eşitsizlikleri radyografi yardımıyla; rotasyon deformiteleri ise prone pozisyonunda fizik muayene ile değerlendirildi.

Bulgular: Ortalama takip süresi 50,8±16,9 ay (24-78) olan 16 hastanın yaş ortalaması 33±21,1 ay (6-84) idi. Hastaların iyileşme sonrası ortalama ön-arka plan açılanması 5,2 ± 6,7 derece ve yan plan açılanması 12,3± 7,5 dereceydi. 6 hastada 3,3±2,7 mm kısalık saptanırken 5 hastada ise 8,8±3,9 mm uzama tespit edildi.

Sonuç: Sonuç olarak erken inkorporepelvipedal alçılama yatış süresi ve maliyet açısından avantajlı bir tedavi olmasının yanı sıra deformite açısından da güvenlidir.

Anahtar Sözcükler: Femur kırıkları, Çocuk, Pelvipedal alçılama, Deformite

ABSTRACT

Aim: The aim of the treatment of pediatric femoral fractures is to provide union by obtaining an adequate and acceptable alignment with the least invasive intervention. Although the treatment is controversial, especially in the age range of 2-6, pelvipedal casting is the most widely used treatment method in this age group. Although it is safe and less invasive, residual deformity can be seen after healing. The aim of this study is to present the radiological results in terms of residual deformity in pediatric patients under 7 years of age who were treated with early incorporated pelvipedal casting.

Material and Methods: In this study, a total of 16 patients (10 males and 6 females) who were operated for pediatric femoral shaft fractures, were evaluated and the deformities in the post-recovery follow-up of the patients were measured. Angulation and limb length discrepancy were evaluated on radiography and rotational deformities were measured by physical examination in the prone position.



Results: The mean age of 16 patients was $50,8 \pm 16,9$ months (24-78) and mean follow-up period of was $33 \pm 21,1$ months. After recovery, mean coronal plan angulation was $5,2 \pm 6,7$ degrees and sagittalplan angulation was $12,3 \pm 7,5$ degrees. While $3,3 \pm 2,7$ mm shortening was detected in 6 patients, and $8,8 \pm 3,9$ mm elongation was detected in 5 patients.

Conclusion: Early in incorporated spica casting is an advantageous treatment in terms of hospital stay and cost, besides it also safe in terms of deformity.

Keywords: Femur fractures, Children, Spica casting, Deformity

GİRİŞ

Çocuk femur cisim kırıkları tüm pediatrik kırıkların %1,4 ile %1,7'sini oluşturmaktadır (1). Bu kırıkların %90'ı trafik kazaları gibi yüksek enerjili travmalar sonucu oluşur (2). Yaş, kilo, kırık tipi, cilt sorunları ve cerrah tercihi tedavi seçimini belirleyen faktörler olmasına karşın; temel faktör hastanın yaşıdır (3). Genel olarak 2 yaş altı ile 16 yaş üstü adölesan grubunun tedavisinde fikir birliği bulunurken (4); 2-16 yaş grubu tartışmalıdır (5,6) ve bu yaş aralığında inkorporepelvipedal alçılama, eksternal fiksator, ve TEN gibi tedaviler uygulanabilmektedir (2,6-16).

Pelvipedal alçılama özellikle 2-6 yaş grubu pediatrik femur cisim kırıkları tedavisinde en popüler yöntemdir (7). Yatış süresi diğer cerrahi yöntemlere göre daha kısadır. Bu yüzden uzamış yatış süresi sonucu oluşan sosyal ve psikolojik etkiler, diğer cerrahi yöntemlere göre daha azdır (7,8). Bu avantajlarına rağmen kaynamama, ekstremitte eşitsizliği, cilt problemleri ve pin dibi enfeksiyonu gibi dezavantajlar bildirilmiştir (7,9,10). Çocukluk çağı kırıklarının remodelling (yeniden şekillenme) özelliği sayesinde kaynama sonrası bazı deformiteler kendiliğinden düzelebilir. Yeniden şekillenme kapasitesi yaşa ve kırığın yerine göre değişebilmesine rağmen genel olarak 15 derece koronal (ön-arka) plan ve 20 derece sagittal (yan) plan açılanmaları kabul edilebilir deformitelerdir (11,12).

Bu çalışmanın amacı erken inkorporepelvipedal alçılama ile tedavi edilen 7 yaş altı pediatrik hastaların 24 ay üzeri takiplerindeki rezidüel deformite açısından radyolojik sonuçlarını sunmak ve literatürdeki benzer ve alternatif yöntemler ile karşılaştırmaktır.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

Hastalar

Bu tek merkezli retrospektif çalışmada 2014-2019 yılları arasında Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde pediatrik femur cisim kırığı sebebiyle opere edilmiş 6 ay üstü ve 7 yaş altı tüm hastalar değerlendirilmiştir. İnkorpore pelvipedal alçılama ile tedavi edilen ve takip süresi 24 ay ve üzeri hastalar çalışmaya dahil edilirken; eksternal fiksator, TEN ve plak uygulanana hastalar ile açık kırığı olan, takip süresi 24 aydan kısa olan, sağlam veya kırık taraf alt ekstremitesinde önceden deformitesi bulunan hastalar çalışmadan

çıkarıldı. Çalışmada 10'u erkek, altısı kız, toplam 16 hasta değerlendirilmiştir.

Bu çalışma, 1964 tarihli Helsinki Deklarasyonu ve sonraki değişikliklerinde ortaya konan etik standartlar izlenerek yapıldı ve hastane etik kurulu tarafından onaylandı (Karar tarihi -numarası: 2020-18/5).

Cerrahi Teknik

Tüm hastalara hastaneye başvuru sonrası ilk 8 saat içerisinde müdahale edildi. Genel anestezi altında traksiyon altında ön-arka ve yan grafileri alındı ve distalmetafiziel-Kirschner teli geçildi. Ardından floroskopi altında traksiyon uygulanarak kabul edilebilir dizilim ve uzunluk sağlandı. Rotasyon kontrol edildi. Ardından kırık taraf ayak bileğine kadar, sağlam taraf dize kadar olacak şekilde pelvipedal-alçılama yapıldı. Alçılama esnasında kalça 40-45 derece fleksiyonda ve yaklaşık 30 derece abduksiyon ve hafif eksternal rotasyonda uygulandı. Alçılama sonrası tekrar floroskopi kontrolleri yapıldı ve alçı kırılmasını önlemek için araya bar uygulandı.

Ölçüm Teknikleri

Hastaların kırıkları "Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesfragen" (AO) çocuk uzun kemik kırıkları sınıflamasına göre sınıflandırıldı. Bu sınıflamaya göre pediatrik femur cisim kırıkları basit transvers (32-D/4.1), parçalı transvers kırıklar (32-D/4.2), basit oblik/spiral kırıklar (32-D/5.1) ve parçalı oblik/spiral kırıklar (32-D/5.2) olarak tanımlanmıştır (17).

Hastaların cerrahi sonrası en son takiplerindeki açısal deformiteri ve femur uzunlukları radyolojik olarak; kalça rotasyonları da fizik muayene ile prone pozisyonunda değerlendirilerek kaydedildi.

İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi IBM SPSS Statistics17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) paket programında yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler; sürekli sayısal için ortalama \pm standart sapma biçiminde ifade edilirken kategorik değişkenler olgu sayısı ve (%) ile sunulmuştur. Normallik testinde gruptaki örneklem sayısı 50'den küçük olduğu için ShapiroWilkstesti kullanılmıştır. Aynı hastaya ait kırık ve sağlam tarafın deformite karşılaştırılmasının analizinde normal dağılıma uymadığı durumda Wilcoxon testi, uyduğu durumda eşleştirilmiş ör-

neklem t-testi kullanılmıştır. $p < 0.05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

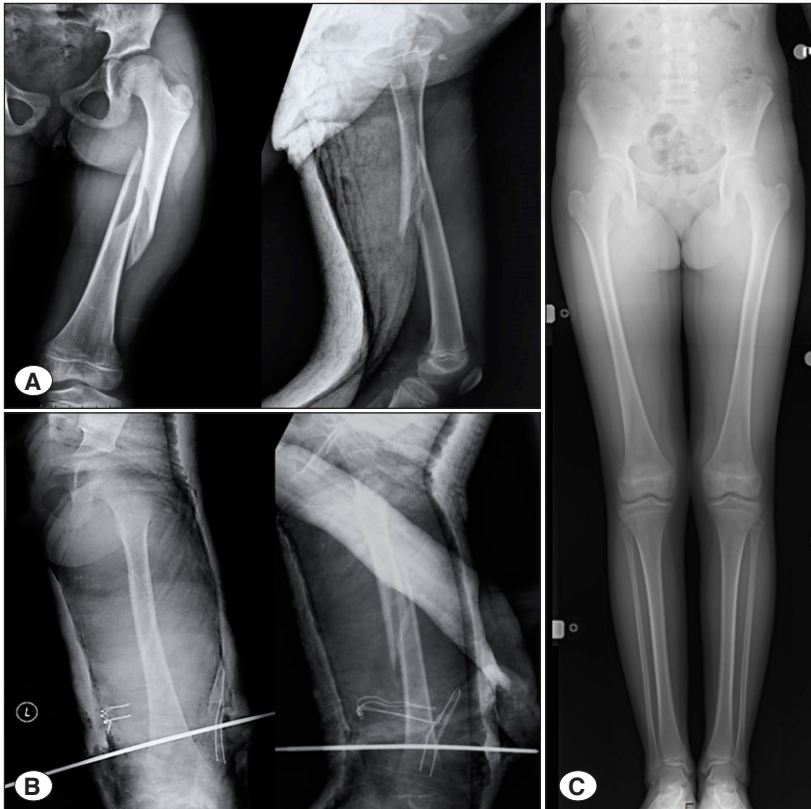
Çalışmaya dahil edilen 16 hastanın yaş ortalaması $33 \pm 21,1$ ay (6-84). Çocukların 10'u erkek (%62,5), 6'sı kız (%37,5) idi. 6 femur sağ (%37,5); 10 femur sol (%62,5) idi. Ortalama takip süresi $50,8 \pm 16,9$ ay (24-78). Kırıkların 11'i AO 32-D/4.2 (%68,8), 4'ü AO 32-D/5.1 (%25) ve 1 hasta AO 32-D (%5,2) idi. En son radyolojik değerlendirmelerinde sağlam tarafa göre ortalama ön-arka plan açılanması $5,2^\circ \pm 6,7$ (0,0-20,0), yan plan açılanması $12,3^\circ \pm 7,5$ (0,0-21,0). Ekstremitte farkı $0,40 \pm 0,44$ cm (0,0-1,5). 6 hastanın kırık tarafında kısalık $0,33 \pm 0,27$ cm (0,10-0,80) ve 5 hastanın da kırık tarafında uzama $0,88 \pm 0,39$ cm (0,50-1,50) saptandı (Tablo 1). Kırık ve sağlam taraf arasındaki deformite karşılaştırıldığında ön-arka ($p=0,008$) ve yan ($p=0,001$) açılanmada anlamlı fark saptanmasına rağmen bu farklar klinik olarak anlamlı değildi (Tablo 2).

TARTIŞMA

Bu çalışmada pediatrik femur cisim kırıklarında erken inkorporepelvipedal alçılama sonrası rezidüel deformite varlığı değerlendirildi ve ön-arka ve yan planda kabul edilebilir bir açılanma oluşturduğu ancak klinik olarak tespit edilebilir bir rotasyonun olmadığı saptandı. Pelvipedal alçılama ya-

tış süresinin kısa, maliyetsiz ve güvenli olması sebebiyle aşırı ödemi olmayan küçük çocukların tedavisinde önerilmektedir. Bununla birlikte kısalık ve açılanma gibi rezidüel deformitelerin oluşması bu tedavideki önemli bir sorundur ve %6,1 oranında görüldüğü bildirilmiştir (18). Literatürde bu sorunun etkilerini azaltmak için 90-90 alçılama, 4-köşe alçı moldu, distal metafizielpin ile inkorporasyon ve ponton tekniği önerilmiştir (15). Çocuk kırıklarının yeniden şekillenme özelliği belli bir dereceye kadar ki deformiteleri tölere etmektedir. Bu deformitelere yaşa göre değişimle birlikte, ön-arkaplanda 15 ve yan planda 20 dereceye kadar açılanmalar ve 20 mm altı kısalıklar kabul edilmektedir (11). Ayrıca Kasser ve Beaty (12), 24 ay altı çocuklarda her iki planda 30 dereceye kadar açılanmaların; 2-6 yaş arasında ise ön-arkaplanda 15, yanplanda ise 20 dereceye kadar açılanmaların kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Bunun aksine başlangıçtaki 20 mm üzeri kısalığın kaynama sağlandığında aşırı bir kısalığa sebep olmayacağını belirten görüş de bulunmaktadır (19).

Literatürdeki ön-arka ve yan plan deformiteleri incelendiğinde Sahin ve ark (20) ortalama 5 yıl üzeri takipli hastalarında 38 hastanın 31'inde 5 derece ve altı açılanma bildirmişlerdir. Frech-Dörfler ve ark. (9) da kırık iyileşmesi sonrası ortalama 7,6 derece açılanma bildirmişlerdir. Martinez ve ark. (16) ise erken pelvipedal alçılama uyguladıkları hiçbir hastada 15 derece üzeri açılanma saptamadıklarını belirtti. Tisherman



Şekil 1: A) 7 yaş sol femur shaft kırığı olan kız çocuğunun ön-arka ve yan grafileri B) İnkorporepelvipedal alçılama sonrası ön-arka ve yan grafileri C) Tedaviden 5 yıl sonraki bacak uzunluk grafisi

ve ark.nın (18) yapmış olduğu sistematik derlemede literatürde kabul edilen ortalama deformitelerin ön-arka planda 16 dereceye ulaştığını, yan planda ise 20 derecenin üzerinde olduğunu göstermişlerdir. Açısal deformitelerin oranı %4,15 iken %1,90 oranında da kısılalığın olduğu gösterilmiştir (18).

Literatürdeki ekstremite eşitsizliklerine bakıldığında genel olarak kabul edilebilir kısılalıkların görüldüğü; ancak bazı vakalarda aşırı uzamanın da olduğu görülmektedir (20,21). Kemik iyileşmesi sonrası Martinez ve ark (16) 2mm, Akşahin ve ark (15) 2,9 mm kısıalık bildirmişlerdir. Frech-Dörfler ve ark (9) ise ortalama 1 cm kısıalık (maksimum 3,2 cm) saptamıştır. Tek bacak pelvipedal uygulama yapan Epps ve ark. (22) 3 mm kısıalık saptarken; Jaafar ve ark (23) ise 94 hastanın sadece 8'inde rezidüel kısıalık tespit etmişlerdir. Bazı vakalarda kırık tarafta kısıalmanın aksine uzama görülmektedir. Şahin ve ark (20) takip ettikleri 38 vakada maksimum 11 mm kısıalık ve 6 mm uzama bildirmişlerdir. Shapiro (21) takip ettiği vakalarda ortalama 0,92 cm aşırı uzama saptarken; Nork ve ark (24) ise 2 yaş altı vakalarda bu uzamanın

ortalama 5 mm olduğunu belirtmişlerdir. Nordin ve ark. (25) ise traksiyon ile tedavi edilen pediyatrik hastalarda ortalama 1,17 cm (0,5 - 2,5 cm) aşırı uzama gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada $5,2^{\circ} \pm 6,7$ (0,0-20,0) ön-arka plan; $12,3^{\circ} \pm 7,5$ (0,0-21,0) yan plan açılanması saptanmıştır. Ayrıca iyileşme sonrası 6 hastanın femurunda kısıalık $0,33 \pm 0,27$ cm (0,10-0,80) ve 5 hastanın femurunda da uzama $0,88 \pm 0,39$ cm (0,50-1,50) bulunmuştur. Kırık ve sağlam taraf arasındaki deformite karşılaştırıldığında ön-arka ($p=0,008$) ve yan ($p=0,001$) açılanmada anlamlı fark saptanmasına rağmen bu değerler literatürde önerilen kabul edilebilir seviyelerdedir ve literatürdeki genel sonuçlarla benzerdir.

Her ne kadar literatürde bildirilen deformiteler kabul edilebilir seviyede olsa da; pelvipedal alçılama sonrası deformiteler değişkenlik gösterebilmektedir. Buehler ve ark (26), teleskopik testin 30 mm ve üzeri olduğu vakalarda aşırı kısıalmanın 20,4 kat fazla olduğunu belirtmişlerdir. Akşahin ve ark (15) ise açılanma ya da kısıalığın kırık paterni ya da yaşla ilişkili olmadığını belirtmişlerdir.

Tablo 1: Hastaların demografik ve klinik özellikleri

Vaka #	Cinsiyet	Yaş (Ay)	Yön	Takip Süresi (Ay)	AO Sınıflaması	Kalça Rotasyonu	Ön-Arka Açılanma	Yan Açılanma	Ekstremitte Farkı (cm)
1	E	6	Sol	78	32-D/4.2	0	0	20	0
2	E	48	Sol	75	32-D/ 5.2	0	5	20	-0,2
3	K	48	Sol	68	32-D/ 5.1	0	4	20	1,5
4	E	24	Sağ	62	32-D/ 5.1	0	0	15	-0,5
5	K	24	Sağ	62	32-D/4.2	0	10	12	-0,8
6	E	24	Sol	60	32-D/4.2	0	20	21	0
7	E	24	Sağ	60	32-D/4.2	0	0	0	0,7
8	K	84	Sol	56	32-D/4.2	0	0	10	0
9	E	36	Sol	48	32-D/4.2	0	5	14	0
10	E	24	Sol	43	32-D/4.2	0	9	16	0,7
11	E	36	Sağ	42	32-D/4.2	0	20	21	0
12	K	24	Sol	39	32-D/4.2	0	0	8	-0,2
13	E	72	Sağ	39	32-D/4.2	0	7	0	0,5
14	E	24	Sol	30	32-D/4.2	0	3	10	-0,2
15	K	6	Sol	26	32-D/ 5.1	0	0	0	-0,1
16	K	24	Sağ	24	32-D/ 5.1	0	0	10	1,0

E: Erkek; K: Kadın

Tablo 2: Kırık ve sağlam taraf arasındaki deformitelerin karşılaştırılması

	Kırık Ort ± SS (Değer Aralığı)	Sağlam Ort ± SS (Değer Aralığı)	p değeri
Ön-Arka Açılanma	5,18±6,70 (0,00-20,00)	0,00±0,00 (0,00-0,00)	0,008¹
Yan Açılanma	12,31±7,49 (0,00-21,00)	0,00±0,00 (0,00-0,00)	0,001¹
Uzunluk (cm)	33,39±7,51 (15,20-48,20)	33,24±7,35 (15,30-46,70)	0,322 ²

Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, min: En düşük değer, max: En büyük değer. ¹ Eşleştirilmiş t testi, ² Wilcoxon Testi

Pelvipedal alçılama deformite açısından bu yaş grubu için diğer bir alternatif olan titanyum elastik çivilere göre dezavantajlı görünse de çivilerin bu konuda üstün olmadığı gösterilmiştir. Sagan ve ark (14) 4-15 yaş titanyum elastik çivi ile tedavi edilen vakalarda %23 oranında malunion görüldüğünü belirtti. Ramo ve ark (13) ise 4 ve 5 yaşlarındaki çocuklarda titanyum elastik çivi ile pelvipedal alçılmayı karşılaştırdığı çalışmada kabul edilebilir deformiteler açısından iki grup arasında fark olmadığını ve intramedüller tedavi uygulananlarda implant çıkımı sebebiyle ikincil cerrahi uygulandığını belirtmişlerdir.

Pelvipedal alçının mobilizasyon kısıtlılığı ve taşıma gücünün sebebiyle tek bacak alçılama ile hastanın mobilizasyon kapasitesi ve taşınma gücününün aşılması öngörülmüştür (8,22). Epps ve ark (22) yapmış oldukları ortalama 3 yıl takipli tek bacak pelvipedal alçılama sonrası ortalama 3 derece ön-arkaplan ve 11 derece yanplan deformitesi görüldü. Ortalama 0,3 cm ekstremitte eşitsizliği saptanırken, 1 hastada da 40 derece asemptomatik kalça rotasyonu bildirilmiştir. Jaafar ve ark (23) ise tek-bacak ile çift-bacak pelvipedal alçılmayı karşılaştırdıkları çalışmada malunion sonuçlarının iki grup arasında benzer olmasına rağmen; çift bacak alçılamanın daha fazla ekstremitte eşitsizliğine sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmadaki başlıca kısıtlılık vaka sayılarının ve takip sürelerinin benzer çalışmalara göre daha az olmasıdır. Buna karşın iyileşme sonrası elde edilen veriler literatürle uyumlu ve tatmin edicidir.

Sonuç olarak bu çalışma erken inkorporepelvipedal alçılama ile tedavi edilen 7 yaş altı pediatrik hastaların rezidüeldeformite açısından radyolojik sonuçlarını sunmuştur. Bu yaş grubu için uygulandığında sekonder cerrahi işlemlerden kaçınma, kısa yatış süresi maliyetsiz ve güvenli olması gibi avantajlarının yanı sıra deformite açısından da kabul edilebilir sonuçlar sunduğu hatta bu yaş grubunda alternatif bir yöntem olan titanyum elastik çiviler ile de bu açıdan benzer sonuçların olduğu görülmektedir.

Teşekkür

Yok

Yazar Katkı Beyanı

Çalışma içerik ve tasarımı: **Melih Ünal, Hasan May**, Verilerin elde edilmesi: **Hasan May**, Verilerin analizi ve yorumlanması: **Melih Ünal**, Makalenin yazımı: **Melih Ünal, Hasan May, Ömer Faruk Kılıçaslan**, Kritik revizyon: **Melih Ünal, Yusuf Alper Kati**.

Çıkar Çatışması

Yazarların beyan edecek herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Finansal Destek

Bu çalışma için herhangi bir fon alınmamıştır.

Etik Kurul Onayı ve Bilgilendirilmiş Onam

Çalışma protokolü etik kurul tarafınca onaylandı.

Yazılı bilgilendirilmiş onam katılımcılar tarafından verilmiştir.

Hakemlik Süreci

Kör hakemlik süreci sonucunda yayınlanmaya uygun bulunmuş ve kabul edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Bahuaud C, Beneteau M, Dorr MF. Treatment of fractures of the femoral diaphysis in children. *Soins Chir* 1993;(150-151):36-42.
2. Carey TP, Galpin RD. Flexible intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1996;(332):110-118.
3. Rewers A, Hedegaard H, Lezotte D, Meng K, Battan FK, Emery K, Hamman RF. Childhood femur fractures, associated injuries, and sociodemographic risk factors: A population-based study. *Pediatrics* 2005;115(5):e543-e52.
4. Flynn JM, Schwend RM. Management of pediatric femoral shaft fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2004;12(5):347-359.
5. Sanders JO, Browne RH, Mooney JF, Raney EM, Horn BD, Anderson DJ, Hennrikus WL, Robertson WW. Treatment of femoral fractures in children by pediatric orthopedists: Results of a 1998 survey. *J Pediatr Orthop* 2001;21(4):436-441.
6. Aslani H, Tabrizi A, Sadighi A, Mirbolook AR. Treatment of pediatric open femoral fractures with external fixator versus flexible intramedullary nails. *Arch Bone Jt Surg* 2013;1(2):64-67.
7. Cassinelli EH, Young B, Vogt M, Pierce MC, Deeney VF. Spica cast application in the emergency room for select pediatric femur fractures. *J Orthop Trauma* 2005;19(10):709-716.
8. Hughes BF, Sponseller PD, Thompson JD. Pediatric femur fractures: Effects of spica cast treatment on family and community. *J Pediatr Orthop* 1995;15:457-460.
9. Frech-Dörfler M, Hasler CC, Häcker FM. Immediate hip spica for unstable femoral shaft fractures in preschool children: Still an efficient and effective option. *Eur J Pediatr Surg* 2010;20(1):18-23.
10. Thompson JD, Buehler KC, Sponseller PD, Gray DW, Black BE, Buckley SL, Griffin PP. Shortening in femoral shaft fractures in children treated with spica cast. *Clin Orthop Relat Res* 1997;(338):74-78.
11. Flynn JM, Garner MR, Jones KJ, D'Italia J, Davidson RS, Ganley TJ, Horn BD, Spiegel D, Wells L. The treatment of low-energy femoral shaft fractures: A prospective study comparing the "walking spica" with the traditional spica cast. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(23):2196-2202.
12. Kasser JR, Beaty JH. Femoral shaft fractures. In: Rockwood, Wilkins, Beaty, eds. *Fractures in Children*, Vol. III. 5th ed. Philadelphia, PA.: Lippincott Williams & Wilkins; 2001: 941-80.

13. Ramo BA, Martus JE, Tareen N, Hooe BS, Snoddy MC, Jo CH. Intramedullary nailing compared with spica casts for isolated femoral fractures in four and five-year-old children. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98(4):267-275.
14. Sagan ML, Datta JC, Olney BW, Lansford TJ, McIff TE. Residual deformity after treatment of pediatric femur fractures with flexible titanium nails. *J Pediatr Orthop* 2010;30(7):638-643.
15. Akşahin E, Celebi L, Yüksel HY, Hapa O, Muratlı HH, Aktekin CN, Biçimoğlu A. Immediate incorporated hip spica casting in pediatric femoral fractures: Comparison of efficacy between normal and high-risk groups. *J Pediatr Orthop* 2009;29(1):39-43.
16. Martinez AG, Carroll NC, Sarwark JF, Dias LS, Kelikian AS, Sisson GA Jr. Femoral shaft fractures in children treated with early spica cast. *J Pediatr Orthop* 1991;11(6):712-716.
17. AO Pediatric Comprehensive Classification of Long Bone Fractures (PCCF). *J Orthop Trauma* 2018;32 Suppl 1:S117-S140.
18. Tisherman RT, Hoellwarth JS, Mendelson SA. Systematic review of spica casting for the treatment of paediatric diaphyseal femur fractures. *J Child Orthop* 2018;12(2):136-144.
19. Illgen R 2nd, Rodgers WB, Hresko MT, Waters PM, Zurakowski D, Kasser JR. Femur fractures in children: Treatment with early sitting spica casting. *J Pediatr Orthop* 1998;18(4):481-487.
20. Sahin V, Baktir A, Türk CY, Karakaş ES, Aktaş S. Femoral shaft fractures in children treated by closed reduction and early spica cast with incorporated supracondylar Kirschner wires: A long-term follow-up results. *Injury* 1999;30(2):121-128.
21. Shapiro F. Fractures of the femoral shaft in children. The overgrowth phenomenon. *Acta Orthop Scand* 1981;52(6):649-655.
22. Epps HR, Molenaar E, O'connor DP. Immediate single-leg spica cast for pediatric femoral diaphysis fractures. *J Pediatr Orthop* 2006;26(4):491-496.
23. Jaafar S, Sobh A, Legakis JE, Thomas R, Buhler K, Jones ET. Four weeks in a single-leg weight-bearing hip spica cast is sufficient treatment for isolated femoral shaft fractures in children aged 1 to 3 years. *J Pediatr Orthop* 2016;36(7):680-684.
24. Nork SE, Bellig GJ, Woll JP, Hoffinger SA. Overgrowth and outcome after femoral shaft fracture in children younger than 2 years. *Clin Orthop Relat Res* 1998;357:186-191.
25. Nordin S, Ros MD, Faisham WI. Clinical measurement of longitudinal femoral overgrowth following fracture in children. *Singapore Med J* 2001;42(12):563-565.
26. Buehler KC, Thompson JD, Sponseller PD, Black BE, Buckley SL, Griffin PP. A prospective study of early spica casting outcomes in the treatment of femoral shaft fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1995;15(1):30-35.