

Üç boyutlu unilateral eksternal fiksator cihazı

Hasan Havitçioğlu⁽¹⁾, Mehmet Tiner⁽²⁾, Sami Aksoy⁽³⁾, Ahmet Karakaşlı⁽⁴⁾, Mustafa Tiner⁽⁴⁾

Son yıllarda birçok değişik eksternal fiksator tasarlanıp geliştirilmiştir. Fakat unilateral eksternal fiksator cihazlarından çoğu kırık fragmanlarına pozisyon vermede, stabilizasyonda ve redüksiyonlarında yetersiz kalmıştır. Bizim geliştirdiğimiz üç boyutlu eksternal fiksatorümüzle kırık fragmanlarına antero-posterior, medio-lateral ve rotasyonel yönde istenen düzeltmeler ve pozisyonlar kolayca sağlanabilmektedir. Bu bizlere iyi bir repozisyon ve fiksasyon üstünlüğü sağlamaktadır. Yayınımızla yeni eksternal fiksatorümüzün teorik ve teknik üstünlükleri ile biomekanik özellikleri anlatılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Eksternal fiksator, kırık, uzatma osteotomisi

New three dimensional unilateral external fixator

Many different external fixator designs have been developed. But most of the unilateral external fixator devices have unadequated for correction of the bone fragment positions and stabilization. We designed a new three dimensional unilateral fixator which easily allows antero-posterior, medio-lateral and rotation-motion. This would give us a good reposition and fixation. We can correct the position of the bone with three dimension. This lecture contains detailed description of the techniques and their results. It contains detailed data on the theory, design and application of the new three dimensional unilateral external fixator.

Key words: External fixator, fracture, limb lengthening

Kemik tesbit yöntemleri içerisinde eksternal fiksator uygulamaları yeni bir yöntem olmamasına karşın, gelişen teknoloji, kemik iyileşmesindeki yeni yaklaşımlar ve uygulama kolaylığı gibi nedenlerle daha sık kullanılmaya başlanmıştır. Her bir eksternal fiksatorün teorik yaklaşımı, teknik özellikleri, beraberinde birçok avantaj ve dezavantajı getirmiştir (2, 3, 16, 17). Klinik uygulamadaki birçok soruna ve fiksatorlerin teknik gelişmesine elbette biyomekanik temel çalışmalar ışık tutmuştur (1, 2, 3, 6, 7, 14, 15). Ülkemizde de Girgin'in geliştirdiği Girgin Cihazı ve Gülşen'in geliştirdiği çok amaçlı eksternal fiksatorü bulunmaktadır (9). Klinik ve biyomekanik bilgilerimizin ışığında teknik özellikleri üstün, kullanım özellikleri basit ve kullanışlı bir unilateral eksternal fiksator geliştirmeyi amaçladık. Böyle bir fiksatorün kolay kullanılması yanında kemik uçlarını tesbite yetecek, güçlü bir stabilizasyonu sağlayacak şekilde olmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca diğer unilateral eksternal fiksatorlerden daha iyi bir korreksiyona imkan verebilecek ve üç düzlemde de düzeltmeleri sağlayacak bir fiksator geliştirdik. Üç boyutlu unilateral eksternal fiksatorümüzün teorik, teknik ve mekanik özellikleri ile klinik uygulaması üzerinde durulmuştur.

Gereç ve yöntem

Geliştirdiğimiz unilateral eksternal fiksator özel bir alimunyum karışım ve dış yüzeyi epoksi ile kaplanmış bir cihazdır (Resim1). Ön çalışmalarımızda yararlandığımız prototip fiksatorümüz Resim2'de görülmektedir. Cihazımız 5 ana mobil parçadan oluşan ve istenildiğinde ilave ve çıkarmalara imkan verebilen mobil yapılmış bir sistemdir. Ortada kompresyon ve

distraksiyona imkan sağlayan yiv ve setli olarak hazırlanmış daha çok kırık repozisyon ve redüksiyonda kullanılabilecek 50 mm kompresyon ve distraksiyona olanak sağlayan kramer sisteminden oluşmuştur.

Uzatma osteotomileri için kramer sistemi 100 mm kadar artırılabilir. Kramer sistemi üzerinde 0.25 mm hassaslıkla kompresyon veya distraksiyon yapabilecek şekilde düzenlenmiştir. Bu ana gövdenin distal ve proksimaline medial ve lateral deplasmanı sağlayan bölümleri ile bunlara eklenebilen, antero-posterior deplasmana da imkan verebilen parçaları mevcuttur. Cihazın her iki ucunda ise 360° rotasyona imkan verebilen ekleri bulunmaktadır.

En uçtaki rotasyon parçaları üzerinde 3'er adet Schanz çivi yerleri mevcuttur. Unilateral eksternal fiksatorümüzün parametrik özellikleri: Şekil 1'de fiksatorümüzün detayları görülmektedir. Her iki uçtaki en yakın çiviler arasındaki mesafe (H): 19.6 cm. Kırık hattına en yakın çivi ile kırık arasındaki mesafe (L=D/2) 9.8 cm'dir.

Mekanik ölçümler:

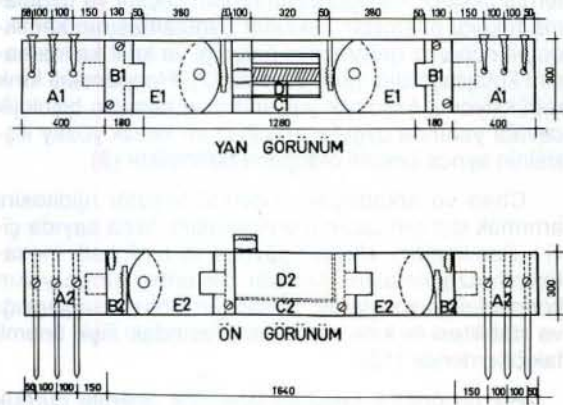
Mekanik ölçümler Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Makine Mühendisliği Mekanik Laboratuvarında Instron (Model 114 MA-USA) test makinesinde yapılmıştır. Kemik model olarak kadavra kemiği yerine antropometrik farklılıklar ve çok sayıda drillemeden sonra oluşacak kemik defektinin ölçümlerdeki duyarlılığı etkileyebileceğinden poliester modeller kullanılmıştır. Poliester borular, yoğunluğu 0.965 kg/dm³, sertliği 72 Shore D, Basma mukavemeti 700 kg/cm² olan 41 mm çapında 240 mm uzunluğunda kullanılmıştır. Poliester boru modellerden transvers olarak kesilerek oluşturulmuş ve her iki uç-

(1) Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi

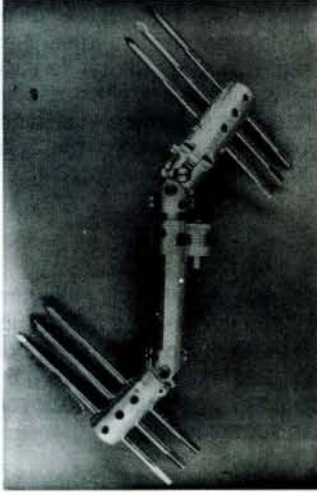
(2) Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Prof. Dr.

(3) Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Doç. Dr.

(4) Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi



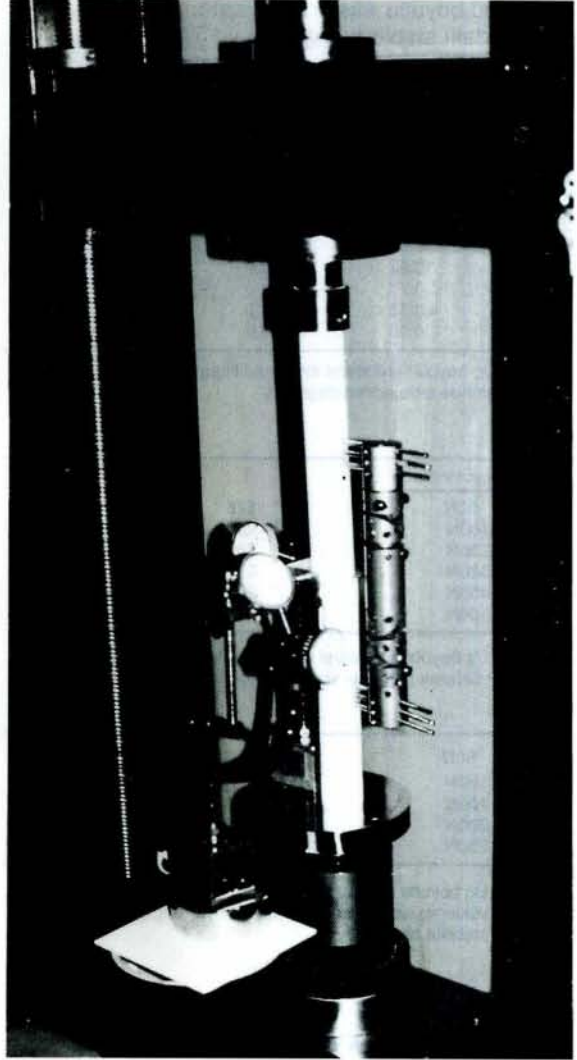
Şekil 1: Üç boyutlu unilateral eksternal fiksator



Resim 1



Resim 2



Resim 3

arasında 800 mikronluk gap ile kırık boşluğu oluşturulmuştur. Mekanik ölçümlerde aksiyel, lateral yüklenmelerle rotasyonel yönlerdeki yüklenmeler dijital deplasmanı ölçmede 1/1000 mm hassalıkta (Mitutoya-Japon) kumpas kullanılmıştır (Resim 3).

Bulgular

Üç boyutlu unilateral eksternal fiksatorümüzün kompresyon ve distraksiyonu 0.25 mm hassaslıkla yapılabilecek şekildedir. En uçtaki Schanz çivilerinin de bulunduğu parçalarla 360°'ye kadar derece derece rotasyon, 140°'ye kadar antero-posterior, 140° kadar medio-lateral deplasmana imkan verecek şekildedir. Ancak antero posterior ve medio lateral yer değiştirme oynar başlıklar nedeni ile çok daha genişletilebilmektedir. Mekanik ölçümlerde aksiyel yükleme altında aksiyel ön-arka ve medio-lateral yer değiştirme değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Stabilite değerleri uygulanan kuvvet karşısında elde edilen yerde-

ğiştirmeye bölünmesi ile saptanmıştır ($K=P/Ap$). Tablo 2'de üç boyutlu eksternal fiksatorün aksiyel yüklemeye altındaki stabilite değerleri ve Tablo 3'de aksiyel yüklemeye altındaki antero-posterior eğilme stabilite değerleri gösterilmiştir.

Aksiyel yüklemeye	Aksiyel yönde yer değiştirme	Ön-arka yönde yer değiştirme	Medio-lateral yönde yer değiştirme
50N	0.04	0.0	0.03
100N	0.05	0.0	0.07
200N	0.07	0.0	0.16
300N	0.11	0.0	0.25
400N	0.15	0.0	0.32
500N	0.18	0.0	0.38

Tablo 1: Üç boyutlu unilaterale eksternal fiksatorün aksiyel yüklemeye altında elde edilen değerleri

Aksiyel yüklemeye	
50N	125
100N	200
200N	285.7
300N	272
400N	266.67
500N	277.7

Tablo 2: Üç boyutlu unilaterale eksternal fiksatorün aksiyel yüklemeye altındaki stabilite değerleri

50N	17.85
100N	13.51
150N	9.37
200N	8.33
250N	7.57

Tablo 3: Üç boyutlu unilaterale eksternal fiksatorün aksiyel yüklemeye altında antero-posterior yer değiştirmesindeki stabilite değerleri

Tartışma

Geliştirilen birçok değişik eksternal fiksator klinik uygulamada, özellikle yumuşak doku yaralanmaları ile birlikte olan uzun kemik diafiz kırıklarında tercih edilmektedirler (1, 2, 4, 7, 9, 11, 12, 13). Birçok kırığa uygulanabilen geometrik açıdan geniş varyasyonları bulunan fiksatorler bulunmaktadır (2, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 17, 19). Unilaterale eksternal fiksatorler kullanımlarındaki kolaylık ve cerrahi teknik olarak daha az yumuşak doku ve kemik dokuya zarar vermesi nedeni ile sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak redüksiyon yeterlilikleri ve redüksiyonun yeterince korunamaması önemli komplikasyonlardandır. Bazı unilaterale eksternal fiksatorler tek ekseninde aksiyel düzlemde redüksiyona imkan verirken bazıları ise iki veya üç düzlemdeki düzeltmelere olanak sağlamaktadır. Fakat aynı anda iki veya daha fazla düzlemde düzeltme elde edilebilir oldukça güç olmaktadır. Ayrıca bir düzlemdeki düzeltmeleri yaparken diğer düzlemdeki redüksiyon kaybedilebilmektedir. Üç boyutlu unilaterale eksternal fiksatorümüz ise aksiyel eksenindeki düzeltmelere ek olarak medio-lateral, antero-posterior ve rotasyonel ekseninde de redüksiyona imkan verebilmektedir.

Uzatma osteomilerinde uzatma miktarının her serisinde 0.25 mm yapılabilmesi de üç boyutlu ekster-

nal fiksatorümüzün önemli avantajlarından. Unilaterale eksternal fiksatorlerin önemli avantajlarından biri de kırık stabilitesini ve pozisyonunu bozmadan, kırık tedavi süresince gerektiğinde değiştirilmesidir. Eksternal fiksator konfigürasyonlarının seçimi ve uygulama tekniği önemlidir. Fiksator uygulamasının kemikte osteoporoz gelişmesini önlediği ve kırık kaynamasını kolaylaştırdığı gösterilmiştir (2). Heppenstall kırık redüksiyonu, fizyolojik yüklenme ve kemiğin biyolojik cevabı yanında uygulanan cihaz ve kemik yüzey ilişkisinin ayrıca önemli olduğunu belirtmiştir (8).

Chao ve arkadaşları eksternal fiksator rijiditesini artırmak için çivi çapının artırılmasını, fazla sayıda çivi kullanılmasını, fiksator gövdesi ile kırık hattı mesafesinin azaltılmasını, fiksator çivilerinin kırığa yakın konmasını yazmışlardır. Kullanılan cihazın sağlamlığı ve stabilitesi ile kırık stabilitesi arasındaki ilişki önemli faktörlerdendir (10).

Biz bu önemli faktörler üzerinde önemle durduk ve kendi geliştirdiğimiz üç boyutlu unilaterale fiksatorümüzün stabilitesini artırabilmek için: fiksator materyalinin iyi seçilmesine, alüminyum epoksid uygulaması ile yüzey sertleştirilmesine, oynak eklem yerlerinin sağlamaştırılmasına, çivi-fiksator uyumluluğunu iyi bir şekilde sağlayabilmek amacı ile çivinin fiksatorde iyi fiksasyonuna çalışılmıştır. Eksternal fiksator konfigürasyonu kırık hattına gelen yük dağılımını etkilemektedir. İyi bir konfigürasyon kırık uçlarına istenen yük miktarı ile stabiliteyi sağlayacaktır.

Sonuç

Kırık iyileşmesindeki yeni yaklaşımlar, gelişen teknoloji ve biomekanik çalışmalar ışığında: teknik özellikleri üstün, fiksasyon üstünlüğü bulunan, uygulama kolaylığı olan üç boyutlu eksternal fiksatorümüzün üç düzlemde de istenen repozisyonu elde edilmesine imkan vermektedir.

Kaynaklar

1. Aro, HT., Kelly, P.J., Lewallen, D., Chao, EYS.: The effect of physiologic dynamic compression on bone healing under external fixation. Clin. Orthop. 256-272, 1990.
2. Briggs, BT., Chao, EYS.: The mechanical performance of the standart Hoffman Vidal External Fixation Apparatus. J. Bone and Joint Surg. 64-A: 566-573, 1982.
3. Chao, EYS., Aro, HT., Lewallen, D.G., Kelly, P.J.: The effect of rigidity on fracture healing in external fixation. Clin. Orthop. 241: 24-35, 1989.
4. De Bastiani, G., Aldegheri, R., Brivio, LR.: The treatment of fractures with a dynamic axial fixator. J Bone and Jont Surg. 66-B: 538-545, 1984.
5. Edwards, CC., Simons., Browner, BD., Weigel, MC.: Severe tibial fractures. Clin. Orthop. 230: 98-115, 1988.
6. Finlay, B., Moroz, TK., Rorabeck, C., Davey, JR., Bournc, R. B.: Stability of ten configirations of the Hoffman external fixation frame. J Bone and Joint Surg. 69-A: 734-744, 1987.
7. Frykman, GK., Tooma, GS., Boyko, K., Henderson, R.: Comparison of eleven external fixation for treatment of unstable wrist fractures. The J. of Hand Surg. 14-A: 247-254, 1989.
8. Heppenstall, RB.: Fractures of the tibia and fibula. In: Heppenstall, RB., ed. Fracture treatment and healing. Philadelphia: WB Saunders, 777-802, 1980.
9. Gülşen, M., Karakaş, E. S.: Çok amaçlı eksternal fiksator: I tanıtım ve uzun kemik kırıklarındaki mekanik verim. Ortopedi ve Travmatoloji ve Rehabilitasyon dergisi. Nisan 8-15, 1988.

10. Lewallen, DG., Chao, EYS., Kasman, RA., Kelly, PJ.: Comparison of the effects of compression plates and external fixation on bone-healing. J Bone and Joint Surg. 66-A: 1084-1091, 1984.
11. Kaukonen, JP., Karaharju, E., Lurthje, P., Porras, M.: External fixation of colles fracture. Acta. Orthop. Scan. 58: 645-648, 1987.
12. Kristiansen, B.: External fixation of proximal humerus fracture. Acta. Orthop. Scan. 58: 645-648, 1987.
13. McCoy, MT., Chao, EYS., Kasman, RA.: Comparison of mechanical performance in four types of external fixators. Clin. Orthop. 180: 23-33, 1983.
14. O'Sullivan, ME., Chao, EYS., Kelly, PJ.: The effect of fixation on fracture healing. J Bone and Joint Surg. 71-A: 306-310, 1989.
15. Seitz, WHJr., Froimson, AI., Brooks, DB., Postak, PD., Parker, RD., La Porte, J. M., Greenwald, A. S.: Biomechanical analysis. Of pin placement and pin size for external fixation of distal radius fractures. Clin. Orthop. 251: 207-212, 1990.
16. Sisk, TD.: External fixation. Historic review, advantages, disadvantages, complications and indications. Clin. Orthop. 180: 15-22, 1983.
17. Shuind, FZ., Pay-pay, Andrienne, Y., Dankerwolcke, M., Rasquin, C., Burny, F.: External fixation of the clavicle for fracture or non-union in adults. J Bone and Joint Surg. 70-A: 692-695, 1988.
18. Vidal, J.: External fixation. Clin. Orthop. 180: 7-14.
19. Wu, JJ., Shyr, HS., Chao, EYS., Kelly, PJ.: Comparison of osteotomy healing under external fixation devices with different stiffness characteristics. J Bone and Joint Surg. 66-A: 1258-1264, 1984.

Yazışma adresi

Dr. Hasan Havitçioğlu
Dokuz Eylül Üniv. Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
35440 İnciraltı, İzmir, Türkiye

Yazarlar, bu çalışmada katkılarından dolayı Yüksek Mühendis Yusuf Sucuoğlu'na, Fizikçi Yılmaz Aldağ ve Hipokrat Tıbbi Malzeme A. Ş.'ne teşekkür ederler