

Humerus suprakondiler kırıklarında kullanılan fiksasyon tekniklerinin torsiyonel kuvvetler kullanarak karşılaştırılması

(Kadavra modelinde anatomik ve biomekanik çalışma)

Ercan Olcay⁽¹⁾, Turgut Gülmez⁽²⁾, Ayhan N. Kara⁽³⁾, Bülent Aksoy⁽¹⁾, Adnan Öztürk⁽⁴⁾, Suphi Vehit⁽⁵⁾

Biz, bu çalışmamızda yetişkin insan kadavraları kullanarak, humeruslarında suprakondiler kırık oluşturduk ve beş çeşit fiksasyon tekniği uygulayarak distal fragmanın internal rotasyona karşı direncini ölçtük. Bu fiksasyon konfigürasyonları sırasıyla; medialden ve lateralden çarpaz iki kirschner, lateralden paralel iki kirschner ilaveten medialden çarpaz üçüncü bir kirschner, lateralden paralel iki kirschner, lateralden üç kirschner (ikisi paralel), lateralden çarpaz iki kirschner ile planlandı. Daha sonra bu modellere torsiyon kuvvetleri uygulanarak sonuçlar değerlendirildi. Lateralden paralel iki kirschner ilaveten medialden çarpaz üçüncü bir kirschner ile fiksasyon yapılan konfigürasyonlarda rotasyon kuvvetlerine karşı olan direnç en fazlaydı. Maksimum stabilite bu modellerde sağlandı. Rotasyon kuvvetlerine karşı en az direnç gösteren konfigürasyonlar, lateralden çarpaz kirschner ile fiksasyon yapılanlarda bulundu.

Anahtar kelimeler: Humerus, suprakondiler kırık

Comparison by using torsional forces of different fixation techniques in the supracondylar fracture of humerus (An anatomic and biomechanical study in the cadaver model)

In this study, we performed supracondylar fractures of humerus using adult human cadaver and measured distal fragment resistance to torsional forces by applying five different fixation techniques. These fixation configurations respectively medial and lateral crossed kirschner wires, two lateral parallel in addition third crossed medial kirschner wires, two lateral parallel kirschner wires, three lateral kirschner (two of them parallel), two lateral crossed kirschner wires designed. There after these models applying torsional forces, results are evaluated. The greatest resistance to torsional forces configurations that fixed two lateral parallel in addition third crossed medial kirschner wires was obtained. The maximum stability was provided by these models, the least resistance to rotational forces, configurations that fixed two lateral crossed kirschner wires was found.

Keywords: Humerus, supracondylar fracture

Humerus suprakondiler kırıkları çocuklardaki dirsek bölgesi kırıklarının %60'ını oluşturmaktadır (14). Bu bölge kırıklarının tedavisinde ise beklenmedik sorunlar sık görülür (11, 13, 14, 15). Ortaya çıkan komplikasyonlar ise bu hastaları tedavi ve takip eden hekimleri uğraştırmaya devam etmektedir. Damar ve sinir lezyonları, cilt problemleri, Volkman iskemik kontraktürü, taşıma açısındaki değişiklikler en önemli ve dikkati çeken komplikasyonları oluşturur (11, 13, 14, 16, 17). Çeşitli tedavi seçenekleri bu komplikasyonları en aza indirmek için önerilmiştir.

Otörler kapalı repozisyon ve immobilizasyon, Dunlop traksiyonu, olekranondan iskelet traksiyonu, kapalı repozisyon ve perkutan çivileme, açık repozisyon ve internal fiksasyon metodlarını değişik zamanlarda uygulayarak tatminkar sonuçlar aldıklarını belirtmişlerdir (1, 2, 4, 14, 15). Çok seçenekli tedavi metodlarına rağmen, taşıma açısındaki değişiklikler genel olarak vakaların %30'unda karşımıza çıkmaktadır (17). Taşıma açısındaki bu değişiklikler fonksiyonları engellemekle beraber, dirsekteki görünüm açısından tatminkar olmayan sonuçlar ortaya çıkarır (14, 15, 16). Yapılmış olan son yayınları gözönüne aldığımızda suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde kapalı repozisyon ve perkutan çivileme ile tedavi ön plana çıkmıştır (2, 8, 9, 14, 15).

Kubitus Varus deformitesine sebep olabilen rotasyonel kaymaları önlemek için stabil bir fiksasyonun yapılması oldukça önemli hale gelmiştir (5, 12, 14, 18). Çeşitli çivileme konfigürasyonları tarif edilmiştir (15, 18). Swenson ve ark. medial ve lateral kondilden çarpaz kirschner teli kullanarak iyi sonuçlar elde etmelerine rağmen, diğer otörler lateral kondilden kirschner telleri geçirerek (ya paralel veya çarpaz) ulnar sinir injurisini en aza indirmeyi planlamışlardır (4, 6, 9, 13, 14).

Materyal ve metod

Biz bu çalışmamızda, formolle muamele görmüş 20 tane erişkin tip kadavra humerusu kullandık. Humeruslar, etraflarındaki yumuşak dokular temizlendikten sonra coronoid ve fossa olecrani seviyesinden osteotomize edilerek suprakondiler seviyede kırıklar oluşturuldu. Her bir kırık anatomik olarak rezepe edilerek 1.5 mm'lik kirschner telleri ile 4'erli gruplara ayrılarak 5 çeşit konfigürasyonda tespit yapıldı. Bunlar sırasıyla; medialden ve lateralden çarpaz kirschner teli, lateralden paralel iki kirschner teline ilaveten medialden çarpaz üçüncü bir kirschner teli, lateralden iki paralel kirschner teli, lateralden ikisi paralel üç kirschner, lateralden çarpaz iki kirschner kullanarak fiksasyon tamamlandı (Şekil 1). Fiksasyon

(1) Bezm-i Alem Valide Sultan Vakıf Gureba Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Uzman Dr.

(2) İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümü öğretim görevlisi

(3) Bezm-i Alem Valide Sultan Vakıf Gureba Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği Şefi, Doç. Dr.

(4) İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Yrd. Doç. Dr.

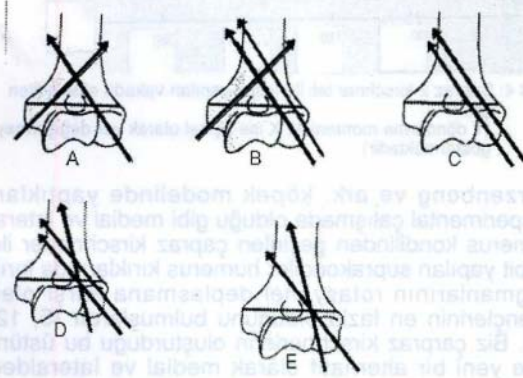
(5) Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Uzmanı.

Kirschner telli konfigürasyonu	Vaka Sayısı	Torgue(Nm)			
		5 rot	10 rot	20 rot	30 rot
A-Çapraz 2 Kirschner	4	0.95+0.09	1.6+0.05	1.75+0.05	2.3+0.17
B-Lateralden iki paralel K teline ilaveten Medialden çapraz 3. Kirschner ile fiksasyon	4	1.15+0.09	2.6+0.08	3.05+0.09	3.7+0.08
C-Lateralden paralel iki Kirschner	4	0.65+0.05	1.2+0.08	1.45+0.05	1.75+0.09
D-Lateralden 2'si paralel 3 Kirschner	4	0.45+0.05	0.75+0.09	1+0.1	1.2+0.05
E-Lateralden çapraz 2 Kirschner	4	0.25+0.05	0.5+0.05	0.8+0.05	0.9+0.05

Tablo 1: döndürme momentinin (torque) oluşturduğu çeşitli rotasyon derecelerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları

	Ortalama	
A (ort)	1, 750	***
B (ort)	3, 075	****
C (ort)	1, 450	**
D (ort)	0, 950	.
E (ort)	0, 775	

Tablo 2: Anova - Tukey HSD testine göre gruplar arasındaki anlamlılık



Şekil 1: Kirschner telleri ile yapılmış 5 çeşit konfigürasyona ait örnekler. A. Çapraz kirschner, B. Lateralden iki paralel Kirschner teline ilaveten 3. kirschner, C. Lateralden paralel iki Kirschner, D. Lateralden 2'si paralel 3 Kirschner, E. Lateralden çapraz 2 Kirschner ile stabilize edilmiş örnekler

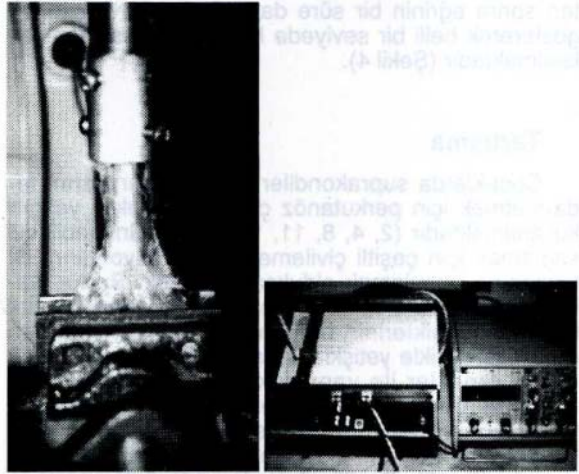
işlemleri bittikten sonra Şekil 2'de görüldüğü gibi humerusların distal uçları stabil bir platformda distal bir stabilizatör ile stabilize edildi. Proksimal uç ise yine 4 adet vida ile bir stabilizatöre tespit edildi. Bunun üstüne döndürme momentini yapacak olan bir apaney ve daha proksimalinde bir transducer bağlanarak elde edilen veriler yazıcıya aktarıldı (Şekil 2). Her bir konfigürasyona distal fragman sabit kalmak kaydı ile sabit hızda internal rotasyon uygulandı. Bu rotasyon kuvvetlerine karşı fikse edilen kırıkların deplasman dereceleri farklı olarak karşımıza çıktı (Tablo 1). Her bir gruptaki örneklerimizin ortalama açılma değişimleri tespit edilerek karşılaştırma yapıldı. 5, 10, 20 ve 30 derecelik rotasyonlarda ortalama ne kadar torque (döndürme momenti) gerektiği hesaplandı ve değerler karşılaştırıldı.

Sonuçlar

Rotasyonel deplasmana karşı olan en fazla direnç lateralden paralel iki kirschnere ilaveten medialden çapraz üçüncü kirschner ile fiksasyon yapılan örneklerde elde edildi (Şekil 3 ve Tablo 1). Medial ve lateralden çapraz iki kirschner ile fiksasyon yapılan örneklerde ise rotasyonel deplasmana karşı olan direnç da-

5 rot oluşturan kuvvetler (ort)	Chi-x2	18.0	p:0.0012
10 rot oluşturan kuvvetler (ort)	Chi-x2	18.2	p:0.0011
20 rot oluşturan kuvvetler (ort)	Chi-x2	17.9	p:0.0012
30 rot oluşturan kuvvetler (ort)	Chi-x2	18.2	p:0.0011

Tablo 3: Kruskal - Wallis testi ile gruplar arasında her kuvvet derecesinde görülen anlamlılık

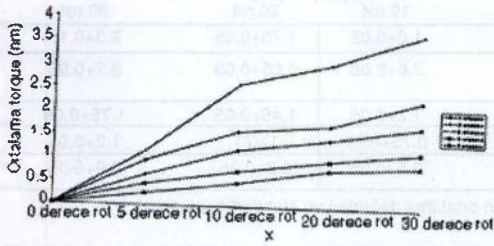


Şekil 2: Stabilizasyon yapıldıktan sonra humerusun distal ve proksimal ucunun tespit edildiği apaney ve bir transducer yardımı ile verilerin aktarıldığı yazıcı

ha azdı. Bunu sırasıyla lateralden ikisi paralel kirschnere ilaveten üçüncü çapraz kirschner ile fiksasyon yapılan örnekler daha sonra da lateralden iki paralel kirschner ile fiksasyon yapılan vakalar izlemekteydi. Rotasyonel deplasmana en az direnç ise lateralden iki çapraz kirschner ile fiksasyon yapılan örneklerde görüldü (Şekil 3).

Yapılan Anova-Tukey HSD testine göre 0,05 düzeyinden daha anlamlı fark gösteren gruplar Tablo 2'de * ile işaretlenmiştir. Buna göre grup B diğer gruplardan her kuvvette daha farklı olduğu saptanmıştır. Elde ettiğimiz tüm sonuçlar göz önüne alınarak her grup için Kruskal-Wallis testi yaptığımızda her kuvvet derecesinde gruplar arasında anlamlı fark olduğu tespit edildi (Tablo 3). Sonra gruplar arası Mann-Whitney metodu ile istatistiksel olarak araştırılmış ve elde edilen sonuçlara göre A ve B grupları arasında 5° rotasyon oluşturacak olan kuvvetler ile D ve E grupları arasında 20° rotasyon oluşturacak kuvvetler açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır (p:0.057).

Döndürme momenti ile açılma şekli değiştirme arasında eğri döndürme momentinin maksimum olduğu noktaya kadar yükselmektedir. Maksimum noktada ise hasar oluşmakta ve stabilize yok olmaktadır. Daha sonra döndürme momentinde boşalma olmakta ve lineer olarak eğride düşme dikkati çekmek-



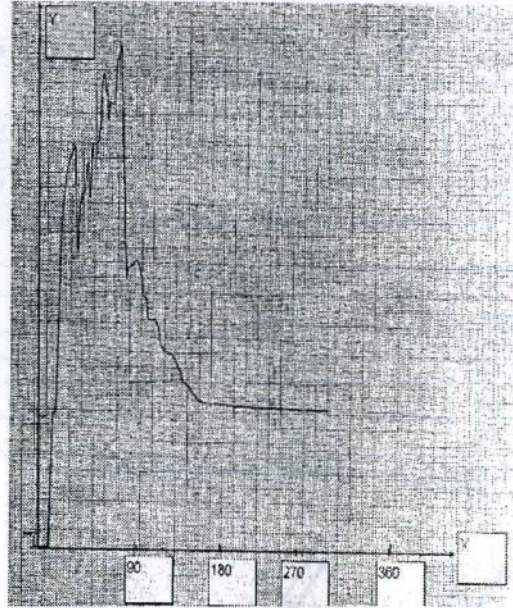
Şekil 3: Rotasyonel deplasmana direnç gösteren konfigürasyonların ortalama açılma değişimlerinin dağılımı

tedir. bazı örneklerimizde ise maksimum noktada hasar olup stabilite yok olmasına rağmen sistemin direncinde birden azalmama durumu görülmüştür. Bu durum grafilerde maksimum noktada hasar oluştuğundan sonra eğrinin bir süre daha hafif iniş ve çıkışlar göstererek belli bir seviyede hareket etmesinden anlaşılmaktadır (Şekil 4).

Tartışma

Çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarının tedavi etmek için perkutanöz çivileme oldukça yaygın kullanılmaktadır (2, 4, 8, 11, 15). En üstün stabiliteyi sağlamak için çeşitli çivileme konfigürasyonlarını iyi bilmek ve uygulamak oldukça önemlidir. Bu tür stabilite çeşitlerini biomekanik olarak test etmek çocuk kadavra kemiklerinin bulunmasındaki zorluklardan dolayı, genellikle yetişkin kadavra kemiklerinden elde edilen örnekler ile yapılmaktadır (18). Bu yapılan çalışmalarda temel amaç çeşitli fiksasyon tekniklerinin torsiyonel güçlere karşı direncinin en yüksek olduğu konfigürasyonların seçilip uygulanmasıdır (5, 18). Çeşitli yönlerde yerleştirilen çivilerin oluşturduğu fiksasyon gücü bazı çalışmalarda gözden geçirilmiştir (5, 12, 14, 18). Pirone ve arkadaşları, bu kırıkları lateral kondilden geçirdikleri çapraz kirschner telleri ile tespit etmişlerdir. Fakat sonuç olarak rotasyonel stabilitenin yetersiz olmasından dolayı, kırık bölgesinde repozisyon kaybı olduğunu görmüşlerdir. Eğer lateralden iki tane kirschner teli gönderilerek tespit yapılacak ise bu kirschnerlerin birbirine paralel olmasının gerekli olduğunu savunmuşlardır (12).

Herzenberg ve ark. köpek modelinde humerus suprakondiler kırığı oluşturup, çeşitli çivi konfigürasyonları kullanarak rijid tespitler yapmış ve medialden hem de lateralden çapraz olarak tespit edilen vakalarda en iyi sonucun alındığını göstermişlerdir (5). Lewis ve ark. insan kadavra kemikleri kullanarak humerularda suprakondiler kırık oluşturmuş ve rotasyonlara karşı olan dirençlerini mukayese etmişlerdir (18). Suprakondiler humerus kırıklarının tedavisi sonrasında en yaygın olarak ortaya çıkan problem Cubitus Varus deformitesidir. Deformitenin sebebi koronal rotasyon veya distal fragmanı tiltidir (14, 16, 17). Wilkins distal fragmanın horizontal rotasyonunun tilte neden olucu en önemli faktör olduğunu belirtmiştir (14, 15). Bundan dolayı biz, internal rotasyonel deplasmana en fazla direnç gösteren metodu belirlemeyi amaçladık. Tilte sebep olucu internal rotasyonun kesin miktarı bilinmemektedir. Bununla beraber rotasyonun derecesi kullandığımız sistem ile tespit edilebilir. Bizim çalışmamızın sonuçları, Pirone ve ark. yaptığı klinik çalışmalarla uyumluluk göstermektedir (12).



Şekil 4: Çapraz 2 kirschner teli ile tespit yapılan vakada elde edilen grafi (Y döndürme momentini, X ise açılma olarak yer değiştirmeyi göstermektedir)

Herzenberg ve ark. köpek modelinde yaptıkları eksperimental çalışmada olduğu gibi medial ve lateral humerus kondilinden geçirilen çapraz kirschnerler ile tespit yapılan suprakondiler humerus kırıklarında kırık fragmanlarının rotasyonel deplasmana karşı olan dirençlerinin en fazla olduğunu bulmuşlardır (5, 12, 18). Biz çapraz kirschnerlerin oluşturduğu bu üstünlüğe yeni bir alternatif olarak medial ve lateralden çapraz kirschnerlere ilaveten, lateral kondilden paralel üçüncü bir kirschner ile fiksasyon yaptığımız örneklerde rotasyonel kuvvetlere karşı en üstün sonucu elde ettik.

Humerus suprakondiler bölge anatomisini üç boyutlu değerlendirdiğimiz de oldukça ince bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Bu ince yapının kırılması ile stabilizasyon sırasında eğer dirsek çevresi oldukça ödemli ise kırık repozisyonu sonrası kirschner telleri ile tespit oldukça zordur (4, 6, 14). Eğer iyi bir stabilizasyon yapılamamış ise daha sonra dirsek bölgesinde ödemin azalması ile birlikte rotasyonel deplasmanın oluşması kaçınılmazdır (3, 5, 7, 9, 14). Burada repozisyon sonrası daha fazla kirschner teli kullanılarak tespit yapılabilir. Fakat medialden birden fazla kirschner teli ile tespit durumunda ulnar sinirin yaralanma riski yüksektir (13). Bu bölgedeki nörovasküler yapıların kırık bölgesine olan komşuluğu göz önüne alındığında repozisyonun bölgeyi fazla travmatize etmeden yapıp lateralden paralel iki, medialden bunlara çapraz bir adet kirschner ile tespit edilmesi yaptığımız araştırmanın sonuçlarına göre en iyi yöntem olup, stabilite açısından da rotasyonel kuvvetlere direncin en yüksek olduğu tespit şeklidir.

Kaynaklar

1. Aronson D, Prager BL: Supracondylar fractures of the humerus in children. A modified technique for closed pinning. *Clin Orthop* 219 : 174-184, 1987.

2. Boyd DW, Aronson DD: Supracodylar fractures of the humerus: A prospective study of percutaneous pinning. *J Pediatr Orthop* 12: 789-794, 1992.
3. Çeliker Ö, Pestilci FI, Tüzüner M: Supracondylar fractures of the humerus in children analysis of the result in 142 patients *J Orthop Trauma* 4: 265-269, 1990.
4. Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL: Bilind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 56 (A): 263-272, 1974.
5. Herzenberg JE, Koreska J, Carroll NC, Rang M: Biomechanical testing of pin fixation techniques for pediatric supracondylar elbow fractures. *Orthop Trans* 12: 11-15, 1992.
6. Kallio PE, Foster BK, Paterson DC: Difficult supracondylar elbow fractures in children analysis of percutaneous pinning technique. *J Pediatr Orthop* 12: 11-15, 1992.
7. Kış M, Muşdal Y: Çocuk suprakondiler humerus kırıklarının değerlendirilmesi. *XII. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji kongre Kitabı* S: 231-234, 1991.
8. Mehserle WL, Meehan PL: Treatment of the displaced supracondylar fracture of the humerus (type III) with closed reduction and percutaneous cross pin fixation. *J Pediatr Orthop* 11: 705-711, 1991.
9. Minkowitz B, Busch MT: Supracondylar humerus fractures. Current Trends and Controversies. *Orthop Clin North Am* 25: 581-594, 1994.
10. Özal M, Turan S, Girgin O: Surgical treatment of Supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 77 (B): 146, Supplement II, 1995.
11. Paradis G, Gagnon N, Lemire L: Supracondylar fractures of the humerus in children Technique and results of crossed percutaneous K-wire fixation. *Clin Orthop* 297: 231-37, 1993.
12. Pirone AM, Graham HK, Krabich JI: Management of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children *J Bone Joint Surg* 70 (A): 641-650, 1988.
13. RO, Dutkowsky JP, Kasser JR, Rand FR: Neurologic complications after Kwire fixation of supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 11: 191-194, 1991.
14. Wilkins KE: Fractures and dislocations of the elbow region. Part II: Fractures of the distal humerus. Rockwood Jr, KE. Wilkins RE King Philadelphia, *Lippincott* 596-605, 1990.
15. Wilkins KE: The operative management of supracondylar fractures. *Orthop Clin North Am* 21: 269-284, 1990.
16. Williamson RM, Coates CJ, Miller RK, Cole WG: Normal characteristics of the Bauman (Humerocapitallar) Angle An aid in Assessment of supracondylar fractures. *J Pediatr Orthop* 12: 636-639, 1992.
17. Worlock P: Supracondylar fractures of the humerus. Assessm ent of cubitus varus by the Bauman angle. *J Bone Joint Surg* 68 (B): 755-757, 1986.
18. Zions LE, McKellop HA, Hathaway R: Torsional strengt of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 76 (A): 82 9, 253-256, 1994.

Yazışma adresi:

Uzman Dr. Ercan Olcay
 Bezm-i Alem Valide Sultan
 Vakıf Gureba Hastanesi
 Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği
 Çapa, İstanbul, Türkiye