



T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ

ANABİLİM DALI

**SAĞLAM ÇOCUKLARDA DİRSEK FLEKSİYON AÇISI
İLE ULNAR SİNİR VE MEDİAL EPİKONDİLİN
ANATOMİK İLİŞKİSİNİN ULTRASONOGRAFİ İLE
ARAŞTIRILMASI**

Dr. MOTASIM BAWANEH

UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL 2011



T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ

ANABİLİM DALI

**SAĞLAM ÇOCUKLARDA DİRSEK FLEKSİYON AÇISI
İLE ULNAR SİNİR VE MEDİAL EPİKONDİLİN
ANATOMİK İLİŞKİSİNİN ULTRASONOGRAFİ İLE
ARAŞTIRILMASI**

Dr. MOTASIM BAWANEH

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Doç.Dr. YAKUP YILDIRIM

İSTANBUL 2011

Önsöz

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen değerli hocalarım Sn. Prof.Dr.Selim YALÇIN'a, Sn. Doç.Dr.Murat BEZER'e, Sn. Doç.Dr.Bülent EROL'a, Sn. Doç.Dr.Yakup YILDIRIM'a sonsuz teşekkür ederim.

Tezimin fikir sahibi olan ve gerçekleşmesinde desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç.Dr.Yakup YILDIRIM'a ayrı bir teşekkürü borç bilirim.

Emekli hocalarım Prof.Dr.Osman GÜVEN'e, Prof.Dr.Tanıl ESEMENLİ'ye, Prof.Dr.Cihangir TETİK'e, Prof.Dr.Mustafa KARAHAN'a eğitimime katkılarından ötürü teşekkür ederim.

Tezimdeki yardımlarından dolayı Prof.Dr.İhsan AKPINAR'a ve Dr.Hacer BAL'a teşekkür ederim.

Klinikte birlikte çalışmaktan gurur duyduğum OP.Dr.C.Eren CANSÜ'ye, Op.Dr.A.Hamdi AKGÜLLE'ye, Op.Dr.A.Nadir AYDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Uzun, yorucu ve bir o kadar da keyifli süren uzmanlık eğitimim boyunca kardeşliğini ve arkadaşlığını hissettiğim sevgili Dr.Onur BAŞÇI'ya, Dr.Bariş ÇAYPINAR'a, Dr.Osman Mert TOPKAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunmaktan onur duyarım.

Hayatımın her aşamasında sabırla ve sevgiyle yanımda olan sevgili ANNEM, BABAM ve KARDEŞLERİME sonsuz teşekkür ederim.

Yol arkadaşım iyi günümde kötü günümde yanımda olmasından mutluluk ve güven hissettiğim biricik eşim Arzu BAWANEH'e ithafen.

Motasım BAWANEH

İstanbul 2011

Özet	iv
Summary	vi
1 GİRİŞ ve AMAÇ	1
2 Genel bilgiler.....	5
2.1 Tarihçe.....	5
2.2 Anatomi	5
2.2.1 N. Ulnaris (C7 -C8-Th1).....	7
2.2.2 Topikal Anatomi:	9
2.2.3 Dirsek Eklemi Biyomekânîği.....	10
2.3 Humerus Suprakondiler Kırıkları.....	12
2.3.1 İnsidans	13
2.3.2 Suprakondiler Humerus Kırıklarının Etiyolojisi ve Oluş Mekanizmaları:	13
2.3.3 Sınıflandırmalar	15
2.3.4 Tedavi.....	17
2.3.5 Anatomik Redüksiyon Kriterleri.....	21
2.3.6 Komplikasyonlar	22
2.3.7 Kapalı Redüksiyon ve Perkütan Telleme:.....	22
2.3.8 Dirsekte Ultrasonografi.....	27
3 Materyal ve Metod	28
3.1 İstatistiksel Değerlendirme.....	30

4	Bulgular VE SONUÇLAR.....	32
5	TARTIŞMA	39
6	KAYNAKLAR	47

ÖZET

Suprakondiler kırıkların tedavisinde standart bir tedavi yöntemi yoktur. Fakat kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme en seçkin tedavi yöntemi haline gelmiştir. Sonuçta seçilecek tedaviyle kırığın tespiti yapılırken nöromusküler yaralanma riskini en aza indirecek, redüksiyonu sürdürecektir, yeterli stabilizasyon sağlanmalıdır. Çapraz telleme yöntemi biyomekanik olarak stabildir, fakat komplikasyonsuz değildir. Medialden gönderilen telin ulnar siniri yaralama riski mevcuttur.

Çalışmada farklı dirsek açıları ve pozisyonda medial epikondil ile ulnar sinir arası mesafeleri (ME-U) ölçüldü. Toplam 38 çocuk (12 kız/ 26 erkek) dahil edildi. Yaş ortalaması 8.36 ± 2 (aralık 4-12) yaştı. Tüm çocuklarda bilateral dirsekler değerlendirildi; bu çocuklarda 7'sinin dominant eli sol iken, 31'nde ise dominant taraf sağ taraftı. Ölçümler supin pozisyonunda yapıldı. Dirsek hem supinasyonda hem de pronasyonda iken ekstansiyonda, 30 derecede, 60 derecede, 90 derecede ve tam fleksiyonda iken ölçümler alındı. Açılırları standardize etmek amacı ile lateralden açı ayarlı, medialden açık olan sağ taraf için ayrı, sol taraf için de ayrı iki adet ortezi kullanıldı. Ölçümler deneyimli radyolog tarafından MİNDRAY marka M5 model yüksek çözünürlüklü ultrasonografi cihazı ile yapıldı. Ölçümlere dirsek ekstansiyonda iken başlandı, daha sonra supinasyon ve pronasyonda fleksiyon açısı arttırılarak kayıt alındı. Ölçümler medial epikondil tipinin ulnar sinire en yakın olan noktasından alındı. Olguların yaş, cinsiyet ve dominant tarafları değerlendirildi.

Tekrarlayan ölçümler için ANOVA testine göre pronasyon ve supinasyonda sağ ve sol taraf ayırmaksızın 76 dirsekte ($p < 0.0001$) *student-newman-kauls multiple comparisons* testini kullanarak tüm açılarda ulnar sinir ile medial epikondil arasında ölçülen ME-U arası mesafeler anlamlı olarak farklılık göstermiştir ($p < 0.001$).

Pronasyon ve supinasyonda ölçülen ME-U mesafelerinin ortalaması dirsek fleksiyon açısı arttıkça azalmaktadır.

Pronasyon ve supinasyonda güvenlik aralığına (%95 *confidence interval*) baktığımızda çok dar bir aralık olduğunu görmekteyiz.

Supinasyon ile pronasyon arasında değişik fleksiyon açılarında ölçülen ME-U mesafelerinde anlamlı bir fark olup olmadığını hesaplamak için T-testi kullanıldı ve anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıktı.

Supinasyon ile pronasyonda değişik fleksiyon açılarında sağ ve sol taraf arasında da anlamlı fark saptanmadı.

Olguların cinsiyetine göre T-testi kullanılarak karşılaştırma yapıldığında fleksiyon açısı ne olursa olsun pronasyon ve supinasyonda kız ile erkek arasında anlamlı fark saptanmadı.

Fleksiyon açısı, pronasyon/ supinasyon ve yaş arasında korelasyon olup olmadığına bakıldığında mesafelerin çok dar bir aralıkta dağılmakta olduğu, ciddi ve anlamlı bir korelasyon olmadığı saptandı.

Tek değişken ANOVA analizi (*Univariate analysis of variance*) kullanılarak hem açı grupları hemde supinasyon/ pronasyonu grup olarak sabit tutularak yapılan karşılaştırmada fleksiyon açısı arttıkça mesafe azalmakta olduğunu gördük.

Tüm oğullarda, ekstansiyonda iken ulnar sinirin kübital tünelin tabanında sulkus nevri ulnarise yakın olduğu görünürken, fleksiyon arttıkça anteriora doğru ve medial epikondile yaklaştığını gördük. Tam fleksiyonda çoğu vakada ulnar sinirin medial epikondil tipinin üzerine kadar ilerlediği saptandı. Eklem hiperlaksitesinden bağımsız olarak ulnar sinir fleksiyonla birlikte anteriora doğru deplasman(subluksasyon) göstermektedir.

SUMMARY

There are many alternative methods in the management of supracondylar humerus fractures in children. Although close reduction and percutaneous K wire fixation has become a distinguished method in consensus, while fixing the fracture we have to minimize the risk of neurovascular injury and increase the stability to maintain the fracture reduction. Cross K wire fixation, is biomechanically stable but also may have complications. The main complication of the medial K wire is iatrogenic ulnar nerve palsy.

In our study we measured the distance between the tip of medial epicondyle and ulnar nerve (ME-U) in varying elbow flexion angles and positions. This study is performed on 76 elbows of 38 children (12 girl/26 boy). Mean age were 8.36 ± 2 (4-12 years). In all of children, elbows were measured bilaterally. In 7 children the dominant hands were left and right in the remaining. The measurements were taken while elbow supinated/pronated and 0, 30, 60, 90 and full flexion degrees. For standardization of flexion angle we used 2 different flexion angle controlled orthosis for each side in which the medial was left open for ultrasound imaging. we used high resolution Mindray M5 ultrasonography machine. Age, sex and dominant side of children were considered in the evaluation.

By using repeated measures analysis of variance (ANOVA), ($p < 0.0001$) in all flexion angles in supination and pronation there were significant difference between ME-U measurements

The ME-U measurements were decreased in both supination and pronation as the elbow flexion angle increased.

The %95 confidence intervals of ME-U measurements were spreaded in very narrow interval in both pronation and supination.

By using student T-test, there were no significant difference between supination and pronation, right and left side measurements and sex in all of the ME-U measurements.

There is no significant correlation between flexion angle and age in both pronation and supination measurements.

In extension the ulnar nerve was in the cubital tunnel near to the sulcus nervi ulnaris in all of the subjects. However, in both pronation and supination while increasing the flexion angle the ulnar nerve was sliding anteriorly near to the tip of the medial epicondyle. In conclusion, elbows in healthy children also have anterior displacement of ulnar nerve during elbow flexion. There is an ulnar nerve injury risk, in the insertion of the medial pin on flexion angles over 60 degrees, not only on hyperflexion as commonly believed.

1 GİRİŞ VE AMAÇ

Çocukların yürümeye başlamalarıyla birlikte görülme sıklığı giderek artan suprakondiler humerus kırıklarının tedavisi, ileri ki yaşamlarında oluşabilecek fonksiyonel ve kozmetik sorunların önlenilebilmesi için büyük önem taşımaktadır. Uygunsuz tedaviler sonucu ortaya çıkabilecek problemler el, el bileği ve ön kol hareketlerini de etkileyecektir. Bu nedenle çocukluk çağı suprakondiler humerus kırıklarını sadece dirsek bölgesinin problemi olarak düşünmemek gerekir.

Suprakondiler humerus kırığı çocukluk çağında en sık görülen dirsek kırığıdır; tüm dirsek kırıklarının % 50-70'ini oluşturur. En sık 3 ila 10 yaş arasında görülür. Erkeklerde, kızlara göre 2-3 misli daha fazla rastlanır. Sol kolda daha sıktır. Aynı taraf önkol alt ucunda, önkolda veya humerus proksimalinde başka bir kırıkla beraber olabilir(% 3-13) (1,2,3).

Dirsek bölgesinden geçen önemli nörovasküler yapıların bulunmasına, redüksiyonu sağlama ve koruma güçlüğüne olmasına ve kırığın bulunduğu bölge itibarı ile dirsek hareketlerinin etkilenmesine bağlı olarak suprakondiler humerus kırıklarının konservatif ya da cerrahi tedavisinin takip ve düzenlenmesinde özel ilgi ve beceri gerekmektedir.

Suprakondiler humerus kırığı, hemen hemen her zaman (% 95-98) dirsek ekstansiyonu sonucu önkoldan dirseğe yansıyan kuvvetin olekranonu hiperekstansiyona zorlaması ve kaldıraç olekranondayken açık el üzerine düşme sonucu oluşur(ekstansiyon tipi kırık). Düşme kuvvetleri marifetiyle humerus alt ucunda iç ve dış kolonlardan geçen enlemesine bir kırığa neden olur. Oyun oynarken veya yataktan düşme ve çocuk istismarı gibi durumlarda ayıksız veya minimal kaymış kırık oluşurken, bisikletten düşme veya trafik kazalarında daha çok kaymış kırık meydana gelir(1,2,3,4).

Kırık nadiren (% 2-5) dirsek fleksiyondayken düşme sonucu oluşur(fleksiyon tipi kırık). Dirsek arkasına gelen doğrudan darbe sonucu, ekstansiyon tipi kırıkta

olduğu gibi, olekranon çukuru seviyesinden enlemesine bir kırık meydana gelir(1, 2, 3).

Bu kırıkların tipine göre tedavisi planlanmaktadır. Gartland tip 1 ve stabil olan bazı tip 2 kırıklarda konservatif tedavi tercih edilirken instabil tip 2 ve tip 3 kırıklarda cerrahi tedavi ön planda düşünülmektedir. Konservatif tedavide manipülasyon yapmadan alçı/ kapalı redüksiyon sonrası alçı tespiti veya traksiyonla redüksiyon (cilt veya iskelet traksiyonu) yapılırken cerrahi tedavide kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme veya açık redüksiyon ve perkütan pinleme yapılabilmektedir(1).

Bu kırıkların perkütan pinlemesi seçkin tedavi yöntemi haline gelmiştir. Zions ve ark. erişkin humerus kadavra modelinde pinlerin konfigürasyonlarına göre torsiyonel kuvvetlerini incelemiş ve iki çapraz pinin dayanıklılığını en yüksek olarak bulmuştur(27). Ulnar sinir i epikondilin hemen arkasındaki olukta seyrederek. Medial pin hiperfleksiyonda konmazsa ulnar sinirin yaralanma olasılığı %4, hiperfleksiyonda konursa %15 olduğu bildirilmiş(59). Hiperlaksitesi olanlarda dirsek hiperfleksiyundayken ulnar sinir anteriora sublukse olacağından, ulnar sinir yaralanma olasılığı %30'lara varabilir(53). Çapraz pinleme yöntemi ile iatrojenik ulnar sinir yaralanma riski %3-4 oranında rapor edilmiştir(64). 2010 yılında yayımlanan bir meta analiz çalışmada lateral pinlemeye göre çapraz pinleme ile tedavi edilen her 28 hastanın birinde iatrojenik ulnar sinir yaralanması görülebileceği söylenmektedir(49).

Distal fragman ile proksimal fragman arasında elde edilen redüksiyonun korunması için dirseğin hiperfleksiyonda, n kolun ise distal fragmanın deplasman yönüne göre; posteromedial deplasmanlı kırıklarda pronasyonda, posterolateral deplasmanlı kırıklarda süpinasyonda tutulması ve dirseğin bu konumda kilitlenmesi gerekir(1,2,4,10). Daha az fleksiyonda medial epikondilden tel geçmek için dirsek fleksiyondan ekstansiyona alındığında distal fragmanın dönmesine neden olabilir(1,2,4,10).

Ulnar sinir yaralama riski taşıdığından dolayı perkütan medial pinlemeden kaçınılmış fakat kırık redüksiyonu ve stabilizasyonunu bozmadan çapraz pinlemenin

torsiyonel kuvvetlere karşı sağladığı dayanıklılığı değişik konfigürasyonlarla denenmiş. Bir deneysel çalışmada standart çapraz pinleme ile lateralden uygulanan 3 adet pin uygulaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır(49), fakat bu konfigürasyonu elde etmek her zaman mümkün değildir.

Diverjen olarak gönderilen iki lateral pinin, paralel iki pine göre daha üstün ve aksiyal rotasyon açısından daha stabil olduğu söylenmiş, fakat çapraz pinlemeye göre durum bildirilmemiştir.

Ulnar sinir yaralanmasını önleyen bir diğer öneri ise medial pini gönderirken dirseğin pozisyonunu değiştirmektir. Hiperfleksiyonda göndermemeyi önerenlerle(19,36) birlikte, fleksiyon-ekstansiyon çapraz pinleme fiksasyon tekniğini önerenlerde vardır(57). Medial epikondil üzerinden 1.5 cm'lik insizyonla ulnar siniri lokalize ederek pinlemeyi öneren çalışmalar(65) dışında antegrad titanyum elastik çivi kullanımını öneren çalışmalar da var(51).

Kübital tünelin içinde ulnar sinirin morfolojisi ve dinamizasyonunu araştıran çalışmalarda postop gelişen değişiklikler kırık tipine bağlı olmaksızın medial pine bağlı olduğunu söylemektedir(52,56,62). O nedenle medial pin gönderilecekse medial epikondil tipinin anteriorundan göndermeyi önerenler ortaya çıkmıştır(56).

Litaratürde ortak kanı humerus suprakondiler kırıklarının redüksiyonu için hiperfleksiyon manevrasının gerekliliğidir. Fakat dirsek hareketi ile ulnar sinirin dinamizasyonu ve medial epikondille olan ilişkisini araştıran çok az sayıda çalışma mevcuttur. Bu nedenle bu kırıkların tedavisinden sonra gelişen ulnar sinir yaralanmaları aydınlatılamamıştır. Hiperlaksitesi olan çocuklarda ulnar sinirin anteriora sublukse olabileceği söylenmiş(52,56) fakat bağ dokusu normal olan, sağlıklı ve kırık açısından riskli yaş grubunda olan çocuklarda bu durum aydınlatılmamıştır.

İlk olarak lateral pini takiben ulnar sinir hasarından kaçmak için değişik fleksiyon açılarında medial pini göndermeyi öneren çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda değişik oranlarda ulnar sinir yaralanma riski bildirilmiş, fakat tam olarak ulnar sinirin, kübital tünelle ve medial epikondil arasındaki dirsek hareketine

bağlı ilişikisi gösterilememiştir. Bu konuda yapılmış olan hiçbir çalışmada tercih edilen medial pinleme sırasındaki dirsek açısının nedeni belirtilmemiştir.

Bu çalışmada, sağlam çocuklarda dirsek fleksiyon açısı ile ulnar sinir ve medial epikondilin anatomik ilişkisinin ultrasonografi ile tespiti, ulnar sinirin medial epikondile göre pozisyon değiştirip değiştirmediği ve ulnar sinirin medial epikondilden hangi açıda en uzak mesafede olduğunun araştırılması planlanmıştır.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Tarihçe

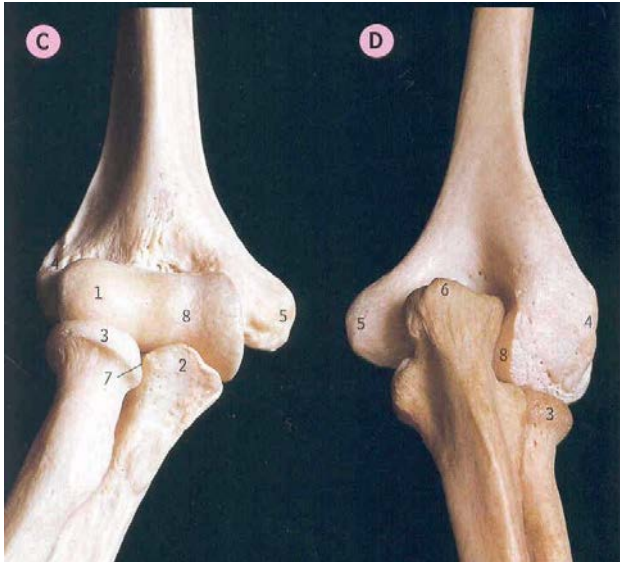
Suprakondiler humerus kırıklarının tanımlaması ilk defa Hipokrat tarafından M.S 4. yüzyılda yapılmasına rağmen literatürde ilk 1634 yılında Pare ve 1739 yılında Pott'un yazdıkları kitaplarında bu tip kırıkları tedavi ettiklerini belirtmişlerdir. Ön kol cilt traksiyonu, ilk kez 1939'da Dunlop tarafından tanımlanmıştır. Bu yöntem daha sonra Magnuson ve Graham tarafından modifiye edilerek kullanılmıştır (4). El Sharkavi 1965 yılında ekstansiyonda alçı tespiti yaptığını ve sinir-damar komplikasyonu görmediğini bildirmiştir(4). Rang, De Palma ve Ogden ise açılama sırasında dirseğin 90 derece fleksiyonda olmasını önermişlerdir (4). Müller 1930 yılında ulna epifiz plağı distalinden transvers Kirschner teli geçirerek, Fahey 1952 yılında ulna proksimali coronoid çıkıntı distaline kortikal vida adapte ederek iskelet traksiyonu ile tedavi yöntemini geliştirmişlerdir (2). Palmer ise 1978 yılında çok delikli, kanatlı vidaları kullanarak ideal açıdan iskelet traksiyonunu uygulamaya başlamıştır (5). Müller 1939 ve Swanson 1948 yılında kapalı redüksiyonu takiben iç ve dış epikondillerden geçirilen düz Kirschner teli ile kırık fragmanların tespitini denemişlerdir (4). Açık redüksiyon internal fiksasyon için Sandegard 1943 yılında, Madsen 1955 yılında ekstansiyon kısıtlılığının olduğu kötü sonuçları bildirmiş olsalarda Carcassone 1972'de, Ramsey ve Griz 1973'de, Hart 1977'de ve Danielsson 1980'de dikkatli diseksiyon ile iyi sonuçlar elde edildiğini yayınlamışlardır (5).

2.2 Anatomi

Humerusun distal ucu ile ulna ve radius'un proksimal uçlarının oluşturduğu dirsek eklemi, menteşe (hinge) veya freze (diarthrodial ginglymus) tipinde bir eklemdir. Transvers eksenini humerus'un dış ve iç epikondillerinin altından geçer. Magnuson-

Stack'ın belirttiği gibi ulna kolun (humerusun), radius ise bileğin uzantısıdır. Dirsek eklemi ortak bir eklem kapsülü ile sarılmış üç eklemden meydana gelir (4,6,7,8).

- 1) Humero-ulnar eklem; troklea humeri ile insisura troklearis arasında oluşan gingilimus tipi bir eklemdir.
- 2) Humero-radial eklem; kapitellum humeri ile fovea artikularis arasında oluşan sferoid tipi bir eklemdir.
- 3) Proksimal radio-ulnar eklem; ulnada ki insisura radialis ile Radius başındaki çembersel eklem yüzü arasındaki trokoid tipi bir eklemdir(Şekil 1)(9).



Şekil 1 1)Capitellum Humeri, 2)Proc. Coronoideus, 3)Caput Radii, 4)Epicondylus Lateralis, 5)Epicondylus Medialis, 6)Olecranon, 7)İncisura radialis, 8)Troklea Humeri

Humerus'un alt ucuna condylus humeri denir. Alt uçta dört çıkıntı, üç çukurluk vardır. Margo medialis ve lateralis'in alt parçaları (crista supraepicondylaris medialis ve lateralis) condylus humeri'de birer çıkıntı ile sonlanır. İç yanda bulunan epicondylus medialis, dış yandakine epicondylus lateralis denir. Epiconylus medialis daha büyüktür, bu çıkıntının arkasında N.Ulnaris'in geçtiği bir oluk (sulkus nevri ulnaris) bulunur. Ön kolun fleksör kasları buradan başlar. Epicondylus lateralis'ten ise ekstansör grubu kaslar başlar (6,7,8)

Lateral kondilin eklem yüzüne capitellum denir. Capitellum; yarım küre şeklinde olup öne doğru yönelir ve konveks yüzü ile radius başının konkav yüzüne (caput radii) eklem yapar (6,7,8).

Öne ve aşağı doğru yönelen capitellum ve trochlea, humerus distal ucu ile yaklaşık 30-40 derecelik bir açı oluşturur. Buna **humero capitellar inklinasyon açısı** denir(1,2,10).

Medial kondilin eklem yüzü capitelluma göre daha büyük ve silindirikdir. Medial kondilin bu eklem yüzüne **trochlea** denir ve makara şeklindedir. Trochlea'nın çok belirgin medial ve lateral çıkıntıları vardır. İki çıkıntı arasındaki merkezi oluk, ulna proksimalindeki semilunar çentiği ile eklemleşir. Trochlea'nın arka yüzünde, oluk hafifçe laterale doğru yönelir. Trochlear oluğun bu eğimi, dirsek ekstansiyonda iken ön kola valgus pozisyonunda **taşıma açısı** sağlar(1,2,6,7,8).

Medial epikondil'in 5 cm yukarısında, humerus ön iç yüzünde suprakondiler çıkıntı vardır. Bu çıkıntı ile medial epikondil arasındaki fibröz bant altından **median sinir** ve **brachial arter** geçer (2).

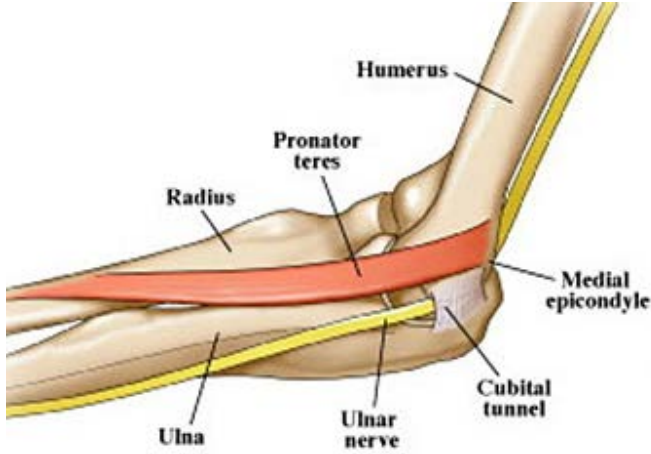
Ön yüzde iki, arka yüzde bir adet çukur bulunur. İç yandan dış yana doğru ön yüzdeki çukurlar; **fossa coronoidea** ve **fossa radialis**'tir. Fossa coronoidea trochlea humeri'nin üstündedir. Anatomide bu çukura ön kolun kol üzerine fleksiyonu esnasında ulna'nın **processus coronoideus**'u girer. Fossa radialis ise caput humeri'nin üzerindedir. Anatomide bu çukura ön kolun kol üzerinde fleksiyonu sırasında radius'un caput radii'sinin **circumferentia articularis**'inin ön kısmı girer (6,7,8).

Arka yüzde ki çukur ise; **fossa olecranii**'dir. Bu üç çukurun en büyüğüdür. Anatomide bu çukura ön kolun, kol üzerinde ekstansiyonu esnasında ulna **olecranon**'a girer (6,7,8)

2.2.1 N. Ulnaris (C7 -C8-Th1)

Fasciculus medialis'ten ayrılır. Fossa axillaris'te A. Axillaris'in, kol ortasına kadar A. Brachialis'in ve N. Medianus'un iç tarafındadır. Dirsek eklemi hizasında

epicondylus medialis'in arkasında **sulkus nervi ulnaris**'ten geçer(Şekil 2). M. Flexor carpi ulnaris'in iki başı arasında ön kola gelir. Ön kolun palmar yüzeyinde M. Flexor digitorum profundus'un üzerinde uzanır. Kolda hiç yan dal vermez. Retinaculum flexorum'un önünde ve os pisiforme'nin dış yanında aşağıya, avuç içine doğru uzanır. N.Ulnaris'in **yan dalları** 4 tanedir;



Şekil 2 Ulnar sinir anatomisi

Rami articulares: dirsek etrafında dağılan duyu dallarıdır.

Rami musculares: İki daldır. Medial epicondilin distalinde ayrılır. Biri FCU'ya, diğeri FDP medial yarımına gider.

Ramus palmaris nervi ulnaris: Ön kolun ortasında ayrılır. A. Ulnaris üzerinde aşağıya doğru iner. Ramus palmaris nervi mediani ile birleştikten sonra elin palmar yüzünün iç kısmında ve hipotenar bölge üzerinde deride dağılır.

Ramus dorsalis nervi ulnaris: Bilek ekleminin yaklaşık 5 cm. üstünde N. Ulnaris'ten ayrılır. Bilek ekleminde 2 veya 3 (nn.digitales dorsales) dala ayrılır.Dallardan birincisi küçük parmağın iç tarafını, ikincisi küçük ve yüzük parmaklarının komşu yüzlerini, üçüncüsü ise var olduğu zaman orta ve yüzük parmaklarının birbirine bakan yüzlerini innerve eder.

N. Ulnaris'in **uç dalları** iki tanedir;

Ramus superficiales: Hem motor, hem de duyu dalları içerir. M. Palmaris brevis motor dal verir, 4. ve 5. parmağın duyusunu alır.

Ramus profundus: Yalnız motor daldır. Hipotenar kaslara, M.Adductor pollicis'e, M.Flexor pollicis brevis'in caput profundum'una, 3. ve 4. Mm. Lumbricales'lere, tüm Mm. Interossei palmares ve dorsales'lere motor lifler verir.

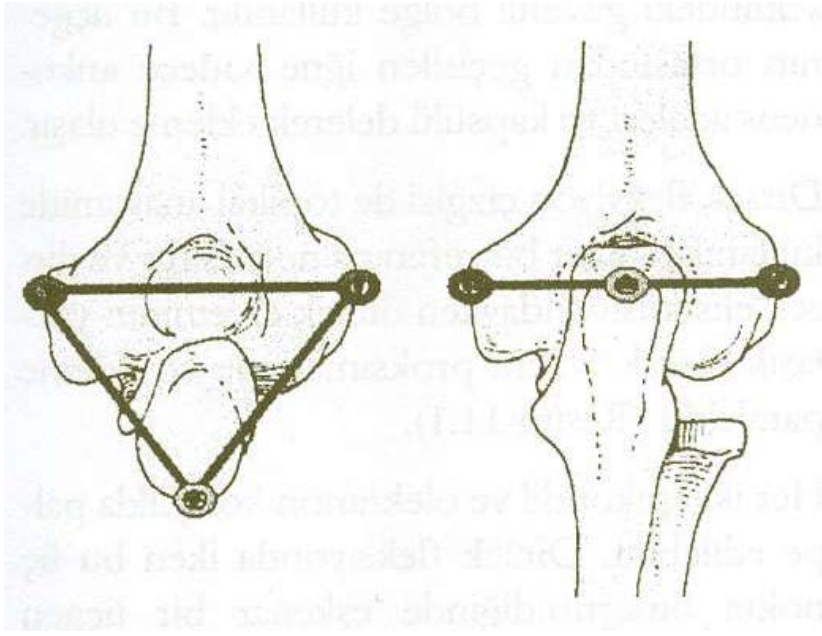
Ulnar sinir 3 yerde sıkışabilir. Birincisi **Guyon kanalında**, ikincisi **sulkus nervi ulnaris**'de, üçüncü olarak ise kolda **medial intermusküler septum** ile **triceps brachi** ve **coracobrachialis**'in fibröz çıkıntısı arasında sıkışabilir.

2.2.2 Topikal Anatomi:

Önde M. Biceps brachialis ve antecubital fossa'nın konturu, lateralde M.Triceps ve M. Brachioradialis arasındaki interval kolaylıkla palpe edilebilen ve cerrahi yaklaşımlarda faydalanılan referans noktalarıdır.

Eklem aspirasyonu için sagittal planda lateral köşeleri olecranon, humerus dış epikondili ve radius başının oluşturduğu üçgen şeklinde bölge güvenle kullanılabilir. Bu üçgenin ortasından geçirilen iğne sadece M. Anconeus'u ve eklem kapsülünü delerek ekleme ulaşır. Dirsek fleksiyon çizgisi de topikal anatomide kullanılan diğer bir referans noktasıdır ve dirsek ekstansiyonda iken dirsek ekleminin yaklaşık olarak 1-2 cm proksimalinde ve ekleme paraleldir (11).

Her iki epikondil ve olecranon kolaylıkla palpe edilebilir. Dirsek fleksiyonda iken bu üç nokta birleştirildiğinde eşkenar bir üçgen oluşur, dirsek ekstansiyonda iken ise her üçü de aynı hat üzerinde yer alır(Şekil 3)(11,12,13,14).

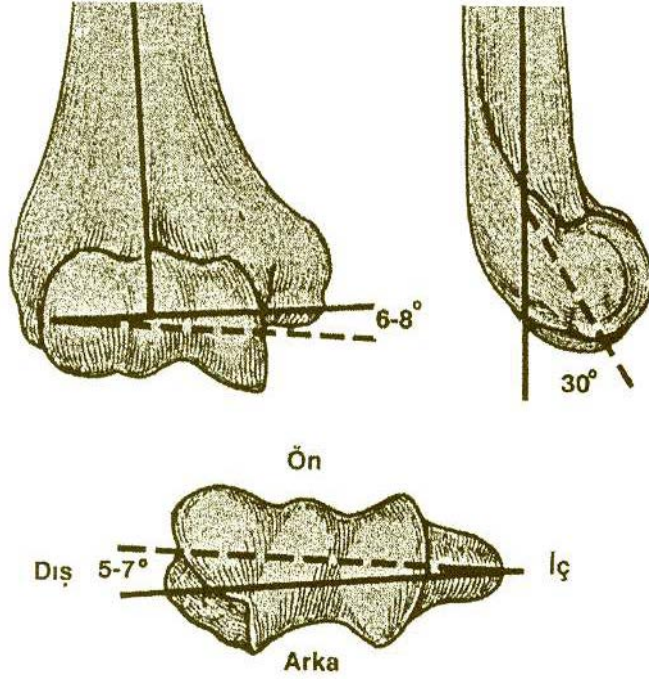


Şekil 3 Her iki epikondil ve olekranondan oluşan referans noktalarının dirsek fleksiyonda ve ekstansiyonda iken görünüşleri

2.2.3 Dirsek Eklemi Biyomekânîği

Trochlea makara benzeri bir yapıya sahiptir, yaklaşık 300°'lik eklem yüzeyine sahiptir. Medial ve lateral dudaklardan oluşur medial dudağın çapı daha geniştir. Frontal planda eklem çizgisi humerus aksına göre 6-8°'lik valgus tilti yapar. Lateral planda kondiller humerus uzun aksına göre 30°'lik açı ile anteriora rotasyon yaparlar. Olecranon da buna uyum sağlamak için 30°'lik açı ile posteriora yönelim gösterir. Aksiyel planda ise kondiller arası eklem yüzeyi referans aksına göre 5-7° iç rotasyondadır(Şekil 4)(11,12,13,14,15).

Normal dirsekte stabilite için eklem geometrisi uyumu, kapsül ve ligaman bütünlüğü ve dengeli kas yapısı gereklidir. Özellikle M. Biceps brachii, M. Anconeus, M. Triceps brachii, lateral ve medial collateral bağ kompleksleri, dirsek eklemi stabilizasyonunda önemli anatomik oluşumlardır.



Şekil 4 Üstte solda **Frontal Plan** : Humerus uzun aksı ile eklem çizgisi arasında 6-8 °'lik valgus tilti var. Üstte sağda **Sagittal Plan**: Kondiller humerus uzun aksına göre kondillerde 30 ° anteriora rotasyon vardır. Altta **Aksiyel Plan**: Eklem yüzeyi referans aksına göre 5-7 ° iç rotasyondadır (11).

Dirsek eklemi; humeroulnar eklem, humeroradial eklem ve proksimal radioulnar eklem olmak üzere 3 bağımsız eklemden oluşur. Bu eklemler, dirseğe iki çeşit serbestlik sağlar. Birincisi; fleksiyon ekstansiyon ile ulnanın humerus etrafındaki rotasyonu, ikincisi ise supinasyon ve pronasyon ile radius'un ulna etrafındaki rotasyonudur. Dirseğin fleksiyon ve ekstansiyondaki hareket aksının merkezi, kapiteulum lateral çıkıntıları ile distal humerusun trochlea'sı tarafından oluşturulan çemberdir. Çemberin çapı 2-3 mm dir. Lateralden ise trochlea'nın merkezinde görülür. Dirseğin rotasyon hareketlerinin aksı ise; humerusun orta çizgisinin ve humerus anterior korteksinin önünde yer alır. **Humeroulnar eklem**; dirsek fleksiyonda ve ekstansiyonda iken stabilite sağlar. **Radiocapitellar eklem** ise valgus zorlamasına karşı stabilite sağlar, itme ve kaldırma ile ortaya çıkan **vertikal güçleri** iletir (11,12,13,14,15).

Anterior kapsül; dirsek ekstansiyonda iken yumuşak doku direncinin % 70'ini oluşturur. Ekstansiyondaki valgus stresi; medial kollateral ligaman, kapsül ve eklem yüzeyinde dağılır. Ekstansiyondaki varus stresi ise; **lateral kollateral**

ligament, kapsül ve eklem yüzeyinde dağılır. Fleksiyonda, **medial kollateral ligament** kompleksi yumuşak doku direncini sağlar ve valgus stresinin **en önemli** stabilizatörüdür. Dirsek eklem stabilitesinin %75 oranındaki stabilizasyonundan (özellikle valgustaki stabilizasyonundan) eklem yüzeyleri sorumludur.

Dirsek eklemine transvers eksen etrafında hareket genişliği 0-150 derece arasındadır. Dirsek eklemine pronasyon ve supinasyon hareketleri ise esas olarak radioulnar eklem zemininde yapılan hareketler olup, 90-0-90 derece arasındadır. Ekstansiyon hareketi, olecranonun fossa olecrani'ye dayanması ile fleksiyon hareketi coronoid çıkıntının fossa coronoidea'ya dayanması ile sınırlanır. Dirsek tam ekstansiyondan fleksiyona gelene kadar eklem yüzleri birbiri üzerinde kayarlar ve daha sonra kemik yapıların direnci ile karşılaşılır. Rotasyon hareketine olan direnç ise; kasların pasif direnci ve ligamanlar ile parmak fleksörlerinin gerilmesi ile gerçekleşir. Dirseğin tüm hareketlerinde, **M. Brachialis** aktiftir ve dirsek stabilizatörlerindedir. Tam ekstansiyonda olecranon, tam fleksiyonda ise, coronoid çıkıntı kendi fossaları içine iyice girerek stabiliteyi arttırırlar ve ligaman desteğine ihtiyaç azalır. Olecranon; tam ekstansiyonda valgus stabilitesine katkı yapar. 90° fleksiyonda ise valgusa zorlayan streslere karşı direnç, büyük oranda medial kollateral ligaman tarafından gösterilir.

Yumuşak doku yapıları; dirsek tam ekstansiyonda iken valgus streslerine karşı direncin %40'ını, varus streslerine karşı direncin ise %50'sini oluştururlar. Lateral kollateral ligaman'ın ulnar parçası ise; özellikle varus streslerine karşı dirençte yol oynar. Bu yapının yetersizliği posterolateral rotator instabiliteye yol açar (11,12,13,14,15).

2.3 Humerus Suprakondiler Kırıkları

Distal humeral metafizer kırıklara suprakondiler humerus kırıkları adı verilir. Distal fiz hattını aşmayan kırıklardır. Bu kırıklar distal humerusun eklem dışı kırığı olup medial ve lateral kolonlar ile birlikte, olecranon çukurunu ayıran ince kemik kısmı içine alır. Kırık hattı posteriora daha proksimaldedir (1,2,4,5,11).

2.3.1 İnsidans

Suprakondiler humerus kırığı çocuklarda en çok görülen kırıklar arasında ikinci sırada yer almaktadır (% 16,6) ve daha sıklıkla 7 yaş altı çocuklarda görülür. Görülme sıklığı ilk 5 yaş içerisinde giderek artar. Genel olarak erkeklerde kızlardan 2-3 kat daha fazla görülmektedir. Yaz aylarında bu tip kırıkların görülme sıklığı, diğer mevsimlere göre daha fazladır. Sol kolda sağa göre 1.5-2 kat daha fazla görülür. % 3-13 arasında değişen oranlarda eşlik eden proksimal humerus kırığı, ön kol kırığı, distal Radius kırığı, scaphoid kırığı gibi ipsilateral kırık mevcuttur. (1,2,3)

Rockwood ve Wilkins, literatürde yayınlanan 64 serideki 8361 suprakondiler humerus kırığına ait bilgileri bir tablo halinde özetlemiştir (2). Olguların yaş ortalaması 6.7'dir. Hastaların %60.8'inde sol ekstremitte etkilenmiştir. %59.5'i erkek çocuklardır. %1'i açık kırıktır. %7.7 olguda sinir yaralanması da vardır. Sinir yaralanmalarının % 41.2'si radial sinirde, %36'sı median sinirde, %22.8'i ulnar sinirde. Olguların sadece %0.5'inde Volkmann'ın iskemik kontraktürü gözlenmiştir (2).

2.3.2 Suprakondiler Humerus Kırıklarının Etiyolojisi ve Oluş Mekanizmaları:

Suprakondiler humerus kırıkları; dirsek bölgesine gelen direkt ve indirekt travmalarla meydana gelirler. Literatüre baktığımızda etyolojide yüksekten düşme, oyun oynarken düşme, yataktan düşme, bisikletten düşme, trafik kazası ve çocuk istismarı gibi faktörler yer almaktadır. 3 yaş altı kırıkların çoğu yüksekten düşme (yataktan yada merdivenden düşme) sonucu meydana gelirken 3 yaş üstü çocuklarda ise sebep çoğu zaman oyun oynarken düşmedir (1,2,4,5,10,16).

Yaşamın ilk 10 yılında bu kırıkların çok sık görülmesi; dikkatleri dirsek bölgesinin anatomik yapısına çekmektedir. İlk 10 yaşta metafizer bölgenin kısmen daha zayıf olan yapısı nedeni ile bu bölgenin travma sonrası oluşan mekanik strese direnci azalmıştır. Bölgenin en ince kısmı, olecranon çukurunun tepesidir ve hiperekstansiyon sırasında kuvvetler bu bölgede etkilidir. Bu yaşlarda dirsekteki ligamantöz yapılar gevşektir. Bu gevşeklik diğer çocuklara oranla suprakondiler kırıklı çocuklarda daha fazladır. Ligamantöz yapılardaki gevşeklik ise dirseğe hiperekstansiyon yeteneği kazandırır (2,4).

Suprakondiler humerus kırıkları genellikle dirsek tam ekstansiyonda iken el üzerine düşme sonucu oluşur, fleksiyonda ki bir dirsekte kırık oluşma ihtimali daha azdır. Bunun sebebi fleksiyon pozisyonunda M. Biceps brachii, M. Brachialis ve M. Triceps brachii stabilizasyona katkıda bulunurken, hiperekstansiyon postüründe fleksör grubu kasların travmaya karşı mekanik dirençleri minimuma inmektedir. Kuvvetli ve gergin olan eklem kapsülü başlangıcı hemen fossa olecrani distalinde yer almaktadır. Olecranon ise fossa olecrani'de kilitlenerek bir menteşe görevi görür. Böylece dirseğe gelen aksiyel yüklenme ve makaslama kuvvetleri distal humerusun en zayıf olduğu bölgede yoğunlaşır (1,2,4).

Kocher, kırığın sagittal planda distal anteriordan proksimal posteriora doğru oblik bir hat oluşturduğunu tanımlamıştır (2). Buna karşı olarak Holmberg ve Nand yaptıkları çalışmalarda lateral grafide kırık hattının % 80 hastada transvers olduğunu göstermişlerdir (2).

Genel olarak distal fragmanın medial deplasmanı lateral deplasmana göre daha sık görülmektedir. Çoğu serilerde hastaların %75'inde medial deplasman bildirilmiştir. Travma sırasında ön kol ve elin pozisyonunun distal parçanın deplasman yönü üzerinde rolü vardır. Eğer hasta ön kolu supin pozisyonda düşer ise oluşan kuvvetler öncelikle posteromedial periost'u yırtacağından distal parça posterolaterale deplase olacaktır. Buna karşın ön kolu pronasyon pozisyonunda iken düşer ise distal parça posteromediale deplase olacaktır (2). Holmberg, M. Biceps'in humerus shaftının medialinde yer aldığını buna bağlı olarak oluşan çekim kuvvetinin distal fragmanı mediale deplase ettiğini öne sürmüştür (17).

Unutulmaması gereken diğer bir konu deplase kırıklarda distal fragmanın rotasyona uğramasıdır, özellikle iç rotasyon deformitesi sık görülür. Eğer redüksiyon sırasında rotasyonel deformite düzeltilmez ise taşıma açısından kalıcı değişiklikler oluşacaktır (18).

Oldukça nadir görülen fleksiyon tipi kırıklar ise dirsek bölgesine gelen direkt travmalar sonrası oluşmaktadır. Distal parça anteriora deplase olur.

2.3.3 Sınıflandırmalar

2.3.3.1 Ekstansiyon Tipi Kırıklar:

Humerus suprakondiler kırıklarının en sık görülen tipidir(% 95-98)(Şekil 5).

Gartland Sınıflandırması: Gartland 1959 yılında ilk sınıflandırmayı yapmış ve ekstansiyon tipi kırıkları 3 tipte incelemiştir (18);

- 1) Kaymamış kırıklar.
- 2) Hafif kaymış kırıklar.
- 3) Tamamen kaymış kırıklar.

Wilkins Sınıflandırması: Günümüzde en sık kullanılan ve güvenilir olan Gartland Sınıflandırması modifikasyonlarından biridir (19,20).

- 1) Kaymamış kırıklar.
- 2) Açılanmanın olduğu, fakat posterior korteksin bütünlüğünü koruduğu kırıklar. Lateral grafide capitellum anterior humeral çizginin posteriorunda yer alır.
- 3) Kortikal temasın olmadığı, tamamen kaymış kırıklar.

Holmberg Sınıflaması: (21)

- 1) Ayrılma olmayan kırıklar.
- 2) Ayrılma var, fakat posterior korteksin devamlılığını koruduğu kırıklar.
- 3) Rotasyon tarzında ayrılma olan kırıklar.
- 4) Tam ayrılmış, hiç teması olmayan kırıklar.

Felsenreich Sınıflaması: Kırıkları 3 tipe ayırmıştır(4).

- 1) Açılanma yoktur veya çok azdır kemik tam kırılmamıştır.
- 2) Açılanma vardır fakat kırık uçları birbirinden ayrılmamıştır.

3) Kayma çoktur, uçlar birbirinden ayrılmıştır.

Mubarek ve Davids Tip 1 kırıkları iki alt gruba ayırmışlardır; (2)

Tip 1 A: Parçalanma, ayrılma veya açılanmanın olmadığı gerçek kaymamış kırıklar.

Tip 1 B: Koronal planda medial kolonda parçalanma veya kollaps olan ve buna sagittal planda hiperekstansiyonun da eşlik edebildiği kırıklar.

2.3.3.2 Fleksiyon Tipi Kırıklar:

Gartland'ın ekstansiyon tipi kırıklarda yaptığı sınıflamanın benzeri bu tip kırıklar için de kullanmıştır(Şekil 6)(2).

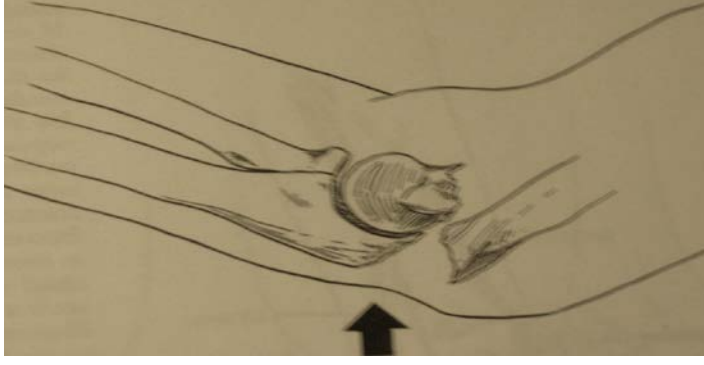
1) Kaymamış kırıklar.

2) Minimal açılanma gösteren yaş ağaç kırıkları.

3) Kortikal temasın ve stabilitenin olmadığı, tamamen deplase kırıklar.



Şekil 5 Ekstansiyon tipi suprakondiler kırık



Şekil 6 Fleksiyon tipi suprakondiler kırık

2.3.4 Tedavi

Humerus suprakondiler kırığının tedavisinde, hastanın öyküsü ve klinik bulgularının dikkatli değerlendirilmesi önemlidir. Öyküden alınan bilgiler yaralanmanın oluş biçimi hakkında fikir verir. Suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde birden fazla yöntem uygulanmaktadır. Kırığın tipine, ayrılma derecesine, yumuşak dokudaki ödeme ve ekstremitede nörovasküler defisit olup olmamasına göre değişik yöntemler kullanılabilir. Çocuk suprakondiler humerus kırıklarındaki tedaviyi şöyle özetleyebiliriz: (1,2,4)

- 1) Manuplasyon yapmadan alçı tespiti.
- 2) Kapalı redüksiyondan sonra alçı tespiti.
- 3) Traksiyonla redüksiyon.
Cilt traksiyonu.
İskelet traksiyonu.
- 4) Kapalı redüksiyon ve perkütan telle tespit.
- 5) Açık redüksiyon ve perkütan telle tespit.

Humerus suprakondiler kırıklarının tedavisinde gerek konservatif gerekse cerrahi, bir çok tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. Uygulanan bu yöntemler, kırığın tipi ve ayrılma derecesine, yumuşak dokulardaki ödeme ve damar sinir yapılarının durumuna göre değişiklik göstermektedir. Tip I ve stabil tip II kırıkların tedavisinde

görüş birliği olduğu halde, instabil Tip II ve Tip III kırıklarda tek bir tedavi metodu her kırık için uygun olmadığı gibi, herkes tarafından kabul gören bir yöntem de yoktur(28,31). Çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarının tedavisindeki temel amaç, dirsek hareketlerinin tam olarak kazanılması ve kozmetik olarak normal bir dirsek görünümünün elde edilmesidir.

Literatürdeki ilk yayınlar konservatif tedavilerle ilgilidir. Kapalı redüksiyon ve alçı ile immobilizasyon uygulandığında stabil bir redüksiyon sağlanabilmesi için dirsek eklemi 120° fleksiyonda tespit edilmelidir. Ödemli bir dirsekte bu derecede fleksiyon dolaşım problemi yaratır ve fleksiyonun azaltılması çoğu zaman redüksiyon kaybıyla sonuçlanır. Mc Lauglin bu durumu “suprakondiler ikilem” olarak tariflemiştir(3). Mitchell ve Adams bu yöntem ile %60 oranında kubitüs varus deformitesi gördüklerini ve hastalarının %19’unda üç kez manüplasyon tekrarı yaptıklarını bildirmişlerdir(3).

Hadlow ve arkadaşları, yayınladıkları serinin uzun dönem takiplerde olgularının %31’nin oluşan komplikasyonlara bağlı cerrahi tedaviye ihtiyaç duymasına rağmen tüm kırık tiplerinin primer tedavisinde kapalı redüksiyon ve alçı ile immobilizasyonu önermektedir(32).

Chen ve arkadaşları, klasik yöntemin aksine dirsek tam ekstansiyon’da ve dirsek 20-30° valgusta “U” atel ile tespit ettikleri 49 humerus suprakondiler tip III kırıklı hastada mükemmel sonuç bildirmişler ve hiçbir hastada kubitüs varus saptamadıklarını rapor etmişlerdir(33).

Traksiyon ile tedavi yıllarca çocuk suprakondiler kırıklarının standart tedavisi olmuştur. Ancak hastanede kalış sürelerinin uzun olması, hastane giderlerinin fazla olması ve redüksiyon kaybının sıklığı gibi nedenlerden dolayı gelişen yeni tedavi yöntemleri karşısında eski popülaritesini yitirmiştir. Buna karşın çok parçalı kırıklar, cerrahiye engel cilt hastalıklarının olduğu durumlarda öncelikli olarak tercih edilebilmektedir(31,34).

Pirone, kapalı redüksiyon ile başarı sağlanamayan humerus suprakondiler kırıklarının oranını %10 olarak bildirmiş ve bu olgulara 2-3 hafta süre ile iskelet

traksiyonu uygulamıştır (34). Alburger ve arkadaşları, deplase humerus suprakondiler kırığı olan tüm olgularına öncelikle 3-5 gün süre ile cilt traksiyonu uygulamış takibinde kapalı redüksiyon ve alçılama yapmışlar, traksiyon sonrası kapalı redüksiyonda başarısızlık oranlarını %19 olarak bildirmişlerdir(34).

Matsuzaki ve arkadaşları 2003 yılında yayınladıkları 193 olguluk serilerinde brace üzerinden iskelet traksiyonu yaparak tedavi ettikleri deplase humerus suprakondiler kırığı olan olgularda mükemmel sonuç elde ettiklerini bildirmişler, sadece dört(%2) olguda kubitüs varus geliştiğini ve bir olguda 25° fleksiyon kısıtlılığı tespit ettiklerini bildirmişlerdir (35).

Literatürde ki son dönem yayınları incelediğimizde kapalı redüksiyon ve perkütan telleme yöntemi ile ilgili yayınların sayısının fazla olduğunu görmekteyiz(25,28,34,36,37).

Kapalı redüksiyon ve perkütan telleme uygulamasında kırık hattının açılmaması, enfeksiyon riskinin az olması ve ameliyat süresinin kısalığı avantajları olarak gösterilirken bu yöntemin deneyim gerektirmesi, hasta ve hekimin radyasyona maruz kalması, iatrojenik sinir yaralanmaları ve kırık redüksiyonunun direkt olarak değerlendirilememesi dezavantajları olarak sayılmaktadır(2,10,19,38).

Ekşioğlu, kapalı redüksiyon ve perkütan fiksasyon uygulanan olguların %80.84'ünde kozmetik değerlendirmede mükemmel ve iyi sonuç, %80.95'inde fonksiyonel değerlendirmede mükemmel ve iyi sonuç bildirmiştir(38). Skaggs ve arkadaşları lateral epikondil'den iki adet Kirschner teli ile fiksasyon yaptıkları 55 olgunun hiç birinde redüksiyon kaybı ve kubitüs varus gelişimi bildirmez iken O'Hara yayınladığı makalesinde 71 olgudan 19'unda tekrarlayan operasyonlara gerek duyulduğunu belirtmiştir. Altı hastada kubitüs varus deformitesi saptamışlar. Toplamda 42 defa tekrarlanan ameliyatların sebebini, ilk ameliyatı yapan cerrahın deneyimsizliği ve tel giriş yerlerinde ki hatalar olarak belirtmiştir(3,19).

Açık redüksiyon ve internal fiksasyon yönteminin en önemli avantajı kırık hattının gözle görülerek tam bir anatomik redüksiyon sağlanmasına izin vermesidir. İatrojenik damar ve sinir yaralanması riski açısından avantaj sağlar iken kırık hattının

açılması, hastane kalış süresinin perkütan telleme yöntemine göre daha uzun olması, insizyon hattında oluşan skar dokusu dezavantajlarını oluşturmaktadır(2,4,10).

Açık redüksiyon ilk kez Mc Lenan tarafından önerilmiştir(31). Milis ve arkadaşlarına göre, kapalı redüksiyon nazikçe denenir, başarı sağlanamaz ise açık redüksiyon yapılır. Dolaşım bozukluğu olan kırıklarda, kapalı redüksiyon sonrası nörovasküler yaralanma gelişen kırıklarda, irrigasyon ve debridman gerektiren kırıklarda açık redüksiyon önerilmektedir(1,2,10).

Açık redüksiyonda lateral, medial, anterior, posterior insizyonlar kullanılabilir. Ege, lateral insizyon ile açık redüksiyon yaptığı 39 olgusunda %81 mükemmel ve iyi sonuç bildirmiştir(4). Rockwood'da ise anterior giriş yolu tercih edilmektedir. Transvers olarak yapılan insizyon gerekirse mediale ve proksimale doğru uzatılır. Böylece travmadan etkilenmemiş olan M.Biceps tendonu ve nörovasküler paket kolayca laterale alınarak kırık hattına ulaşılır(2). Kumar ve Malhotra medial girişimle açık redüksiyon uyguladıkları 27 hastada %81.4 mükemmel sonuç elde ettiklerini, beş hastada yüzeysel pin dibi enfeksiyonu ile karşılaştıklarını ve hiçbir hastada myositis ossifikans veya nörovasküler komplikasyonla karşılaşmadıklarını belirtmişlerdir (39). Ekşioğlu ve arkadaşları posterior girişim ile açık redüksiyon ve internal fiksasyon yaptıkları 43 hasta ile, kapalı redüksiyon ve perkütan tel ile fiksasyon yaptıkları 21 hastanın sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Açık redüksiyon ve internal fiksasyon uygulanan olgularda, taşıma açısı değişikliklerine göre % 81.39 mükemmel ve iyi sonuç, fonksiyonel değerlendirmeye göre % 79.06 mükemmel ve iyi sonuç; kapalı redüksiyon ve perkütan fiksasyon uygulanan hastalarda taşıma açısı değişikliklerine göre % 80.94 mükemmel ve iyi sonuç, fonksiyonel değerlendirmeye göre % 80.95 mükemmel ve iyi sonuç elde etmişler ve istatistiksel olarak her iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığını tespit etmişlerdir(38).

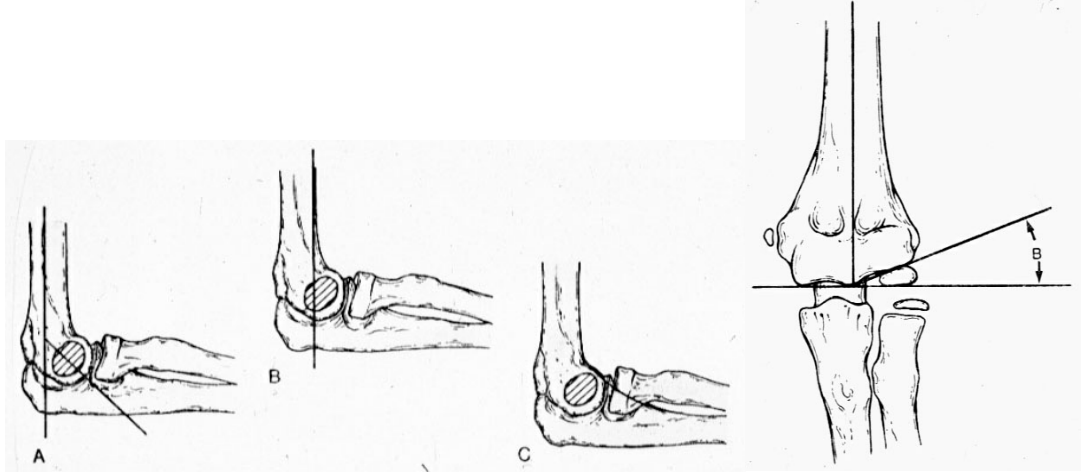
Kırık hattına posteriorndan M. Triceps brachii'nin açılarak ulaşılması, kas gücünde azalma ve eklem hareket kaybı oluşturabilmesi nedeniyle bu yöntemin dezavantajı olarak görülmektedir(1,2,10,39). Ancak Sibly ve arkadaşları bu tekniğin kapalı redüksiyon ve perkütan çivileme yöntemi ile karşılaştırıldığında eklem hareket

aralığında kayba neden olmadığı sonucuna varmışlardır. Kassler ve arkadaşları ise bu tekniğin M. Triceps brachii gücünde %3' lük bir kayıp oluşturduğu ve kompleks humerus distal uç kırıklarının tedavisinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ekşioğlu ve arkadaşları da yaptıkları karşılaştırmalı çalışmada, kapalı redüksiyon ve peruktan çivileme yöntemi ile posterior insizyon ile açık redüksiyon ve internal fiksasyon yönteminin fonksiyonel sonuçlarını değerlendirmişler ve her iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamadıklarını bildirmişlerdir(38,40,41).

Bu hastaların erken veya acil ameliyatı önerilse de Leet ve arkadaşlarının yaptıkları 158 olguluk retrospektif çalışmada acil olarak tedavi edilen hastalarla, gecikmiş olarak tedavisi yapılan hastaların tedavi sonuçları değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; travmadan sonra ameliyat edilinceye kadar geçen sürenin uzaması ile ameliyat süresinin uzaması, hastanede kalış süresinin artması, açık redüksiyon ihtiyacının artması, tedavideki başarısızlık oranının yüksek olması gibi istenmeyen sonuçların gelişmesinde doğru orantılı bir korelasyonun olmadığı belirtilmiştir(42). Benzer bir çalışma Charles ve arkadaşları tarafından 146 olguluk bir seride yapılmış ve cerrahi zamanlamanın hastanın morbiditesi üzerinde olumlu veya olumsuz bir etki yaratmadığı belirtilmiştir (43). Benzer sonuç da Heras ve ark. tarafından yapılan çalışmada bildirilmiştir(47).

2.3.5 Anatomik Redüksiyon Kriterleri

- 1) Baumann açısı $\geq 11^\circ$
- 2) Anterior humeral hat kapitellumdan geçer
- 3) Medial ve lateral kolonlar devamlılığı sürdürür
- 4) Kapitellum anterior yönelimi $\sim 30^\circ$
- 5) Anterior koronoid hat kapitelluma teyet uzanır(Şekil 7)



Şekil 7 Anatomik redüksiyon kriterleri

2.3.6 Komplikasyonlar

Suprakondiler humerus kırıklarında görülen komplikasyonlar, şu başlıklar altında incelenebilir:

- 1) Erken ve geç nörolojik komplikasyonlar.
- 2) Erken ve geç vasküler bozukluklar.
- 3) Kompartman sendromu.
- 4) Açısal deformiteler (kubitus varus ve kubitus valgus).
- 5) Dirsek hareket kısıtlılığı.
- 6) Miyositis ossifikans.

2.3.7 Kapalı Redüksiyon ve Perkütan Telleme:

Humerus suprakondiler kırıklarının Kirschner teli ile tespiti 50 yılı aşkın bir süredir uygulanan bir yöntemdir. Müller 1939 yılında ve Swenson 1948 yılında iç ve dış epikondillerden çapraz olarak geçirilen 1.5 mm çapında düz Kirschner teli ile kırık fragmanların tespitini denemişlerdir(2). Başlangıç dönemlerinde yetersiz görüntüleme tekniklerine bağlı olarak körlemesine uygulanan bu yöntem günümüz şartlarında çoğu olguda tercih edilir bir tedavi şekli haline gelmiştir. Perkütan telleme anestezi altında çalışılacak alanın steril olarak örtülmesi ile başlanır. Steril örtünmeyi

takiben kırık redükte edilir. Redüksiyon, floroskopi eşliğinde kontrol edilir. Tellerin geçilmesi için manuel yada elektrikli perforatör kullanılır. Redüksiyon kontrolü için direkt radyografilerin de kullanımı söz konusudur.

Ancak elektrikli perforatör ve floroskopi kullanımı girişim süresini kısaltan, uygulamayı kolaylaştıran unsurlardır. Distal fragman ile proksimal fragman arasında elde edilen redüksiyonun korunması için dirseğin hiperfleksiyonda, ön kolun ise distal fragmanın deplasman yönüne göre; posteromedial deplasmanlı kırıklarda, pronasyonda, posterolateral deplasmanlı kırıklarda süpinasyonda tutulması ve dirseğin bu konumda kilitlenmesi gerekir. Daha az fleksiyonda medial epikondil'den tel geçmek için dirsek fleksiyondan ekstansiyona alındığında distal fragmanın dönmesine neden olabilir (1,2,4,10).

Tel yerleştirilmesi sırasında asıl problem, humerus shaftının ön ve arka sınırlarının tespit edilmesidir. Floroskopi cihazının sehpası üzerinde ki düz yere konan dirseğe tam iç ve dış rotasyonda iken tel gönderilirken, telin yönü; distal fragmandan humerus shaftına doğru olmalıdır. Tel gönderilirken tellerin dirsekte giriş yerleri önemlidir. Teller epikondil üzerindeki kollateral ligamanların orijinlerinden gönderilir. Şayet teller daha distalden gönderilirse; kollateral ligamentler içinden geçer ve dirseğin ekstansiyona gelmesine engel olurlar.

2.3.7.1 Çapraz Kirschner Teli ile Tespit:

Lateral ve medial epikondiller üzerinden girilen teller shaft ile koronal planda 30-40° açı yapacak şekilde ve anterior'dan posteriora doğru ise yaklaşık 10°'lik bir eğim ile proksimal shafta doğru gönderilir. Teller, kırık hattının proksimalinde fossa olecrani'nin üzerinde çaprazlaşmalıdır. Koronal plan açısındaki artış tellerin kırık hattında çaprazlaşmasına neden olur; bu durum ise stabil olmayan bir tespittir(Şekil 9)(2,4,22).

Öncelikle hangi taraftan tel geçileceği cerrahın tercihinine bağlıdır. Redüksiyon hiperfleksiyonda sağlandığı için genellikle ilk tel lateralden geçilir. Stabilitayı arttırmak için ilave olarak bu tele paralel bir tel daha geçilebilir. Takiben medialden tel geçmek için dirseği değişik fleksiyon açılara getirerek göndermeyi önerilmiştir.

Cerrah baş parmağı ile ulnar siniri palpe eder ve posterior'a doğru çeker. Eğer sinirin yerleşiminden emin olunamaz ise veya dirsek sinir palpe edilemeyecek kadar ödemli ise medial epikondil üzerinden 1.5-2 cm'lik bir insizyon yapılarak epikondil gözle görülüp, emin olunarak tel geçilir(19,36,57,65,51). Çeşitli serilerde çapraz tel geçişi sırasında %0- 5 oranlarında iatrojenik ulnar sinir yaralanması bildirilmiştir (2,4,22,64).

Tespit yapıldıktan sonra telleri eğdikten sonra ucu cildin 1 cm üzerinde olacak şekilde kesilir ve dirsek 90°de alçı atel uygulanır. Haftalık radyolojik değerlendirmeler yapılarak kırık hattında yeterli iyileşmenin saptanması ile 4 hafta sonra teller çekilir ve aktif egzersizlere başlanır (2,4,22).

2.3.7.2 Lateral Epikondil Üzerinden Kirschner Teli İle Tespit:

Lateralden tel uygulamasının temel amacı iatrojenik olarak oluşabilecek Ulnar sinir yaralanmasını engellemektir. Bu amaçla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır(Şekil 9)(2,19,23,24,25,26);

- 1) Lateralden 2 adet çapraz kirschner teli uygulanması.
- 2) Lateralden 3 adet Kirschner teli uygulanması.
- 3) Lateralden 2 adet paralel Kirschner teli uygulaması.

Kapalı redüksiyon uygulandıktan sonra tellerden biri lateral kolonun üzerinden gidecek şekilde yönlendirilirken diğeri de medial kolona doğru yönlendirilir. Her iki telin de karşı kortekse penetre olması, stabil bir fiksasyon için mutlak şartlardan biridir. İkincisi, tellerin kırık hattında çaprazlaşmamasıdır çünkü rotasyonel kuvvetlere karşı instabil bir tespit yapılmış olur. Tellerin fossa olecranii'den geçmesi, fiksasyona iki korteksin daha katılımına neden olduğu ve stabiliteyi arttırdığı için kabul edilebilir bir durumdur. Eğer stabiliteden kuşku duyuluyorsa iki telin arasından üçüncü bir tel de uygulanabilir.

Lateral kondilden paralel olarak iki kirschner teli geçilirken, mutlaka iki tel arasında en az 10 mm'lik bir mesafe bırakılmalıdır. Pratik olarak kondiller arası mesafenin orta 1/3'lük kısmının medial ve lateral kenarlarından geçecek şekilde

yapılacak yerleşim bu mesafeyi sağlayacaktır. Daha yakın bir geçiş yapılırsa teller rotasyonel kuvvetlere karşı tek bir tel gibi davranır ve stabilitenin azalmasına neden olur (Şekil-8).

Fiksasyon tamamladıktan sonra stabilite kontrolü için kol proksimal humerus'tan tutulur ve sallanır eğer kırık hattında deplasman olmaz ise fiksasyon stabil kabul edilir ve bu teste “**shake testi**” adı verilir(2).

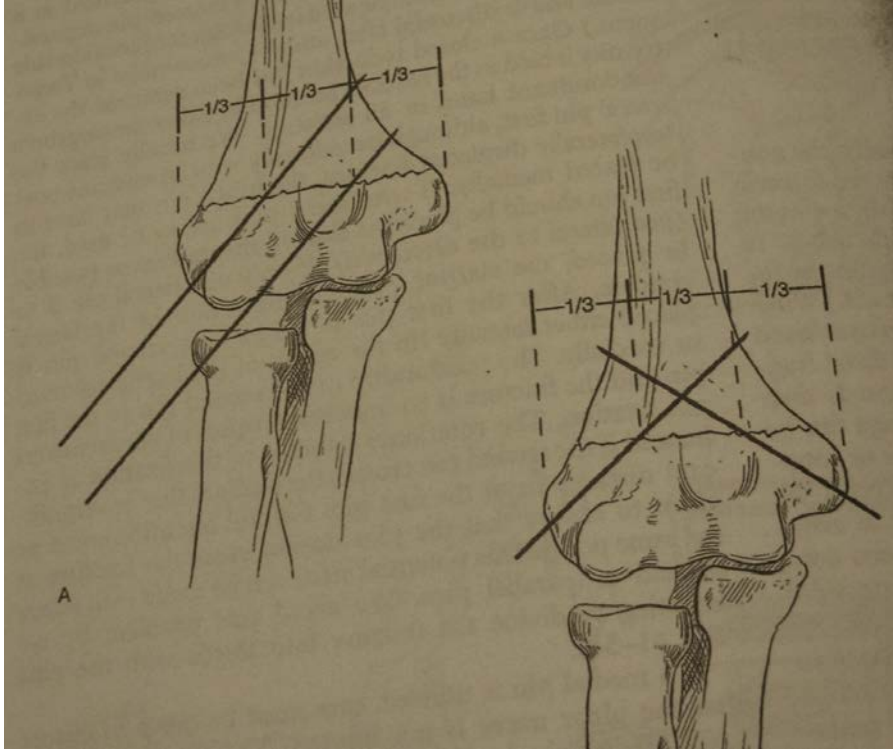
Literatürde suprakondiler humerus kırıklarının osteosentezinde kullanılan tel konfigürasyonlarını biyomekanik olarak karşılaştıran az sayıda çalışma vardır.

Zionts ve arkadaşlarının insan kadavra modellerinde yaptıkları çalışmada, fiksasyon yöntemleri karşılaştırılmış ve en stabil yöntemin medial ve lateralden yollanan çapraz Kirschner teli modeli olduğu bulunmuş; bu modeli sırasıyla lateralden iki çapraz Kirschner teli ve lateralden iki paralel Kirschner teli modeli izlemiştir (27).

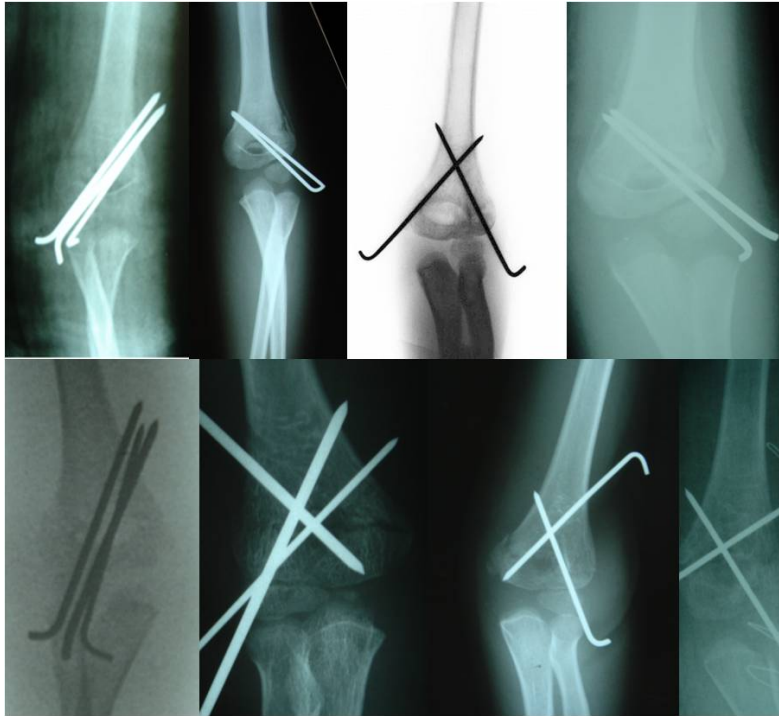
Fintan J. Shannon ve ark. lateralden 2 adet çapraz kirschner teli uygulaması biyomekanik olarak avantajlı ve ulnar sinir yaralama riski yönünden güvenilir olduğunu anlatmışlardır(63).

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda lateralden üç adet Kirschner teli uygulamasının çapraz Kirschner teli uygulamasına eşit stabilite sağladığını belirten yayınlar mevcuttur (19,28).

Suprakondiler humerus kırıklarında K tellerinin nereden konulduklarından daha çok kırık hattını nereden geçtikleri önemlidir. Kırık hattı ve pinler arasındaki mesafe açıldıkça stabilite de artmaktadır. O nedenle çapraz K teli uygulaması pratik hayatta ulnar sinir yaralama riski taşımaya rağmen uygulama kolaylığı ve stabilitesi nedeni ile sık kullanılmaktadır(Şekil 8).



Şekil 8 Paralel ve çapraz K telleri uygulanımında AP görünüm



Şekil 9 Supra kondilar humerus kırıklarında kullanılan telleme konfigürasyonları

2.3.8 Dirsekte Ultrasonografi

Dirsekte yumuşak doku incelenmesi ve değerlendirilmesinde manyetik rezonans görüntülemesine (MRG) alternatif olarak ultrasonografi(USG) etkili ve verimli bir inceleme yöntemi olarak kullanılabilir. Ultrasonografi, yapan kişiye bağımlı olduğundan dolayı yeterli bilgi ve beceriye sahip olan uzman tarafından yapılması gerekir.

Manyetik rezonansa göre daha hızlı ve ucuz, yüksek znrlkl ve uzaysal görüntü alabilme, dinamik ve hasta rahat ve konforlu pozisyondayken yapılabilme özelliklerine sahiptir.

Ultrasonografi(USG) ile dirsek incelemesi için dirsek dört anatomik bölgeye ayrılmaktadır:

1-Anterior dirsek: M.brakialis, distal biceps tendonu, brakial arter, median ve radial sinir, koronoidin sinovial aralığı, anterior yağ yastığı, radiokapitellar ve troklea-ulnar eklemler gibi anatomik yapılar incelenebilir.

2-Lateral dirsek: radial kollateral ligaman ve kapsül, ekstensör komminis tendon gibi yapılar incelenebilir.

3-Medial dirsek: 2 önemli yapı incelenebilir; fleksör komminis tendonu ve ulnar kollateral ligaman.

4-Posterior dirsek: İncelenebilen en önemli yapılar; kübital tünel, ulnar sinir, triceps kası ve tendonu, olekranon ve bursası.

Ulnar sinir kübital tünelin içinde daha önce incelenmiş ve en iyi görüntünün aksiyal kesitlerde alındığı ifade edilmiştir(44,45,46).

3 MATERYAL VE METOD

Bu çalışma T.C. Marmara Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji ve Radyoloji anabilim dalları tarafından yürütülmüştür. Marmara Üniversitesi etik kurul komitesinin B.30.2.MAR.0.01.02/AEK/137 sayı ve 09.2011.0151 protokol numaralı yazısı ile onay alınmıştır.

Ortopedi polikliniğine başka şikayetle ailesi refakatinde başvuran ve dirsek şikayeti olmayan 4-12 yaş arası çocukların başvuru şikayetlerine yönelik gerekli tedavi ve işlemleri yapıldıktan sonra ailelerine çalışma hakkında bilgi verildi ve çalışmaya dahil olmayı kabul edenlerden onam formu alındıktan sonra işleme başlandı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 1- 4 ile 12 yaş arası dirsek şikayeti olmayan çocuklar.
- 2- Ailesi veya velisi tarafından onam formu imzalanmış olması
- 3-Daha önce dirsek yaralanması geçirmemiş olması
- 4-Konjenital anomali veya iskelet anomalisine sahip olmaması
- 5-Dirsekte deformite olmaması
- 6-Hiperelastik eklemlere sahip olmaması

Bu kriterlerden her hangi birinin bulunması halinde gönüllü çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmaya toplam 38 çocuk (12 kız/ 26 erkek) dahil edildi. Yaş ortalaması 8.36 ± 2 (aralık 4-12) yaştı. Tüm çocuklarda bilateral dirsekler değerlendirildi, bu çocuklarda 7'sinin dominant eli sol iken, 31'nde ise dominant taraf sağ taraftı. Ölçümler çocuk supin pozisyonunda yapıldı. Dirsek hem supinasyonda hem de pronasyonda iken ekstansiyonda, 30 derecede, 60 derecede, 90 derecede ve tam fleksiyonda iken ME-U ölçümleri alındı. Açıları standardize etmek amacı ile lateralden açı ayarlı, medialden açık olan sağ taraf için ayrı sol taraf için de ayrı iki

adet ortez kullanıldı(Şekil 10). Ölçümler deneyimli radyolog tarafından MİNDRAY marka M5 model yüksek çözünürlüklü ultrasonografi cihazı ile yapıldı. Ölçümlere dirsek ekstansiyonda iken başlandı daha sonra supinasyon ve pronasyonda fleksiyon açısı arttırılarak kayıt alındı. USG ile farklı dirsek pozisyonlarında ME-U mesafeleri medial epikondilin tipinin ulnar sinire en yakın olan noktası referans alınarak ölçüldü. Olguların yaşları, cinsiyetleri, dominant tarafları tespit edildi.



Şekil 10 USG ile yapılan ölçümlerde kullanılan ortezin önden arkadan ve yandan görüntüleri

3.1 İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen veriler tekrarlanan ölçümler için ANOVA testi (*Repeated Measures Analysis of Variance*), taraflara ve cinsiyete göre ortalama karşılaştırması için T-testi kullanıldı.

Anlamlılık ölçütü olarak $p < 0.0001$ değeri kabul edildi.

4 BULGULAR VE SONUÇLAR

Çalışmaya toplam 38 (12 kız/26 erkek) sağlıklı çocuk alındı. Yaş ortalaması 8.36 ± 2 (aralık 4-12) yaş olarak saptandı. Çocukların %18.4'ü dominant tarafı sol, %81.6'sının dominant tarafı sağ olarak saptandı.

Pronasyonda sağ ve sol ayırmaksızın 76 dirsekte ($p < 0.0001$) *student-newman-kauls multiple comparisons* testini kullanıldığında tüm dirsek fleksiyon açılarında ulnar sinir ile medial epikondil arasında ölçülen mesafeler anlamlı olarak farklılık göstermiştir ($p < 0.001$).

Supinasyonda da aynı testler kullanılarak aynı sonuca varılmış ve tüm fleksiyon açıları arasında anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0.001$).

Dirsek pronasyonda iken ölçülen ME-U mesafelerin ortalaması fleksiyon açısı arttıkça azalmaktadır (Tablo 1). Bu tablodan anlaşıldığı üzere ekstansiyonda mesafe ortalaması 0.3782 cm iken 90 derecede 0.1939 cm ve tam fleksiyonda 0.1166 cm'dir ($p < 0.001$).

Tablo 1 Pronasyonda fleksiyon açılarına göre ölçülen mesafelerin karşılaştırılması (Mesafeler cm ile belirtilmiştir).

Grup	Dirsek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Ortanca
Ekstansiyon	76	0.3782	0.1187	0.3800
30°	76	0.3158	0.1041	0.3200
60°	76	0.2686	0.1031	0.2800
90°	76	0.1939	0.0935	0.1750
Tam	76	0.1166	0.0682	0.1000

flexiyon				
----------	--	--	--	--

Pronasyonda güvenlik aralığına (%95 *confidence interval*) baktığımızda(Tablo 2) çok dar bir aralık olduğunu görmekteyiz.

Tablo 2 Pronasyonda farklı flexiyon açılarında %95'lik güvenlik aralığının karşılaştırılması (Mesafeler cm ile belirtilmiştir) .

Grup	Minimum	Maksimum	%95'lik Güvenlik Aralığı	
			Başlangıcı	Sonu
Ekstansiyon	0.0700	0.6200	0.3510	0.4053
30°	0.0700	0.5300	0.2920	0.3396
60°	0.0600	0.5200	0.2450	0.2921
90°	0.0500	0.4300	0.1725	0.2153
Tam flexiyon	0.0400	0.3700	0.1010	0.1322

Pronasyonda sağ ve sol tarafları ayrı ayrı değerlendirdiğimizde anlamlı bir fark çıkmadığını görmekteyiz.

Dirsek supinasyonda iken llen ME-U mesafelerin ortalaması flexiyon açısı arttıka azalmaktadır(Tablo 3). Bu tablodan anlaşıldığı üzere ekstansiyonda mesafe ortalaması 0.3782 cm iken 90 derecede 0.1939 cm ve tam flexiyonda 0.1166 cm'dir ($p<0.001$).

Tablo 3 Supinasyonda fleksiyon açlarına göre ölçülen mesafelerin karşılaştırılması (Mesafeler cm ile belirtilmiştir) .

Grup	Dirsek sayısı	Ortalama	Standart sapma	Ortanca
Ekstansiyon	76	0.3762	0.1319	0.4000
30°	76	0.3321	0.1153	0.3500
60°	76	0.2938	0.1031	0.3050
90°	76	0.2228	0.1059	0.2200
Tam fleksiyon	76	0.1243	0.0765	0.1000

Supinasyonda güvenlik aralığına(%95 *confidence interval*) baktığımızda(Tablo 4) çok dar bir aralık olduğunu görmekteyiz.

Tablo 4 Supinasyonda farklı fleksiyon açlarında %95'lik güvenlik aralığının karşılaştırılması (Mesafeler cm ile belirtilmiştir).

Grup	Minimum	Maksimum	%95'lik Güvenlik Aralığı	
			Başlangıcı	Sonu
Ekstansiyon	0.0800	0.6700	0.3460	0.4064
30°	0.0700	0.6500	0.3057	0.3585
60°	0.0700	0.5300	0.2702	0.3174

90°	0.0400	0.5800	0.1985	0.2470
Tam fleksiyon	0.0400	0.4500	0.1068	0.1418

Supinasyonda sağ ve sol tarafları ayrı ayrı değerlendirdiğimizde ölçülen ME-U mesafeleri arasında anlamlı bir fark çıkmadığını görmekteyiz(p <0.0001).

Supinasyon ve pronasyonda ME-U mesafelerinde farklı dirsek fleksiyon açılarında ölçülen mesafelerde anlamlı bir fark olup olmadığını hesaplamak için T-testi kullanıldı ve anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıktı.

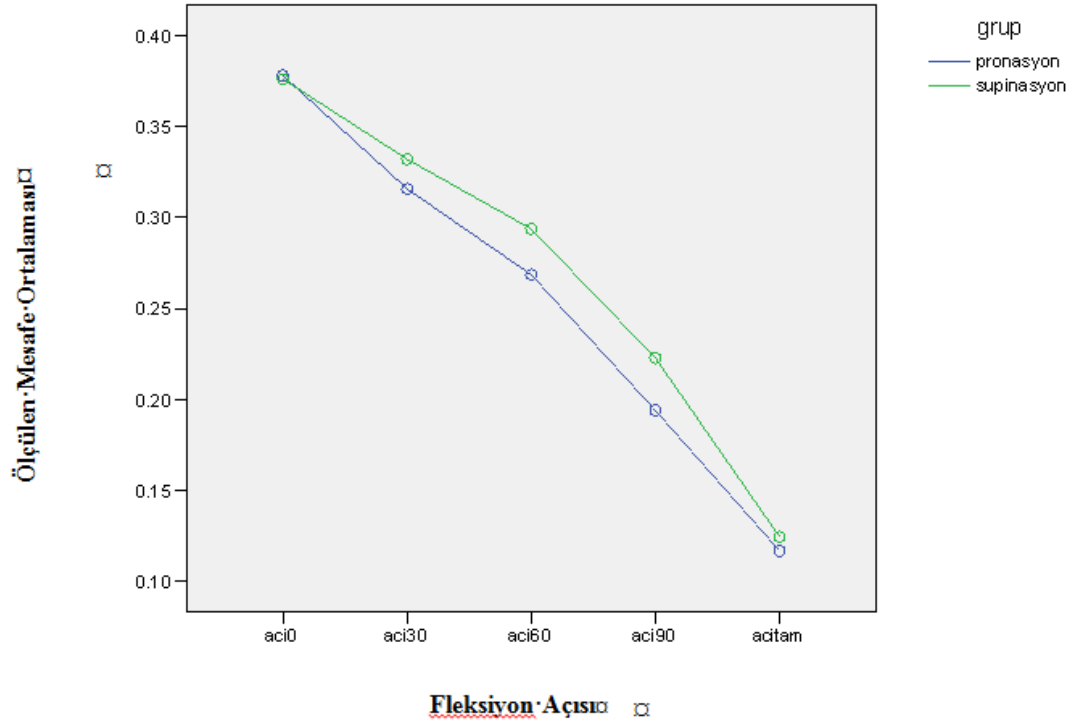
Supinasyon ile pronasyonda değişik dirsek fleksiyon açılarında sağ ve sol taraf arasında da ölçülen ME-U mesafelerde anlamlı fark saptanmadı.

Olguların cinsiyetine göre T- testi kullanılarak karşılaştırma yapıldığında fleksiyon açısı ne olursa olsun pronasyon ve supinasyonda kız ile erkek arasında anlamlı fark saptanmadı.

Fleksiyon açısı, pronasyon/ supinasyon ve yaş arasında korelasyon olup olmadığına bakıldığında mesafelerin çok dar bir aralıkta dağılmakta olduğu, ciddi ve anlamlı bir korelasyon olmadığı saptandı.

Tek değişken ANOVA analizi (*Univariate analysis of variance*) kullanılarak fleksiyon açı grupları ve supinasyon/ pronasyon ve diğer tüm değişkenleri sabit tutularak yapılan karşılaştırmada fleksiyon açısı arttıkça medial epikondil ile ulnar sinir arasındaki mesafenin azalmakta olduğu görüldü. (Grafik 1).

Grafik 1 Fleksiyon açısı ile pronasyon ve supinasyonda ölçülen mesafe (cm) ortalamalarının değişimi



Tüm oğullarda, ekstansiyonda iken ulnar sinirin kübital tünelin tabanında sulkus nevri ulnarise yakın olduğu görünürken, fleksiyon arttıkça anteriora doğru ve medial epikondile yaklaştığı tespit edildi. Tam fleksiyonda çoğu vakada ulnar sinirin medial epikondil tipinin üzerine kadar ilerlediği saptandı. Eklem hiperlaksitesinden bağımsız olarak ulnar sinir fleksiyonla birlikte anteriora doğru deplasman(subluksasyon) göstermektedir(Şekil 11,12,13,14,15).

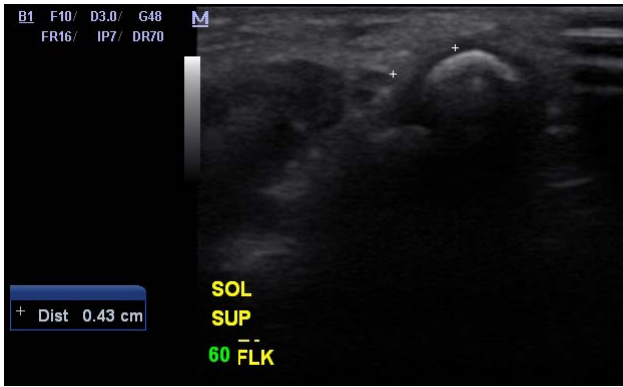
Sol eli dominant olan 10 yaşındaki bir kız çocuğunda sol tarafta ulnar sinir medial epikondilin posteriorundan gelip tipin üzerinden kayarak anteriora kadar kaydığını ve sublukse olduğunu gördük, fakat sağ tarafta aynı şey söz konusu değildi.



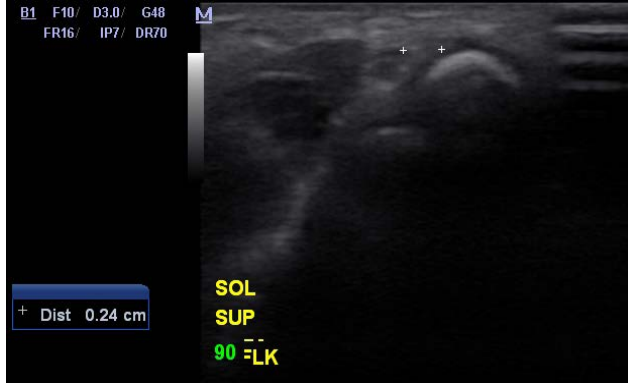
Şekil 11 Sol dirsek supinasyon - ekstansiyondaki USG görüntüsü



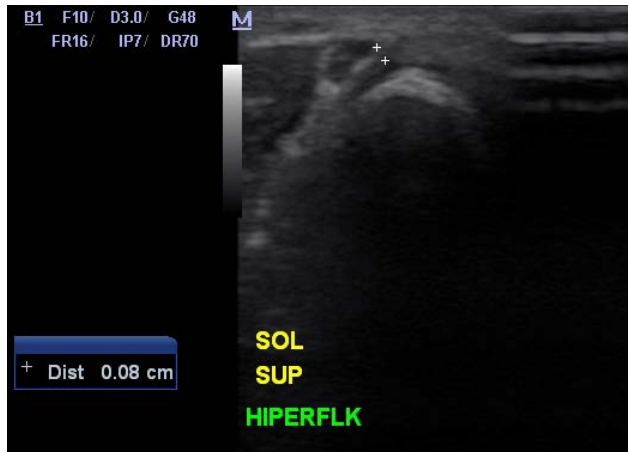
Şekil 12 Sol dirsek supinasyon - 30° fleksiyondaki USG görüntüsü



Şekil 13 Sol dirsek supinasyon - 60° fleksiyondaki USG görüntüsü



Şekil 14 Sol dirsek supinasyon - 90° fleksiyondaki USG görüntüsü



Şekil 15 Sol dirsek supinasyon - tam fleksiyondaki USG görüntüsü

5 TARTIŞMA

Suprakondiler humerus kırığı çocuklarda en çok görülen kırıklar arasında distal radius kırıklarından sonra ikinci sırada yer almaktadır(% 16.6). Çocuklarda dirsek çevresi kırıkların % 60'ını oluşturur. Daha çok 7 yaş altı çocuklarda görülür ve görülme sıklığı ilk 5 yaş içerisinde giderek artar. Wilkins ortalama görülme yaşını 6.6 yıl, Mazda 5.5 yıl, Cheng 6 yıl olarak belirtmiştir. Genel olarak erkeklerde kızlardan 2-3 kat daha fazla görülmektedir(2,3,25,29,30).

Bizim çalışmamızda olguların yaş ortalaması 8.36 ± 2 olarak hesaplandı. Olguların yaşları 4 ile 12 yaş arasındaydı. Dört yaşından küçük çocuklarda çalışmaya uyumsuzluklarından dolayı ultrasonografi yapılmasının çok zor olması ve anlamlı ölçüm alınamadığı için bu çocuklar çalışmaya alınmadı. Çalışmaya aldığımız çocukların yaş ortalaması suprakondiler humerus kırıklarının görülme yaşı açısından riskli yaş grubunu temsil ettiğini düşünüyoruz.

Rockwood'a göre 8361 deplase distal humerus kırığını kapsayan 64 çalışmayı içeren bir derlemede cinsiyete göre toplam kırık sayısının %40.5'i kızlardan, %59.5'i de erkeklerden oluşmaktadır. Bu derlemede total sinir yaralanması ile olan kırıkların oranı %7.7'dir. Tüm sinir yaralanmalarının %22.8'ini ulnar sinir yaralanması oluşturmaktadır(2). Fakat literatüre baktığımızda suprakondiler kırıklı hastaların ulnar sinir yaralanma riski ile cinsiyet arasında ilişki veya korelasyon olup olmadığını gösteren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bizim çalışmamızda olguların cinsiyetine göre yapılan karşılaştırmada fleksiyon açısı ne olursa olsun pronasyon ve supinasyonda kız ile erkek arasında anlamlı bir fark saptanmadı.

Aynı çalışmada suprakondiler kırıklarının %39,2'sinin sağ tarafta, %60.8'inin sol tarafta olduğu bulunmuştur. Bu derlemede total sinir yaralanması ile olan kırıkların oranı %7.7'dir. Bahsedilen sinir yaralanmalarının %22.8'ini ulnar sinir yaralanması oluşturmaktadır(2). Fakat literatüre baktığımızda suprakondiler kırıklı hastalarda ulnar sinir yaralanmasıyla kırılan taraf arasındaki ilişki veya korelasyon

varlığını gösteren çalışmaya rastlanmamıştır. Bizim çalışmamızda dominant taraf ile dominant olmayan taraf arasında fark olup olmadığına bakıldığında supinasyon ve pronasyonda değişik fleksiyon açılarında ME-U mesafelerinin sağ ve sol taraf arasında anlamlı fark olmadığı saptandı.

Okamoto ve ark. Erişkinlerde dirsek fleksiyonu ile beraber ulnar sinirde anteromediale hareket olduğunu söylemişlerdir(45).Fakat bu çalışma erişkinlerde yapılmıştır. Zalts ve ark. artmış ligaman laksitesi olan çocuklarda suprakondiler kırık olduğunda, ulnar sinir subluksasyonu nedeni ile yaralanma riskinin yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Dirsek hiperfleksiyondayken ulnar sinir anteriora sublukse olacağından, ulnar sinir yaralanma olasılığı %30'lara varabileceğini belirtmişler(53).Bu çalışma, fizik muayene ile 10 ay- 18 yaş arası olgularda yapılmış ve sadece hiperlaksitesi olan çocukların ulnar sinir yaralanması açısından riskli olabileceği bildirilmiştir.

Çalışmamız farklı olarak ultrasonografi ile humerus suprakondiler kırığı açısından riskli yaş grubunda olan çocuklarda sinirin dinamik hareketi farklı fleksiyon açılarıyla incelendi. Tüm olgularda ekstansiyonda iken ulnar sinir kübital tünelin tabanında sulkus nevri ulnariste görünürken, fleksiyon arttıkça anteriora doğru ve medial, epikondile yaklaştığını gördük. Tam fleksiyonda ise çoğu vakada medial epikondil tipinin üzerine kadar ilerleme saptandı. Eklem hiperlaksitesinden bağımsız olarak ulnar sinir, fleksiyonla birlikte anteriora doğru kayma gösterdiğini saptadık.

Newton ve ark. çapraz pinleme ile lateral pinlemeyi karşılaştıran bir çalışmada diverjan olarak gönderilen iki lateral pin, paralel iki pine göre daha üstün ve aksiyal rotasyon açısından daha stabil olduğunu bulmuşlar(23). Cheng ve ark. 180 vakalık serilerinde hemen hepsinde lateral pinleme uygulamış ve düşük komplikasyon oranları bildirmişler. Ulnar sinir hasarlaşma riski olmadığından dolayı lateral pinlemeyi önermişler(16).

Bronwyn L. Slobogean ve ark., 2010 yılında yayınladıkları bir meta analiz çalışmasında lateral pinlemeye göre çapraz pinleme ile tedavi edilen her 28 hastanın birinde iatrojenik ulnar sinir yaralanması görülebileceğini söylemişlerdir(49).

Martin Lacher ve ark. tüm suprakondiler kırıklarda antegrad titanyum elastik çivi kullanımını önermiş, bu yöntem sayesinde komplikasyon oranını azaltmış ve alçı atel tespit ihtiyacını ortadan kaldırdıklarını söylemişlerdir aynı zamanda ulnar sinir yaralanma riskini de ortadan kaldırdıklarını belirtmişlerdir(51).

Bundan yola çıkarak bu kırıkların tedavisinde standart bir tedavi yöntemi yoktur. Fakat kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme en seçkin tedavi yöntemi haline gelmiştir. Sonuçta kırığın tespiti yapılırken nöromusküler yaralanma riskini en aza indirecek, redüksiyonu sürdürecektir, yeterli stabilizasyon sağlanmalıdır. Bu nedenle çapraz telleme yöntemi biyomekanik olarak stabildir, fakat medialden gönderilen telin ulnar siniri yaralama riski mevcuttur. Skaggs ve ark. %8, Özçelik ve ark. %12, Babal ve ark. %3-4, Ravi K. B. ve ark. %1.8 ve Karakurt ve ark. %12.5 olarak ulnar sinir yaralanma oranlarını bildirmişler(55,54,64,50,56). Bundan dolayı tedavi seçeneği için arayışlar devam etmektedir. Ulnar sinir yaralanma riskinden kaçmak için önerilen yöntemler: mini-açık cerrahi, siniri palpe ederek K telinin yollanması, intraoperatif sinir stimülasyonu, medialden tel yollanmaması veya medial telleme sırasında dirseğin hiperfleksiyona alınmamasıdır.

Zionts, erişkin humerus kadavra modelinde pinlerin konfigürasyonlarına göre torsiyonel kuvvetlerini incelemiş ve iki çapraz pinin dayanıklılığını en yüksek olarak bulmuştur(27).

Loren Larson ve ark. sentetik humerus modelleri üzerinde medial kolonda parçalanması olan suprakondiler humerus kırığı modeli yapmış ve değişik pin figürasyonları ile torsiyonel stabiliteyi araştırmışlar. Torsiyonel stabilite açısından standart çapraz pinleme ile lateralden uygulanan 3 adet pin uygulaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamamışlardır(48).

Solak ve ark. çapraz pinleme ile 35 ve lateral pinleme ile 24 hasta ameliyat etmişler. 2 grup arasında tekrarlanan ameliyat ve sinir arazi görülme sıklığı açısından fark olmadığını ifade etmişlerdir(60). Lyons ve ark. yaptığı bir diğer çalışmada 375 hastayı çapraz pinleme yöntemi ile ameliyat etmiş ve 19 hastada postoperatif olarak ulnar sinir arazi tespit etmiştir. Bazılarını takip etmiş, bazılarında ise medial pini

çıkarmış fakat tüm hastalarda sinir fonksiyonunun spontan olarak geri döndüğünü tespit etmişlerdir(61).

Suprakondiler humerus kırıklarında K tellerinin nereden konulduklarından daha çok kırık hattını nereden geçtikleri önemlidir. Kırık hattı ve pinler arasındaki mesafe açıldıkça stabilite de artmaktadır. O nedenle çapraz k teli uygulaması pratik hayatta ulnar sinir yaralama riski taşımaya rağmen uygulama kolaylığı nedeni ile sık kullanılmaktadır.

Distal fragman ile proksimal fragman arasında elde edilen redüksiyonun korunması için dirseğin hiperfleksiyonda, ön kolun ise distal fragmanın deplasman yönüne göre; posteromedial deplasmanlı kırıklarda, pronasyonda, posterolateral deplasmanlı kırıklarda süpinasyonda tutulması ve dirseğin bu konumda kilitlenmesi gerekir. Daha az fleksiyonda medial epikondilden tel geçmek için dirsek fleksiyondan ekstansiyona alındığında distal fragmanın dönmesine neden olabilir(1,2,4,10).

Bizim çalışmamızda pronasyon ile supinasyon arasında değişik fleksiyon açılarında ölçülen ME-U mesafelerinde anlamlı bir fark olmadığını gördük. Tip 3 posterolateral veya posteromedial deplasmanlı kırıkların redüksiyonu ister supinasyonda ister pronasyonda sağlansın medial epikondil ile ulnar sinir arasındaki mesafede anlamlı bir değişiklik olmayacağını ve ulnar sinir yaralanma riski açısından bir fark yaratmayacağını düşünüyoruz.

Skaggs ve ark. retrospektif olarak 345 hastanın(204 hasta tip 3 kırık, 153'ü çapraz, 51'i de iki lateral pin ile tedavi edilmiş; 141 hasta tip 2 kırık, 74'ü lateral, 67'si çapraz pin ile tedavi edilmiş) sonuçlarını incelemişler. Medial pin hiperfleksiyonda konmazsa ulnar sinir yaralanma olasılığını %4, hiperfleksiyonda konursa %15 olarak bulmuşlardır. Rutin uygulamada medial pin kullanmayı önermemiş, medial pin kullanılacaksa dirsek hiperfleksiyonda iken gönderilmemesini önermişler(59). Bizim çalışmamızda bulduğumuz ulnar sinir dirsek fleksiyonundaki artışla birlikte medial epikondile yaklaşması bu klinik çalışmadaki sonuçlarla örtüşmektedir.

Eidelman ve ark.fleksiyon-ekstansiyon çapraz pinleme fiksasyon tekniğini önermiş ve mükemmel stabilite sağladığını bulmuşlar. Bu yöntemle de ulnar sinir yaralama riskini de ortadan kaldırdıklarını söylemişler. Bu çalışmada yazarlar önce redüksiyonu sağladıktan sonra tam fleksiyonda lateral epikondilden girerek medial korteksi geçene kadar 2 adet K teli gönderip takiben redüksiyonu skopi kontrolü altında dirseği tam ekstansiyona aldıktan sonra medial epikondilden K teli göndermeyi önermişler.(57). Çalışmamızda dirsek fleksiyon açısı arttıkça ulnar sinir medial epikondile yaklaşması ve anteriora kayması bu klinik çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Ulnar sinir yaralanma riskini azaltmak amacı ile Brown ve Zinar, medial pin yerleştirilmesi için medial epikondil üzerinden 1.5 cm'lik mini insizyonla ulnar siniri lokalize ederek pinlemeyi önermişler(65). Wind W. ve ark perop sinir stimülasyonu kullanmışlar. Palpasyonla tahmin edilen sinir lokalizasyonu ile stimulatörle tespit edilen lokalizasyon arasında anlamlı olarak 1.7 mmlik bir mesafe farkı saptamışlar(58).

Karakurt L. ve ark. ve Belhan O. ve ark., ulnar sinir yaralanma riskini azaltmak amacı ile medial pini dirsek hiperfleksiyonda iken göndermemeyi, medial pin medial epikondil tipinin anteriorundan göndermeyi önermişler ve sadece lateralden pinleme ile sinir yaralanmasından korunabileceğini ifade etmişlerdir(52,56).Çalışmamızda dirsek fleksiyon açısı arttıkça ulnar sinirin medial epikondile yaklaştığını gördük bu mesafe kırık tespiti açısından 60 dereceden büyük fleksiyon açılarında riskli olduğunu düşünmekteyiz. Yani sadece hiperfleksiyon değil 60 dereceden büyük dirsek fleksiyonu ulnar sinir yaralama riski taşımaktadır ve bu açı arttıkça riskin artabileceği kanaatindeyiz. Bir olgumuzda sol eli dominant olan 10 yaşında kız çocuğunda sol tarafta dirsek flekesiyonu arttırılarak ulnar sinirin, medial epikondilin posteriorundan gelip ve hiperfleksiyonda tipin üzerinden kayarak anteriora kadar kaydığını ve disloke olduğunu gördük, fakat sağ tarafta aynı şey söz konusu değildi. Tek olgu olmasına rağmen ulnar sinirin disloke olabileceğine göre disrek hiperfleksiyonda iken medial epikondilin anteriorundan K teli göndermek de güvenli bir teknik olmayabilir.

Tekrarlayan ölçümler için ANOVA testine göre supinasyon ve pronasyonda sağ ve sol taraf ayırmaksızın 76 dirsekte ($p < 0.0001$) *student-newman-kauls multiple comparisons testini* kullanarak tüm açılarda ulnar sinir ile medial epikondil arasında ölçülen mesafeler anlamlı olarak farklılık göstermiştir ($p < 0.001$).

Pronasyonda ölçülen mesafelerin ortalaması, açı arttıkça azalmaktadır. Ekstansiyonda mesafe ortalaması 0.3782 cm iken 90 derecede 0.1939 cm ve tam fleksiyonda 0.1166 cm'dir. Humerus suprakondiler kırıklarının tedavisinde kullanılan K- telinin çapı 1, 1.5 ve 2 mm olduğunu düşünecek olursak 60 derece fleksiyon ve üzerindeki açılarda ulnar sinir ile medial epikondil arasındaki mesafenin güvenli olmayabileceğini düşünüyoruz. O nedenle ulnar sinir yaralanma riski medial pini gönderirken sadece dirsek hiperfleksiyonda değil dirseğin 60 dereceden sonraki fleksiyon açılarında da risk taşımaktadır.

Pronasyonda güvenlik aralığına (*%95 confidence interval*) baktığımızda çok dar bir aralık olduğunu görmekteyiz. Bunun da yukarıda bahsettiğimiz riskin varlığını desteklemektedir.

Supinasyonda ölçülen mesafelerin ortalaması, açı arttıkça azalmaktadır. Ekstansiyonda mesafe ortalaması 0.3782 cm iken 90 derecede 0.1939 cm ve tam fleksiyonda 0.1166 cm'dir. Humerus suprakondiler kırıklarının tedavisinde kullanılan K- telinin çapı 1, 1.5 ve 2 mm olduğunu düşünecek olursak 60 derece fleksiyon ve üzerindeki açılarda ulnar sinir ile medial epikondil arasındaki mesafenin güvenli olmayabileceğini düşünüyoruz. O nedenle ulnar sinir yaralanma riski medial pini gönderirken sadece dirsek hiperfleksiyonda değil dirseğin 60 dereceden sonraki fleksiyon açılarında da risk taşımaktadır.

Supinasyonda güvenlik aralığına (*%95 confidence interval*) baktığımızda çok dar bir aralık olduğunu görmekteyiz. Bunun da yukarıda bahsettiğimiz riskin varlığını göstermektedir.

Zaltz ve ark 10 ay ile 18 yaş arası 164 çocukta yaptıkları çalışmada olguları 3 gruba ayırmışlar. Dirseği fleksiyona alarak medial epikondil ile ulnar sinir fizik

muayenesine göre değerlendirme yapmışlardır. Yaş küçüldükçe dislokasyon riskinin arttığını ifade etmişler. Subluksasyon riski arttıkça medial pinle ulnar sinir yaralanma riskinin arttığını de anlatmışlar(53).

Bizim çalışmada fleksiyon açısı, pronasyon/ supinasyon ve yaş arasında korelasyon olup olmadığına bakıldığında medial epikondil ile ulnar sinir arası mesafelerin çok dar bir aralıkta dağılmakta olduğu, fakat ciddi ve anlamlı bir korelasyon olmadığı saptandı. Dirsek fleksiyonu ile birlikte değişen ME-U mesafelerinin yaştan bağımsız olduğu bulunmuştur. Bu bulgumuz, yaşın azalmasıyla birlikte sinirdeki mobilitenin arttığını söyleyen Zaltz'ın çalışması ile çelişmektedir.

Tek değişken ANOVA analizi (*Univariate analysis of variance*) kullanarak fleksiyon açı grupları ve supinasyon/ pronasyonu ve diğer tüm değişkenleri sabit tutularak yapılan karşılaştırmada fleksiyon açısı arttıkça medial epikondil ile ulnar sinir arasındaki mesafe azalmaktadır. Bu mesafeyi etkeleyen tek faktörün fleksiyon açısı olduğu saptandı.

60, 90 derece ve tam fleksiyon arasındaki ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olabilir fakat mesafeler çok küçük olduğundan dolayı klinik uygulamada çok anlamlı bir fark olmayabileceğini düşünüyoruz. Bu nedenle K teli gönderme sırasında dirseği 60 dereceden fazla fleksiyona getirilmesi ulnar sinir yaralama riskini artırabilir ve bu risk diğer çalışmalarda belirtildiği gibi hiperfleksiyon sınırının oldukça altındadır.

İatrojenik sinir yaralanma mekanizmalarını şöyle özetleyebiliriz; direkt penetrasyon, kübital tünel retinakulum sıkıştırması, hiper mobil sinir, kontüzyon, ödem veya tel etrafında gerilmeye bağlı olabilir.

Rasool ve ark., bir çalışmada dirsek fleksiyonda iken ulnar sinirin üzerindeki aponörozun (kübital tünel retinakulum, CTR) gerildiğini ve kübital tünelin kapasitesinin azaldığını söylemişler. Bu pozisyonda retinakulumdan medial pin göndermek tünelin içinde siniri sıkıştırarak yaralanma riskini arttırıp ulnar palsiye neden olabileceğini ifade etmişlerdir(62).

Belhan O.ve ark., çapraz pinleme ile ameliyat edilen 9 posteromedial ve 4 posterolateral kırıklı hasta ile, lateral pinleme ile ameliyat edilen 5 posteromedial ve 3 posterolateral kırıklı hastanın postop ulnar sinirin dinamizasyonu ve morfolojisini ultrasonografi ile araştırmışlar. Ulnar sinirde ortaya çıkan morfolojik ve dinamik değişikliklerin kırık tipine değil, medial pine bağlı olduğunu söylemişlerdir(52).

Yaptığımız çalışmada ultrasonografi ile fleksiyonla birlikte ulnar sinirin anteriora doğru çok rahat bir şekilde kaydığını gördük. Bu mesafenin 0.4 mm'den 0.1mm'ye kadar düştüğünü gördük. Yani fleksiyonla birlikte mesafe azalıyor ve sinir medial epikondilin tipine yaklaşıyor. Fleksiyon pozisyonunda fiksasyon yapıldığında sinirin medial epikondil tipine en yakın olduğu mesafede yapılmış oluyor. Postop erken ve/veya geç dönem gelişen fiböz dokular ve yapışıklıklar nedeni ile sinirin dinamizasyonu ve morfolojisinde değişiklikler ortaya çıkabileceğini düşünüyoruz. Bu nedenle geçici ulnar sinir hasarlarını açıklayabileceğimizi düşünüyoruz. Çalışmalarla desteklenmesi gereken bir diğer konu ise bahsettiğimiz değişiklikler nedeni ile bu hastalarda ileri yaşta kübital tünel sendromu oluşma riski normal topluma göre daha yüksek olabileceğini düşünüyoruz.

Bu çalışma sağlıklı çocuklar üzerinde yapılarak dirsek hareketi ile ulnar sinir ve medial epikondil arasındaki anatomik ilişkiyi araştırmak için yapıldı. Fakat deplase suprakondiler humerus kırığı olan çocuklarda bu ilişki hangi yönde etkilendiği ve ödemli dirsekte sinirin nasıl davrandığına dair kesin bilgi vermemektedir. Bu çalışmadan yola çıkarak travma sonrası preop veya perop anestezi altında benzer bir çalışmaya ışık tutacağından eminiz.Kaldı ki perop ultrasonografi eşliğinde ulnar siniri görerek medial epikondilden pin göndererek tespit sağlanabilir.

6 KAYNAKLAR

1-Herring, Tachdjian's Pediatric Orthopaedics Third Edition Volume 3 W.B Saunders Company Sayfa 2139-2175, 2002

2-James H. Beaty, Rocwood and Wilkins' Fractures in Children.6th Edition Lippincott Williams& Wilkinsn 2001

3-L.J.O'Hara, J. W. Barlow, N. M. P. Clarke Displaced Supracondylar Fractures of the Humerus in Children, J Bone Joint Surg (Br.) 82-B:204-10, 2000

4-Ege Rıdvan, Kırıklar, Eklem ve Diğer Yaralanmalar, Travmatoloji 5. Baskı Cilt 2 Bizim Büro Basımevi Ankara Sayfa 1995-2101, 2002

5-W.J.W Sharrard, Paediatric Orthopaedics and Fractures 3.Baskı Cilt 2 Blackwell Scientific Publications Sayfa 1391-1423, 1993

6-Kuran Orhan, Sistematik Anatomi, Filiz Kitabevi İstanbul, 1983

7-Arıncı Kaplan, Anatomi (Hareket Sistemi), Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1993

8-Çimen Ahmet, Anatomi, 4. Baskı Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1994

9-Abrahams PH. Mc Minn'in Renkli Anatomi Atlası 4. Baskının Türkçe Çevirisi Güneş Yayınevi Ankara, 1998

10-Canale ST. Campbell's Operative Orthopaedics Ninth Edition Mosby-YearBook St.Luis Sayfa 2407-2422, 1998

11-Alturfan Aziz K. Ortopedik Travmatoloji Nobel Tıp Kitabevleri İstanbul, Sayfa:145-162, 2002

12-Çakmak Mehmet, Ortopedik Muayene Nobel Tıp Yayınları, 1989

- 13-Greenspan Adam, Orthopedic Radiology A Pratical Approach Third Edition Lippincott Williams & Wilkinson Sayfa 122-131, 2000
- 14-Hoppenfeld Stanley, Surgical Exposures In Orthopaedics The Anatomic Approach. (2nd Edition) :83-116 J.B. Lippincott Company, Philadelphia 1994.
- 15-Fornalski Stefan, Ranjan Gupta, Thay Q. Lee Anatomy and Biomechanics of the Elbow Joint, Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery 7(4): 168-173, 2003
- 16-Jack C.Y Cheng, Tsz Ping Lam, Nicola Maffulli Epidemiological Features of Supracondylar Fractures of the Humerus in Chinese Children, J Pediatr Orthop Part B Vol 10:63-67, 2001
- 17-Holmberg L. Fractures in the Distal End of the Humerus in Children Acta Chir. Scand.(Suppl): 103, 1945
- 18-Gartland John J. Management of Supracondylar Fractures of the Humerus in Children Surgery Gynecology & Obstetrics.145-159, August 1959
- 19-David L. Skaggs, Michael W. Cluck, Amır Mostofi, John M. Flynn Lateral Entry Pin Fixation in the Management of Supracondylar Fractures in Children, J Bone Joint Surg (Am.) Volume 86-A: 702-707, 2004
- 20-Barton Kelly L., Cornelia K. Kaminsky, Daniel W. Green Reliabilty of a Modified Gartland Classification of Supracondylar Humerus Fractures, J Pediatr Orthop Vol 21: 27-30, 2001
- 21-Sarıoğlu Ahmet, Arpacıoğlu M. Ömer, Kırıl Ahmet Çocuk Suprakondiler humerus kırıkları Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica Vol 33:3-4, 1997
- 22-J.Eric Gordon, Christopher M. Patton, Scott J. Luhmann Fractures stability After Pinnig of Displaced Supracondylar Distal Humerus Fractures in Children, J Pediatr Orthop 21: 313-318, 2001

- 23-Stevens S. Lee, Andrew T. Mahar, Doug Miesen, Peter O. Newton Displaced Pediatric Supracondylar Humerus Fractures: Biomechanical Analysis of Percutaneous Pinnig Techniques, *J Pediatr Orthop* 22:440-443,2002
- 24-Davis Richard T., Gorczyca John T., Pugh Kevin Supracondylar Humerus Fractures in Children: Comparison of Operative Treatment Methods, *Clin. Orthop* 376: 49-55, 2000
- 25-K. Mazda, C. Boggione, F. Fitoussi, G.F. Penneçot Systematic Pinning of Displaced Extension Type Supracondylar Fractures Of The Humerus in Children, *J Bone Joint Surg.(Br)* 83B:888-893, 2001
- 26-Angel L. Ruiz, W. David C. Kealey, Harold G. Cowie Percutaneous Pin Fixation of Intercondylar Fractures in Young Children, *J Pediatr Orthop PartB* 10:211-213, 2001
- 27-Zionts LE, Mc Kellop H.A, Hathaway R. Torsional Strength of Pin Configurations Used to Fix Supracondylar Fractures of the Humerus in Children *J Bone Joint Surg. (Am)* 76:253-256, 1994
- 28-Jong Sup Shim, Yong Seuk Lee, Treatment of Completely Displaced Supracondylar Fracture of the Humerus in Children by Cross-Fixaton With Three Kirschner Wires, *J Pediatr Orthop* 22:12-16, 2002
- 29-Cheng Jack C.Y.F.R.C.S.E.D., Ng B.K.W.F.R.C.S, Ying S.Y.M.B.B.B.S, Lam P.K.W.K. Phil A 10-Year Study of the Changes in the Pattern and Treatment of 6.493 Fractures, *J Pediatr Orthop.* 19(3):344-50, 1999
- 30-Ronan A Lyons, Annie M Delahunty, Debbie Kraus, Martin Haeven Children's Fractures: A Population Based Study, *Injury* 5:129-132, 1999
- 31-Diri Bülent, Tomak Yılmaz, Karaismailoğlu Turgut Nedim Çocuk Deplase Suprakondiler Humerus Kırıklarının Tedavisi (Üç Farklı Tedavi Yönteminin İncelenmesi), *Ulusal Travma Dergisi Ocak* (1):62-69, 2003

32-Hadlow AT, Devane P, Nicol RO A Selective Treatment Approach to Supracondylar Fracture of the Humerus in Children, J Pediatr Orthop 16:104-106, 1996

33-R. S. Chen, C. B. Liu, X. S. Lin, X. M. Feng Supracondylar Extension Fracture of the Humerus in Children Manipulative Reduction, Immobilisation and Fixation Using a U-Shaped Plaster Slab With the Elbow in Full Extension, J Bone Joint Surg (Br) 83B: 883-887, 2001

34-Ağuş Haluk, Kalenderer Önder, Kayalı Cemil, Eryanılmaz Gürkan Skeletal Traction and Delayed Percutaneous Fixation of Complicated Supracondylar Humerus Fractures due to Delayed or Unsuccessful reductions and Swelling in Children, J Pediatr Orthop Part B Vol 11 No 2:150-154, 2002

35-K.Matsuzaki, N. Nakatani, M. Harada, T. Tamaki Treatment of Supracondylar Fracture of the Humerus in Children by Skeletal Traction in a Brace, J Bone Joint Surg (Br) 86 B:232-238, 2003

36-David L. Skaggs, Julia M. Hale, Jeffrey Bassett Operative Treatment of Supracondylar Fractures of the Humerus in Children the Consequences of Pin Placement, J Bone Joint Surg (Am) 84A: 735-739, 2001

37-Eralp Levent, Demirhan Mehmet, Dikici Fatih, Önen Mehmet Deplase Humerus Suprakondiler Kırıklarının Tedavisinde Çapraz Kirschner Teli ve Üç Tel Konfigürasyonlarının Radyolojik Olarak Karşılaştırılması, ActaOrthopaedica et Traumatologica Turcica 34:278-283, 2000

38-Ekşioğlu Fatih, Güdemez Eftal, Sepici Behçet Çocuk Suprakondiler Deplase Humerus Kırıklarında Açık Redüksiyon İnternal Fiksasyon Yöntemi ile Kapalı Redüksiyon Perkütan Çivileme Yönteminin Karşılaştırılması Klinik Araştırma Vol: 11 No:2 173-178, 2000

39-Ritabh Kumar, Rajesh Malthotra Medial Approach for Operative Treatment of the Widely Displaced Supracondylar Fractures of the Humerus in Children, J Pediatr Orthop 8(2):13-18, 2000

- 40-Sibbly JR, Briggs PJ, Gigson MJ. Supracondylar Fractures of the Humerus in Childhood. Range of Movement Following Posterior Approach to Open Reduction, *Injury* 22: 456-458, 1991
- 41-Kasser JR, Richards K., Milis M. The Triceps Dividing Approach to Open Reduction of Complex Distal Humeral Fractures in Adolescents: A Cybex Evaluation of Triceps Function and Motion, *J. Pediatr Orthop* 10: 93-96,1990
- 42-Arabella I. Leet, Juan Frrisancho, Edward Ebramzadeh Delayed Treatment of Type 3 Supracondylar Humerus Fractures in Children, *J Pediatr Orthop* 22: 203-207, 2002
- 43-Charles T. Mehleman, William M. Strub, Dennis R. Roy, The Effect of Surgical Timing on the Perioperative Complications of Treatment of Supracondylar Humeral Fractures in Children, *J Bone Joint Surg (Am)* 83A:323-327, 2001
- 44-Jacob D., Creteur V., Bargoin R., Sassus B., Baeq C., Rozies J. L., Cercucil J.P. Sonoanatomy of the ulnar nerve in the cubital tunnel; a multicentre study by the GEL. *Eur. Radiol.* (2004) 14: 1770-1773
- 45-Okamoto M., Abe M., Shirai H., Ueda N. Morphology and Dynamics of the ulnar nerve in cubital tunnel observation by ultrasonography. *J Hand Surg.(Br)* 25: 499-502
- 46-Martinoli C., Bianchi S., Giovangnorio F., Pugliese F. Ultrasound of the elbow. *Skeletal Radiol.* (2001) 30:605-614
- 47-Heras J., Duran D., Cerda J., Romanillos O., Miranda J., Merchan E.C. Suprakondiler fractures of the humerus in children. *Clinical ortho. And Relat. Research* Num. 432, pp. 57-64
- 48-Loren Larson,MD, Keikhosrow Firooz Bakhsh,PHD, Ralph Passarelli,MD, and Patrick Bosch,MD. Biomechanical analysis of pinning techniques for pediatric supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 2006; 26: 573-578

- 49-Bronwyn L., Heather J., Sally T., Gerard P.S., Kishore M. Iatrogenic ulnar nerve injury after the surgical treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus: Number needed to harm, A systematic review. *J Pediatr Orthop* 2010; 30: 430-436
- 50-Ravi K., Jennifer Y.C., Perry L.S., Matthew B.D., Scott J.L., J. Eric G. Complications after pinning of supracondylar distal humerus fractures.
- 51.Martin L., Kathrin S., Roland B., Hans G.D., The treatment of supracondylar humeral fractures with elastic stable intramedullary nailing (ESIN) in children. *J Pediatr Orthop* vol.31, num 1. Jan/Feb. 2011
- 52-Belhan O, Karakurt L, Ozdemir H, Yilmaz E, Kaya M, Serin E, Inci M. Dynamics of the ulnar nerve after percutaneous pinning of supracondylar humeral fractures in children. *J Pediatr Orthop B*.2009 jan;18(1):29-33.
- 53-Zaltz,I,M.D.;Waters,P,M.M.D.;Kasser,J.R.M.D. Ulnar nerve instability in children. *J Pediatr Orthop* vol.16(5),sep/oct 1996,pp 567-569
- 54-Ozcelik A,Tekcan A,Omeroglu H. Correlation between iatrogenic ulnar nerve injury and angular insertion of the medial pin in supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop B*.2006 jan ; 15(1):58-61
- 55-Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children. *JBJS Am*. 2008 may;90(5):1121-32.
- 56- Karakurt L, Ozdemir H, Yilmaz E, Inci M, Belhan O, Serin E. Morphology and Dynamics of the ulnar nerve in the cubital tunnel after percutaneous cross-pinning of supracondylar fractures in children's elbows: an ultrasonographic study. *J Pediatr Orthop B*.2005 may;14(3):189-93.
- 57-Eidelman M, Hos N, Katzman A, Bialik V. Prevention of ulnar nerve injury during fixation of supracondylar fractures in children by 'flexion-extension cross-pinning' technique. *J Pediatr Orthop B*.2007 may;16(3):221-4

- 58-Wind WM, Schwend RM, Armstrong DG. Predicting ulnar nerve location in pinning of supracondylar humerus fractures. J Pediatr Orthop. 2002 Jul-Aug;22(4):444-7.
- 59-David L. Skaggs,MD, Julia M.Hale,MHS, PAC, Jeffrey Bassett,BA, Cornelia Kaminsky,MD, Robert M.kay,MD, and Vernon T. Tolo, MD. Operative treatment of supracondylar fractures of the humerus in children. JBJS.ORG Vol. 83-A. Num.5. May 2001
- 60-Solak, Şükrü; Aydın, Erbilbi. Comparison of two percutaneous pinning methods for the treatment of the pediatric type III supracondylar humerus fractures. Journal of Pediatric Orthopaedics B: September 2003 - Volume 12 - Issue 5 - pp 346-349
- 61- Lyons, James P. M.D.; Ashley, Edwin M.D.; Hoffer, M. Mark M.D. Ulnar Nerve Palsies After Percutaneous Cross-Pinning of Supracondylar Fractures in Children's Elbows. Journal of Pediatric Orthopaedics: January/February 1998 - Volume 18 - Issue 1 - pp 43-45
- 62- Rasool, Mahomed Noor F.C.S. Ulnar Nerve Injury After K-Wire Fixation of Supracondylar Humerus Fractures in Children. Journal of Pediatric Orthopaedics: September/October 1998 - Volume 18 - Issue 5 - pp 686-690
- 63- Shannon, Fintan J. FRCS(TrandORTH), MCh, AFRCSI; Mohan, Prashant DipOrth; Chacko, Jacob DipOrth, MSOrth; D'Souza, Lester G. MCh(Orth), FRCSEd, FRCS(Orth). "Dorgan's" Percutaneous Lateral Cross-Wiring of Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. Journal of Pediatric Orthopaedics: July/August 2004 - Volume 24 - Issue 4 - pp 376-379
- 64-Babal J.C., Mehlman C.T., Klein G. Nerve injuries associated with pediatric supracondylar humeral fractures. A meta-analysis. J Pediatr Orthop 2010; 30: 253-263
- 65-Brown IC, Zinar DM. Traumatic and iatrogenic neurological complications after supracondylar humerus fractures in children. J Pediatr Orthop 1995; 15(4):440-443