



**SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ METİN SABANCI
BALTALIMANI KEMİK HASTALIKLARI SAĞLIK UYGULAMA VE
ARAŞTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ**

**ÇOCUK SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARI SONRASI
SAGİTTAL PLAN MALUNYONU OLAN HASTALARDA
REMODELASYONUN VE FONKSİYONEL SONUÇLARIN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Sefa Selük

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL 2022



**SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ METİN SABANCI
BALTALIMANI KEMİK HASTALIKLARI SAĞLIK UYGULAMA VE
ARAŞTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ**

**ÇOCUK SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARI SONRASI
SAGİTTAL PLAN MALUNYONU OLAN HASTALARDA
REMODELASYONUN VE FONKSİYONEL SONUÇLARIN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Sefa Selük

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Evren Akpınar

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL 2022

TEŞEKKÜR

Sayın başhekimimiz Doç. Dr. Süleyman Semih Dedeoğlu'na asistan eğitimine verdiği değer için teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Uzmanlık eğitimim döneminde; tecrübe ve bilgisini aktararak, kendine güvenen ve iyi bir uzman olarak yetişmemde büyük katkıları olan kliniğimiz eğitim sorumlusu Prof. Dr. Mehmet Akif Kaygusuz' a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım. Tezimin hazırlanmasında bana büyük destekleri olan, her türlü konuda sabırla yardımını esirgemeyen, değerli hocam, ağabeyim ve tez danışmanım Doç. Dr. Evren Akpınar'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca bir ağabey ve hoca olarak, her konuda bilgisinden, tecrübesinden ve rehberliğinden faydalandığım, teze başlangıç ve geliştirilmesi aşamasında destek veren değerli hocam Prof. Dr. Timur Yıldırım'a en içten saygı ve minnetlerimi sunarım.

Bilgi ve deneyimlerini her fırsatta bizlere aktararak, yetişmemde katkıları olan değerli hocalarım ve ağabeylerim; Prof. Dr. Vedat Şahin, Prof. Dr. Kahraman Öztürk, Prof. Dr. Bilal Demir, Prof. Dr. Şükrü Sarper Gürsu, Doç. Dr. M. Fırat Yağmurlu, Doç. Dr. Deniz Kargın, Doç. Dr. Devrim Özer, Doç. Dr. A. İlhan Bayhan, Doç. Dr. Ali Öner, Doç. Dr. Yavuz Arıkan, Doç. Dr. Sinan Erdoğan, Doç. Dr. Kubilay Beng, Doç. Dr. O. Nuri Özyalvaç, Doç. Dr. Hanifi Üçpunar, Doç. Dr. Serda Duman, Doç. Dr. Osman Emre Aycan, Doç. Dr. Serkan Aykut, Doç. Dr. Kadir İlker Yıldız, Doç. Dr. Ferdi Dırvar, Yrd. Doç. Dr. Ayşe Şencan, Yrd. Doç. Dr. Mehmet Baydar' a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışma fırsatı bulduğum değerli uzman ağabeylerim; Op. Dr. A. Mutlu Vural, Op. Dr. Ramadan Öke, Op. Dr. Ümit Selçuk Aykut, Op. Dr. Alper Köksal, Op. Dr. Osman Çimen, Op. Dr. H. Emre Akdeniz, Op. Dr. Özgün Erçeltik, Op. Dr. Osman Orman, Op. Dr. Hakan Bahar, Op. Dr. Barış Özkul, Op. Dr. M. Selçuk Saygılı, Op. Dr. Muhammed Mert, Op. Dr. Muhammet Coşkun Arslan, Op. Dr. Seçkin Basılğan, Op. Dr. Ahmet Sevcen, Op. Dr. Ahmet Kocabıyık, Op. Dr. Vakıf Keskinbıçkı, Op. Dr. Bilge Özkan, Op. Dr. Murat İpteç, Op. Dr. Zeki Günsoy, Op. Dr. Gökhan Pehlivanoglu, Op. Dr. Ahmet Kulduk, Op. Dr.

Ethem Ayhan Ünkar, Op. Dr. Cem Albay, Op. Dr. Ali Gündoğdu, Op. Dr. Ayberk Önal, Op. Dr. İbrahim Faruk Adıgüzel' e teşekkürlerimi sunarım.

Geçmişte beraber çalışma fırsatı bulduğum ağabeylerim; Doç.Dr. Mehmet Özbey Büyükkuşcu, Op.Dr. Deniz Akbulut, Op. Dr. Akay Kırat, Op. Dr. Kutalmış Albayrak, Op. Dr. Cem Yetkin, Op. Dr. Süleyman Kasım Taş, Op. Dr. Emre Yılmaz, Op. Dr. Osman Onaç, Op.Dr. Yakup Alpay, Op.Dr. Şuayip Akıncı, Op Dr. M. Alper İncesoy, Op. Dr. Emre Turgut, Op. Dr. Ö. İsmail Türk, Op. Dr. Atakan Ezici, Op. Dr. Erman Ulu, Op. Dr. M. Bilal Kürk, Op. Dr. Ömer Faruk Yılmaz, Op. Dr. Abdurrahman Aydın, Op. Dr. Murat Önder, Op. Dr. Ersin Demirkaynak, Op. Dr. Altar Çolak, Op. Dr. Ozan Kaya' ya teşekkürlerimi sunarım.

Aynı klinikte yıllarca birlikte çalışmaktan gurur duyduğum asistan hekim kardeşlerim; Dr. Abdurrehim Navat, Dr. Muhammet Alptekin Kocaoğlu, Dr. Ümit Burak Alparslan, Dr. Ahmet Akdoğan, Dr. Berkay Doğan, Dr. Levent Demirel, Dr. Tolga Çakır, Dr. Anıl Erbaş, Dr. Sercan Bahadır, Dr. Elvin Jafarov, Dr. Berk Kıran, Dr. Cem Karataşlı, Dr. Mevlüthan Büyük, Dr. Mustafa Kavasoglu, Dr. Abdülbaki Kurt, Dr. Onur Canıgüroğlu, Dr. Mehmet Ali Keskinkılıç, Dr. Yener Solak, Dr. Uğur Acıdemir, Dr. Mert Demirci, Dr. Cem Pekköl, Dr. Osman Ceylan, Dr. Melih Kavcıoğlu, Dr. Doğan Çetin, Dr. Berksu Polat, Dr. O. Selçuk Kahraman, Dr. Muhammed Emin Durmuş, Dr. M. Mustafa Fırat, Dr. Melih Erdem Çaha, Dr. Mustafa Tüzel, Dr. Buğra Turhal, Dr. Samet Coşkun ve Dr. A. Murat Sobayapan' a teşekkür ederim.

Serviste, poliklinikte, idari kısımda ve ameliyathanede birlikte çalışma imkânı bulduğum tüm hemşire, sekreter, personel arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip, hiçbir zaman maddi ve manevi desteğini esirgemeyen başta sevgili annem Sebahat Selük, babam Yunus Selük, ablam Uz. Dr. Semiha Selük, biricik kardeşim Mehmet Eymen Selük'e sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Dr. Sefa Selük

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	ix
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER.....	2
1. TANIM VE TARİHÇE	2
2. ANATOMİ.....	3
2.1. Topikal Anatomi	3
2.2. Kemik Anatomi	4
2.3. Eklem Kapsülü.....	6
2.4. Dirsek Eklemine Bağlı	7
2.5. Dirsek Eklemine Bursalar	8
2.6. Dirsek Bölgesi Kemiklerin Ossifikasyon Evreleri.....	9
2.7. Damarlar	10
2.8. Sinirler.....	11
2.9. Dirsek Fleksörleri.....	12
2.10. Dirsek Ekstansörleri.....	13
2.11. Fleksör Ve Pronator Kaslar	13
3. DİRSEK EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ	14
4. PEDİATRİK SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARI.....	16
4.1. İnsidans ve Etiyoloji	16
4.2. Sınıflandırmalar	16
4.3. Fizik Muayene	18
4.4. Radyolojik Değerlendirme	19
4.4. Tedavi	21
4.5. Komplikasyonlar	25
GEREÇ VE YÖNTEM.....	29
1. TEDAVİ YÖNTEMLERİ VE HASTA TAKİBİ	29
2. KLİNİK VE FONKSİYONEL DEĞERLENDİRME VE ÖLÇÜMLER	31
3. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME VE ÖLÇÜMLER	32
4. İSTATİKSEL ANALİZ	33
BULGULAR.....	34
VAKA ÖRNEKLERİ	71
TARTIŞMA	79
SONUÇ.....	87
KAYNAKLAR	89

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 1 DUNLOP'UN TANIMLADIĞI CİLT TRAKSİYON METODU GÖRÜNTÜSÜ[4]	3
ŞEKİL 2 DİSTAL HUMERUS SAGİTTAL VE KORONAL AÇILARI.....	5
ŞEKİL 3 PROKSİMAL ULNA SEMİLUNAR ÇENTİK AÇILANMASI	6
ŞEKİL 4 DİRSEK BÖLGESİ ARTERİYEL DOLAŞIM	11
ŞEKİL 5 LATERAL HUMEROKAPİTELLAR VE ŞAFT KONDİL AÇI ÖLÇÜMLERİ	21
ŞEKİL 6 ANTERİOR HUMERAL ÇİZGİ İNDEKSİ (A/B ŞEKLİNDE HESAPLANIR)	32
ŞEKİL 7 EKSTANSİYON MALUNYONLARDA KLİNİK ŞİKAYETLERİN DAĞILIMI	35
ŞEKİL 8 EKSTANSİYON MALUNYONLARDA OLAY YERİ DAĞILIMI.....	36
ŞEKİL 9 EKSTANSİYON MALUNYONLARDA KOZMETİK VE FONKSİYONEL FLYNN SINIFLAMASI DAĞILIMI	38
ŞEKİL 10 EKSTANSİYON MALUNYONLARDA KIRIK TARAF İÇİN İLK KONTROL, 1. AY KONTROLÜ VE SON KONTROL ARASINDA LHKA, ŞKA VE AHÇ İNDEKS ÖLÇÜMLERİNİN İKİLİ KARŞILAŞTIRILMASI	41
ŞEKİL 11 FLEKSİYON MALUNYONLARDA KLİNİK ŞİKAYETLERİN DAĞILIMI	52
ŞEKİL 12 FLEKSİYON MALUNYONLARDA OLAY YERİ DAĞILIMI	53
ŞEKİL 13 FLEKSİYON MALUNYONLARDA KOZMETİK VE FONKSİYONEL FLYNN SINIFLAMASI DAĞILIMI	55
ŞEKİL 14 FLEKSİYON MALUNYONLARDA AHÇ İNDEKS ZAMAN İÇİNDE DEĞİŞİMİ	57
ŞEKİL 15 VAKA 1 ACİLE BAŞVURU GRAFİSİ	71
ŞEKİL 16 VAKA 1 POSTOP İLK GRAFİSİ.....	72
ŞEKİL 17 VAKA 1 1. AY KONTROL GRAFİSİ	72
ŞEKİL 18 VAKA 1 SON KONTROL GRAFİSİ	73
ŞEKİL 19 VAKA 2 ACİLE BAŞVURU GRAFİSİ	74
ŞEKİL 20 VAKA 2 POSTOP İLK GRAFİSİ.....	74
ŞEKİL 21 VAKA 2 1. AY KONTROLÜ	75
ŞEKİL 22 VAKA 2 SON KONTROL GRAFİSİ	75
ŞEKİL 23 VAKA 3 ACİLE BAŞVURU GRAFİSİ	76
ŞEKİL 24 VAKA 3 POSTOP İLK GRAFİSİ.....	77
ŞEKİL 25 VAKA 3 1.AY KONTROL GRAFİSİ	77
ŞEKİL 26 VAKA 3 SON KONTROL GRAFİSİ	78

TABLolar DİZİNİ

TABLO 1 ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLECEK HASTALARIN ÖZELLİKLERİ	29
TABLO 2 FLYNN KRİTERLERİ	31
TABLO 3 TÜM HASTALARIN DEMOGRAFİK BİLGİLERİ	34
TABLO 4 EKSTANSİYON MALUNYONLARDA SON KONTROLDE KIRIK VE SAĞLAM TARAF HAREKET VE TAŞIMA AÇISI ÖLÇÜMLERİ VE KIYASLANMASI	37
TABLO 5 EKSTANSİYON MALUNYONLARDA KIRIK GEÇİRİLMİŞ TARAFIN EKLEM HAREKETLERİNİN SAĞLAM TARAF İLE ORANLANMASI	37
TABLO 6 EKSTANSİYON MALUNYONLARDA KIRIK TARAF İÇİN İLK KONTROL, 1. AY KONTROLÜ VE SON KONTROL ARASINDA RADYOLOJİK ÖLÇÜMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI	39
TABLO 7 EKSTANSİYON MALUNYONLARDA SON KONTROLDEKİ SAĞLAM DİRSEK AÇI ÖLÇÜMLERİ	42
TABLO 8 EKSTANSİYON MALUNYONLARDA SON KONTROLDE SKHK GEÇİRİLMİŞ VE SAĞLAM TARAF ARASI AÇISAL FARKLAR	42
TABLO 9 EKSTANSİYON MALUNYONU OLAN HASTALARDA KLİNİK OLARAK YETERSİZ SONUÇLU HASTALARIN DİĞER HASTALAR İLE KLİNİK PARAMETRELERİNİN KIYASLANMASI	43
TABLO 10 KLİNİK OLARAK YETERSİZ SONUÇLU HASTALARIN DİĞER HASTALAR İLE RADYOLOJİK OLARAK KIYASLANMASI	45
TABLO 11 EKSTANSİYON MALUNYON HASTALARINDA FONKSİYONEL FLYNN SONUCU ORTA VE KÖTÜ OLANLARI DİĞER HASTALAR İLE KARŞILAŞTIRILMASI	47
TABLO 12 AHÇ İNDEKS FARKI İLE YAŞ VE TAKİP SÜRESİ KORELASYONU	49
TABLO 13 EKSTANSİYON MALUNYONLARDA KOZMETİK FLYNN ORTA VE KÖTÜ HASTALARIN DİĞER HASTALAR İLE KARŞILAŞTIRILMASI	49
TABLO 14 TÜM HASTALARDA "KISITLILIK" ŞİKÂyeti BELİRTENLERİN DİĞER HASTALAR İLE KARŞILAŞTIRILMASI	50
TABLO 15 SON KONTROLDE FLEKSİYON MALUNYONLARDA KIRIK VE SAĞLAM TARAF HAREKET VE TAŞIMA AÇISI ÖLÇÜMLERİ	53
TABLO 16 FLEKSİYON MALUNYONLARDA KIRIK GEÇİRİLMİŞ TARAFIN EKLEM HAREKETLERİNİN SAĞLAM TARAF İLE ORANLANMASI	54
TABLO 17 FLEKSİYON MALUNYONLARDA KIRIK TARAF İÇİN İLK KONTROL, 1. AY KONTROLÜ VE SON KONTROL ARASINDA RADYOLOJİK ÖLÇÜMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI	56
TABLO 18 FLEKSİYON MALUNYONLARINDA SON KONTROLDE KIRIK VE SAĞLAM TARAF RADYOLOJİK ÖLÇÜM KARŞILAŞTIRMASI	57
TABLO 19 FLEKSİYON MALUNYONLARINDA FONKSİYONEL FLYNN ORTA VE KÖTÜ HASTALARIN DİĞER HASTALAR İLE KARŞILAŞTIRILMASI	58
TABLO 20 SON KONTROLDE AHÇ'NİN KAPİTELLUMU KESTİĞİ VE KAPİTELLUMUN ÖNÜNDE KALDIĞI HASTALARIN KIYASLANMASI	59
TABLO 21 SON KONTROLDE AHÇ'NİN KAPİTELLUMUN 1/3 ÖNÜNDE KALDIĞI HASTALARIN KAPİTELLUMU KESEN DİĞER HASTALAR İLE KIYASLANMASI	60
TABLO 22 REMODELASYON GRUP 1 VE 2'NİN KIYASLANMASI	62
TABLO 23 REMODELASYON GRUP 2 VE 3'ÜN KIYASLANMASI	63
TABLO 24 İKİ EKSTREMİTE ARASINDA KLİNİK VE RADYOLOJİK FARKLARIN KORELASYONU	64
TABLO 25 SON KONTROLDE KLİNİK TAŞIMA AÇISI İLE RADYOLOJİK ÖLÇÜMLERİN KORELASYONU	65
TABLO 26 KLİNİK TAŞIMA İLE İLK VE 1. AY RADYOLOJİK ÖLÇÜMLERİN KORELASYONU	66
TABLO 27 SON KONTROL EKLEM HAREKETLERİNİN RADYOLOJİK ÖLÇÜMLER İLE KORELASYONU	66
TABLO 28 SON KONTROLDEKİ EKLEM HAREKETLERİNİN İLK VE İKİNCİ KONTROLDEKİ RADYOLOJİK ÖLÇÜMLERLE KORELASYONU	67
TABLO 29 SON KONTROL EKSTREMİTELER ARASI AÇI FARKININ SKHK GEÇİRMİŞ TARAFTAKİ AÇILARLA KORELASYONU	68
TABLO 30 TÜM HASTALARDA SKHK GEÇİRİLMİŞ TARAFIN SAĞLIKLI TARAF İLE EKLEM HAREKETLERİ AÇISINDAN KIYASLANMASI	69
TABLO 31 TÜM HASTALARIN İLK KONTROL, 1. AY KONTROLÜ VE SON KONTROL AÇI DEĞİŞİMLERİ	69
TABLO 32 ARİF VE KRİF METODLARI ARASINDA REMODELASYON FARKI VE HIZI KIYASLANMASI	70

SİMGELER VE KISALTMALAR

(°): Derece

AHÇ: Anterior humeral çizgi

AP: Antero-Posterior

ARİF: Açık redüksiyon ve internal fiksasyon

BA: Baumann açısı

BT: Bilgisayarlı tomografi

EHA: Eklem hareket açıklığı

EMG: Elektromiyografi

HUA: Humeroulnar açı

K: Kirschner

KRİF: Kapalı redüksiyon ve internal fiksasyon

LKHA: Lateral humerokapitellar açı

MDA: Metafizodiafizel açı

MKL: Medial kollateral ligament

MR: Manyetik rezonans

RTA: Radyolojik taşıma açısı

ŞKA: Şaft Kondil açısı

SKHK: Suprakondiler humerus kırığı

ÖZET

Amaç: Suprakondiler humerus kırıkları çocuk yaş grubunda sık karşılaşılan kırıklardandır. Tedavide anatomik redüksiyon amaçlansa da bu her zaman sağlanamamaktadır. Hastalarda gelişen malunionların ne oranda remodele olduğu, rezidüel deformitenin klinik sonuçlara hangi oranda yansıdığı hakkında literatürde fikir birliği bulunmamaktadır. Çalışmamız ile bu konularda literatüre katkı sunmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda Ocak 2012 ve Ekim 2020 tarihleri arasında hastanemizde suprakondiler humerus kırığı tanısı ile tedavi edilen, yaş ortalaması $6,1 \pm 2,7$ yıl olan, kaynama sonrası kontrol grafilerinde sagittal plan malunionu saptanan 85 hasta (50 erkek, 35 kız) retrospektif olarak değerlendirildi. Hastalarda klinik olarak semptomları ile birlikte her iki dirsek taşıma açısı, fleksiyon-ekstansiyon derecesi, Flynn kriterlerine göre fonksiyonel durumları değerlendirildi. Radyolojik değerlendirmede ise Baumann açısı (BA), humeroulnar açı (HUA), Metafizodiafizel açı (MDA), Radyolojik taşıma açısı (RTA), Lateral humerokapitellar açı (LHKA), şaft kondil açısı (ŞKA) ve anterior humeral çizgi (AHÇ) indeksi kullanıldı.

Bulgular: Hastaların 1. ay kontrolü ve son kontrollerindeki radyolojik ölçümleri karşılaştırıldığında ekstansiyon malunionu olan hastalarda BA, RTA ve MDA değerlerinde anlamlı bir fark izlenmezken ($p > 0.05$), LHKA, ŞKA ve AHÇ indeks yüzdesinde anlamlı bir fark izlenmiştir ($p < 0.01$). Fleksiyon malunionu olan hastalarda ise yalnızca AHÇ indeks yüzdesinde anlamlı bir fark mevcuttu ($p < 0.01$). Hastaların 12'sinin eklem hareketlerinde kısıtlılık semptomu mevcuttu. Son kontrollerinde AHÇ indeksi %100 ve üzerindeki hastalarda dirsek fleksiyon değeri indeksin %0-99 arasında olduğu hastalara kıyasla anlamlı olarak düşüktü ($p < 0.001$). Birinci ay ve son kontrol arasındaki AHÇ indeksindeki değişim miktarının özellikle 4 yaş altındaki hastalarda daha fazla olduğu görüldü ($p < 0.001$). Hastaların iki dirseği arasındaki LHKA, ŞKA ve AHÇ indeks farkı ile fleksiyon miktarı arasındaki farkın birbirleri ile korelasyonlarının sırası ile $r = -0,49, -0,39, -0,51$ olduğu görüldü ($p < 0.001$).

Sonuç: ocuk suprakondiler humerus kırıkları sonrası sagittal plan malunyonlarında özellikle 4 yaşı altında daha fazla olmak üzere remodelasyon potansiyeli olduğunu söyleyebiliriz. AH indeksinin %100'n üzerinde olması hastalarda fleksiyon kısıtlılığına neden olmaktadır. Radyolojik ölçümlerdeki sapmalar hastaların fonksiyonel sonuçlarına etki etmektedir.

Anahtar kelimeler: ocuk suprakondiler humerus kırığı, sagittal plan malunyonu, Anterior humeral izgi, Lateral humerokapitellar aı,



EVALUATION OF REMODELING AND FUNCTIONAL RESULTS IN PATIENTS WITH SAGITTAL PLANE MALUNION AFTER SUPRACONDYLAR HUMERAL FRACTURES IN CHILDREN

ABSTRACT

Purpose: Supracondylar humerus fractures are common in the pediatric age group. Although anatomical reduction is aimed in the treatment, this cannot always be achieved. There is no consensus in the literature about the extent to which malunions are remodeled and to what extent residual deformity affects clinical outcomes. In this study, we aimed to contribute to the literature on these issues.

Material and Method: In our study, we retrospectively evaluated 85 patients (50 males, 35 females) with a mean age of 6.1 ± 2.7 years, who sustained supracondylar humerus fractures between January 2012 and October 2020 and had sagittal plane malunion in the control radiographs after union. Clinical symptoms, both elbow carrying angles, flexion-extension degrees and functional status of patients according to Flynn criteria were evaluated. In the radiological evaluation, Baumann angle (BA), humeroulnar angle (HUA), metaphyseal-diaphyseal angle (MDA), radiological carrying angle (RTA), lateral capitellohumeral angle (LCHA), shaft condyle angle (SCA), and anterior humeral line (AHL) index were used. The correlations of LCHA, SCA and AHL index difference between the two elbows of the patients and the difference between the amount of flexion were $r = -0.49, -0.39, -0.51$, respectively ($p < 0.001$).

Results: When the radiologic measurements of the patients with extension malunion at the 1st month follow-up and at the last follow-up were compared, no significant difference was observed in BA, RTA and MDA values ($p > 0.05$). A significant difference was observed in the percentage of LCHA, SCA and AHL index ($p < 0.01$). In patients with flexion malunion, there was only a significant difference in the percentage of AHL index ($p < 0.01$). Twelve patients had symptoms of limitation in joint movements. At the last follow-up visit elbow flexion value was significantly lower in patients with an AHL index of 100% and above, compared to patients with an index of 0-99% ($p < 0.001$). The amount of change in the AHL index

between the first month and the last control was found to be higher especially in patients under 4 years of age ($p<0.001$).

Conclusion: There is a potential for remodeling in sagittal plane malunions after pediatric supracondylar humerus fractures, especially in children under 4 years of age. An AHL index above 100% causes flexion limitation in patients.

Abnormalities in radiologic measurements affect the functional outcome of patients.

Keywords: Pediatric supracondylar humeral fracture, sagittal plane malunion, Anterior humeral line, lateral capitellohumeral angle



GİRİŞ VE AMAÇ

Suprakondiler humerus kırıkları çocuk yaş grubunda en sık karşılaşılan kırık tiplerindendir. Daha çok 5-7 yaş arası çocuklarda açık el üzerine düşme sonrası görülürler. Bu kırıklar sıklıkla kullanılan Gartland sınıflamasında temelde ekstansiyon tipi ve fleksiyon tipi olarak ikiye ayrılır, sonrasında distal parçanın radyolojik deplasman miktarına göre sınıflandırılırlar. Kırık tipine göre konservatif ve cerrahi şekilde tedavi seçenekleri mevcuttur.

Çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarının uygun şekilde tedavisi kırığın ileride neden olabileceği kozmetik ve fonksiyonel kusurların engellenmesi için çok önemlidir. Kırık tipine uygun tedavi metodu seçilmesine karşın gerek tedavi gerekse takip sürecinde nörovasküler hasar, kompartman sendromu, malunyon, enfeksiyon gibi çeşitli komplikasyonlar görülebilir. Bu komplikasyonlar arasında yer alan malunyon (yanlış kaynama) da çeşitli derecelerde nadir olmayacak şekilde görülmektedir.

Literatürde malunyon konusunda daha çok koronal plan deformiteleri olan kubitüs varus ve valgus üzerinde durulmuştur: Koronal plandaki deformitelerde remodelasyon potansiyelinin kısıtlı olduğu bildirilmekle beraber, bu deformitelerin fonksiyonelden çok kozmetik kusura yol açtığı düşünülmektedir. Sagittal plandaki malunyonların remodelasyon potansiyeli, klinik sonuçlara hangi oranda yansıdığı, hangi durumlarda konservatif takibin yeterli olduğu ve düzeltici osteotominin ne zaman gerekeceği konusundaki literatürde az sayıda yayın mevcuttur. Kliniğimizde tedavi edilen suprakondiler kırıklar üzerinde yaptığımız bu çalışma ile sagittal plan malunyonlarının remodelasyon potansiyelini ve fonksiyonel sonuçlara etkisini incelemeyi ve literatüre katkı sunmayı amaçladık.

GENEL BİLGİLER

1. TANIM VE TARİHÇE

Distal humerusun metafizer bölgesinde, humerusun her iki kolunu ve olekranon fossayı ilgilendiren eklem dışı kırıklar suprakondiler humerus kırığı (SKHK) olarak isimlendirilir.

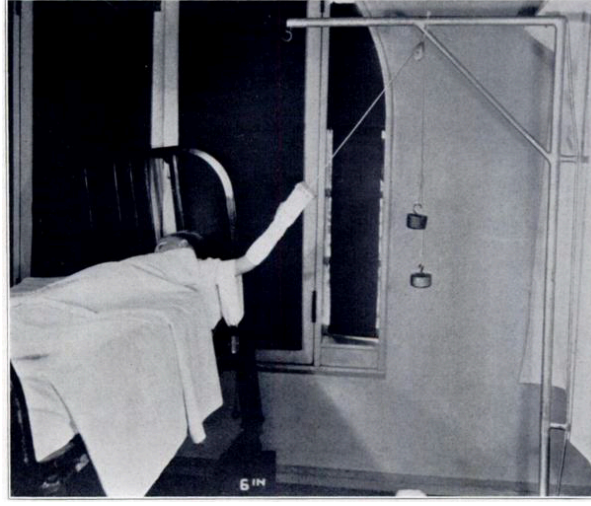
Çocuklarda dirsek çevresi kırıklar tüm kırıkların yaklaşık %5-10 unu oluşturmak ile beraber çocuklarda en sık cerrahi girişim gerektiren kırık olması ve yüksek komplikasyon oranı nedeniyle ortopedistlerin günlük pratiğinde önemli bir yeri vardır. [1][2]

Suprakondiler humerus kırıkları %50-70 sıklık ile dirsek çevresi kırıkların en sık görülenidir. En çok 3 ve 10 yaş arası çocuklarda izlenir. [1]

Suprakondiler kırıklar ile ilgili ilk tanımlara milattan sonra 3 ve 4. Yüzyıllarda Hipokratın yazılarında rastlanılmaktadır. Literatürdeki ilk örneklerden biri 1769 yılında Percivall Pott'un yazdığı "Some Few Remarks upon Fractures and Dislocations" kitabında görülmektedir. [3]

1700 ve 1800'lü yıllarda ise literatürde konservatif tedavide immobilizasyonun pozisyonu tartışılmıştır. 20. Yüzyılın başında tedavide konservatif metodlardan daha aktif ve agresif tedavi yöntemlerine geçilmiştir.

Kırık tedavisinde traksiyon uygulaması Hipokrat döneminden beri bilinmek ile beraber suprakondiler kırıklarda bilinen ilk traksiyon uygulaması Norveçli cerrah Borchgrevink tarafından 1908 yılında tanımlanmıştır. John Dunlop 1939 yılında yazdığı makalesinde lateral cilt traksiyonunu tanımlamıştır (Şekil 1).[4] Eikenbarry 1928'de Robert Jones ise 1932 yılında yazdığı makalesinde redüksiyon ve maksimuma yakın fleksiyonda atellemeyi önermiş birçok cerrah tarafından da fleksiyon pozisyonu tercih edilirken El Sharkawi ve Fattah 1965'te farklı olarak ön kolu supinasyon ve ekstansiyonda tutmayı önermişlerdir.[5][6][7]



Şekil 1 Dunlop'un tanımladığı cilt traksiyon metodu görüntüsü[4]

Olekanondan uygulanmış iskelet traksiyonundan 1930 yılında Baumann'ın makalesinde bahsedilmiştir.[8] 1941 yılında Miller 82 hasta iskelet traksiyonu kullanılarak başarılı sonuçlar göstermiştir. [9]

Kapalı redüksiyon sonrası internal tespitin ilk örnekleri 1939 da O. L. Miller sonrasında 1948 yılında Alvin L. Swenson tarafından K telleri ile yapılmıştır. [10]

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. [11]–[14]

Ülkemizde suprakondiler kırıklarda ilk vidalama uygulaması 1953 yılında Cerrahpaşa Tıp Fakültesinde Derviş Manizade tarafından yapılmıştır. [15]

2. ANATOMİ

2.1. Topikal Anatomi

Dirsek eklemi üzerinde bazı önemli anatomik referans noktaları bulunmaktadır. Dirseğin fleksiyon kıvrımı medial ve lateral kondil ile aynı hizadadır dolayısıyla eklem aksını yansıtır. Fleksiyon kıvrımı dirsek ekstansiyonda iken eklem çizgisinin 1-2 cm proksimalinde yer alır.

Dirsek önünde epikondillerin distalinde medialde pronator teres lateralde brakioradialis kasları arasındaki ters üçgene antekübital fossa ismi verilir. Biseps kası ve antekübital fossa kontürleri eklemin anteriorunda kolaylıkla farkedilir. [16]

Lateralde triseps ve brakioradialis arasında avasküler alan cerrahi yaklaşımlarda önemlidir. Olekranon tipi, lateral epikondil ve radius başının oluşturduğu eşkenar üçgen eklem aspirasyonu ve dirsek artroskopisi için önemli bir referans noktadır. Bu noktadan yapılan aspirasyonda yalnızca M. Ancaneus ve eklem kapsülü geçilerek ekleme ulaşılır.[17]

Medialde epikondil ve altındaki oluk palpasyon ile hissedilebilir. Ulnar sinir oluk içerisinde hissedilebilir.

Yüzeyel sefalik ve bazilik venler anterior venöz sistemin en belirgin olanlarıdır ve antekübital fossada median sefalik ve median bazilik venler arasındaki M şeklindeki bağlantı ile anastomoz yaparlar.[18]

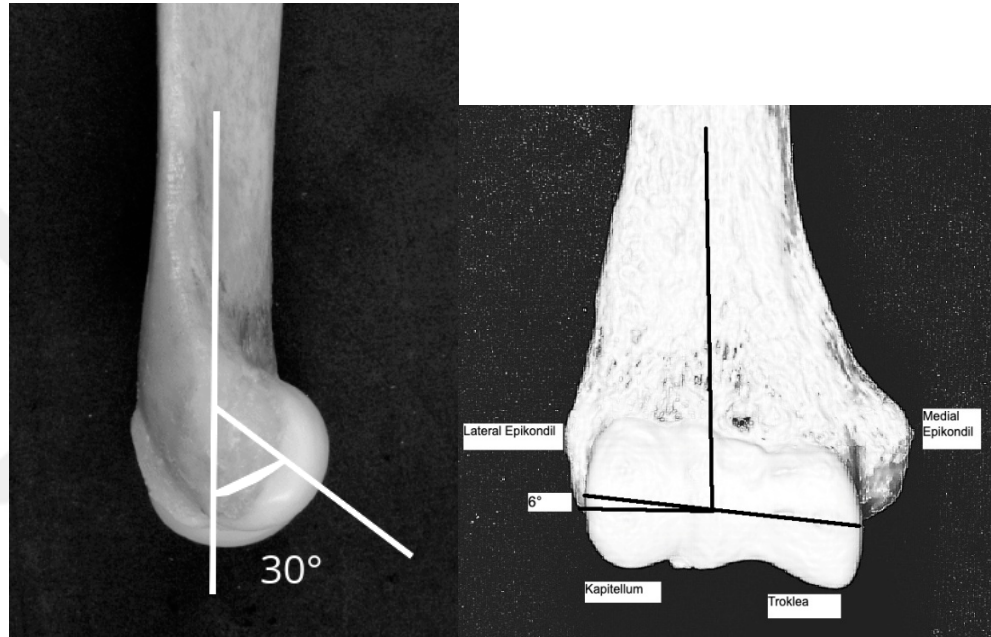
2.2. Kemik Anatomi

Distal Humerus: Distal humerus iki kondilin oluşturduğu lateralde radius başı ile eklem yapan küre şeklinde capitulum humeriye medialde ulna ile eklem yapan makara şeklinde trochlea humeriye destek veren bir kemerden oluşur. Kapittelum şekil olarak küreye benzemektedir ve ön kısımda kalınlığı 2 mm'ye ulaşan hyalin kıkırdak ile kaplıdır. Kapittelum ve trochlea arasında trochleakapitellar oluk bulunur. Radius başının kenarı fleksiyon ve supinasyon-pronasyon sırasında bu oluk ile eklemler. Trochleanın medialinde yer alan çıkıntılı medial epikondil ulnar kollateral ligaman ve fleksör pronator kas grubuna yapışma yüzeyi sağlar, hemen altında sulcus nervi ulnaris denilen bir oluk bulunur. Humerus lateralinde lateral epikondil kapittelumun hemen proksimalinde yer alır ve medial epikondile göre çok daha az çıkıntılıdır. Supinator ekstansör kas grubu ve lateral ulnar kollateral ligaman buradan başlar.[17]

Fossa coronoidea trochlea humerinin ön üst tarafında, fossa olekrani ise arka üst tarafında bulunur. Yetişkinlerin %90'ında olekranon ve koronoid fossayı ince bir kemik membran ayırır.[19] Capitulum humerinin ön üst tarafında ise fossa radialis bulunur. Radial ve koronoid fossa dirsek fleksiyonu sırasında radius başı ve koronoid çıkıntı ile uyum sağlar. Aynı şekilde posteriorda olekranon fossa ekstansiyonda

olekranon ile uyumludur. Medial suprakondiler kolon laterale göre küçüktür, bu durum medial kolonun laterale göre travma nedeniyle kırıklara yatkın olmasını açıklar.[16]

Lateral planda distal humerus eklem yüzü humerus shaftının uzun aksına göre 30 derece anteriorda bulunmaktadır. Transvers planda eklem yüzü ve rotasyon aksı epikondiler aksa göre yaklaşık 5 derece dışa dönüktür, frontal planda ise yaklaşık 6 derece valgus mevcuttur.[20], [21]

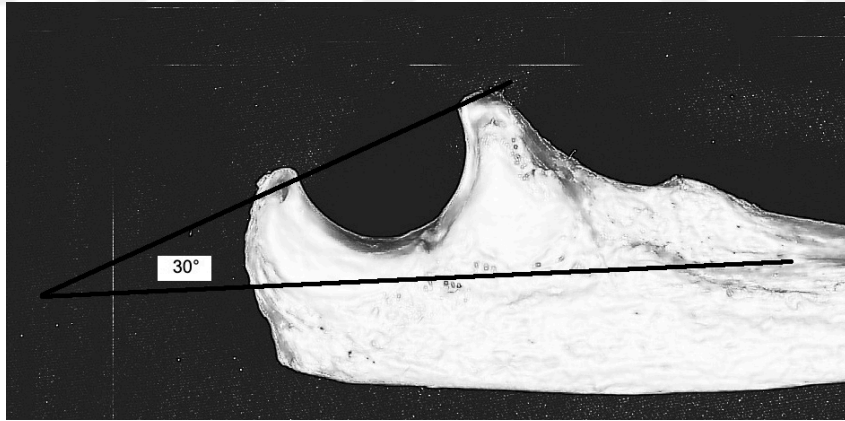


Şekil 2 Distal humerus sagittal ve koronal açıları

Proksimal Radius: Radius üst uçta en belirgin yapı caput radii'dir. Disk şeklinde olan radius başı üst kısmı fovea artikularis denilen sığ bir çukura sahiptir. Fovea artikularis eklem kıkırdağı ile kaplı olup capitulum humeri ile eklem yapar. Radius başının eklem kıkırdağı ile kaplı kısmına circumferantia artikularis denilir. Baş çevresinin 240 derecelik kısmı hyalin kıkırdak ile kaplıyken 120 derecelik kısmı ekleme katılmaz ve kırık fiksasyonu için uygun bir alandır.[22] Radius başı ulnaya annüler ligaman ile bağlıdır. Radius başının daralmış alt kısmına collum radii denir. Radius boynu daha çok eliptik bir şekle sahiptir. Radius boynu distalinde yer alan tuberositas radiiye biceps brachii yapışır. Radius başı ve boynu shaft ile yaklaşık 15 derecelik bir açı yapar.[16]

Proksimal Ulna: Ulna proksimalinde olekranon ve koronoid çıkıntı tarafından oluşturulan semilunar çentik yer alır. Yetişkinlerin çoğunda semilunar çentik yağ dokusu içeren transvers bölme ile ikiye ayrılmıştır. Semilunar çentik lateral planda 190 derecelik elipsoid bir kavis oluşturarak humerusta troklea ile eklemleşir ve dirsek eklem stabilitesinde majör rolü vardır.[23] Semilunar çentik ulna uzun aksına göre 30 derece posteriora açılıdır bu açı distal humerustaki 30 derecelik anterior açılanmaya uyum sağlar. Frontal planda ise ulna uzun aksı semilunar çentiğe göre 1-6 derece lateraldedir. Bu açılanma ön kol taşıma açısındaki farklılıklara katkıda bulunur.[20], [21]

Koronoid çıkıntının lateralinde incisura radialis denilen bir eklem yüzü bulunur circumferentia articularis ile eklem yapar. Koronoid çıkıntının eklem dışı distal kısmına brakialis ve oblik kord yapışır. Yine proksimal ulna medialindeki sublime tüberkül medial ulnar kollateral ligaman için yapışma yeridir. Triceps tendonu ise olekranon posterioruna yapışır. Olekranonun üst noktası humerus epikondillerini birleştiren çizgide veya biraz yukarısında bulunur. Dirsek fleksiyonda iken bu üç nokta eşkenar bir üçgen oluşturur.



Şekil 3 Proksimal ulna semilunar çentik açılanması

2.3. Eklem Kapsülü

Kapsül proksimalde medial epikondil, coronoid fossa ve radial fossanın üst kenarına, distalde ise coronoid çıkıntının ön kenarı ve annuler bağa tutunur. Posteriorde olekranon fossanın hemen üstünden distalde suprakondiler kolonlar

boyunca tutunur. Yan kısımlarda kollateral bağların yapısına katılır. Eklem kapsülü yarı fleksiyonda en gevşek halde ve yaklaşık 20-30 ml hacminde dir.[16]

Sinoviyal membran ulna ve radius arasında arkadan öne doğru uzanarak humeroulnar ve proksimal radioulnar eklemleri kısmen birbirinden ayırır. Eklem kapsülü içerisinde 3 yerde yağ yastıkçığı bulunur. En büyük olanı olekranon fossaya yakındır, posterior yağ yastıkçığı olarak adlandırılır. Koronoid fossa ve anterior kapsül arasında olan anterior yağ yastıkçığıdır. Üçüncüsü supinator kası altında bulunmaktadır. Yastıkçıkların fonksiyonu çeşitli pozisyonlarda eklem içerisindeki boşlukları doldurmaktır ve gelen darbeleri absorbe etmektir.[24]

2.4. Dirsek Eklemine Bağları

Dirseğin kollateral bağları medial ve lateral eklem kapsülünün kalınlaşması ile oluşur.

Medial Kollateral Ligament Kompleksi: Medial kollateral ligament (MKL) kompleksi; anterior, posterior ve transvers bant isimli üç bölümü mevcuttur. Anterior bant medial epikondil ön tarafından koronoid çıkıntı medialine oblik şekilde uzanır, kompleksin klinik ve anatomik olarak en önemli parçasıdır.[25] Genişliği yaklaşık 4-5mm'dir. Kendi içerisinde anterior, posterior ve derin medial olmak üzere üç kısma ayrılır.

Posterior bant medial epikondil arka alt kısmından olekranon semilunar çentiğinin medial kenarı arasında uzanır. Posterior kapsülün kalınlaşması olarak oluşur, sadece dirsek eklemi 90 derece fleksiyonda iken net olarak tanımlanabilir.

Transvers bantın bir diğer ismi Cooper ligamentidir, anterior ve posterior bantların derin planında yer alır. Transvers bantın dirsek stabilitesine katkısı minimaldir.

Lateral Ligament Kompleksi: Medial ligament kompleksinden farklı olarak yapısı varyasyonlar gösterir ve belirgin değildir. Radial kollateral ligament, annüler ligament, lateral ulnar kollateral ligament ve aksesuar lateral kollateral ligamentten oluştuğu düşünülmektedir. Kompleks kolları semilunar çentiğinin anterior ve posterioruna “Y” şekline benzemektedir.[18], [26]

Radial kollateral ligament lateral epikondilden başlar ve distalde annüler ligamentin yapısına katılır. Yüzeyel parçası supinator kasının bir kısmı için origo

görevi görür. Yaklaşık 20 mm uzunluğunda ve 8 mm genişliğindedir. Ligamentin başlangıç noktası fleksiyon aksında olduğu için tüm hareket açıklığı boyunca gergin haldedir.

Annuler ligament incisura radialis ön ve arkasından başlayarak radius başını sarar ve ulna ile temas halinde tutar. İncisura radialis ile beraber osteofibröz bir halka oluşturur. Radius başı tam sirküler yapıda olmadığı için supinasyonda ligamentin anterioru pronasyonda posterior kısmı gergin yapıdadır.[27]

Lateral ulnar kollateral ligament ilk olarak 1985'te Morrey ve An tarafından tanımlanmıştır.[28] Lateral epikondilden başlayarak annüler ligamentin liflerine karışır ama yüzeysel seyredip daha distale yapışır. Ulnahumeral eklemin stabilitesine katkıda bulunur, yokluğunda posterolateral rotatuar instabilite izlenir. Dirsek ekleminin temel lateral stabilizatörü olarak kabul edilir.

Diğer Bağlar: Aksesuar lateral kollateral ligament lateral ligament kompleksinde lateral ulnar kollateral ligamentin bir varyantı olarak değerlendirilir.

Kuadrat ligament bir diğer ismiyle Denuce ligamenti dikdörtgen şeklinde kalın bir bağıdır, annuler ligamentin incisura radialis alt bölümünden radius boynunun iç yüzüne uzanır. Bağın ön kısmı tam supinasyonda, arka kısmı ise tam pronasyonda proksimal radioulnar eklem stabilitesine katkıda bulunur.[17]

Oblik kord yassı veya yuvarlak şekilde olan bağ tuberositas ulnanın dış tarafından başlayarak tuberositas radiinin biraz distaline tutunur. Önemli bir fonksiyonel katkısı olmadığı düşünülmektedir.

2.5. Dirsek Eklemindeki Bursalar

Vücutta bursa adı verilen yapılar ilk olarak 1788 yılında Monro tarafından tanımlanmıştır. Dirsek arka tarafında bulunan yüzeysel olekranon bursa 7 yaş civarında gelişir, olekranon ve subkutan doku arasındadır. [24]

Triceps kasının olekranona yapışma yerinde derin subtendinöz bursa bulunur. Eklem medial ve lateralinde subkutanöz epikondiler bursalar bulunmaktadır.

Radiohumeral bursa ekstansör tendonların derininde ve radiohumeral eklem kapsülünün üzerinde bulunmaktadır. Bazı yazarlar tarafından lateral epikondilit etiyojisi içerisinde olduğu düşünülmektedir.[29] Bisipitoradial bursa ise biceps tendonunu radial tuberositiden ayırır.

2.6. Dirsek Bölgesi Kemiklerin Ossifikasyon Evreleri

Dirsekte bulunan 6 adet ikincil ossifikasyon merkezi gelişim süreci içerisinde birleşerek distal humerus, ulna ve radius arasındaki karmaşık eklemleşmeyi oluştururlar. Sekonder ossifikasyon merkezlerinin kronolojik oluşum sırasını bilinmesi çocuk hastalarda dirsek grafisini yorumlayabilmek için oldukça önemlidir. Dirsekteki ossifikasyon sıralaması klasik olarak kapitellum, radius başı, medial epikondil, troklea, olekranon, lateral epikondil (K-R-İ-T-O-E) olarak sıralanmak ile beraber son dönemde yapılan çalışmalarda bu sıralamanın ırk ve genetik faktörlere bağlı olarak değişebileceği ortaya konulmuştur.[30], [31],[32]

Sıralama konusunda belirsizlikler olsa da kapitellum ilk, lateral epikondilin ise son oluşan ossifikasyon merkezi olduğu sabittir. Medial epikondil ise en son kaynayan ossifikasyon merkezidir. Erkeklerde kapitellumun ortaya çıkışı hariç ossifikasyon ve füzyon kızlara göre 2 yıl geriden takip eder.[33]

Kapitellum 6 ve 18 ay arasında ossifiye olur. Anterior humeral çizgi ile suprakondiler humerus kırıklarında sagittal deformitenin değerlendirilmesinde ve radiokapitellar çizgi ile radiokapitellar dizilim bozukluklarında referans anatomik yapıdır. Ossifikasyona küresel biçimde başlarken sonrasında daha oval hale gelerek trokleanın lateral kısmına yakınlaşır. Çoğunlukla önce troklea ve lateral epikondil ile kaynayıp sonra distal humerus ile kaynar.[34]

Radius başı ve boynu 5. ve 6. yaşlar arasında yaklaşık olarak medial epikondil ile aynı zaman aralığında ossifiye olur. Ossifikasyon sürecinde düzensiz ve bipartit olarak görülebilir. İnfantlarda radius boynu mediale açılmış haldedir bu durum radius başı çıkığı olarak değerlendirilmemelidir.

Medial (İç) epikondil 5-6 yaşlar arasında ossifiye olur. Erken dönemde ossifiye olmasına rağmen en son kaynayan ossifikasyon merkezidir. Fleksör pronator kas ve ana valgus stabilizatörü medial ulnar kollateral ligament için yapışma yeridir, ekstraartikülerdir.[35]

Troklea yaklaşık 9-10 yaşlar arası ossifiye olmak ile beraber sık varyasyon gösterir. Birden fazla ossifikasyon merkezi olabilir. Çocuklarda izole olarak kırılması çok nadirdir.

Olekranon 8-10 yaşları arası lateral epikondilden önce ossifiye olur. Genellikle kendi içerisinde 2 veya daha fazla ossifikasyon merkezi bulunur. Erken

dönemde ossifikasyon merkezleri ulna metafizinden oldukça uzakta görünürken gelişim ile beraber distale yer değiştirir.[24]

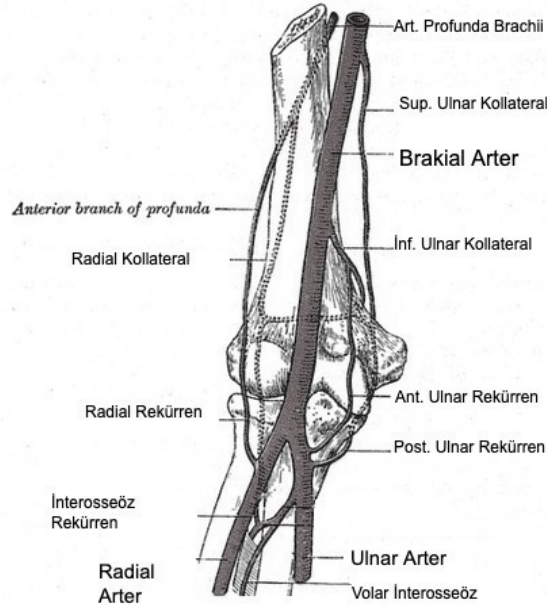
Lateral (Dış) epikondil en son ossifiye olmaya başlayan merkezdir. Lateral kenarında düzensizlikler izlenebilir fakat fragmantasyon görülmesi avülzyon kırığı açısından şüphelendirmelidir. Humerus shaftı ile kaynamadan önce genellikle kapitellum ile kaynaşır.

2.7. Damarlar

Brakiyal arter, aksiller arter ters majör alt hizasından sonra brakiyel arter adını alır. Koldaki seyri sırasında çoğunluğu lateralde olmak üzere kasları besleyen birçok isimsiz dal verir. Kubital fossada biceps tendonunun medialinde yer alır. A. Profunda brachii, a. collateralis ulnaris superior ve inferior isim verilmiş dallarıdır. Brakial arterin inferior ulnar collateraliden sonra bağlanması ile kollateral dolaşım sayesinde dolaşım bozulmaz. Radius başı seviyesinde terminal dalları olan ulnar ve radial arteri verir.[16]

Radial arter brakiyel arterden radius başı seviyesinde dallanır, ulnar artere göre lateralde ve daha incedir. Hastaların %10-12'sinde daha yukardan başlayabilir. Antekübital fossadan brakioradialis ve pronator teres kasları arasından çıkar, ön kolda brakioradialis kası altında seyreder.[17] Brakiyal arterden dallandığı yerin hemen distalinde rekürren radial arter dalını verir, bu dal lateral epikondil beslenmesine katkı sağlar.

Ulnar arter brakiyal arterin terminal dallarından daha kalın olandır. Radius boynu hizasında başlar, median siniri altında çaprazlayarak ulnar tarafa geçer ve ulnar sinir ile birlikte fleksör carpi ulnaris kası altında seyreder. Ulnar arter başlangıç yeri yakınında anterior ve posterior olmak üzere iki tane rekürren dal verir.[17]



Şekil 4 Dirsek Bölgesi Arteriyel Dolaşım

2.8. Sinirler

Muskulokutanöz sinir: C5-C8 sinir köklerinden kaynaklanır. Dirsek fleksörleri, brakialis ve biceps kasını innerve eder. Biceps tendonu lateralinden brakiyal fasyada devam ederek lateral antebrakial kutanöz sinir olarak sonlanır. Kapsül innervasyonuna katkısı vardır.[36]

Median sinir: C5-C8 ve T1 sinir köklerinden kaynaklanmaktadır. Antekübital çukurda biceps tendonu ve brakiyal arterin medialinde yer alır sonrasında bisipital aponörozun altında seyreder. Eklem kapsülünü innerve eden dallar verdikten sonra ilk motor dalını içinden geçtiği pronator terese verir. Ön kolda fleksör digitorum superfisialis altında seyreder. Anterior interosseöz sinir pronator teres alt sınırında median sinirden köken alır.[17]

Radial sinir: C6, C7 ve C8 sinir köklerinden kaynaklanmakla beraber C5 ve T1den de katkı alabilir. Lateral intermusküler septumdan kol önüne yönelmeden önce tricepsin medial ve lateral başlarını innerve eder sonrasında brakioradialisin arkasında lateral epikondilin önünde aşağı doğru iner. Antekübital bölgede yüzeysel ve derin dala ayrılır. Yüzeysel dal ön kolda dorsal orta hattı innerve eder.

Ulnar sinir: C8 ve T1 sinir köklerinden kaynaklanır. Kolda dal vermez. Medial epikondil altında yer alan kubital tünelden geçer. Bu bölgede eklem

kapsülüne dallar verir. FCUnun iki başı arasından ön kola geçer. Ön kolun ortasında iki kutanöz dal verir.[18]

2.9. Dirsek Fleksörleri

Biceps: Kubital fossayı biceps tendonu olarak geçer ve tuberositas radii posterioruna yapışır. Bisipital aponoröz diğer adı ile lasertus fibrosis kasın anteromedial fasyasının uzantısıdır, median sinir ve brakial arteri koruyacak şekilde oblik şekilde seyreder ön kolun derin fasyasına yapışır.[37] Dirseğin majör fleksör ve elin en kuvvetli supinatörüdür.[38]

Brakialis: Dirsek fleksörleri arasında kesit alanı en geniş olandır fakat rotasyon aksına yakın seyrettiği için zayıf mekanik kuvvete sahiptir. Humerus ön yüz alt yarısından başlar ve tuberositas ulnaya yapışarak son bulur. Bazı lifleri dirsek kapsülünün ön yüzüne yapışır, dirsek fleksiyonu sırasında kapsülün retraksiyonuna yardım eder. Travma ve dirsek çıkıkları sonrası miyozitis ossifikans izlenebilir. Muskulokutanöz sinir tarafından innerve edilir.[17]

Brakioradialis: Radyal taraftaki en yüzeysel kastır. Humerus 2/3 proksimalinden başlar ve radial stiloidde sonlanır. Kubital fossanın lateral sınırını yapar. Radial sinir tarafından innerve olmasına rağmen majör fonksiyonu dirsek fleksiyonudur. Kaldıraç kolu uzun olduğundan fleksiyon kuvveti fazladır.[16]

Ekstensör karpi radialis longus: Suprakondiler bölgede brakioradialisin alt kısmından başlar, ön kolun proksimal 1/3'ünde tendinöz hale gelir, 2. metakarp bazisine yapışır. Radial sinir tarafından innerve edilir, el bileğine ekstansiyon yaptırır.[16]

Ekstensör karpi radialis brevis: Ekstensör karpi radialis longustan daha kısa ve kalındır. Lateral epikondilden başlayıp 3. Metakarp tabanında biter. El bileğine ekstansiyon yaptırır, radial sinir tarafından innerve edilir.

Ekstensör digitorum communis: Lateral epikondilin anterior kısmından başlar. Başparmak hariç parmaklara ekstansiyon ve abduksiyon yaptırır.

Ekstensör karpi ulnaris: İki başı vardır, birisi humerustan diğeri ise ulnadan köken alır. 5. metakarp bazisine yapışır. El bileği ekstansiyonu ve ulnar deviasyonunu sağlar.[16]

Supinator: Lateral epikondil, lateral kollateral ligament ve ulna proksimal anteriorundan başlar. Radius proksimal 1/3'ünde geniş bir şekilde sonlanır. Yüzeyel ve derin tabakası vardır, arasında radial sinir geçer. Ön kola supinasyon yaptırır fakat supinasyon kuvveti bicepsten daha azdır.[16], [17]

2.10. Dirsek Ekstansörleri

Triceps brachii: Kolun arkasında bulunan tek kastır. Uzun başı skapula infraglenoid çentikten, lateral baş proksimal lateral intramusculer septumdan, medial baş humerus posteromedialinin distal yarısından başlar ve diğerlerinden daha derinde yer alır. Medial baş bazı kaynaklarda derin baş olarak isimlendirilir. Tendon genelde kasın orta kısmında başlar, yüzeyel ve derin iki laminadan oluşur. Distalde birleşerek proksimal olekranon arka yüzüne yapışır. Radial sinir tarafından innerve edilir. Dirseğe ekstansiyon yaptırır.[16], [17]

Subankoneus: Triceps brachinin derin liflerinden ayrılarak dirsek posteromedial kapsülüne tutunan liflerden oluşur. Dirsek ekstansiyonu sırasında kapsülü çekerek eklem arasına girmesini engeller. Radial sinir innerve eder.[39]

Ankoneus: Lateral epikondilden başlayıp proksimal ulna lateral dorsal yüze yapışan üçgen biçiminde bir kastır. Radius başı ve annüler ligamentin lateral kısmını örter. Eklem stabilizasyonuna katkısı olduğu düşünülmektedir.[40]

2.11. Fleksör Ve Pronator Kaslar

Pronator teres: Medial epikondilden başlayan caput humerale ve ulna coronoid çıkıntından başlayan caput ulnare olmak üzere iki başı vardır. Distalde radiustaki pronator tuberositide sonlanır. Median sinir iki başı arasından geçer. Ön kolda güçlü bir pronatordur dirsek fleksiyonuna da katkısı vardır.[41] Median sinir tarafından innerve edilir.

Fleksör karpi radialis: Medial epikondilde pronator teresin inferiorundan başlar. Ön kolun alt yarısında tendonlaşır ve 2., 3. metakarp bazisinde sonlanır. Median sinir tarafından innerve edilir. Ele fleksiyon yaptırır, dirsek fleksiyonunda etkisi yoktur.[42]

Fleksör karpi ulnaris: Medial epikondil ve ulna proksimal 2/3 posterior yüzünden başlar, ön kol alt 1/3'te tendon haline gelir ve pisiform kemiğe yapışır. Ele fleksiyon ve ulnar deviasyon yaptırır.

Palmaris longus: Medial epikondilden başlayıp palmar aponorozda sonlanan ince silindirik bir kastır. Ön kol proksimalinde tendon haline gelir. Median sinir tarafından innerve edilir. Vücutta sık varyasyonun görüldüğü kaslardan birisidir, %10 oranında bulunmayabilir. Ön kol fleksiyonuna yardım eder.[16], [42]

Fleksör digitorum superficialis: Medial epikondil ve medial kollateralinden başlayan humeral, coronoid çıkıntından başlayan ulnar ve radiusun ön kenarından başlayan radial olmak üzere 3 başı vardır. Başparmak hariç diğer 4 parmağa gidecek şekilde dörde ayrılır. Midfalanksa yapışır. PIP ekleminde fleksiyonu sağlar. El fleksiyonuna da katkı sağlar. Median sinir tarafından innerve edilir.[18]

3. DİRSEK EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ

Dirsek eklemi humeroulnar, humeroradial ve proksimal radioulnar eklem olmak üzere 3 farklı eklem bir araya gelmesi ile oluşur. Trokloginglimoid bir eklem olarak tanımlanır çünkü fleksiyon-ekstansiyon ve supinasyon-pronasyon hareketlerine izin verir. [16]

Ulnohumeral eklem uyumu ve çevreleyen bağ dengesi sayesinde ulnohumeral eklem menteşe (ginglimus) şeklinde hareket ettiği varsayılmakla beraber yapılan 3 boyutlu çalışmalarda dirsek fleksiyon aksının hareket sırasında düzensiz olarak yaklaşık 3-4 derece kadar varus, valgus ve aksiyel rotasyon yaptığı, helikal bir harekete sahip olduğu gösterilmiştir.[43]

Yapılan çalışmalarda fleksiyon ve ekstansiyon sırasında rotasyon merkezi trokleanın merkezinde 2-3mm çaplı bir alan olarak bulunmuştur, epikondiler plana göre rotasyon merkezi 3-8 derece iç rotasyondadır. Rotasyon aksı troklear sulkus ve capitellum tarafından oluşturulan arkların merkezinden geçer.[44] Sagittal planda rotasyon aksı humerus orta hattının önündedir ve humerus distal anterior korteksi ile aynı doğrultudadır. Koronal planda kapitellumun ön görülen merkezi medial epikondilin anteroinferiorunda trokleanın öngörülen merkezinden çekilen çizgi üzerindedir.[45][46]

Önkolda pronasyon supinasyon radiusun capitellum ile ilişkisini bozmadan ulna etrafında dönmesi ile gerçekleşir. Önkolun rotasyon aksı proksimalde radius başından distalde ulnanın konveks eklem yüzünden geçmektedir, dirseğin pozisyonundan etkilenmez.[47] Pronasyon sırasında radiusun 1-2 mm kadar proksimale migre olduğu gösterilmiştir.[48]

Humerus ve ulnanın uzun aksları arasındaki açıya taşıma açısı denir. Erkeklerde 10-15 derece arasında iken kadınlarda yaklaşık 5 derece daha fazladır.[46][49]

Dirsek eklem hareket açıklığı 0 derece veya hafif hiperekstansiyondan 150 derece fleksiyona kadardır. Ön kol rotasyonu yaklaşık 75 derece pronasyon ve 85 derece supinasyondan oluşmaktadır. Trokleanın 320 derecelik kısmı kıkırdak ile kaplıdır, sigmoid çentikte ise eklem yüzü 180 derecedir. Trokleanın 30 derece anterior açılanması sigmoid çentiğin 30 derecelik posterior açılanması ile uyum sağlayarak dirseğin tam ekstansiyonuna izin verir. Olekranon çıkıntısının olekranon fossaya dayanması ve MKL'nin anterior bantının gerginliği ekstansiyonu son noktasında sınırlar.

Kolun ve önkolun önündeki kas kütlesi ve tricepsin kasılması aktif fleksiyonun 145 dereceyi geçmesini engelleyen faktörlerdir. Pasif fleksiyonda radius başının radial fossaya oturması, koronoidin ise koronoid fossaya oturması ve MCLnin posterior bantının gerginliği fleksiyonun daha fazla olmasını engeller. Pronasyon-supinasyonunun sınırlayanlar ise antagonis kasların kasılması ve önkoldaki ligamentöz yapılardır. Kadavra çalışmalarında ligament ve kasların alınması ile 205-210 derecelik pronasyon supinasyon açıklığı elde edilir. [46], [50], [51]

Dirsek eklemi vücuttaki en uyumlu eklemlerden birisidir. Bu uyum eklem stabilitesine önemli bir katkı sağlar. Dirsek çevresi yumuşak dokular ile kemik yapının stabilizeye katkısı benzerdir. Lateralde lateral ulnar kollateral ligament fleksiyon sırasında benzer gerginliktedir. Medialde anterior bant fleksiyon sırasında stabilizeye katkı sağlarken, posterior bant dirsek fleksiyon pozisyonundayken stabilizeye katkı sağlar.

Dirsek ekstansiyondayken varus stresi eklem uyumu, lateral kollateral ligament ve yumuşak dokular tarafından yaklaşık eşit olarak karşılanırken

fleksiyonda eklem uyumu varus stabilitesinin %75inden sorumludur. Valgus stabilitesi ekstansiyonda MKL, eklem kapsülü ve eklem uyumu tarafından eşit olarak sağlanırken fleksiyonda valgus stabilitesi primer olarak medial kollateral ligament(MKL) tarafından sağlanır, radius başı sekonder stabilizatördür. MKL yaralanamalarında radius başının etkisi önem kazanır.[46], [52]

4. PEDİATRİK SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARI

4.1. İnsidans ve Etiyoloji

Çocuk yaş grubunda üst ekstremitede kırıklar alt ekstremiteye göre daha sık izlenmektedir.[53] Sıklık olarak ilk iki sırada distal radius ve el bölgesi kırıkları yer alırken dirsek bölgesi 3. sıradadır.[54] Humerus, radiustan sonra en sık yaralanan uzun kemiktir. Suprakondiler kırıklar dirsek bölgesi kırıkların %50-70 sıklıkla en sık izlenenidir.[55] Suprakondiler kırık insidansı ABDde 177,3/100000 olarak görülmüştür.[56] En sık 5-6 yaş arası çocuklarda görülürler. Farklı çalışmalarda kızlarda veya erkeklerde daha sık görüldüğü belirtilmekle beraber insidansı neredeyse eşittir. Daha çok nondominant ekstremitede görülür. Yaz aylarında diğer aylara göre biraz daha sık görülmektedir. [57][58]Çocuklarda en sık cerrahi müdahale gerektiren kırıktır. İlk 3 yaşta daha çok ev içi kazalar sonrası görülürken 3 yaş sonrası oyun parklarındaki kazalar sonrası daha sık görüldüğü bildirilmiştir.[59][60]

Yaralanmalar distal humerusa gelen ekstansiyon veya fleksiyon kuvveti sonucu olabilmekle beraber en sık dirsek tam ekstansiyonda iken açık el üzerine düşme sonrası gelişen hiperekstansiyon ile olur.[61] Ekstansiyon tipi kırıklar tüm suprakondiler kırıkların %95-97 isini oluşturmaktadır. Fleksiyon tipi kırıklar %3-5 gibi nadir oranda görülür, fleksiyondaki dirseğe posteriordan gelen direkt travma sonrası gelişir.[62]

4.2. Sınıflandırmalar

Suprakondiler kırıklar temelde ekstansiyon tipi ve fleksiyon tipi olarak ikiye ayrılır. Sonrasında kırığın radyolojik deplasman miktarına göre sınıflandırılırlar. Literatürde ilk sınıflandırma 1931 yılında Felsenreich tarafından yapılmıştır fakat

geniş kabul gören ve kullanılan ilk sınıflandırma 1959 yılında Gartland tarafından yapılmış sınıflandırmadır. [63], [64]

Gartland sınıflandırmasında ekstansiyon tipi kırıkları distal parçanın deplasman miktarına göre üçe ayırmıştır.[64]

Tip 1: Kaymamış kırıklar

Tip 2: Posterior korteksin sağlam kalıp, distal fragmanın posteriora yer değiştirdiği kırıklar

Tip 3: Tamamen deplase olmuş sağlam kortikal bağlantısı kalmamış kırıklar

Gartland sınıflaması 1984 yılında Wilkins tarafından kırıklarda rotasyonel komponenti varlığı veya yokluğunu içerecek şekilde modifiye edilmiştir.

Tip 1: Kaymamış veya minimal kaymış kırıklar

Tip 2: Posterior korteksin sağlam kaldığı fakat kırık hattında belirgin deplasmanı olan kırıklar

A: Rotasyonel kusurun olmadığı kırıklar

B: Rotasyonun bulunduğu kırıklar

Tip 3: Tamamen deplase, sağlam kortikal bağlantısının olmadığı kırıklar

A: Distal fragmanın posteromediale deplase olduğu kırıklar

B: Distal fragmanın posterolaterale deplase olduğu kırıklar

Gartland sınıflandırması üzerinde başka bir modifikasyon da 1994 yılında Mubarek ve arkadaşları tarafından Tip 1 kırıkların 2 alt gruba ayrılması ile yapılmıştır.[65]

Tip 1A: İmpaksiyon, parçalanma veya açılanmanın olmadığı gerçekten nondeplase kırıklar

Tip 1B: Medial kolonda parçalanma veya impaksiyon ile sagittal planda hafif hiperekstansiyonun bulunduğu kırıklar

Wilkins tarafından modifiye edilen Gartland sınıflamasına 2006 yılında Leitch ve arkadaşları tarafından çok yönlü instabiliteyi ifade etmek için 4. tip eklenmiştir.[66]

Tip 4: Kırık uçları arasında periostal bağlantının tamamen bozulduğu tüm yönlerde instabil kırıklar

Bir başka sınıflandırma Fransa ve Fransızca konuşulan ülkelerde sıklıkla kullanılan Lagrange ve Rigault sınıflandırmasıdır.[67] Bu sınıflandırmada kırıklar 5

gruba ayrılır. İlk 3 grup Gartland sınıflamasına 4. grup ise Leitch modifikasyonuna benzer.

Tip 1: Kaymamış kırıklar

Tip 2: Her iki kortekse etkileyen kaymamış veya kısmen kaymış kırıklar

Tip 3: Proksimal ve distal fragman arasında hala bağlantının olduğu kaymış kırıklar

Tip 4: Proksimal ve distal fragman arasında bağlantının kalmadığı tamamen kaymış kırıklar

Tip 5: Metafizodiyafizer bölgede olan kırıklar (yüksek suprakondiler kırıklar)

Fleksiyon tipi kırıklar çok nadir görüldüğü için sınıflandırma çalışmaları sınırlıdır. Literatürde fleksiyon kırıklarını konu eden çalışmalara Gartland sınıflandırması ile sınıflandırıldığı izlenmektedir. [68], [69]

4.3. Fizik Muayene

Humerus suprakondiler kırık tanısı detaylı öykü, kapsamlı bir fizik muayene ve direkt grafiler sonrası konulur. Tablo çoğu kez belirgin olduğu için tanı koymanın diğer birçok kırığa göre kolay olduğu söylenebilir. Travma sonrası dirsek bölgesinde ağrısı olan veya üst ekstremitelerini kullanamayan bir çocukta ön kol veya dirsek kırığından şüphelenilmelidir. Üst ekstremitenin tamamı dikkatli şekilde muayene edilmeli, hassasiyet ya da şişliğin olduğu tüm bölgelerin grafisi çekilmelidir. Suprakondiler kırığı eşlik eden başka kırıklar olması nadir görülen bir durum değildir. Ayırıcı tanıda bakıcı dirseği, lateral kondil kırığı, enfeksiyon, inflamatuvar artrit ve 2 yaş altı çocuklarda transfizyel kırıklar göz önünde bulundurulmalıdır.

Tip 1 kırıklarda distal humerusta hassasiyet, hareket kısıtlılığı, özellikle tam ekstansiyonda kayıp izlenebilir. Çekilen grafilerde posterior yağ yastıkçığı bulgusu dışında belirti olmayabilir. Tip 2 kırıklarda dirsek çevresinde daha belirgin ödem ve hassasiyet beklenir. Tip 3 kırıklarda dirsekte belirgin deformite mevcuttur. Proksimal fragmanın anteriorda brakialis kasını ve fasyayı delip dermisin derin tabakasına kadar ulaşması ile gamze (dimple) belirtisi ortaya çıkar. Travmanın şiddetini ve ciddi bir yumuşak doku hasarı olduğunu gösterir.

Hastaların %10-15'lik kısmında eşlik eden bir nörolojik yaralanma görülmesi nedeniyle ayrıntılı bir nörolojik değerlendirme yapılmalıdır. Küçük çocuklarda zor

olmakla beraber yeterli çaba gösterilirse 3-4 yaşından büyük çocukların çoğunda motor muayene ve iki nokta ayrımı gibi duysal muayeneler başarı ile yapılabilir. Yapılacak muayenenin önce sağlam tarafta uygulanması da çocuğun adaptasyonunu arttırabilir.

Radial sinir duyu muayenesi için 1. web aralığı dorsali, median sinir için indeks parmak pulpası ve ulnar sinir için 5. parmak tipi ayrı ayrı muayene edilmelidir. Motor muayenede radial sinir için tüm parmakların ve el bileğinin ekstansiyonuna, AIN için başparmak ve 2. parmak interfalangeal fleksiyonuna, ulnar sinir için interosseöz kasların kuvvetine, median sinir için parmak fleksiyonlarına ayrı ayrı bakılmalıdır.

Dolaşım muayenesinde nabız, kapiller dolum, ekstremité sıcaklığı ve rengi değerlendirilmelidir. Deplase kırıklarda %20 ye varan vasküler yaralanma izlenebilir.[70], [71]

Tüm diğer kırıklarda olduğu gibi suprakondiler kırıklar sonrası da olası bir kompartman sendromu açısından uyanık olunmalıdır. Ciddi ödem veya ekimoz, gamze belirtisi, nabız yokluğu, parmakların pasif ekstansiyonu ile ağrı olması kompartman sendromu için uyarıcıdır. Çocuklarda artan aneljezik ihtiyacı ve huzursuzluğun ilk belirtiler olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

4.4. Radyolojik Değerlendirme

Travma sonrası ağrı veya kolunu kullanmada zorluk şikâyeti olan tüm hastalara detaylı radyolojik değerlendirmeden geçirilmelidir. Çocuklarda yaşa ve cinsiyete göre dirsek çevresi ossifikasyon merkezlerinde görülen farklılıklar düzgün çekilmiş grafilere bile yorum zor olabilir, böyle durumlarda sağlam taraf grafilere karşılaştırmak için kullanılabilir. Acilde görevli doktorların dirsek grafilini doğru yorumlama yüzdesinin yapıla bir çalışmada sadece %53 bulunması da yorum zorluğunu göstermektedir.[72]

Dirseğin radyolojik değerlendirilmesinde standart grafilere dirsek AP ve lateral grafilere dirsek AP grafi dirsek tam ekstansiyonda ve ön kol supinasyonda iken çekilir. Lateral grafi ise dirsek 90 derece fleksiyon ve ön kol nötralde çekilir. Şüphede kalınan durumlarda iç ve dış oblik grafilere çekime eklenebilir.

Baumann Açısı: Dr. Ernst Baumann tarafından suprakondiler kırık sonrası kapalı redüksiyon ve başüstü traksiyon ile tedavi edilen hastaların değerlendirilmesinde kullanılmak üzere 1929 yılında tariflenmiştir. Bir diğer ismi humerokapitellar açıdır.[73] AP grafide ölçülür, lateral kondilin fizis hattı ile humerusun longitudinal aksına dik çizilen çizgi arasındaki açıdır. Yapılan çalışmalarda baumann açısının 9-26 derece arasında değiştiği görülmüştür.[74] Taraf ve cinsiyete bağlı değişiklikler minimaldir.[75] Dirseğin pozisyonundaki ufak değişiklikler Baumann açısında önemli farklar oluşturabilir. Camp ve arkadaşları yaptıkları çalışmada kolun her 10 derecelik rotasyonu için açıda 6 derecelik değişim olduğunu saptamışlardır.[76] Worlock ve arkadaşları 1986 yılındaki makalesinde Baumann açısındaki her 5 derecelik değişimin ön kol taşıma açısından 2 derecelik değişime karşılık geldiğini belirtmişlerdir. Baumann açısı ile ön kol taşıma açısı arasında lineer bir ilişki olduğunu belirten yayınlar olmakla beraber böyle bir korelasyonun olmadığını belirten yazarlar da vardır.[77], [78], [79]

Metafizodiafizier Açı: Humerus diafizine paralel çizgi ile distal humeral metafizin en geniş noktalarını birleştiren çizgi arasındaki proksimal lateral açıdır. Normal dirsekte 90 derecedir.[2]

Humeroulnar Açı: Humerus diafizinin uzun eksenini ile ulna diafizinin uzun eksenini arasında kalan açıdır. 154 ile 178 derece arasında değişir.

Standart lateral grafilerde gözyaşı figürü, anterior ve posterior yağ yastıkçıları, lateral humerokapitellar açı, anterior humeral çizgi ve şaft kondil açısı değerlendirilmelidir.

Gözyaşı figürü: Distal humerus lateral grafide gözyaşı veya kum saati benzeri görüntü oluşturur. Betimlemenin distal kapitellum tarafından oluşturulur. Şekildeki bozulma oblik çekilmiş bir grafiyi ya da suprakondiler kırığı gösterebilir.

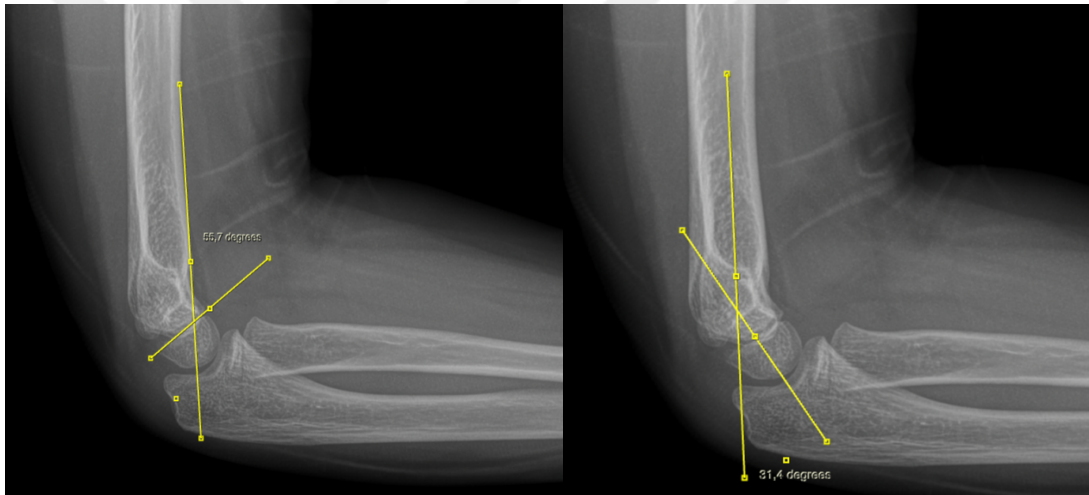
Anterior ve posterior yağ yastıkçıları: Yağ yastıkçığı olarak isimlendirilen yapılar ekstrasinoviyal fakat intrakapsüler oluşumlardır. Anterior yağ yastıkçığı humerus distal diafiz anteriorunda üçgen biçiminde rayolusen yapıdır. Sağlıklı hastaların grafilerinde de izlenir. Dirsekte efüzyon durumunda anteriora deplase olur. Posterior yağ yastıkçığı dirsek lateral grafide normalde izlenmezken dirsek için efüzyon durumunda görünür hale gelir. Tip 1 kırıklarda tek bulgu olabilir. Literatürde posterior yağ yastıkçığı bulgusu dışında radyolojik bulgusu olmayan

hastaların %76 sında 3. hafta kontrollerinde okült kırığın radyolojik bulguları saptanmıştır.[80]

Lateral humerokapitellar açısı: Humerus diafizinin uzun aksı ile lateral kondil uzun aksı arasındaki açıdır. Normal değerleri 5-57 derece arasındadır. Hastalar arasında Baumann açısına benzer varyasyon gösterir.[81]

Humerus shaft lateral kondil açısı: Humerusu uzun aksı ile lateral kondil uzun aksı arasındaki açıdır. Normal değeri yaklaşık 40 derecedir. 40 dereceden az olması ekstansiyon tipi suprakondiler kırığı akla getirmelidir.[82]

Anterior humeral çizgi: Lateral grafide humerus anterior korteksi boyunca çizilen çizgidir. Bu çizginin kapitellum orta 1/3ünden geçmesi beklenir. 4 yaş altı çocuklarda çizgi daha anteriordan geçebilir.



Şekil 5 Lateral Humerokapitellar ve Şaft Kondil açısı ölçümleri

4.4. Tedavi

Suprakondiler kırıklarda tedavi kırığın tipine, eşlik eden nörovasküler yaralanmalara bağlı olarak şekillenmektedir. Mercer Rang ın dediği gibi tedavinin amacı felaketlerden kaçınmak (vasküler hasar, kompartman sendromu), utanç duyulacak durumları azaltmaktır (cubitus varus, iatrojenik sinir hasarları).[83]

Tip 1 Kırıklar: Tip 1 kırıkların tedavisinde hastalar tipik olarak 3-4 hafta dirsek 90 derece fleksiyonda uzun kol alçı ile immobilizasyon yapılarak takip edilirler. Dirsek çevresi ödem fazla ise uzun kol atel uygulanabilir. Dirseğin 90 dereceden fazla fleksiyonu gereksiz ve tehlikelidir. Nondeplase kırıklarda da kompartman sendromu gelişebileceği mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Hastanın ailesine dolaşım kontrolü ayrıntılı olarak anlatılmalıdır. Alçı tedavisi sonrası ilk 2 ay hastada kısmi eklem sertliği izlenebilir. Tip 1 kırıklarda da medial kolonda impaksiyon olabileceği, böyle hastalarda düzeltici müdahale yapılmazsa tedavinin kubitus varus ile sonuçlanabileceğine dikkat edilmelidir. Nondeplase kırıkların ayırıcı tanısında bakıcı dirseği ve enfeksiyonlar düşünülmelidir.

Tip 2 Kırıklar: Tip 2 suprakondiler kırıkları tedavisi ile ilgili tam bir konsensüs olmamak ile beraber son dönem literatürde cerrahi tedavi daha ön plandadır.

Tip 2A kırıklar rotasyon ve translasyon olmadığı için kapalı redüksiyon ve alçılama ile tedavi edilebilirler. Kırık redüksiyonu özellikle koronal planda varus veya valgus angülasyonu gelişmemesi için yakın olarak takip edilmelidir. Koronal plandaki malunionların remodelasyonun sınırlı olduğu bilinmektedir.[84] Sagittal planda özellikle anterior humeral çizginin kapitellumu kesmediği durumlarda hastalarda fleksiyon kısıtlılığı olabileceği göz önünde alınmalıdır. Kapalı redüksiyon sonrası redüksiyonu korumak için hiperfleksiyon gerektiğini gösteren çalışmalar mevcuttur fakat hiperfleksiyon beraberinde kompartman sendromu, cilt nekrozu ve nörovasküler hasar riskini arttırdığı için redüksiyon kaybı ile ilgili bir şüphe durumunda perkütan pinleme önerilir.[85] Tip 2B kırıklar translasyon veya rotasyonel komponente sahiptir, 2A ya göre daha instabillerdir. Güncel literatürde tip 3 kırıklar gibi cerrahi tedavi önerilmektedir. Cerrahi sırasında tip 3 e göre daha az sayıda pin ile yeterli stabilite elde edilebilir.[86]

Tip 3 Kırıklar: Tip 3 suprakondiler kırıklar daha fazla yumuşak doku hasarı ve ödemin eşlik ettiği, redüksiyonun daha zor olduğu kırıklardır. Çoğunlukla kırık uçları arasında kısmi bir sağlam periost köprüsü bulunmaktadır. Konservatif tedavilerinde reziduel deformite görülmesi çok sıktır. Literatürde yapılan çalışmalarda konservatif takip edilen tip 3 kırıklarda cerrahi müdahale edilenlere göre daha fazla komplikasyon ve daha kötü sonuçlar görüldüğü bildirilmiştir.[87], [88]

Tip 4 Kırıklar: Periostal bağlantının tamamıyla kaybolduğu fleksiyon ve ekstansiyonda instabil kırıklardır. Sıklıkla açık redüksiyon gerektirirler.[66]

Traksiyon: Suprakondiler humerus kırıklarında traksiyon tedavisinin literatürdeki ilk örneği 1939 yılında Dunlop tarafından tanımlanmıştır.[4] Dunlop

dirsek ekstansiyonda düz traksiyon tariflerken Allen dirsek hafif fleksiyonda traksiyon yapmıştır.[89] K teli veya olekranon vidası yardımıyla traksiyon uygulanan bir başka tekniktir.[90] Literatürde iyi sonuçlar bildiren çalışmalar olsa da uzun süreli yatış gerektirmesi, cilt problemleri nedeniyle artık tercih edilen bir tedavi yöntemi değildir.

Kapalı redüksiyon ve açılama: Anestezi gerektirmemesi ve kolay uygulanabilir olması ile cerrahi tedaviye üstündür. Dirsek ekstansiyonda iken supinasyondaki ön kola longitudinal traksiyon uygulanır, koldan tutan bir asistan traksiyona karşı destek sağlar. Parmaklar ile kondiller hissedilerek deplasman yönüne göre mediale veya laterale translase edilebilir. Sonrasında dirsek fleksiyona alınırken ön kol posteromediale deplase kırıklar için pronasyona, posterolaterale deplase kırıklar için supinasyona alınarak sabitlenir. Redüksiyonu korumak için dirseği hiperfleksiyona getirmek gerekebilir. Yapılan çalışmalarda dirsek fleksiyonu ile suprakondiler kırık hastalarında distal nabızlarda zayıflama olduğu ortaya konulmuştur.[91] Kompartman sendromunun tedaviden bağımsız olarak tüm kırık hastalarında gelişebilmektedir fakat sıkı uygulanmış sirküler alçı ve düzgün dolaşım takibi yapılmaması bu komplikasyon riskini arttırmaktadır. Alçı ile tedavinin sık görülen bir diğer komplikasyonu redüksiyon kaybı gelişmesidir, bu nedenle yakın takip gerektirir. Alçı uygulama sonrası Baumann açısının düzelmesi, anterior humeral çizgi kapitellum ilişkisinin düzelmesi olekranon fossanın normal anatomik yapıya kavuşması iyi bir redüksiyonun göstergeleridir. [92]

Kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme: Distal humerusta perkütan pinleme ile ilgili literatürdeki ilk örnekler 1948 yılında Swenson tarafından yetişkin hastalarda ortaya konulmuştur.[93] Sonrasında 1961 yılında Casiano bu tekniği çocuk hastalarda kullandığını bildirmiştir.[94] İlerleyen yıllarda suprakondiler kırık tedavisinde sık kullanılan bir yöntem haline gelmiştir.

Hasta anestezi altında supin pozisyonunda yatarken uygulanır. Floroskopik kontrol için hastaya C kollu skopinin ilgili ekstremité altına rahatça girebileceği uygun bir pozisyon verilmelidir. Kendi hastanemizde suprakondiler kırık cerrahisi sırasında C kollu skopi aynı zamanda operasyon masası olarak da kullanılmaktadır. Bazı merkezlerde yarı steril uygulamalar yapılmaktayken, kendi hastanemizde tam steril olarak çalışmayı tercih etmekteyiz.[95] Traksiyon ve redüksiyon aşaması daha

önce anlatıldığı gibi yapılmaktadır. Birçok kırık bu şekilde sıkıntısız redükte edilebilirken periostal bağlantının kalmadığı, gamze belirtisi (dimple sign) gibi araya yumuşak doku interpozisyonun olduğu kırıklarda kapalı redüksiyonun başarısız olma ihtimali daha fazladır. Preop nörolojik defisiti bulunan hastalarda redüksiyon çok kibar bir şekilde yapılmalıdır. Nörovasküler yaralanmanın metafizyel çıkıntının anteriorunda gerçekleştiğini Rasool ve arkadaşları tarafından gösterilmiştir.[96]

Redüksiyon sağlandıktan sonra koronal dizilim dirsek fleksiyonda tutulurken Jones görüntüsü (transkondiler görüntü) ile kontrol edilebilirken, sagittal dizilim için ya C kollu skopi döndürülmelidir ya da ekstremité omuzdan dış rotasyona getirilerek görüntü elde edilir.

Redüksiyonda sonrası dizilin uygun görüldüyse perkütan pinleme gerçekleştirilir. Erken dönemlerde perkütan pinleme medial lateral çapraz K telleri ile yapılırken, medial K telinin ulnar hasar riski taşıması nedeniyle yalnızca lateral girişli K telleri tercih edilmeye başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda çapraz K teli konfigürasyonun biyomekanik olarak en stabil olduğu gösterilmesine karşın lateral girişli 2 adet K telinin birçok tip 2 ve 3 kırıkta yeterli stabiliteyi sağladığını gösteren yayınlar mevcuttur. [97]–[101] Stabilite hakkında şüphe varsa lateralden veya medialden 3. bir K teli ile tespit sağlamlaştırılabilir. Pin gönderirken kırık hattında pinlerin birbirinden mümkün olduğunca ayırık olmasına, kırık hattında çaprazlamamasına ve medial lateral her iki kolona gönderilmesine dikkat edilmelidir.[102]

Çapraz K teli konfigürasyonu biyomekanik olarak üstün olmasına karşın %10 a kadar ulnar sinir yaralanma oranı gösteren çalışmalar mevcuttur. Dirseğin 80 dereceden fazla fleksiyona alınmaması veya küçük bir insizyon ile diseksiyon yapılarak pinin direk kemik üzerine gönderilmesi ile ulnar sinir hasar ihtimali azaltılabilir.

Fiksasyon sonrası K telleri cilt dışında bükülür ve kesilir. Hasta dirsek 70-80 derece fleksiyonda olacak şekilde uzun kol atel veya bivalve uzun kol alçıya alınır. Pinler ve atel 3-4. Haftada çıkarılabilir. Rutin fizik tedavi çocuk hastalar kendi başlarına tam hareketi kazanabildikleri için önerilmez.

Açık redüksiyon ve internal fiksasyon: Açık redüksiyon ve internal fiksasyon (ARİF) kapalı redüksiyonun başarılı olmaması durumunda, debritleme ve

irigasyon gerektiren açık kırıklarda, vasküler hasar veya redüksiyon sırasında nörolojik defisit gelişen kırıklarda eksplorasyon ve tamir gerektiği durumlarda tercih edilir. Kapalı redüksiyonun başarılı olmamasının en sık sebebi kırık uçları arasında yumuşak doku girmesidir, brakialisin interpozisyonu sık rastlanılan bir sebeptir.[103]

Yapılan çalışmalarda ARİF sonuçları KRİF ile benzer bulunmuştur. Özkoç ve arkadaşları çalışmalarında 44 ARİF ile 55 KRİF hastasını karşılaştırmışlardır. Fleksiyon defisiti, ekstansiyon lag ve fonksiyonel sonuçlarda KRİF grubu daha üstün bulunurken, humeroulnar açı ve kozmetik sonuçlar benzer bulunmuştur.[104] Kramer ve arkadaşları 1992 yılında yayınladıkları çalışmada 23 KRİF ile 20 ARİF hastasını karşılaştırmışlardır. ARİF yapılan grupta kırıklar daha ciddi olmasına karşın benzer sonuçlar bulmuşlardır.[105]

Cerrahi yaklaşım olarak lateral, medial, anterior veya posterior yaklaşım tercih edilebilir. Posterior yaklaşım postoperatif dönemde eklem sertliği yaptığı ve distal humerus dolaşımını bozabileceği için günümüzde kullanımı çok nadirdir, ancak ileri yaşta çocuklarda eklem için uzanım varsa tercih edilebilir.[106] Cerrahi yaklaşım tercihinin kırık tipine ve eşlik eden nörovasküler yaralanma olup olmamasına göre karar verilir. Anterior yaklaşım nörovasküler yapılar ve kırık hattına daha iyi hakimiyet sağlamaktadır. Ay ve arkadaşları çalışmalarında anterior yaklaşım ile tedavi edilen 61 hastada sonuçların Flynn kriterlerine göre harika veya iyi olduğunu bildirmişlerdir. [107]Fleksiyon tipi kırıklarda ulnar sinir yaralanmasını değerlendirmek için medial yaklaşım tercih edilebilir. [108]

4.5. Komplikasyonlar

Suprakondiler humerus kırıklarının komplikasyonları erken ve geç dönemde görülenler olmak üzere iki kısma ayrılır. Erken komplikasyonlar vasküler ve nörolojik hasarlar, kompartman sendromu, redüksiyon kaybı, pin dibi enfeksiyonları yer alırken kubitus varus, eklem sertliği, kaynamama, myozitis ossifikans, hiperekstansiyon deformitesi geç dönem komplikasyonlar arasında sayılabilirler.

Damar yaralanması: Ekstremitenin dolaşım durumunu renk, sıcaklık, radial nabız durumu, ağrı miktarı ve nörolojik muayene ile değerlendirebiliriz. Üst ekstremitede kollateral dolaşımın zengin olması sayesinde brakial arter yaralanması gibi durumlarda bile ekstremitede yeterli dolaşım izlenebilir. Farklı yayınlarda tip 3

suprakondiler humerus kırıklarında %2 ile %38 arasında damar yaralanması izlendiği ifade edilmiştir.[1] Nabızda azalma, nabzın alınamaması, ekstremitede iskemi izlenmesi vasküler hasar olarak değerlendirilmiştir. Damar yaralanması kırık uçları tarafından direk hasar veya kompresyona bağlı indirekt olarak gerçekleşebilir.

Distal nabızların alınamadığı SKHKlarında tedavi algoritması hala tartışmalı olmasına karşın güncel yaklaşım öncelikle redüksiyon ve pinleme yapılması yönündedir. Hastaların çoğunda redüksiyon sonrası nabzın geri döndüğü gözlenmiştir.[109] Nabız geri dönmemesine karşın ekstremitede dolaşım doğal ise hasta yakın takibe alınabilir. Dolaşımın doğal olduğu hastalarda damar eksplorasyonu rutin olarak önerilmemektedir.[110] Redüksiyon sonrası ekstremitede iskemik ise veya damar hasarına median sinir veya AİN hasarı eşlik ediyorsa damar eksplorasyonu önerilmektedir.

Periferik Sinir Hasarı: SKHK sonrası periferik sinir hasarı yaklaşık %10-15 oranında izlenmektedir.[1] Kırık deplasmanının artması ile hasar riskinin arttığı gösterilmiştir.[111] En sık hasarlanan sinir anterior interosseöz sinirdir. Posterolateral deplase kırıklarda median, posteromedial deplase kırıklarda radial sinirin göreceli olarak daha çok hasarlandığı bildirilmiştir. Fleksiyon tipi kırıklarda ulnar sinir hasar ihtimal artmıştır fakat ulnar sinirin hasarı en sık olarak iatrojenik olarak izlenir.[112] Nörolojik hasarların çoğunluğu nöropraksi şeklindedir. Motor fonksiyonları 2-3 ay, sensoriyel fonksiyonun ise 6 ay içerisinde düzelmesi beklenir. Ekplorasyon ancak 6 ay içerisinde fonksiyonları düzelmeyen hastalarda EMG sonrası önerilir.[113] Nörolojik hasarın kırık redüksiyonu ve pinleme sırasında geliştiği durumlarda pin çıkarımı ve ekplorasyon önerilir.

Kompartman Sendromu (Volkmann İskemik Kontraktürü): Richard von Volkmann tarafından 1881 yılında ön kol ve elde daha az olarak ise bacakta yaralanma sonrası uygulanan sıkı bandaja bağlı olduğu tarif edilmiş kasların iskemik kontraktürü ve paralizisidir. Arteriyel kan akımının bozulmasına bağlı olduğunu düşünmüştür.[114] SKHK tedavisinde yaşanan gelişmeler sonrası insidansı azalmıştır fakat uygun tedaviye rağmen gelişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. SKHK sonrası kompartman sendromu insidansı %0,1-0,3 olarak tahmin edilmektedir. Radial nabzın alınamadığı ekstremitede dolaşımı bozuk hastalar ve SKHK na ön kol kırığının eşlik ettiği hastalar kompartman sendromu açısından

yüksek risklidir. Posterolaterale deplase kırıklarda vasküler hasar ihtimali daha fazladır. Orantısız ağrı, anksiyete ve artan aneljezik ihtiyacı çocuk hastalarda uyarıcı olmalıdır. Nabızsızlık, solukluk, paralizi gibi klasik bulgular geç dönemde ortaya çıkar. Erken dönemde redüksiyon ve pinleme sonrası geniş volar insizyon ile fasyotomi yapılarak tedavi edilir. Gecikmiş vakalarda iki aşamalı rekonstrüksiyon yapılabilir. İlk aşamada nörovasküler yapılar korunmaya çalışılarak tüm nekrotik dokular eksize edilir. Sonrasında uygun hastalarda gracillis flebi ile rekonstrüksiyon yapılabilir.[115]

Pin Dibi Enfeksiyonu: Perkütan K teli uygulamalarında görülebilir. 238 hasta ile yapılan bir çalışmada insidans %1,8 bulunmuştur. Tip 3 kırıklarda, redüksiyon öncesi dolaşım bozukluğu olanlarda daha fazla izlenebilir.[116] Oral antibiyotik ile tedavi çoğu kez yeterlidir.

Dirsek sertliği ve Myozitis Ossifikans: SKHK sonrası hareket kısıtlılığı nadir görülür. Dirsek eklem hareket açıklığı alçı çıktıktan 4-6 hafta sonra değerlendirilmelidir. Eklem hareket açıklığında düzelme ilk 1 ay içinde en fazla iken, ilk yıl içerisinde azalarak düzelmeye devam eder. İleri yaştaki hastalarda ve cerrahi geçirenlerde düzelme göreceli olarak daha yavaş olabilir.[117] Literatürde rutin fizik tedavi gerekliliğini destekleyecek bir bulgu yoktur.[118]

Myozitis ossifikans çok nadir görülür. Erken dönem cerrahi müdahale önerilmez, çoğu hastada 1-2 yıl içerisinde gerilediği görülmüştür.[1]

Kubitus Varus ve Valgus: Kubitus varus ve valgus suprakondiler humerus kırıkları sonrası en sık görülen geç komplikasyonlardır. Tanı ön kol taşıma açısının ölçümü ile konulur. Taşıma açısı bireyler arasında ciddi farklılıklar gösterebileceği için karşı taraf sağlam ekstremita ile kıyaslanmalıdır. Tarihsel olarak literatürde %50 üzerinde oranlar mevcut olmasına karşın günümüzde hastaların yaklaşık %5-10'nunda görülen bir komplikasyondur.[119], [120] Patogenezinde medial veya lateral büyüme arestinin/stimulasyonunun rol oynayabileceğini gösteren çalışmalar olmakla beraber son dönemde malredüksiyon veya redüksiyon kaybına bağlı olarak ortaya çıktığı düşüncesi daha ön plandadır.[121], [122]Troklea osteonekrozu kubitus varusun nadir bir sebebidir. Genel olarak posteromediale deplase kırıkların varus, posterolaterale deplase kırıkların ise valgus açılanmasına yatkındır. Posteromedial

deplase kırıkların daha fazla görülmesi kubitüs varusun daha sık görülmesini açıklayıcı olabilir.[123]

Kubitüs varus veya valgusta en sık şikâyet kozmetik kusur olmakla beraber, fleksiyon kısıtlılığı, geç dönem ulnar sinir paralizi ve instabilite gibi fonksiyonel şikâyetlere yol açabilir. [124]Fleksiyon kısıtlılığının temel nedeni varus veya valgus ile beraber hiperekstansiyon deformitesinin eşlik etmesidir.

Koronal plan malunyonlarının eklem hareket aksına dik planda yer alması ve distal humerusun kısıtlı büyümesi nedeniyle remodelasyon potansiyeli düşüktür. Fonksiyonel kısıtlılık veya ciddi kozmetik kaygılara yol açan deformitelerde tedavi distal humerus osteotomisi ile yapılır. Lateral veya medial kapalı kama, kubbe osteotomisi, step-cut osteotomi ve bilgisayar destekli çok planlı osteotomi gibi birçok teknik bulunmaktadır fakat teknik olarak zorlayıcı ve yüksek komplikasyon oranına sahip bir işlem olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Metin Sabancı Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesinde Ocak 2012 ve Ekim 2020 tarihleri arasında konservatif ve cerrahi yolla tedavi edilen 2-12 yaş arası suprakondiler kırıklar retrospektif olarak tarandı. Anterior humeral çizginin kapitellumu kestiği yere göre sagittal planda ekstansiyon veya fleksiyon yönünde malunionu olan hastalardan çalışma grubu oluşturuldu. Toplam 220 hastadan yeterli arşiv kaydı bulunan ve takipleri düzenli yapılmış olan 85 hastanın sonuçları değerlendirilmiştir. Tez çalışması öncesi hastanemiz Tıpta Uzmanlık ve Eğitim Kurulu'nun 07.10.2021 tarih ve 540 sayılı onayı alınmıştır.

Çalışmaya dahil edilecek hastaların özellikleri tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1 Çalışmaya dahil edilecek hastaların özellikleri

Dahil Etme Kriterleri	Dışlama Kriterleri
0-12 yaş arası suprakondiler humerus kırığı geçiren ve konservatif veya cerrahi tedavi sonrası sagittal planda malunionu olan hastalar	Sagittal planda malunionu olmayanlar Politравmalı hastalar Açık Kırıklar Birden fazla defa cerrahi müdahale geçirmiş hastalar Kompleks kırıklı çıkıklar

Hasta dosyalarından ilk başvuru anındaki cinsiyet, yaş, etkilenen taraf, düşme şekli, nörovasküler defisit varlığı ve uygulanan tedavi bilgileri alındı.

1.TEDAVİ YÖNTEMLERİ VE HASTA TAKİBİ

Kapalı redüksiyon/alçılama yöntemi ve hastaların takibi: Acile başvuru tarihinde çekilen başvuru grafisinde Gartland tip 2 kırıklardan konservatif tedaviye uygun olabileceği düşünülen hastalara acildeki müdahale odasında uzun kol alçılama veya redüksiyon ve alçılama uygulanmıştır. Redüksiyon sırasında bir yardımcı kolu

aksillaya yakın kısımdan tutarken redüksiyonu yapan kişi kola hafif traksiyon uygulamıştır. Traksiyona ara verilmeden eş zamanlı olarak olekranona baskı uygulayarak dirsek fleksiyona getirilmiştir. Posteromediale deplase kırıklarda ön kol pronasyona, posterolaterale deplase kırıklarda ise ön kol supinasyona getirilmiştir. Hastalara uzun kol sirküler alçı sarılmış olup bir gün sonrası için dolaşım kontrolüne çağırılmışlardır. 1. haftada kontrol grafisi alınan hastalarda sonrasında 2 haftada bir takibe çağırılarak hastanın yaşına göre alçı tedavisi 3 ile 5 hafta arasında sürdürülmüştür.

Kapalı redüksiyon perkütan pinleme yöntemi ve hastaların takibi:

Hastalar genel anestezi altında supin pozisyonda yatırıldı. Hastalar preop 25 mg/kg dozundan sefazolin sodyum ile enfeksiyon profilaksisi yapıldı. Povidon iyodür ile ilgili ekstremitesi steril olarak boyanan hastalar tek kullanımlık steril cerrahi set ile örtüldü. Ziehm Imaging veya Siemens marka C kollu floroskopi cihazları kullanıldı. Redüksiyon sırasında bir yardımcı kolu aksillaya yakın kısımdan tutarken redüksiyonu yapan kişi önkola dirsek tam ekstansiyondayken hafif traksiyon uygulamıştır. AP skopi ile koronal planda dizilim kontrol edilmiştir. Traksiyona ara verilmeden eş zamanlı olarak olekranona baskı uygulayarak dirsek fleksiyona getirilmiştir. Alınan lateral grafi ile sagittal dizilim kontrolü sağlanmış deformite devam ediyorsa gerekli manevralar yapılmıştır. Lateral epikondil ve/veya medial epikondil üzerinden gönderilen K telleri ile fiksasyon sağlanmıştır. Tellerin yönelimi skopi ile kontrol edildi. K tellerinin uçları büküldü ve kesilerek cilt üzerinde bırakıldı. Steril pansuman yapılarak ön kol nötralde uzun kol atel sarıldı. Ameliyat sonrası dirsek grafileri çekilen hastalar bir veya iki gün sonra taburcu edildiler. 1. Haftada kontrole çağırılan hastaların 3 veya 4. Haftada ateli çıkarılıp 1 hafta sonra ise telleri çekildi.

Açık redüksiyon perkütan pinleme yöntemi ve hastaların takibi: Hastalar genel anestezi altında supin pozisyonda yatırıldı. Hastalar preop 25 mg/kg dozundan sefazolin sodyum ile enfeksiyon profilaksisi yapıldı. Povidon iyodür ile ilgili ekstremitesi steril olarak boyanan hastalar tek kullanımlık steril cerrahi set ile örtüldü. Ziehm Imaging veya Siemens marka C kollu floroskopi cihazları kullanıldı. Redüksiyon sırasında bir yardımcı kolu aksillaya yakın kısımdan tutarken redüksiyonu yapan kişi önkola dirsek tam ekstansiyondayken hafif traksiyon

uygulamıştır. Ap skopi ile koronal planda dizilim kontrol edilmiştir. Traksiyona ara verilmeden eş zamanlı olarak olekranona baskı uygulayarak dirsek fleksiyona getirilmiştir. Alınan lateral grafi ile sagittal dizilim kontrolü sağlanmış deformite devam ediyorsa gerekli manevralar yapılmıştır. Lateral epikondil ve/veya medial epikondil üzerinden gönderilen K telleri ile fiksasyon sağlanmıştır. Tellerin yönelimi skopi ile kontrol edildi. K tellerinin uçları büküldü ve kesilerek cilt üzerinde bırakıldı. Steril pansuman yapılarak ön kol nötralde uzun kol atel sarıldı. Ameliyat sonrası dirsek grafipleri çekilen hastalar bir veya iki gün sonra taburcu edildiler. 1. Haftada kontrole çağırılan hastaların 3 veya 4. Haftada ateli çıkarılıp 1 hafta sonra ise telleri çekildi.

2. KLİNİK VE FONKSİYONEL DEĞERLENDİRME ve ÖLÇÜMLER

Klinik olarak hastaların her iki kol taşıma açıları ve her iki dirsek eklem hareket açıklıkları değerlendirildi. Taşıma açısı dirsek tam ekstansiyon ve ön kol supinasyonda iken gonyometre ile ölçüldü. Eklem hareket açıklığı (EHA) gonyometre ile dirseğe maksimum ekstansiyon ve maksimum fleksiyon yaptırılarak ölçüldü. Ekstansiyon değerleri eksi (-) ile ifade edildi. Pozitif değerli bir ekstansiyon değeri ekstansiyonda kısıtlılık anlamına gelmektedir.

Tedavi sürecinde yaşanan komplikasyonlar hastaların dosyalarına bakarak not edildi

Hastaların fonksiyonel durumu MEPS (Mayo Elbow Performance Score) ve Quick DASH skoları ile 8 yaşından küçük çocuklarda ailenin yardımı alınarak değerlendirilmiştir. Sağlam ve kırık taraf arası farklar Flynn dirsek skoruna göre sınıflandırmıştır (Tablo 2).

Tablo 2 Flynn kriterleri

Flynn Kriterleri	Kozmetik (Taşıma açısındaki değişiklik)	Fonksiyonel (Eklem hareket açıklığındaki değişiklik)
Mükemmel	0-5 derece	0-5 derece
İyi	6-10 derece	6-10 derece
Orta	11-15 derece	11-15 derece
Kötü	>15 derece	>15 derece

Bu skorlamalar dışında hastaların sübjektif değerlendirmeleri de sorgulanarak bir skorlama yöntemi yapıldı. İyi, ağrı, hareket kısıtlılığı, şekil bozukluğu olup olmadığı tüm hastalara soruldu.

3. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME VE ÖLÇÜMLER

Hastaların ilk kontrol, 1.ay kontrolü ve son kontrolde çekilmiş grafilinde Baumann açısı, humeroulnar açı, metafizodiafizer açı, radyolojik taşıma açısı, lateral humerokapitellar açı, şaft kondil açısı ve AHÇ indeksi ölçülmüştür.

Lateral grafide distal humerus şaftının ön kenarından çizilen ve kapitellumun orta 1/3'lük kısmından geçen çizgiye anterior humeral çizgi adı verilmektedir.

Çalışmamızda kapitellumun arka sınırından AHÇ'ye kadar olan mesafeyi, kapitellumun ön-arka uzunluğuna bölerek elde ettiğimiz oran ile kapitellumun posterior veya anteriora deplasmanını ölçmeyi amaçladık. Literatürde de benzer metodlar ile kullanılan bu değere AHÇ indeks yüzdesi adını verdik [125]–[127](Şekil 6).



Şekil 6 Anterior humeral çizgi indeksi (A/B şeklinde hesaplanır)

4. İSTATİKSEL ANALİZ

Tanımlayıcı istatistikler kategorik değişkenler için sayı ve yüzde, sürekli değişkenler için ortalama $\pm$ standart sapma ya da ortanca (en küçük-en büyük değer) olarak sunuldu. Normal dağılım varlığına Shapiro-Wilk testine göre karar verildi. Kategorik değişkenler; pearson ki-kare testi ya da varsayımların sağlanmadığı durumlarda, Fisher'in kesin testi ile karşılaştırıldı. Sürekli değişkenler iki grup arasında karşılaştırılırken normal dağılım olup olmamasına göre bağımsız gruplarda T testi ya da Mann-Whitney U testi kullanıldı. Bağımlı grupta üç ölçüm arasında fark olup olmadığına tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) ile bakıldı. Post-hoc testler için bonferroni düzeltmesi uygulandı. İki sürekli değişken arasındaki doğrusal ilişki için Spearman korelasyon katsayısına ve anlamlılığına bakıldı. Korelasyon katsayısı 0 ile ± 0.3 arasında ise ilişki yok, 0.3-0.5 arasında ise pozitif (- ise: negatif) yönde zayıf ilişki, 0.5 ile 0.7 arasında ise pozitif (- ise: negatif) yönde orta düzeyde ilişki, >0.7 ise güçlü düzeyde (- ise: negatif) ilişki olduğu kabul edildi. İki yönlü p değerinin <0.05 olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. İstatistikler ve görselleştirmeler R versiyon 4.0.0 ile yapıldı.

BULGULAR

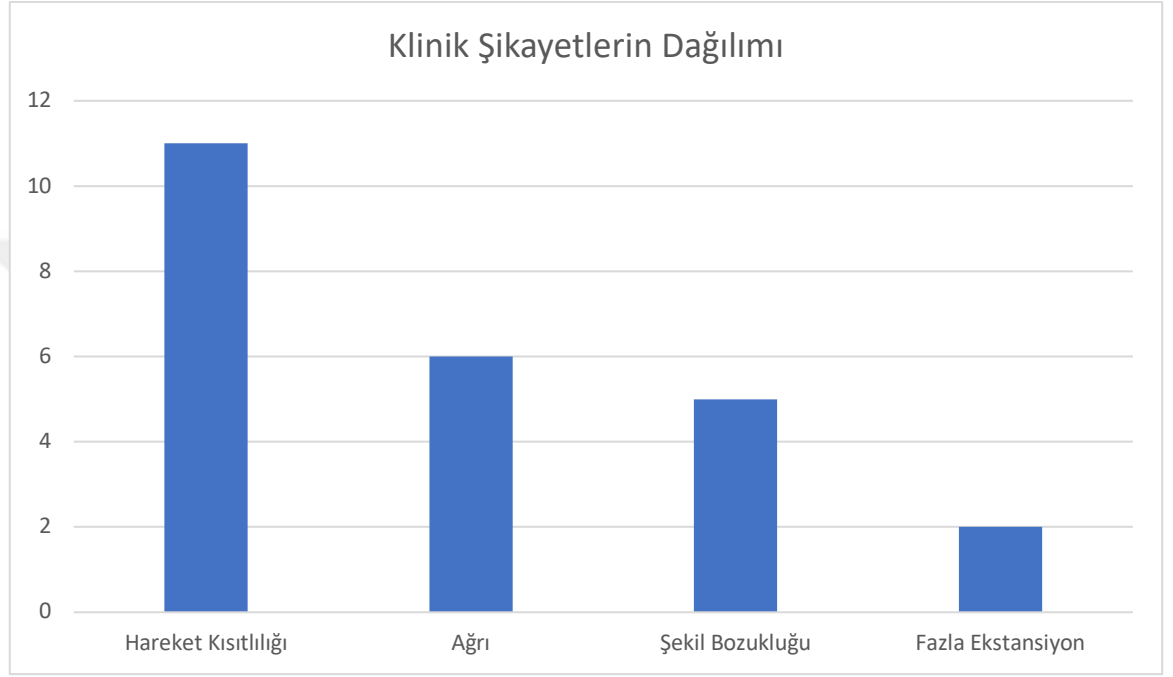
Ocak 2012 ve Ekim 2020 tarihleri arasında hastanemizde tedavi edilen suprakondiler kırık hastalarından çalışma kriterlerine uygun ve verileri tam olan 85 tanesi çalışmamıza dahil edilmiştir. Hastaların 50 tanesi erkek, 35'i kadındı. Olay anındaki yaş ortalaması $6,1\pm 2,7$ dir. Hastalar 1. ay kontrollerinde AHÇ'nin kapitellumu kestiği yere göre ekstansiyon veya fleksiyon malunyonu olarak sınıflandırıldılar (Tablo 3). Hastaların 68'inde ekstansiyon tipi malunyon varken 17'sinde fleksiyon tipi malunyon mevcuttu. İki grup klinik ve radyolojik olarak ayrı ayrı incelendi.

Tablo 3 Tüm hastaların demografik bilgileri

Hasta Sayısı	85
Yaş ortalaması	6.14 (2.70)
Cinsiyet dağılımı	35 (41.2%) Kız 50 (58.8%) Erkek
Kırık taraf	49 (57.6%) Sol 36 (42.4%) Sağ
Gartland tipi	36 (42.4%) Tip 2 38 (44.7%) Tip 3 11 (12,9%) Fleksiyon tipi

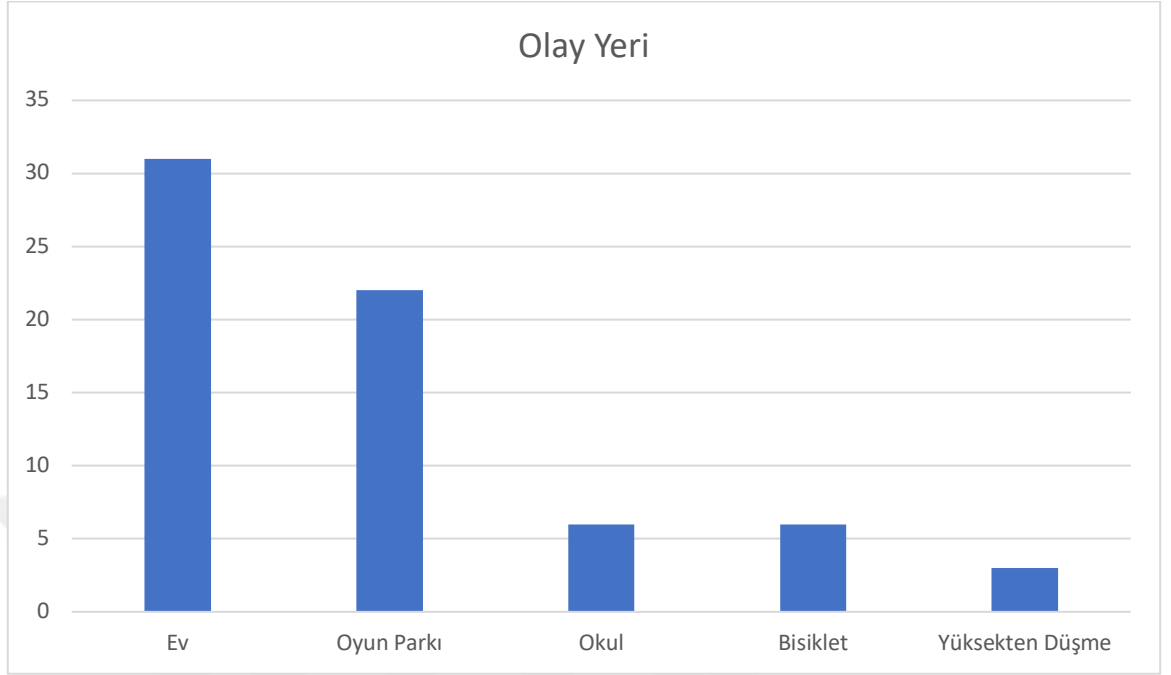
Ekstansiyon tipi malunyonu olan 68 hastanın 30'u erkek 38'i kadındı. Hastaların olay anındaki yaş ortalaması $5,6\pm 2,6$ 'dır. Hastaların takip süresi ortalama $3,4\pm 2,3$ yıldır. Son kontrolde ortalama yaş $9,4\pm 3,2$ 'dir. Hastalarda kırık taraf 38 hastada sol iken, 30 hastada ise sağ dirsekti. Hastaların %53'ünde kırık ekstremitte dominant olan ekstremiteydi. Başvuru grafisinde yapılan Gartland sınıflamasına göre 32 hasta tip 2, 29 hasta tip 3, 5 hasta ise fleksiyon tipi kırığa sahipti. Tedavi yöntemi olarak hastaların 9'una uzun kol alçı uygulaması, 18'ine redüksiyon ve uzun kol alçı uygulaması, 32'sine KRİF, 9'una ise ARİF uygulanmıştır. Opere edilen 41 hastada en sık uygulanan K teli konfigürasyonu 17 hastada uygulanan 2 lateral ve 1 medial K

teli, 9 hastada 3 lateral, 7 hastada 3 lateral ve 1 medial, 8 hastada 2 lateral K telidir. 6 hastada acil başvurusu sırasında nöropraksi görülmüştür. 1 hastada ise postoperatif dönemde nöropraksi izlenmişken tüm hastalar takiplerinde nörolojik olarak doğal hale gelmiştir. 4 hastada takiplerde pin dibi yüzeysel enfeksiyon izlenmiş ve oral antibiyotik ile tedavi edilmişlerdir.



Şekil 7 Ekstansiyon malunyonlarda klinik şikayetlerin dağılımı

21 hastanın şikâyeti varken geri kalan hastalar klinik durumlarını iyi olarak değerlendirmişlerdir. En sık şikâyet 11 hastanın ifade ettiği hareket kısıtlılığıdır, hastalar hareket kısıtlılığı ile dirsek fleksiyonundaki kısıtlılığı kastetmektedirler. İkinci en sık şikâyet 6 hastanın ifade ettiği hareket sırasında zaman zaman olan ağrıdır. 5 hasta dirsekte şekil bozukluğundan, 2 hasta ise dirseğin fazla ekstansiyona gitmesinden şikâyet etmiştir (Şekil 7).



Şekil 8 Ekstansiyon malunyonlarda olay yeri dağılımı

Hastaların 31’i ev içi, 22’si oyun parkı veya sokakta oyun oynarken, 6’sı okulda, 6’sı bisikletten, 3’ü ise yüksekten düşmüştür (Şekil 8).

Hastalardan 9’unda kırık geçirilmiş ekstremitede kubitüs varus, 1’inde ise kubitüs valgus izlenmiştir. Kubitüs varus veya valgus tanımlamasında karşı dirsekten 10 derecelik fark baz alınmıştır.

Gonyometre ile yapılan ölçümlerde kırık geçirilmiş dirsekte fleksiyon ortalaması $132 \pm 8,4$, ekstansiyon ortalaması $-16,9 \pm 6,7$ derece ölçülmüştür. Toplam eklem hareket açıklığı ortalaması $149 \pm 9,8$ ’dir. Sağlam tarafta ise fleksiyon ortalaması $140 \pm 5,8$, ekstansiyon ortalaması $-14,1 \pm 4,1$ ’dir. Sağlam taraf toplam eklem hareket açıklığı $154 \pm 6,3$ bulunmuştur. Sağlam taraf fleksiyonu kırık geçirilmiş taraftan ortalama 8,2 derece fazladır. Ekstansiyon ise kırık geçiren tarafta sağlam tarafa göre 2,8 derece daha fazladır. Toplam hareket açıklığına bakıldığında sağlam tarafta ortalama 5,3 derece daha fazla olduğu görülmüştür. Taşıma açıları ise sağlam ekstremitede ortalama $11,5 \pm 4,8$ varusta iken, kırık geçiren tarafta $9,1 \pm 7,4$ varustadır.

Tablo 4 Ekstansiyon malunyonlarda son kontrolde kırık ve sağlam taraf hareket ve taşıma açısı ölçümleri ve kıyaslanması

Ölçüm	SKHK geçirilmiş taraf	Sağlam Taraf	p
Fleksiyon	132 (8.41)	140 (5.85)	<0.001
Ekstansiyon	-16.9 (6.73)	-14.1 (4.16)	0.005
Eklem Hareket Açıklığı	149 (9.85)	154 (6.33)	<0.001
Taşıma Açısı	9.1 (7.47)	11.5 (4.80)	0.032

Tablo 4’te gösterilen son kontroldeki hastalarda kırık geçirilmiş taraf ile sağlam taraf arasında yapılan kıyaslamada SKHK geçirilmiş dirsekte fleksiyonun ve EHA’nın diğer ekstremiteye göre istatistiki anlamlı olarak daha az ($p<0.001$), ekstansiyonun ise anlamlı olarak daha fazla olduğu görülmüştür ($p=0.005$), distal humerustaki malunyonun ekstansiyon yönünde olması nedeniyle mevcut bulgular beklentiyle uyumludur. Taşıma açısında da istatistiki olarak diğer klinik ölçümlerden daha az anlamlı olarak varus yönünde fark mevcuttur ($p=0.032$).

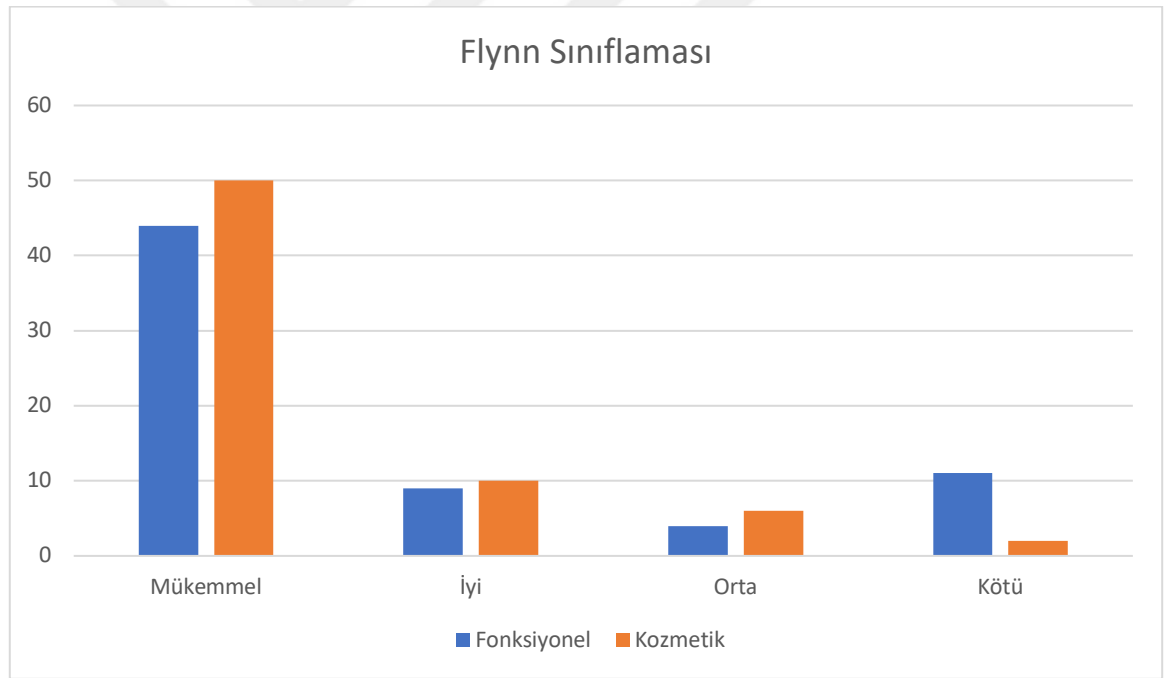
İki ekstremitte arasında 8 derecelik fleksiyon farkının dirseğin yaklaşık 150 derecelik eklem hareket açıklığı göz önüne alındığında kliniğe yansımının az olacağı düşünülebilir fakat literatürde sıklıkla kullanılan Flynn kriterlerinde 5 derecelik farklar ile hastalar sınıflandığı göz önüne alındığında farkın klinik olarak da anlamlı olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 5 Ekstansiyon malunyonlarda kırık geçirilmiş tarafın eklem hareketlerinin sağlam taraf ile oranlanması

Sağlam ekstremitte ile göreceli ROM	Karşı taraf ile oran yüzdesi
Relatif fleksiyon	94.3 (6.57)
Relatif ekstansiyon	122 (40.2)
Relatif EHA	96.6 (6.41)

Son kontrolde hastaların kırık geçirilmiş dirsek fleksiyonunun sağlam tarafın ortalama olarak %94'üne ulaştığı, ekstansiyonun sağlam taraftan %22 daha fazla olduğu, toplam EHA'nın sağlam tarafın %96'sına ulaştığı izlenmiştir (Tablo 5).

Hastaların Flynn skorlamasında fonksiyonel olarak 44 (64.7%) hasta mükemmel, 9 (13.2%) hasta iyi, 4 (5.88%) hasta orta, 11 (16.2%) hasta ise kötü olarak sınıflandı. Kozmetik Flynn skorunda ise 50 (73.5%) hasta mükemmel, 10 (14.7%) hasta iyi, 6 (8.82%) hasta orta, 2 (2.94%) hasta ise kötü grupta sınıflandı (Şekil 9). Hastaların ortalama MEPS skoru $94\pm6,1$, QDASH ise $8,3\pm8,4$ olarak ölçüldü. MEPS ve Quickdash skoru 8 yaşından küçük çocuklarda ailenin yardımıyla dolduruldu.



Şekil 9 Ekstansiyon malunyonlarda kozmetik ve fonksiyonel Flynn sınıflaması dağılımı

Hastalarda radyolojik ölçümler redüksiyon sonrası veya ameliyat sonrası ilk grafide, 1. ayda alçı ve pinler çıktıktan sonraki ilk grafide ve son kontroldeki grafilerinde ve son kontroldeki diğer ekstremitte grafilerinde yapılmıştır. Çekilen AP veya lateral grafilerin bazı hastalarda uygun olmaması durumunda ve kadınlarda 12

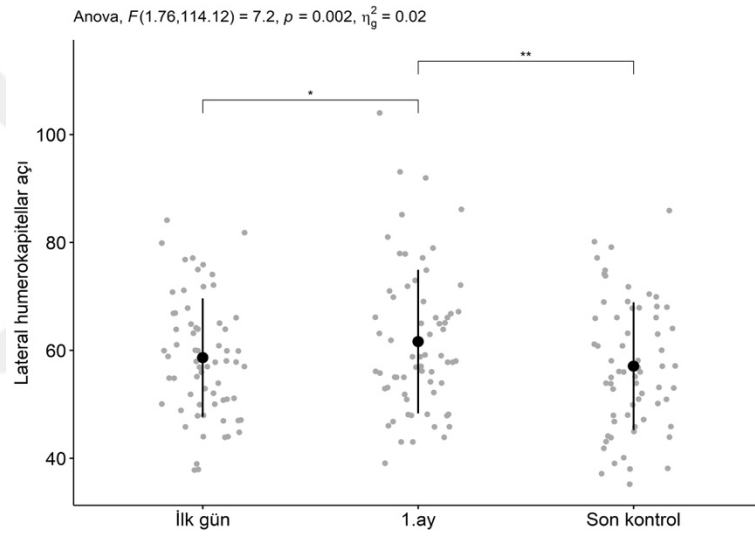
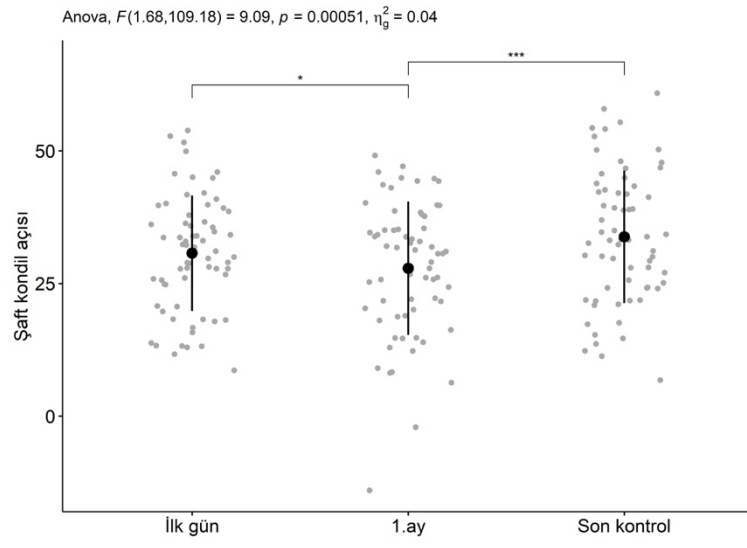
erkeklerde 14 yaş civarında distal humerusta fizlerin kapanması nedeniyle tüm hastalarda bütün açı ölçümleri yapılamamıştır.

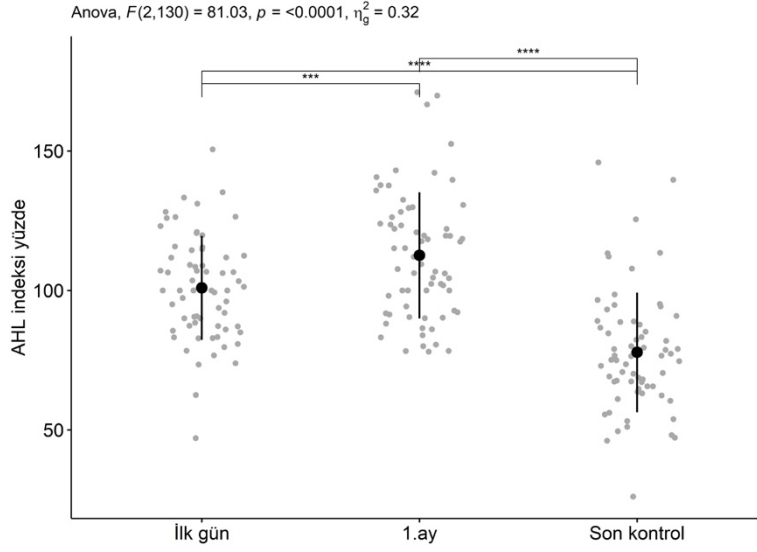
Tablo 6 Ekstansiyon malunyonlarda kırık taraf için ilk kontrol, 1. ay kontrolü ve son kontrol arasında radyolojik ölçümlerin karşılaştırılması

Ölçülen Parametre	İlk Kontrol	1. Ay	Son Kontrol	p*
Baumann Açısı (BA)	72.2 (5.90)	73.1 (6.02)	73.0 (6.31)	0.28
Radyolojik Taşıma Açısı (RTA)	7.27 (5.75)	6.28 (6.58)	8.15 (7.44)	0.18
Humeroulnar Açı (HUA)	9.44 (6.35)	6.78 (7.31)	7.83 (8.06)	0.047
Metafizodiafizer Açı (MDA)	88.3 (2.84)	88.4 (3.29)	88.1 (4.54)	0.17
Lateral Humerokapitellar Açı (LHKA)	58.7 (11.0)	61.6 (13.3)	57.1 (11.8)	0.002
Şaft Kondil Açısı (ŞKA)	30.7 (10.9)	27.9 (12.6)	33.8 (12.5)	<0.001
Anterior Humeral Çizgi (AHÇ) İndeks Yüzdesi	101 (18.7)	113 (22.6)	77.8 (21.5)	<0.001

*Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi

Tablo 6’da 3 farklı dönemde ölçülen açıların ortalamalarının zaman göre değişimi gösterilmektedir. Koronal plan ölçümlerinde (BA, RTA ve MDA) istatistiki olarak anlamlı bir değişim görülmemektedir. Çalışmaya dahil edilen hastalar belirgin olarak sagittal planda deformitesi olan hastalardan seçildiği ve başlangıçtaki ölçülen koronal plan açıları normal sınırlar içerisinde olduğundan bu durum beklentiye uygundur.





Şekil 10 Ekstansiyon malunyonlarda kırık taraf için ilk kontrol, 1. ay kontrolü ve son kontrol arasında LHKA, ŞKA ve AHÇ indeks ölçümlerinin ikili karşılaştırılması

Hastaların sagittal plan ölçümlerinde (LHKA, ŞKA, AHÇ endeks yüzdesi) ise zamana göre değişimde anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p=0,002$, $p<0.001$, $p<0.001$).

Farklı zamanlarda yapılan üç ayrı ölçüm arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda LHKA’da 1.gün ve 1. Ay ölçümü ile 1. Ay ve son kontrol ölçümü arasında anlamlı bir fark mevcutken, 1. Gün ve son kontrol ölçümü arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Şekil 10).

Şaft kondil açısı için de benzer şekilde 1.gün ve 1. ay ölçümü ile 1. ay ve son kontrol ölçümü arasında anlamlı bir fark mevcutken, 1. gün ve son kontrol ölçümü arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Şekil 10).

AHL indeks yüzdesinde ise 1.gün ve 1. Ay ölçümü, 1. Ay ve son kontrol ölçümü ve 1. gün ve son kontrol ölçümü arasında anlamlı bir fark mevcuttur (Şekil 10).

Sagittal plan ölçümlerinde ilk kontrol ve 1. Ay kontrolü arasındaki farklar iki kontrol arasındaki süre kısa olduğu için remodelasyondan daha çok alçı, KRİF veya ARİF yöntemleri ile yapılan tedavide rijit fiksasyon sağlanamamasına ve takip sürecinde kaynamanın gerçekleşene kadar redüksiyonda değişiklikler olması ile açıklanabilir. LHKA’ nın ve AHÇ indeksinin artması, ŞKA’ sının azalması ve istatistiki olarak anlamlı olması iki takip arasında hastalarda redüksiyonda bir miktar kayıp olduğu şeklinde açıklanabilir.

1. ay kontrolü ve son kontrol arasında istatistiki olarak LHKA ve AHÇ endeksindekinin azalması, ŞKA artması hastalarda mevcut malunyonu düzeltecek yönde remodelasyon gerçekleşmesi ile açıklanabilir.

Tablo 7 Ekstansiyon malunyonlarda son kontroldeki sağlam dirsek açılı ölçümleri

Ölçülen Parametre	Derece (AHÇ indeksi için yüzde)	Ölçüm Yapılabilen Hasta Sayısı
Baumann Açısı (BA)	71.1 (4.50)	59
Radyolojik Taşıma Açısı (RTA)	11.2 (4.68)	63
Humeroulnar Açılı (HUA)	11.0 (5.18)	63
Metafizodiafier Açılı (MDA)	88.3 (2.67)	63
Lateral Humeroepitellar Açılı (LHKA)	46.7 (8.72)	65
Şaft Kondil Açılısı (ŞKA)	43.3 (9.46)	66
AHÇ İndeks Yüzdesi	54.2 (10.2)	66

Tablo 8 Ekstansiyon malunyonlarda son kontrolde SKHK geçirilmiş ve sağlam taraf arası açısal farklar

Ölçüm	Kırık geçirilmiş taraf	Sağlam Taraf	p*
Baumann Açılısı (BA)	72.8 (6.41)	71.1 (4.50)	0.095
Radyolojik Taşıma Açılısı (RTA)	8.41 (7.31)	11.2 (4.68)	0.011
Humeroulnar Açılı (HUA)	8.07 (7.95)	11.0 (5.18)	0.013

Metafizodiafier Açığı (MDA)	88.3 (4.73)	88.3 (2.67)	0.988
Lateral Humeroepitellar Açığı (LHKA)	56.9 (11.8)	46.7 (8.72)	<0.001
Şaft Kondil Açığı (ŞKA)	34.2 (12.5)	43.3 (9.46)	<0.001
AHÇ İndeks Yüzdesi	77.5 (21.2)	54.2 (10.2)	<0.001

*Bağımsız gruplarda t- testi

Hastaların son kontrollerinde SKHK geçirilmiş taraf ve sağlam taraf arasında koronal plan ölçümlerinde BA ve MDA arasında anlamlı bir fark bulunmazken, RTA ve HUA arasında anlamlı bir fark mevcuttur. (Tablo 7 ve 8) Tablo 4’te gösterilen klinik olarak ölçülmüş taşıma açısında da benzer şekilde anlamlı fark bulunması bu bulgu ile uyumludur.

Sagittal planda yapılan LHKA, ŞKA ve AHÇ indeks yüzdesi değerleri sağlam taraf ve kırık geçirilmiş taraf karşılaştırıldığında istatistiki olarak anlamlı fark izlenmiştir ($p<0.001$).

Tablo 9 Ekstansiyon malunyonu olan hastalarda klinik olarak yetersiz sonuçlu hastaların diğer hastalar ile klinik parametrelerinin kıyaslanması

	Klinik sonucu iyi olanlar	Yetersiz klinik sonucu	p
Hasta Sayısı	48	20	
Yaş	5.88 (2.70)	5.25 (2.36)	0.346*
Takip süresi	3.86 (2.08)	3.45 (2.95)	0.583*
Cinsiyet	21 (43.8%) K 27 (56.2%) E	9 (45.0%) K 11 (55.0%) E	1.000**
Fleksiyon Derecesi	134 (7.48)	126 (8.04)	0.001*

Ekstansiyon Derecesi	-18.26 (6.19)	-13.79 (7.11)	0.023*
Eklem Hareket Açıklığı	152 (6.48)	140 (11.2)	<0.001*
Klinik Taşıma Açısı	11.5 (4.03)	3.37 (10.5)	0.004*

*Bağımsız gruplarda t- testi, **Ki-kare testi

Ekstansiyon malunyonlarda kozmetik ve/veya fonksiyonel Flynn kriterine göre orta ve kötü sonuca sahip 20 hastanın sonuçları yetersiz olarak değerlendirilmiştir. Bu hastalar tablo 9’da geri kalan 48 hasta ile karşılaştırıldığında cinsiyet, yaş ve takip süresi olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Gonyometre ile yapılan klinik ölçümlerde hastaların fleksiyon, ekstansiyon, klinik taşıma açısı ve eklem hareket açıklıklarının Flynn skoru yüksek olanlara göre anlamlı olarak daha az olduğu görülmüştür (p sırasıyla 0.001, 0.023, 0.004, <0.001). Flynn skoru eklem hareket açıklığında veya taşıma açısında karşı ekstremiteye göre fark arttıkça kötüleştiği için bu klinik sonuçlar skora ile uyumludur.

Radyolojik ölçümlerde iki grubun 1. gün ölçümleri arasında koronal ve sagittal plan açı ölçümlerinde anlamlı fark izlenmezken yalnızca 1. gün AHÇ indeksi klinik sonucu kötü olanlarda istatistiki anlamlı olarak daha yüksek çıkmıştır (p= 0.035). İndeksin yüksek olması bu grupta sagittal planda kapitellumun başlangıçta da daha posteriora deplase olduğunu göstermektedir.

İki grup arasında tablo 9’da 1. ay ölçümlerinde yapılan karşılaştırmada BA ve HUA arasında anlamlı fark bulunmazken, MDA ve LHKA yetersiz klinik sonucu olan hastalarda diğer gruba göre anlamlı şekilde yüksek, ŞKA ise daha düşük çıkmıştır (p değerleri sırası ile 0.034, 0.025, 0.010). İlk gün kontrolüne benzer olarak 1. ay kontrolünde de AHL indeksi yetersiz hastalarda klinik sonucu iyi olanlara göre daha yüksek çıkmıştır (p= 0.002) LHKA’nın daha yüksek, ŞKA’nın daha düşük, AHÇ indeksinin daha fazla olması kapitellumun bu grupta 1. Ay kontrolünde de diğerlerine göre daha posteriora deplase olduğunu göstermektedir.

Son kontrolde yapılan ölçümlerde gruplar arasında BA'da, remodelasyon miktarı ve hızında anlamlı fark bulunmamıştır. Radyolojik ve klinik taşıma açısı, HUA, MDA, LHKA, ŞKA ve AHÇ indeksinde anlamlı farklar mevcuttur. Klinik sonucu kötü olanlarda AHÇ indeksi ve LHKA daha yüksekken, ŞKA daha düşüktür ($p=0.009$, $p=0.026$, $p=0.036$), bu durum hastaların radyolojik olarak da sagittal plan dizilimlerinin diğer gruba göre daha kötü olduğunu göstermektedir.

Tablo 10 Klinik olarak yetersiz sonuçlu hastaların diğer hastalar ile radyolojik olarak kıyaslanması

	Klinik sonucu iyi olanlar	Klinik sonucu yetersiz hastalar	p*
Hasta Sayısı	48	20	
1. Gün Ölçümleri			
Baumann Açısı	72.3 (5.42)	71.3 (7.01)	0.606
Humeroulnar Açısı	9.6 (6.00)	8.9 (7.51)	0.737
Metafizodiafiz Açısı	88.3 (2.84)	88.2 (2.79)	0.861
Lateral Humerokapitellar Açısı	57.2 (9.53)	62.2 (13.6)	0.162
Şaft Kondil Açısı	32.4 (9.64)	26.6 (12.9)	0.091
AHÇ İndeks Yüzdesi	97.5 (16.8)	109 (20.7)	0.035

1. Ay Ölçümleri			
Baumann Açısı	72.2 (4.73)	75.2 (7.86)	0.151
Humeroulnar Açısı	7.85 (6.27)	3.51 (8.84)	0.076
Metafizodiafizier Açısı	87.7 (2.71)	90.0 (4.03)	0.034
Lateral Humerokapitellar Açısı	58.8 (10.8)	68.1 (16.1)	0.025
Şaft Kondil Açısı	30.9 (10.5)	21.1 (14.5)	0.010
AHÇ İndeks Yüzdesi	106 (19.0)	128 (24.6)	0.002
Son Kontrol Ölçümleri			
Baumann Açısı	71.5 (4.18)	75.6 (9.30)	0.083
Radyolojik Taşıma Açısı	10.6 (4.48)	3.4 (9.85)	0.005
Humeroulnar Açısı	10.2 (5.02)	3.1 (11.0)	0.011
Metafizodiafizier Açısı	87.1 (3.79)	91.2 (5.51)	0.006
Lateral Humerokapitellar Açısı	54.7 (10.5)	62.6 (13.2)	0.026
Şaft Kondil Açısı	36.4 (11.5)	28.9 (13.5)	0.036
AHÇ İndeks Yüzdesi	71.8 (14.1)	91.1 (28.5)	0.009
Remodelasyon Farkı	20.9 (37.1)	26.8 (31.7)	0.509
Yıllık Remodelasyon Hızı	7.34 (12.7)	11.3 (11.6)	0.215

*Bağımsız gruplarda t- testi

Tablo 11 Ekstansiyon malunyon hastalarında fonksiyonel Flynn sonucu orta ve kötü olanları diğer hastalar ile karşılaştırılması

	Fonksiyonel Flynn Orta – Kötü	Fonksiyonel Flynn Mükemmel- İyi	p
Hasta Sayısı	15	53	
İlk Başvuru Yaş	5.4 [1.5;9.2]	5.7 [1.4;10.8]	0.684*
Cinsiyet	7 (46.7%) K 8 (53.3%) E	23 (43.4%) K 30 (56.6%) E	1.000**
Takip Süresi	1.9 [1.3;13.1]	3.7 [1.2;9.2]	0.010*
Son Kontrol Klinik Ölçümler			
Fleksiyon	124 [110;134]	134 [118;146]	<0.001*
Ekstansiyon	-12.0 [-20.0;0.0]	-18.0 [-34.0;-10.0]	0.011*
Eklem Hareket Açıklığı	140 [120;148]	152 [140;164]	<0.001*
Kırık Sağlam Fleksiyon Fark	-20.0 [-40.0;-10.0]	-4.0 [-20.0;10.0]	<0.001*
Kırık Sağlam Ekstansiyon Fark	0.0 [-10.0;15.0]	-4.0 [-12.0;4.0]	0.053*
Kırık Sağlam EHA Fark	-17.0 [-40.0;-12.0]	-2.0 [-10.0;10.0]	<0.001*
Son Kontrol Radyolojik Ölçümler			
Baumann Açısı	73.5 [62.0;87.0]	72.0 [62.0;100]	0.255*
Radyolojik Taşıma Açısı	6.0 [-16.0;15.0]	10.0 [-11.0;23.0]	0.020*
Humeroulnar Açısı	5.0 [-18.0;16.0]	10.0 [-20.0;25.0]	0.041*
Metafizodiafizel Açısı	91.0 [82.0;100]	88.0 [76.0;100]	0.056*
Lateral Humerokapitellar Açısı	69.0 [35.0;86.0]	54.0 [37.0;79.0]	0.001*
Şaft Kondil Açısı	22.0 [7.0;55.0]	37.0 [11.0;61.0]	0.004*
AHL İndeks Yüzde	96.6 [26.1;146]	70.4 [46.2;98.5]	0.001*

*Mann Whitney U testi, **Ki-kare testi

Tablo 11’de ekstansiyon tipi malunyonlarda sadece fonksiyonel Flynn kriterine göre orta ve kötü sonucu sahip 15 hasta geri kalan 53 hasta ile karşılaştırıldığında başvuru anındaki yaşı ve cinsiyetleri arasında istatistiki anlamlı fark saptanmazken, takip süresi orta ve kötü sonucu olan grupta anlamlı şekilde daha kısadır (1.9 – 3.7 p=0.010).

Fonksiyonel Flynn skoru iki ekstremitte arasındaki eklem hareket açıklığı arasındaki farkın artması ile kötüleştiği için beklentiye uygun olarak orta ve kötü sonuçlu hastalarda fleksiyon, ekstansiyon ve EHA diğer gruba göre anlamlı şekilde azdır (p <0.001, p=0.011, p <0.001). Hastaların sağlam taraf dirsekleri ile yapılan karşılaştırmada fleksiyon ve EHA farkı anlamlı olarak orta ve kötü sonucu olanlarda daha fazladır (p<0.001, p<0.001), ekstansiyon farkı ise istatistiki olarak anlamlı çıkmamıştır (p= 0.053).

Hastaların son kontroldeki radyolojik ölçümleri iki grup arası karşılaştırıldığında BA ve MDA’ da anlamlı fark gözlenmezken orta-kötü sonuçlu hastaların HUA ve radyolojik taşıma açısı daha düşük bulunmuştur (p=0.041, p=0.020). Tablo 8’de tüm hastaların son kontrol koronal plan radyolojik sonuçları sağlam ekstremiteleri ile karşılaştırıldığında da bu iki açı sağlıklı ekstremiteden anlamlı olarak düşük çıkmıştı, SKHK sonrası üç eksen de deformite gelişmesi nedeniyle her ne kadar çalışma grubu hastaları sagittal planda belirgin deformitesi olanlar arasında seçilmiş olsalar da koronal planda da kısmi olarak deformiteleri mevcuttur. SKHK sonrası kubitüs varus gelişiminin etyolojisinde redüksiyon kusuru yanında epifizyel hasar da olabileceği düşünülmektedir, postop erken dönem grafisinde koronal plan dizilimi düzgün bir hastada takiplerde koronal dizilim bozukluğu da gelişmiş olabilir.

Sagittal plan ölçümlerinde orta-kötü grupta LHKA’nın anlamlı olarak yüksek, ŞKA’nın anlamlı düşük ve AHÇ indeks yüzdesi anlamlı yüksek çıkmıştır (p=0.001, p=0.004, p=0.001). Bu bulgular sagittal planda dizilim bozukluğunu ortaya koyan radyolojik farklılıkların kliniğe de yansıdığını kanıtlamaktadır. Takip süresinin orta-kötü olan grupta anlamlı olarak daha kısa olması takip süresi uzadıkça remodelasyonun arttığı ve klinik sonuçların düzeldiğini akla getirebilir fakat tablo 12’de gösterildiği üzere takip süresi, hasta yaşı ve AHÇ indeksindeki değişim arasındaki korelasyona bakıldığında destekleyici bir veri ortaya çıkmamıştır.

Tablo 12 AHÇ İndeks Farkı ile Yaş ve Takip Süresi Korelasyonu

	Yaş		Takip Süresi	
	cor	p*	cor	p*
AHÇ İndeks Farkı	-0,07	0,527	0,03	0,738

*Spearman korelasyon testi

Tablo 13 Ekstansiyon malunyonlarda kozmetik Flynn orta ve kötü hastaların diğer hastalar ile karşılaştırılması

	Kozmetik Flynn Orta – Kötü	Kozmetik Flynn Mükemmel- İyi	p Değeri
Hasta Sayısı	8	60	
İlk Başvuru Yaş	4.65 [2.78;7.89]	5.59 [1.42;10.8]	0.332*
Cinsiyet	3 (37.5%) K 5 (62.5%) E	27 (45.0%) K 33 (55.0%) E	1.000**
Takip Süresi	2.95 [1.47;9.00]	3.21 [1.23;13.1]	0.849*
Son Kontrol Klinik Ölçümler			
Fleksiyon	132 [120;142]	132 [110;146]	0.890*
Ekstansiyon	-14.00 [-30.00;-10.00]	-18.00 [-34.00;0.00]	0.647*
Eklem Hareket Açıklığı	152 [134;162]	150 [120;164]	0.703*
Son Kontrol Radyolojik Ölçümler			

Baumann Açısı	78.0 [62.0;100]	72.0 [62.0;87.0]	0.014*
Radyolojik Taşıma Açısı	-7.00[-16.00;23.0]	10.0 [1.00;19.0]	0.001*
Humeroulnar Açısı	-5.50[-20.00;25.0]	10.0 [-3.00;20.0]	0.002*
Metafizodiafizel Açısı	95.5 [82.0;100]	88.0 [76.0;100]	0.002*
Lateral Humeroepitellar Açısı	57.5 [45.0;86.0]	56.0 [35.0;80.0]	0.433*
Şaft Kondil Açısı	34.0 [7.00;45.0]	33.5 [11.0;61.0]	0.376*
AHC İndeks Yüzde	81.2 [63.6;140]	74.1 [26.1;146]	0.077*

*Mann Whitney U testi, **Ki-kare testi

Tablo 13’te kozmetik Flynn kriterlerine göre ekstansiyon tipi malunionu olan hastalar sınıflandırıldığında 8 hasta orta-kötü sınıftayken 60 hasta iyi-mükemmel grupta yer almaktadır. Gruplar arasında ilk başvuru anındaki yaş, cinsiyet ve takip süresi arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Klinik ölçümlerde fleksiyon, ekstansiyon ve eklem hareket açıklığı arasında da anlamlı fark bulunmamıştır.

Radyolojik ölçümlerde iki grup arasında LHKA, ŞKA ve AHC indeks yüzdesinde fark bulunmazken, koronal plan ölçümleri olan BA, RTA, HUA ve MDA arasında anlamlı fark bulunmuştur. Kozmetik Flynn kriteri koronal plan deformitesini değerlendirmektedir bulunan radyolojik bulgular bu durumu desteklemektedir. Koronal plandaki deformitenin klinik taşıma açısını etkilerken eklem hareket açıklığını etkilemediği görülmektedir.

Tablo 14 Tüm hastalarda "kısıtlılık" şikâyeti belirtenlerin diğer hastalar ile karşılaştırılması

	Şikâyeti olmayan hastalar	“Kısıtlılık” ifade eden hastalar	p*
Hasta Sayısı	73	12	
Kırık-Sağlam EHA Farkı	-2.0 [-35.0;10.0]	-13.0 [-40.0;0.0]	0.002

Kırık-Sağlam Ekstansiyon Farkı	-2.0 [-12.0;15.0]	-2.50 [-10.0;6.0]	0.341
Kırık-Sağlam Fleksiyon Farkı	-4.0 [-28.0;12.0]	-16.0 [-40.0;0.0]	0.001
Kırık-Sağlam Taşıma Açısı Farkı	0.0 [-28.0;11.0]	-5.0 [-15.0;2.0]	0.040
Kırık-Sağlam LHKA Farkı	-6.0 [-64.0;9.0]	-12.5 [-80.0;2.0]	0.053
Kırık Sağlam ŞKA Farkı	6.0 [-14.0;30.0]	15.0 [-7.0;40.0]	0.018
Kırık Taraf Fleksiyon	136 [112;154]	126 [110;142]	0.006
Kırık Taraf Ekstansiyon	-15.0 [-32.0;0.0]	-16.50 [-34.0;0.0]	0.874
Kırık Taraf Taşıma Açısı	12.0 [-21.0;24.0]	7.50 [-8.0;16.0]	0.035
Kırık Taraf LHKA	52.0 [28.0;86.0]	66.0 [53.0;80.0]	<0.001
Kırık Taraf ŞKA	41.0 [7.00;66.0]	25.5 [11.0;47.0]	0.001

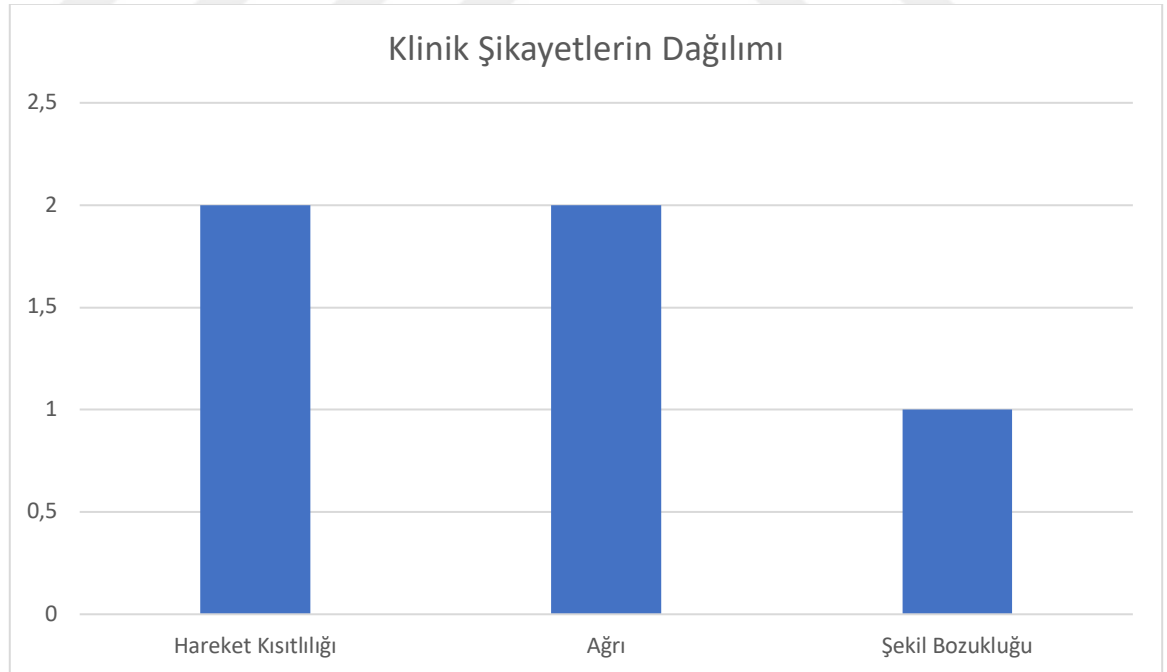
*Mann Whitney U testi

Hastalar arasında klinik şikâyet olarak “kısıtlılık” ifade eden ekstansiyon malunyon grubunda 11, fleksiyon malunyon grubunda 1 hasta bulunmaktadır. “Kısıtlılık” ile hastalar SKHK geçirilmiş dirseklerini sağlıklı dirsekleri kadar bükememe durumunu kastettikleri için tüm hastalar beraber değerlendirilmiştir ve sağlam taraf ile farklara bakılmıştır.

Tablo 14’te bu hastalar kısıtlılık şikâyeti olmayan hastalar ile kıyaslandığında kırık taraf fleksiyon miktarının anlamlı olarak daha az olduğu ($p=0.006$), ekstansiyonda ise anlamlı fark izlenmediği görülmüştür. Hastaların taşıma açısı da daha azdır (daha fazla varustadır) ($p=0.035$). Sağlam dirsek ile farklara bakıldığında kısıtlılık olmayan gruba göre fleksiyon farkı ve EHA farkı anlamlı olarak fazladır ($p=0.001$, $p=0.002$), ekstansiyon farkı ise benzerdir ($p=0.341$). Sağlam dirsek ile taşıma açısı farkı “kısıtlılık” olan grupta diğer gruba göre daha fazladır ($p=0.040$). Yapılan karşılaştırmada “kısıtlılık” hissettiğini söyleyen hasta grubunda fleksiyon

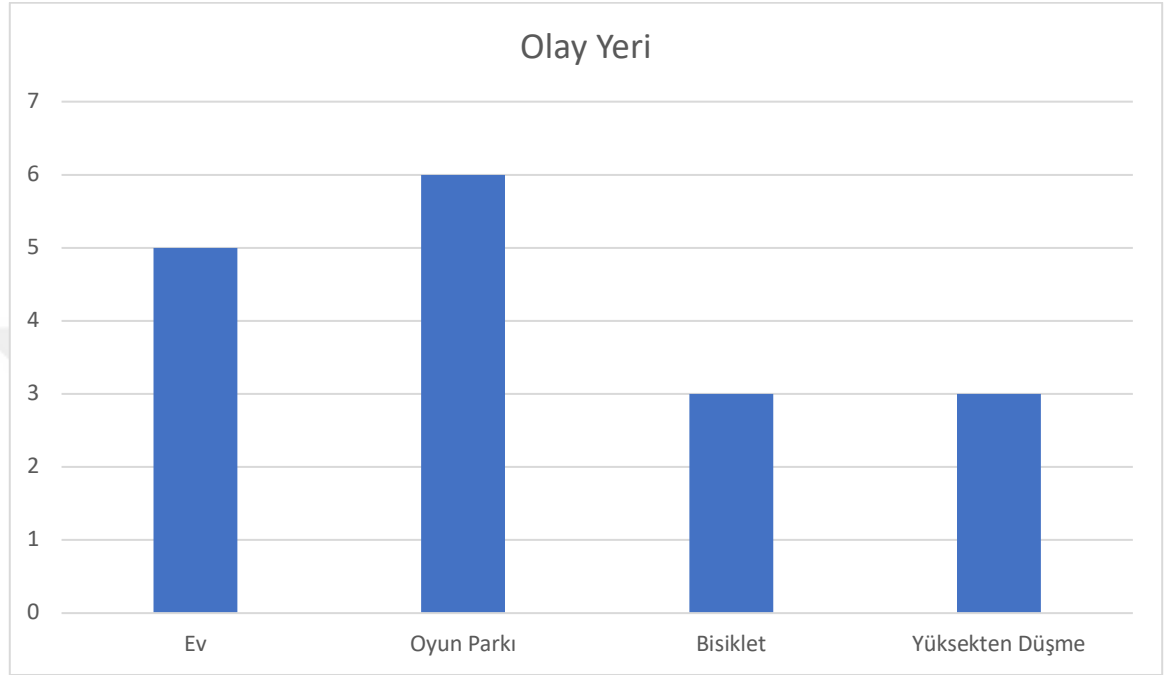
sağlıklı dirseğe göre ortalama 16 derece daha azdır, “kısıtlılık” şikâyeti olmayanlarda ise bu fark ortalama 4 derecedir.

Fleksiyon tipi malunionu olan 17 hastanın 12’si erkek 5’i kadındı. Hastaların olay anındaki yaş ortalaması $7,9 \pm 2,3$ ’tür. Hastaların takip süresi ortalama $5,2 \pm 2,6$ yıldır. Son kontrolde ortalama yaş $13,1 \pm 3,1$ ’dir. Hastalarda kırık taraf 11 hastada sol iken, 6 hastada ise sağ dirsekti. Hastaların %35’inde kırık ekstremité dominant olan ekstremitéydi. Başvuru grafisinde yapılan Gartland sınıflamasına göre 2 hasta tip 2, 9 hasta tip 3, 6 hasta ise fleksiyon tipi kırığa sahipti. Tedavi yöntemi olarak hastaların 1’ine uzun kol alçı uygulaması, 1’ine redüksiyon ve uzun kol alçı uygulaması, 7’sine KRİF, 8’ine ise ARİF uygulanmıştır. Opere edilen 15 hastada en sık uygulanan K teli konfigürasyonu 8 hastada uygulanan 2 lateral ve 1 medial K teli, 3 hastada 2 lateral, 2 hastada 3 lateral, 1 hastada 3 lateral ve 1 medial, 1 hastada 1 lateral ve 1 medial K telidir. 4 hastada acil başvurusu sırasında nöropraksi görülmüşken tüm hastalar takiplerinde nörolojik olarak doğal hale gelmiştir. 2 hastada takiplerde pin dibi yüzeysel enfeksiyon izlenmiş ve oral antibiyotik ile tedavi edilmiştir, 1 hastada ise heterotopik ossifikasyon izlenmiştir.



Şekil 11 Fleksiyon malunionlarda klinik şikayetlerin dağılımı

5 hastanın şikâyeti varken geri kalan hastalar klinik durumlarını iyi olarak değerlendirmişlerdir. En sık şikayetler 2’şer hastanın ifade ettiği hareket kısıtlılığı ve ağrıdır. 1 hasta şekil bozukluğundan yakınmaktadır.



Şekil 12 Fleksiyon malunyonlarda olay yeri dağılımı

Hastaların 5’i ev içi, 6’sı oyun parkı veya sokakta oyun oynarken, 3’ü bisikletten, 3’ü ise yüksekten düşmüştür.

Tablo 15 Son kontrolde fleksiyon malunyonlarda kırık ve sağlam taraf hareket ve taşıma açısı ölçümleri

Ölçüm	Kırık geçirilmiş taraf	Sağlam Taraf	p*
Fleksiyon	139 (6.4)	140 (3.1)	0.420
Ekstansiyon	-10.7 (6.2)	-13.4 (4.6)	0.139
Eklem Hareket Açıklığı	150 (6.8)	153 (4.5)	0.232
Taşıma Açısı	12.6 (5.6)	12.4 (3.7)	0.411

*Bağımsız gruplarda t-testi

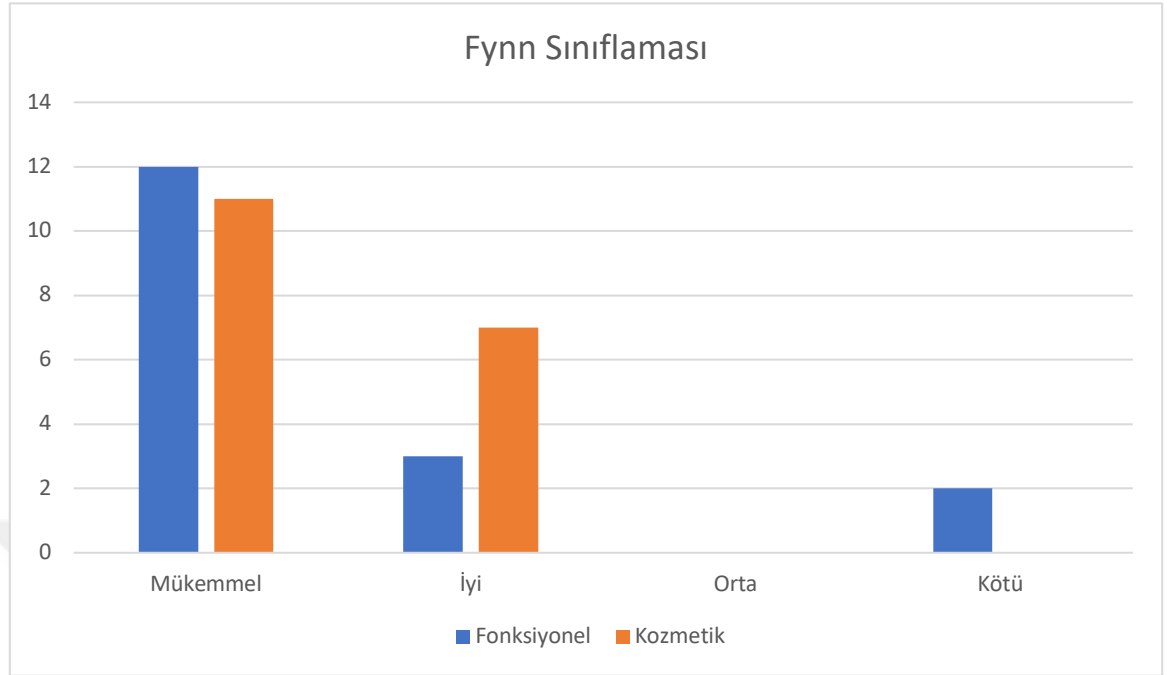
Fleksiyon malunyon hastalarında kubitüs varus veya kubitüs valgus izlenmemiştir. Hastaların gonyometre ile yapılan ölçümlerde SKHK geçirilmiş dirsekte fleksiyon ortalaması $139\pm6,4$, ekstansiyon ortalaması $-10,7\pm6,2$, taşıma açısı ise $12,6\pm5,6$ derece ölçülmüştür. Toplam eklem hareket açıklığı ortalaması $150\pm6,8$ 'dir. Sağlam tarafta ise fleksiyon ortalaması $140\pm3,1$, ekstansiyon ortalaması $-13,4\pm4,6$, taşıma açısı ise $12,4\pm3,7$ 'dir. Sağlam taraf toplam eklem hareket açıklığı $153\pm4,5$ bulunmuştur. Sağlam taraf fleksiyonu kırık taraftan ortalama 1 derece, ekstansiyonu ise 2,7 derece fazladır. Toplam hareket açıklığına bakıldığında sağlam tarafta ortalama 3 derece daha fazla olduğu görülmüştür, fakat istatistiki olarak anlamlı bir fark mevcut değildir (Tablo 15). Ekstansiyon malunyonlarında SKHK geçirilmiş ekstremitede ekstansiyon diğer ekstremiteye göre artıp fleksiyonun azalmışken fleksiyon tipi malunyonlarda hastalarda hem fleksiyon hem ekstansiyon diğer ekstremiteden daha azdır. Fleksiyon malunyon grubundaki bu farklılıklar istatistiki olarak anlamlı çıkmamıştır. Ön kol taşıma açısı ise sağlam ekstremitede ortalama $12,4\pm3,7$ varusta iken, kırık geçiren tarafta $12,6\pm5,6$ 'dır.

Tablo 16 Fleksiyon malunyonlarda kırık geçirilmiş tarafın eklem hareketlerinin sağlam taraf ile oranlanması

Sağlam ekstremit ile göreceli ROM	Yüzde
Relatif fleksiyon	99.7 (3.8)
Relatif ekstansiyon	80.9 (41.9)
Relatif EHA	98.1 (4.7)

Son kontrolde hastaların kırık geçirilmiş dirsek fleksiyonunun sağlam tarafın ortalama olarak %99'una ulaştığı, ekstansiyonun sağlam taraftan %19 daha az

olduğu, toplam EHA'nın sağlam tarafın %98'ine ulaştığı görülmüştür (Tablo 16).



Şekil 13 Fleksiyon malunyonlarda kozmetik ve fonksiyonel Flynn sınıflaması dağılımı

Hastalar Flynn skorlamasında fonksiyonel olarak 12 (70.6%) hasta mükemmel, 3 (17,6%) hasta iyi, 2 (11,8%) hasta ise kötü olarak sınıflandı. Kozmetik Flynn skorunda ise 50 (73.5%) hasta mükemmel, 10 (14.7%) hasta iyi, 6 (8.82%) hasta orta, 2 (2.94%) hasta ise kötü grupta sınıflandı. Hastaların ortalama MEPS skoru $97,1 \pm 5,8$, QuickDASH ise $2,41 \pm 4,8$ olarak ölçüldü.

Hastalarda radyolojik ölçümler redüksiyon sonrası veya ameliyat sonrası ilk grafide, 1. ayda alçı, pinler çıktıktan sonraki ilk grafide ve son kontroldeki grafileri ile son kontroldeki diğer ekstremita grafilerinde yapılmıştır. Çekilen AP veya lateral grafilerin bazı hastalarda uygun olmaması durumunda ve kadınlarda 12 erkeklerde 14 yaş civarında fizlerin kapanması nedeniyle her hastada tüm açı ölçümleri yapılamamıştır.

Tablo 17 Fleksiyon malunyonlarda kırık taraf için ilk kontrol, 1. Ay kontrolü ve son kontrol arasında radyolojik ölçümlerin karşılaştırılması

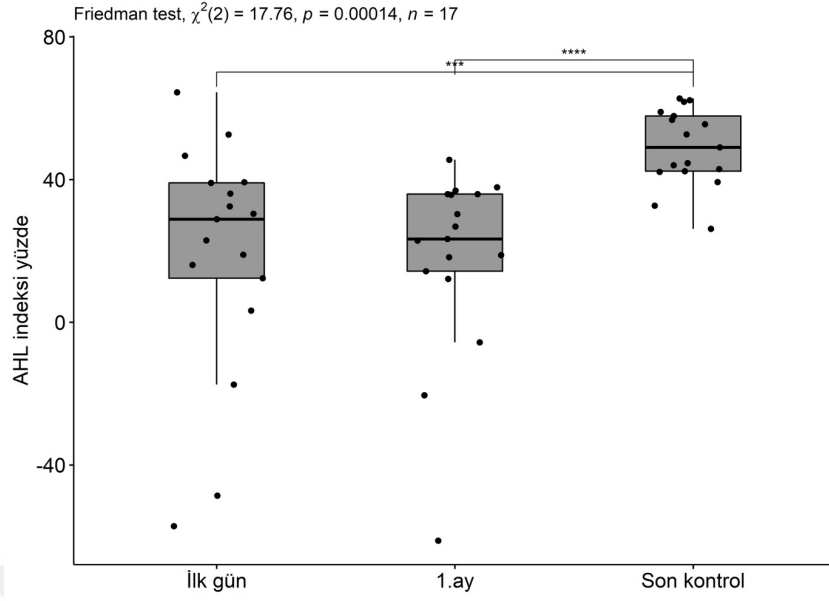
Ölçülen Parametre	1. Gün	1. Ay	Son Kontrol	p*
Baumann Açısı (BA)	71.4 (2.99)	70.2 (3.16)	70.0 (5.68)	0.97
Radyolojik Taşıma Açısı (RTA)	6.94 (4.09)	10.1 (6.51)	10.2 (4.67)	0.08
Humeroulnar Açısı (HUA)	8.12 (4.67)	10.6 (6.68)	10.8 (6.70)	0.36
Metafizodiafiz Açısı (MDA)	89.2 (1.13)	88.6 (2.12)	89.0 (2.18)	0.89
Lateral Humeroepitellar Açısı (LHKA)	42.8 (11.9)	43.3 (12.5)	41.9 (9.67)	0.84
Şaft Kondil Açısı (ŞKA)	44.7 (9.60)	45.9 (10.7)	49.1 (10.0)	0.19
AHC İndeks Yüzdesi	18.8 (33.1)	18.1 (26.4)	48.9 (10.8)	<0.001

*Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi

Tablo 17’de fleksiyon malunyon hastaları için 3 farklı dönemde ölçülen açıların ortalamalarının zaman göre değişimi gösterilmektedir. BA, RTA, HUA, MDA, LHKA ve ŞKA istatistiki olarak anlamlı bir değişim görülmemektedir.

Hastaların AHC indeks yüzdesinde ise zaman göre değişimde anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0.001$).

Farklı zamanlarda yapılan üç ayrı ölçüm arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda AHC indeks yüzdesinde 1.gün ve son kontrol ve 1. Ay ve son kontrol ölçümü arasında anlamlı fark mevcutken, 1. gün ve 1. ay ölçümü arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.



Şekil 14 Fleksiyon malunyonlarda AHÇ indeks zaman içinde değişimi

Tablo 18 Fleksiyon malunyonlarında son kontrolde kırık ve sağlam taraf radyolojik ölçüm karşılaştırması

Ölçüm	Kırık geçirilmiş taraf	Sağlam Taraf	p*
Baumann Açısı	70.0 (5.6)	71.2 (3.9)	0.761
Radyolojik Taşıma Açısı	10.8 (5.1)	10.1 (3.8)	0.945
Humeroulnar Açısı	11.3 (6.8)	10.7 (5.7)	0.809
Metafizodiafier Açısı	89.0 (2.1)	89.5 (1.4)	0.430
Lateral Humerokapitellar Açısı	41.9 (9.6)	40.3 (7.7)	0.669
Şaft Kondil Açısı	49.1 (10.0)	51.1 (7.4)	0.569
AHÇ İndeks Yüzdesi	48.9 (10.8)	53.6 (5.9)	0.293

*Bağımsız gruplarda t-testi

Fleksiyon tipi malunyon hastalarının son kontrollerinde kırık geçirilmiş taraf ve sağlam taraf arasında yapılan radyolojik ölçümlerde LHKA daha yüksek, AHL

indeks yüzdesi ve ŞKA daha düşük çıkmıştır fakat istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 18).

Tablo 19 Fleksiyon malunionlarında fonksiyonel flynn orta ve kötü hastaların diğer hastalar ile karşılaştırılması

	Fonksiyonel Flynn Orta – Kötü	Fonksiyonel Flynn Mükemmel- İyi	p *
Hasta Sayısı	2	15	
İlk Başvuru Yaş	9.5 [8.0;11.0]	7.1 [3.2;11.8]	0.297
Son Kontrol Yaş	12.2 [11.8;12.6]	14.1 [7.1;17.1]	0.456
Takip Süresi	2.6 [1.5;3.7]	5.7 [1.4;9.9]	0.101
Son Kontrol Klinik Ölçümler			
Fleksiyon	133 [128;138]	140 [132;154]	0.152
Ekstansiyon	-6.5 [-10.0;-3.0]	-10.0 [-24.0;0.0]	0.226
Eklem Hareket Açıklığı	140 [138;141]	150 [138;160]	0.043
Son Kontrol Radyolojik Ölçümler			
Baumann Açısı	69.0 [69.0;69.0]	71.0 [58.0;77.0]	0.726
Radyolojik Taşıma Açısı	13.5 [12.0;15.0]	10.0 [4.0;20.0]	0.330
Humeroulnar Açısı	13.5 [12.0;15.0]	10.0 [2.0;25.0]	0.456
Metafizodiafizier Açısı	90.5 [90.0;91.0]	88.0 [85.0;93.0]	0.259
Lateral Humeroepitellar Açısı	44.0 [28.0;60.0]	42.0 [32.0;50.0]	1.000
Şaft Kondil Açısı	47.0 [28.0;66.0]	50.0 [34.0;61.0]	1.000
AHL İndeks Yüzde	49.8 [42.9;56.7]	49.0 [26.2;62.7]	1.000

*Bağımsız gruplarda t- testi

Fleksiyon tipi malunion hastaları arasında kozmetik Flynn kriterlerine göre orta ve kötü sonuca sahip hasta yoktur. Fonksiyonel Flynn skoruna göre orta ve kötü

sonuca sahip 2 hasta vardır. Bu hastalar geri kalan hastalar ile yaş, takip süresi, klinik ve radyolojik ölçümler olarak kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (Tablo 19).

Fleksiyon tipi malunyon hasta grubunda “kısıtlılık” şikâyeti olan tek hasta vardır, hastalar “kısıtlılık” şikâyeti için iki grup beraber kıyaslanmıştır (Tablo 14).

Tüm hastalar son takiplerinde AHÇ’ nin kapitellumu kestiği yere göre dört gruba ayrılmıştır. AHÇ’ nin kapitellumun arkasında olduğu hasta yoktur, AHÇ’ nin kapitellumun önünde kaldığı 7 hasta ile diğer hastalar ile klinik ve radyolojik olarak kıyaslanmıştır.

Tablo 20 Son kontrolde AHÇ'nin kapitellumu kestiği ve kapitellumun önünde kaldığı hastaların kıyaslanması

	AHÇ Kapitellumu Kesenler	AHÇ Kapitellumun Önünde Kalanlar	p Değeri
Hasta Sayısı	78	7	
Yaş	6.14 [1.4;11.8]	5.39 [2.4;9.2]	0.337*
Cinsiyet	32 (41.0%) K 46 (59.0%) E	3 (42.9%) K 4 (57.1%) E	1.000**
Takip Süresi	3.84 [1.2;13.1]	1.90 [1.4;3.1]	0.013*
Remodelasyon Farkı	30.0 [3.0;93.5]	18.4 [3.6;44.3]	0.031*
Kırık Taraf Fleksiyon	135 [112;154]	124 [110;134]	0.001*
Kırık Taraf Ekstansiyon	-16.0 [-34.0;0.0]	-12.0 [-20.0;-8.0]	0.220*
Kırık Taraf EHA	152 [120;164]	136 [120;146]	<0.001*

Kırık-Sağlam EHA Farkı	-2.0 [-35.0;10.0]	-20.0 [-40.0;-14.0]	<0.001*
Kırık-Sağlam Ekstansiyon Farkı	-2.0 [-12.0;15.0]	0.0 [-10.0;8.0]	0.651*
Kırık-Sağlam Fleksiyon Farkı	-4.0 [-28.0;12.0]	-18.0 [-40.0;-14.0]	<0.001*

*Mann Whitney U testi, **Ki-kare testi

Gruplar arasında yaş ve cinsiyet olarak anlamlı fark yoktur fakat takip süresi AHÇ'nin kapitellumun önünde kaldığı grupta anlamlı olarak düşüktür (p=0.013). Son kontrolde AHÇ'nin kapitellumun önünde kaldığı hastalarda fleksiyon ve EHA AHÇ'nin kapitellumu kestiği hastalara göre anlamlı olarak daha düşük saptanmıştır (p=0.001, p<0.001). Ekstansiyon miktarı da daha azdır fakat istatistiki olarak anlamlı değildir (p=0.220). Hastaların sağlam dirsekleri ile yapılan karşılaştırmalarda AHÇ'nin kapitellumun önünde kaldığı hastalarda ekstremiteler arası fleksiyon ve EHA farkının AHÇ'nin kapitellumu kestiği hastalara göre daha fazla olduğu görülmüştür, ekstansiyon farkı daha azdır fakat istatistiki olarak anlamlı değildir (Tablo 20).

Tablo 21 Son kontrolde AHÇ'nin kapitellumun 1/3 önünde kaldığı hastaların kapitellumu kesen diğer hastalar ile kıyaslanması

	AHÇ Arka ve Orta 1/3	AHÇ Ön 1/3	p Değeri
Hasta Sayısı	37	41	
Yaş	6.05 [1.5;11.8]	6.40 [1.4;10.8]	0.908*
Cinsiyet	14 (37.8%) K 23 (62.2%) E	18 (43.9%) K 23 (56.1%) E	0.754**
Takip Süresi	4.81 [1.4;13.1]	2.56 [1.2;9.2]	0.001*
Kırık Taraf Fleksiyon	138 [120;154]	132 [112;146]	<0.001*

Kırık Taraf Ekstansiyon	-12.0 [-32.0;0.0]	-18.0 [-34.0;0.0]	0.002*
Kırık Taraf EHA	152 [120;164]	150 [124;163]	0.358*
Kırık-Sağlam EHA Farkı	-2.00 [-19.0;10.0]	-2.0 [-28.0;8.0]	0.336*
Kırık-Sağlam Ekstansiyon Farkı	0.00 [-6.0;15.0]	-5.00 [-12.0;6.0]	0.001*
Kırık-Sağlam Fleksiyon Farkı	-2.0 [-12.0;8.0]	-6.0 [-28.0;10.0]	0.001*
İlk Kontrol Radyolojik Ölçümler			
Bauman Açısı (BA)	72.0 [58.0;82.0]	71.0 [60.0;83.0]	0.668*
Lateral Humerokapitellar açı (LHKA)	47.0 [29.0;66.0]	60.0 [38.0;84.0]	<0.001*
Şaft kondil açısı (ŞKA)	138 [118;155]	151 [126;171]	<0.001*
AHÇ indeksi	72.1 [-57.1;126]	101 [62.5;135]	<0.001*
1. Ay Kontrolü Radyolojik Ölçümler			
Bauman Açısı (BA)	72.5 [60.0;80.0]	71.0 [60.0;92.0]	0.848*
Lateral Humerokapitellar açı (LHKA)	48.0 [27.0;70.0]	59.0 [43.0;104]	<0.001*
Şaft kondil açısı (ŞKA)	139 [118;166]	152 [136;194]	<0.001*
AHÇ indeksi	80.6 [-61.2;143]	112 [78.0;171]	<0.001*

*Mann Whitney U testi, **Ki-kare testi

Son kontrolde AHÇ'nin ön 1/3 ve kapitellumu kestiği diğer hastalar karşılaştırıldığında yaş ve cinsiyet dağılımında anlamlı fark görülmezken, takip süresi AHÇ'nin ön 1/3'te kaldığı hastalarda anlamlı olarak daha azdır ($p=0.001$). AHÇ'nin ön 1/3'te kaldığı hastalarda fleksiyonun daha düşük, ekstansiyonun daha fazla olduğu görülmüştür ($p<0.001$, $p=0.002$). EHA ön 1/3 grubunda daha düşüktür fakat p değeri anlamlı değildir ($p=0.358$) (Tablo 21).

Hastalarda kırık-sağlam EHA farkı gruplar arası benzerdir ($p=0.336$). Kırık-sağlam ekstansiyon ve fleksiyon farkına bakıldığında her iki grupta da fleksiyonun diğer ekstremiteye göre daha az olduğu görülmüştür fakat bu farkı ön 1/3 grubunda anlamlı olarak daha fazladır ($p=0.001$). Ektansiyonun orta ve arka 1/3 grubunda ortalama olarak diğer ekstremita ile aynı olduğu, ön 1/3 grubunda ise ekstansiyonun daha fazla olduğu görülmüştür ($p=0.001$).

Gruplar arasında ilk kontrol ve 1. ay kontrolü radyolojik ölçümlere bakıldığında; BA'larının benzer olduğu görülmüştür. Ön 1/3 grubunda LHKA ve AHÇ indeksi ilk ve 1. ay kontrolünde diğer gruba göre daha yüksek ($p<0.001$), ŞKA ise daha düşüktür ($p<0.001$). Bu bulgu ön 1/3 grubunun başlangıçta da sagittal diziliminin diğer gruba göre kötü olduğunu göstermektedir.

Hastalar remodelasyon miktarına göre karşılaştırabilmek için 1. ay kontrollerindeki AHÇ indeksi ile son kontroldeki AHÇ indeksleri arasındaki farka göre 0-20,20-40 ve 40 ve üzeri olarak 3 gruba ayrılmışlardır. Gruplarda sırasıyla 22, 35 ve 25 hasta vardır.

Tablo 22 Remodelasyon Grup 1 ve 2'nin Kıyaslanması

	Remodelasyon Grup 1	Remodelasyon Grup 2	p
Hasta Sayısı	22	38	
Yaş	7.6 [4.4;11.8]	6.8 [1.6;11.1]	0.141*
Cinsiyet	3 (13.6%) K 19 (86.4%) E	17 (44.7%) K 21 (55.3%) E	0.029**
Takip Süresi	3.84 (1.99)	4.09 (2.86)	0.713*

Kırık Taraf	10 (45.5%) L 12 (54.5%) R	23 (60.5%) L 15 (39.5%) R	0.389**
İlk Kontrol Radyolojik Ölçümler			
BA	70.5 [62.0;85.0]	72.0 [58.0;81.0]	0.431*
LHKA	57.0 [32.0;80.0]	53.0 [29.0;84.0]	0.428*
ŞKA	148 [124;167]	146 [118;168]	0.319*
AHÇ İndeksi	84.5 [16.0;123]	90.8 [3.2;151]	0.243*
1. Ay Kontrolü Radyolojik Ölçümler			
BA	71.0 [65.0;87.0]	74.0 [60.0;82.0]	0.182*
LHKA	57.0 [39.0;79.0]	58.0 [27.0;93.0]	0.771*
ŞKA	33 [48;13]	31 [62;8]	0.988*
AHÇ İndeksi	86.3 [22.9;142]	100 [12.1;167]	0.177*

*Mann Whitney U testi, **Ki-kare testi

Hastalara remodelasyonlarına göre tablo 22’de kıyaslandığında 1 ve 2. Grup arasında anlamlı farklılık gösteren tek parametre cinsiyettir. 2. Grupta kadın hasta oranı daha fazladır. 2. grupta olay anındaki yaş daha küçüktür, takip süresi daha uzundur fakat istatistiki bir anlam çıkmamıştır. 2. Grupta AHÇ indeksi her iki kontrolde de daha fazladır.

Tablo 23 Remodelasyon Grup 2 ve 3’ün Kıyaslanması

	Remodelasyon Grup 2	Remodelasyon Grup 3	p
Hasta Sayısı	38	25	
Yaş	6.73 (2.5)	3.88 (2.1)	<0.001*
Cinsiyet	17 (44.7%) K 21 (55.3%) E	15 (60.0%) K 10 (40.0%) E	0.353**
Takip Süresi	4.09 (2.86)	4.12 (2.25)	0.964*

Kırık Taraf	23 (60.5%) L 15 (39.5%) R	16 (64.0%) L 9 (36.0%) R	0.990**
İlk Kontrol Radyolojik Ölçümler			
BA	72.0 [58.0;81.0]	70.0 [59.0;83.0]	0.965*
LHKA	53.0 [29.0;84.0]	55.5 [30.0;82.0]	0.796*
ŞKA	146 [118;168]	144 [123;171]	0.773*
AHÇ İndeksi	90.8 [3.25;151]	100 [-57.14;135]	0.652*
1. Ay Kontrolü Radyolojik Ölçümler			
BA	74.0 [60.0;82.0]	71.0 [60.0;92.0]	0.286*
LHKA	58.0 [27.0;93.0]	55.0 [31.0;104]	0.704*
ŞKA	149 [118;182]	145 [122;194]	0.452*
AHÇ İndeksi	100 [12.1;167]	124 [-61.2;171]	0.002*

*Mann Whitney U testi, **Ki-kare testi

Hastalar tablo 23’te remodelasyon grup 2 ve 3 olarak kıyaslandığında cinsiyet ve takip süresi olarak anlamlı fark görülmezken, grup 3’te hasta yaşı grup 2’ye göre belirgin olarak düşüktür ($p<0.001$). Hastaların ilk ve 1. ay kontrollerindeki radyolojik ölçümler arasında kıyaslamalarda yalnızca 1. ay kontrolündeki AHÇ indeksi remodelasyon grup 3 ‘te daha yüksek olması açısından anlamlıdır ($p=0.002$). Bulgular remodelasyon miktarının küçük yaştaki hastalarda daha fazla olduğunu göstermektedir.

Tablo 24 İki ekstremitte arasında klinik ve radyolojik farkların korelasyonu

		cor*	p*
Kırık-Sağlam EHA Farkı	Kırık-Sağlam LHKA Farkı	0,30	0,005
Kırık-Sağlam Fleksiyon Farkı	Kırık-Sağlam LHKA Farkı	0,49	<0,001

Kırık-Sağlam Ekstansiyon Farkı	Kırık-Sağlam LHKA Farkı	0,28	0,011
Kırık-Sağlam EHA Farkı	Kırık-Sağlam ŞKA Farkı	-0,23	0,040
Kırık-Sağlam Fleksiyon Farkı	Kırık-Sağlam ŞKA Farkı	-0,39	<0,001
Kırık-Sağlam Ekstansiyon Farkı	Kırık-Sağlam ŞKA Farkı	-0,23	0,043
Kırık-Sağlam EHA Farkı	Kırık-Sağlam AHÇ indeks farkı	-0,30	0.006
Kırık-Sağlam Fleksiyon Farkı	Kırık-Sağlam AHÇ indeks farkı	-0,51	<0,001
Kırık-Sağlam Ekstansiyon Farkı	Kırık-Sağlam AHÇ indeks farkı	-0,35	0.001

*Spearman korelasyon testi

Tüm hastalarda son kontrolde kırık geçirilmiş taraf ve sağlam taraf arasındaki EHA, fleksiyon ve ekstansiyon farkları ile radyografilerdeki LHKA ve ŞKA farkları arasındaki ilişkiye bakıldığında; fleksiyon farkı ile LHKA farkı arasında pozitif yönlü zayıf doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Fleksiyon farkı ile ŞKA farkı arasında negatif yönlü zayıf doğrusal ilişki mevcuttur. EHA farkı ve LHKA farkı arasında pozitif yönlü, zayıf doğrusal bir ilişki mevcuttur. Ekstansiyon farkları ile radyolojik farklar arasında ilişki bulunamamıştır (Tablo 24).

Tablo 25 Son kontrolde klinik taşıma açısı ile radyolojik ölçümlerin korelasyonu

SKHK Geçirilmiş Taraf		cor*	p*
Taşıma Açısı	Baumann Açısı (BA)	-0,54	<0,001
Taşıma Açısı	Humeroulnar Açısı (HUA)	0,71	<0,001
Taşıma Açısı	Radyolojik Taşıma Açısı (RTA)	0,75	<0,001

*Spearman korelasyon testi

Tablo 26 Klinik Taşıma ile İlk ve 1. Ay Radyolojik Ölçümlerin Korelasyonu

		cor *	p*
Kırık Taraf Taşıma Açısı	İlk Kontrol Baumann Açısı (BA)	-0,12	0,304
Kırık Taraf Taşıma Açısı	İlk Kontrol Humeroulnar Açığı (HUA)	0,26	0,019
Kırık Taraf Taşıma Açısı	1. Ay Baumann Açısı (BA)	-0,28	0,012
Kırık Taraf Taşıma Açısı	1. Ay Humeroulnar Açığı (HUA)	0,31	0,005

*Spearman korelasyon testi

Son kontrolde SKHK geçirilmiş tarafın klinik olarak ölçülen taşıma açısı ile Baumann açısı arasında negatif yönlü orta düzeyde doğrusal bir ilişki mevcuttur. Taşıma açısı ile HUA ve radyolojik olarak ölçülen taşıma açısı arasında pozitif yönlü güçlü düzeyde doğrusal bir ilişki mevcuttur (Tablo 25).

SKHK geçirilmiş tarafta klinik taşıma açısı ile ilk ve 2. Kontroldeki BA arasında ilişki bulunamamıştır. Klinik taşıma açısı ile 1. ay kontrolündeki HUA arasında pozitif yönlü zayıf doğrusal ilişki mevcuttur (Tablo 26).

Tablo 27 Son Kontrol Eklem Hareketlerinin Radyolojik Ölçümler ile Korelasyonu

Kırık Taraf	Son Kontrol LHKA		Son Kontrol AHÇ İndeks		Son Kontrol ŞKA		Son Kontrol BA	
	cor	p	cor	p	cor	p	cor	p
Fleksiyon	-0,59	< 0.001	-0,51	< 0.001	0,60	< 0.001	0,00	0.986
Ekstansiyon	-0,28	0.013	-0,26	0.02	0,34	0.002	0,05	0.702
EHA	-0,36	0.001	-0,30	0.007	0,30	0.006	-0,01	0.963

*Spearman korelasyon testi

Son kontroldeki eklem hareketlerinin son kontrol sagittal plan radyolojik ölçümlerle korelasyonuna bakıldığında (Tablo 27); fleksiyon ile LHKA ve AHÇ

indeksi arasında negatif yönlü orta düzeyde, fleksiyon ile ŞKA arasında pozitif yönlü orta düzeyde ilişki mevcuttur.

Ekstansiyon ile LHKA ve AHÇ indeksi arasında ilişki yoktur. Ekstansiyon ile ŞKA arasında pozitif yönlü zayıf ilişki vardır.

EHA ile LHKA ve AHÇ arasında negatif yönlü zayıf, EHA ile ŞKA arasında pozitif yönlü zayıf ilişki mevcuttur.

BA ile fleksiyon, ekstansiyon ve EHA arasında ilişki yoktur.

Tablo 28 Son kontroldeki eklem hareketlerinin ilk ve ikinci kontroldeki radyolojik ölçümlerle korelasyonu

Kırık Taraf	AHÇ Endeks 1		AHÇ Endeks 2		LHKA 1		LHKA 2		ŞKA 1		ŞKA 2	
	cor	p	cor	p	cor	p	cor	p	cor	p	cor	p
Fleksiyon	0,39	<0,001	0,45	<0,001	0,34	0,002	0,46	<0,001	,31	0,005	,46	<0,001
Ekstansiyon	0,27	0,016	0,30	0,006	0,12	0,294	0,21	0,064	,11	0,327	,16	0,159
EHA	0,15	0,196	0,18	0,102	0,25	0,027	0,32	0,004	,20	0,070	,34	0,002

*Spearman korelasyon testi

Son kontrol SKHK geçirilmiş dirseğin fleksiyon, ekstansiyon ve EAH'ı ilk kontrol ve ikinci kontrolde ölçülen AHÇ endeksi, LHKA ve ŞKA ile karşılaştırıldığında ise (Tablo 28);

İlk kontrol AHÇ endeksi ile fleksiyon arasında negatif yönlü zayıf düzeyde doğrusal ilişki bulunmuşken, ekstansiyon ve EHA ile arasında korelasyon saptanmamıştır.

İlk kontrol LHKA ile fleksiyon arasında negatif yönlü zayıf düzeyde doğrusal ilişki bulunmuşken, ekstansiyon ve EHA ile korelasyon saptanmamıştır.

İlk kontrol ŞKA ile fleksiyon arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde doğrusal ilişki bulunmuşken, ekstansiyon ve EHA ile korelasyon saptanmamıştır.

İkinci kontrol AHÇ endeksi ile fleksiyon ve ekstansiyon arasında negatif yönlü zayıf düzeyde doğrusal ilişki mevcuttur, EHA ile korelasyon bulunamamıştır.

İkinci kontrol LHKA ile fleksiyon ve EHA arasında negatif yönlü zayıf düzeyde doğrusal ilişki bulunmuşken, ekstansiyon ile korelasyon saptanamamıştır.

İkinci kontrol ŞKA ile fleksiyon ve EHA arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde doğrusal ilişki bulunmuşken, ekstansiyon ile korelasyon saptanamamıştır.

Tablo 29 son kontrol ekstremiteler arası açı farkının SKHK geçirmiş taraftaki açılarla korelasyonu

Son Kontrol	LHKA		ŞKA		AHÇ İndeksi	
	cor	p	cor	p	cor	p
Fleksiyon Farkı	-0,62	<0,001	0,60	<0,001	-0,51	<0,001
Ekstansiyon Farkı	-0,37	0,001	0,41	<0,001	-0,35	0,001
EHA Farkı	-0,41	<0,001	0,35	0,001	-0,30	0,006

*Spearman korelasyon testi

Son kontrolde ekstremiteler arasındaki hareketlerde açı farkı ile SKHK geçirilmiş tarafın açı ölçümleri karşılaştırıldığında (Tablo 29);

Fleksiyon farkı ile LHKA ve AHÇ endeksi arasında negatif yönlü orta düzeyde, ŞKA ile pozitif yönlü orta düzeyde ilişki mevcuttur.

Ekstansiyon farkı ile LHKA ve AHÇ arasında negatif yönlü zayıf düzeyde, ŞKA ile pozitif yönlü zayıf düzeyde ilişki mevcuttur.

EHA ile LHKA ve AHÇ arasında negatif yönlü zayıf düzeyde, ŞKA ile pozitif yönlü zayıf düzeyde ilişki mevcuttur.

Tablo 30 Tüm hastalarda SKHK geçirilmiş tarafın sağlıklı taraf ile eklem hareketleri aısından kıyaslanması

	SKHK geçirilmiş taraf	Sağlam taraf	p*
Hasta Sayısı	N=82	N=82	
Fleksiyon	133 (8.56)	140 (5.39)	<0.001
Ekstansiyon	-15.67 (7.07)	-13.98 (4.24)	0.065
EHA	149 (9.28)	154 (6.00)	<0.001
Taşıma Açısı	9.88 (7.23)	11.7 (4.59)	0.256

*Bağımsız gruplarda t- testi

Tüm hastaların son kontroldeki SKHK ve sağlam taraf dirseklerindeki açı ölçümlerine bakıldığında SKHK geçirilmiş dirsekte fleksiyonun ve EHA'nın anlamlı olarak daha az (<0.001) olduğu görölmektedir. Ekstansiyon SKHK geçirilmiş tarafta daha fazla iken istatistiki olarak anlamlı değildir. Taşıma açısı SKHK geçirilmiş tarafta daha azken istatistiki olarak anlamlı değildir (Tablo 30).

Tablo 31 Tüm hastaların ilk kontrol, 1.ay kontrolü ve son kontrol açı değışimleri

Ölçülen açı	İlk Kontrol	1.Ay Kontrolü	Son kontrol	p*
BA	72.1 (5.5)	72.7 (5.7)	72.5 (6.2)	0.55
RTA	7.20 (5.4)	7.09 (6.7)	8.58 (6.9)	0.18
ŞKA	33.6 (12.0)	31.6 (14.2)	36.9 (13.5)	<0.001
HUA	9.17 (6.0)	7.56 (7.3)	8.43 (7.8)	0.253
MDA	88.5 (2.6)	88.4 (3.0)	88.3 (4.1)	0.89
LHKA	56.4 (12.4)	59.0 (14.6)	54.9 (12.7)	<0.001
AHÇ indeks yüzdesi	84.1 (40.0)	93.2 (44.9)	71.9 (22.9)	<0.001

*Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi

Tüm hastaların ilk kontrol, 1.ay kontrolü ve son kontrol açı değişimleri değerlendirildiğinde daha önceki değerlendirmelere benzer olarak BA, RTA, HUA, MDA’da anlamlı bir değişim izlenmezken, ŞKA, LHKA ve AHÇ indeksinde anlamlı değişim mevcuttur.

Tablo 32 Arif ve Krif metodları arasında remodelasyon farkı ve hızı kıyaslanması

	ARİF	KRİF	p
Remodelasyon farkı	14.9 [-87.41;48.0]	24.9 [-43.01;93.5]	0.132
Yıllık remodelasyon oranı	2.72 [-48.56;20.5]	4.93 [-18.17;56.9]	0.243

Tablo 32’de ARİF ve KRİF arasında remodelasyon farkı ve farkın takip süresine bölünmesi ile elde edilen yıllık remodelasyon miktarına bakılmıştır; ARİF metodunda remodelasyon farkı ve hızlı düşük çıkmasına rağmen istatistiki olarak anlamlı değildir.

VAKA ÖRNEKLERİ

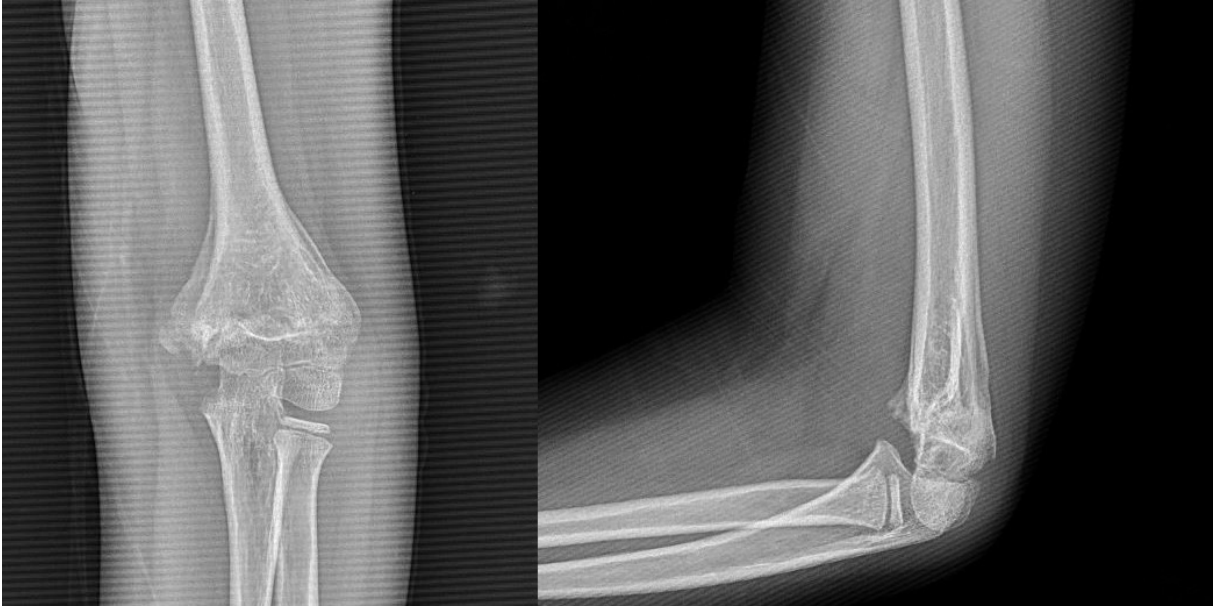
Vaka 1: 7 yaşında erkek hasta, yüksekten düşme sonrası acil servisimize başvurmuş. Sol dirsek Gartland tip 3 SKHK tanısı ile KRİF yapılan hastanın ilk grafisi, ameliyat sonrası ilk gün grafisi, 1. Ayda atel ve teller çıktıktan sonraki ilk grafisi, 4 yıl sonraki grafisi ve klinik fotoğrafları aşağıda sunulmuştur.



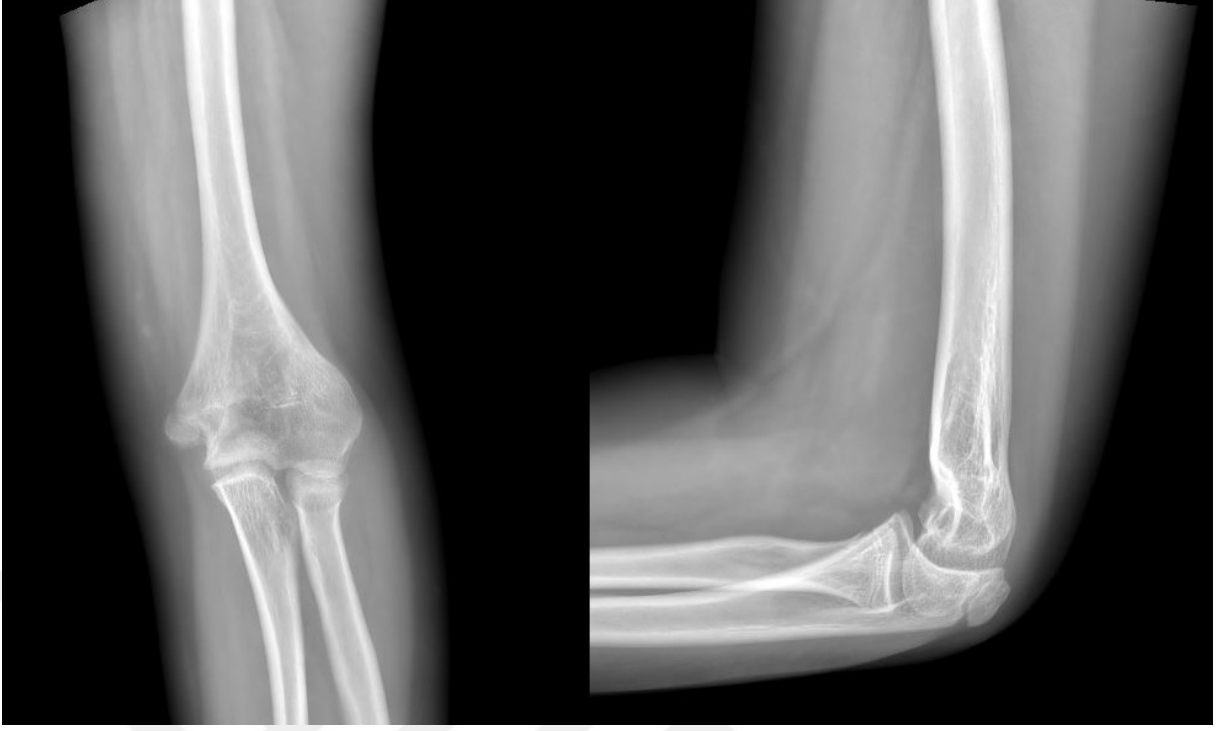
Şekil 15 Vaka 1 acile başvuru grafisi



Şekil 16 Vaka 1 postop ilk grafisi



Şekil 17 Vaka 1 1. ay kontrol grafisi

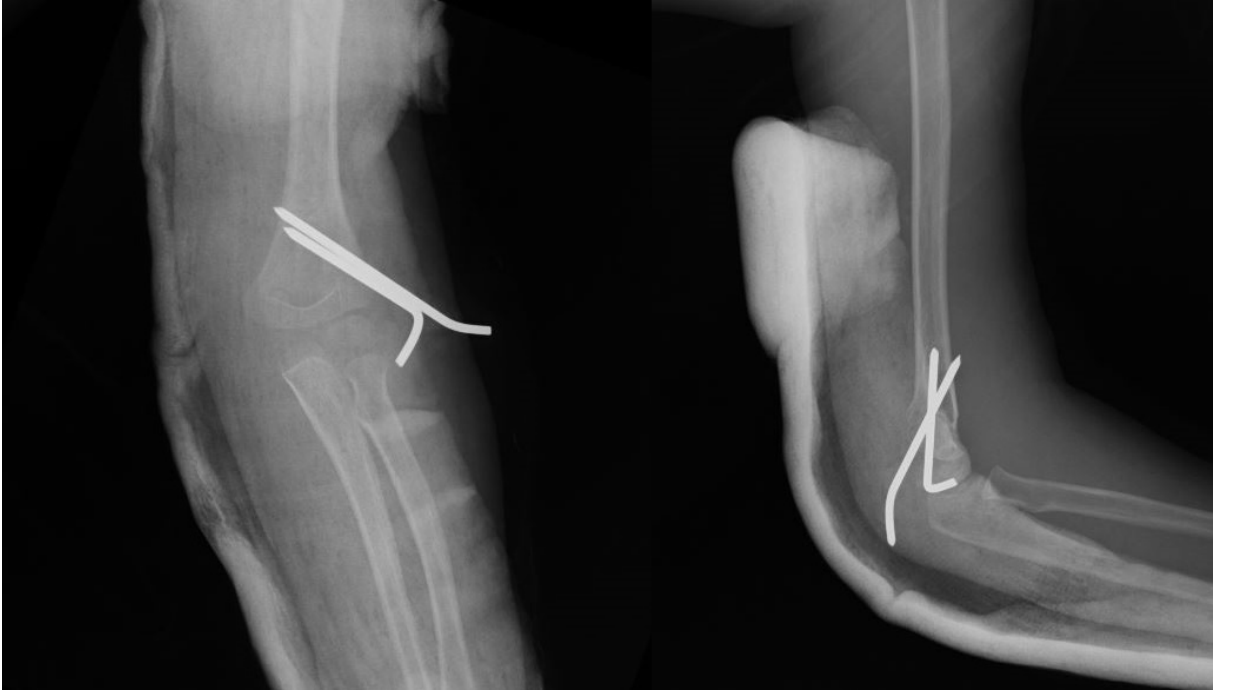


Şekil 18 Vaka 1 son kontrol grafisi

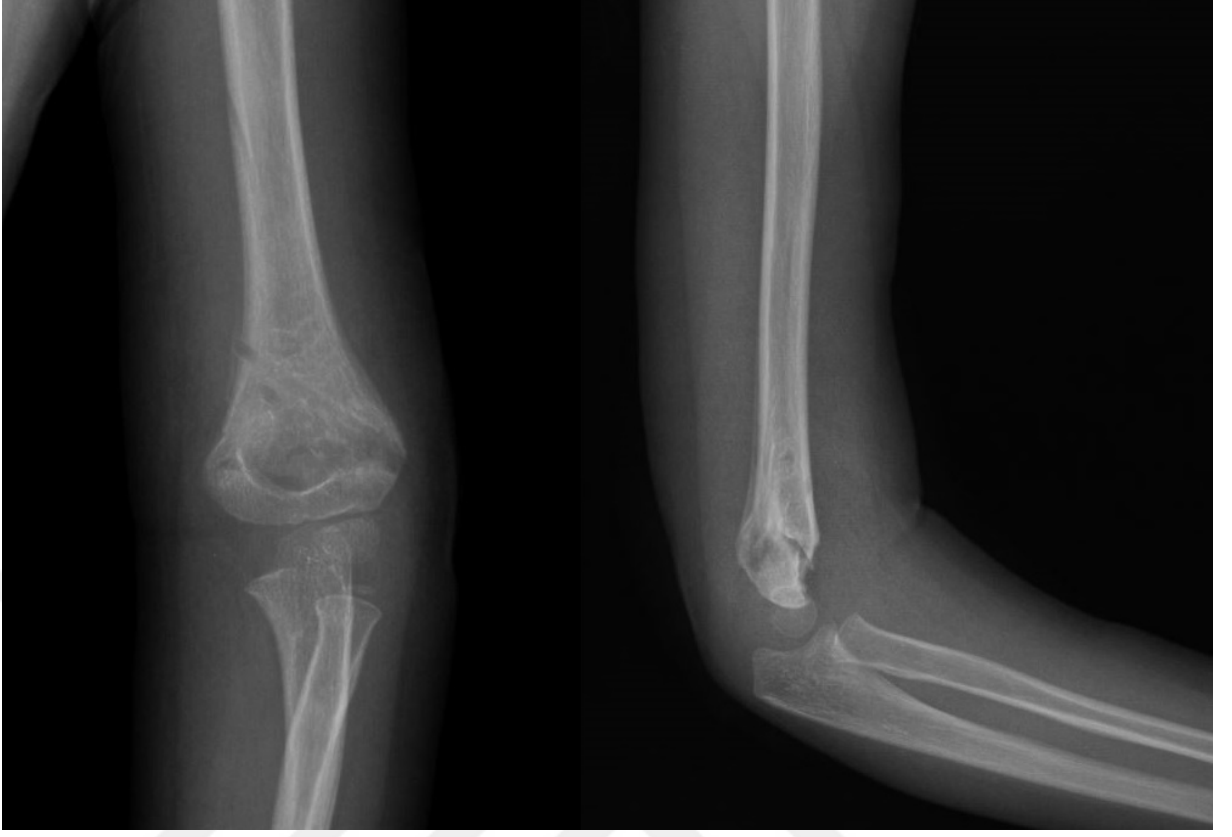
Vaka 2: 4 yaşında kız hasta, evde basit düşme sonrası acil servisimize başvurdu. Sol Gartland tip 2 SKHK tanısı ile KRİF yapılan hastanın hastanın ilk grafisi, ameliyat sonrası ilk gün grafisi, 1. Ayda atel ve teller çıktıktan sonraki ilk grafisi, 3 yıl sonraki grafisi ve klinik fotoğrafları aşağıda sunulmuştur.



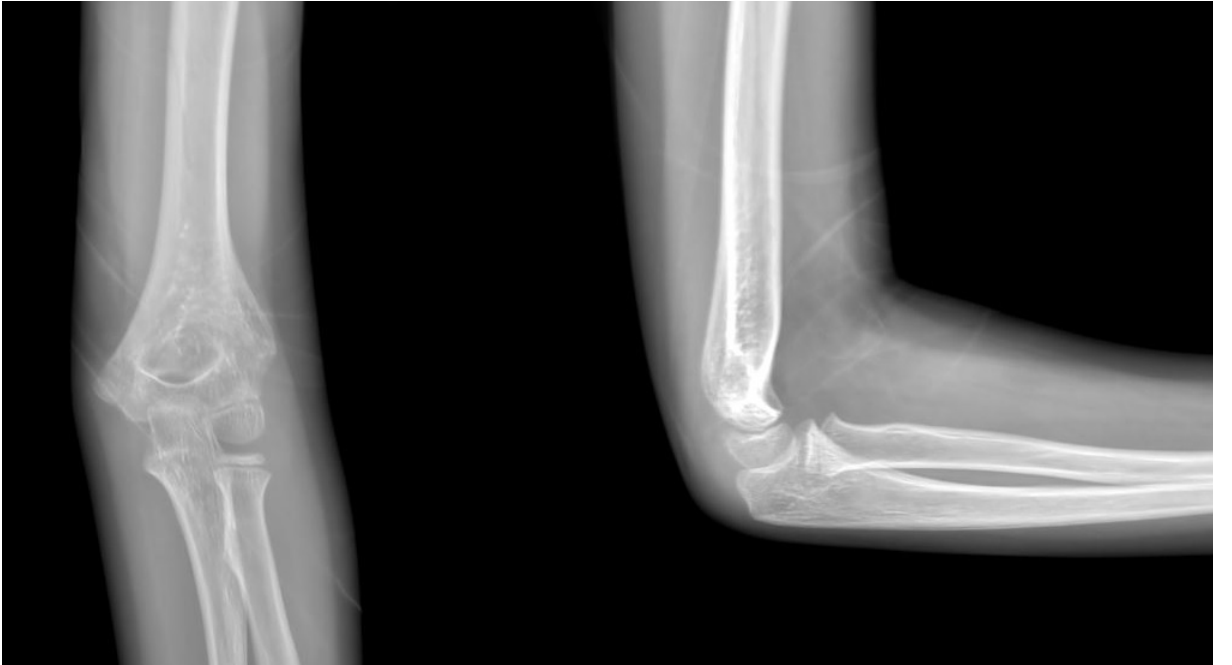
Şekil 19 Vaka 2 acile başvuru grafisi



Şekil 20 Vaka 2 postop ilk grafisi



Şekil 21 Vaka 2 1. ay kontrolü



Şekil 22 Vaka 2 son kontrol grafisi

Vaka 3: 10 yaşında erkek hasta, oyun parkında düşme sonrası acil servisimize getirilmiş. Sol Gartland tip 3 SKHK tanısı ile KRİF yapılan hastanın hastanın ilk grafisi, ameliyat sonrası ilk gün grafisi, 1. Ayda atel ve teller çıktıktan sonraki ilk grafisi, 3 yıl sonraki grafisi ve klinik fotoğrafları aşağıda sunulmuştur.



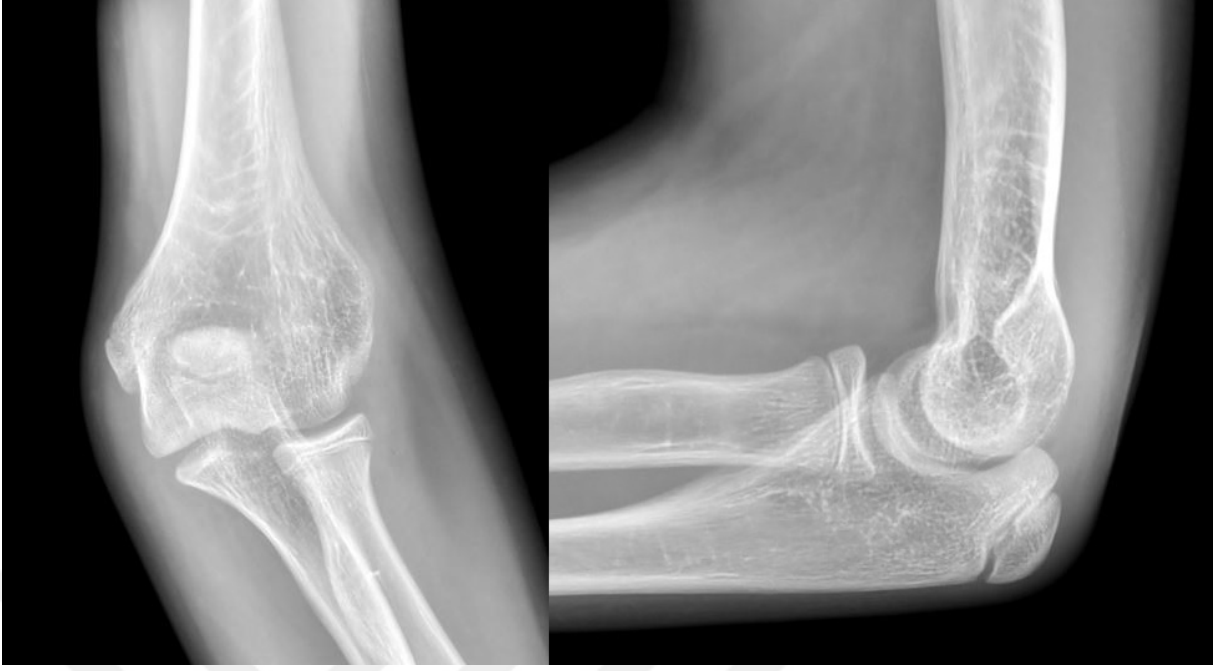
Şekil 23 Vaka 3 acile başvuru grafisi



Şekil 24 Vaka 3 postop ilk grafisi



Şekil 25 Vaka 3 1.ay kontrol grafisi



Şekil 26 Vaka 3 son kontrol grafisi

TARTIŞMA

Çocuk yaş grubunda üst ekstremitede kırıklar alt ekstremiteye göre daha sık izlenmektedir.[53] Sıklık olarak ilk iki sırada distal radius ve el bölgesi kırıkları yer alırken dirsek bölgesi 3. sıradadır.[54] Suprakondiler kırıklar dirsek bölgesi kırıkların %50-70 sıklıkla en sık izlenenidir.[55] Suprakondiler kırık insidansı ABD’de 177,3/100000 olarak görülmüştür.[56] Suprakondiler kırıklar sık görülmesine karşın tedavi sonrası gelişen malunionların klinik sonuçlara hangi oranda yansıdığı, hangi durumlarda konservatif takibin yeterli olduğu ve düzeltici osteotominin ne zaman gerekeceği hakkında literatürde konsensüs bulunmaması bu konuda çalışma yapmamız için fikir vermiştir.

Çocuklarda kırık sonrası büyüme ile beraber remodelasyon gerçekleşmesi birçok anatomik bölge için konservatif tedavi seçiminin daha sık olmasını sağlamaktadır fakat literatürde distal humerus için remodelasyon miktarının daha az olduğunu gösteren yayınlar mevcuttur [128], [129]. Bu nedenle tedavide anatomik redüksiyon hedeflenmekle beraber koronal ve/veya sagittal planda malunion görülmesi de nadir değildir. Literatürde malunion ile ilgili çalışmalar çoğunlukla koronal plan ile ilgilidir. Varus veya valgus deformitesinin minimal remodelasyon kapasitesine sahip olduğu konusunda büyük oranda fikir birliği mevcuttur.[130], [131] Kendi serimizde de literatüre benzer olarak hastaların ilk gün, 1.ay ve son kontrol koronal plan açılarında (BA, RTA, HUA, MDA) istatistiki olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir (p sırasıyla 0.55, 0.18, 0.253, 0.89).

Farnsworth ve ark.’ları 388 hasta ile yaptıkları epidemiyolojik çalışmada kırık anındaki ortalama yaşı 5.9 +/- 2.8 olarak bulmuşlardır. 0-1 ve 6-7 yaş grubunda kızlarda SKHK daha sık görülürken diğer yaş gruplarında cinsiyet farkı izlenmemiştir. Kırıkların %29’u oyun alanında, %24’ü ev içinde gerçekleşmiştir. Sol dirsek daha sık etkilenmiştir (%61). Hastaların %11’inde preoperatif, %14’ünde postoperatif dönemde nörolojik defisit izlenmiştir.[132] Cheng ve ark.’ları 253 erkek, 150 kız olmak üzere 403 hasta içeren çalışmalarında ortalama yaşı 6 bulmuşlardır. Kırık erkeklerde daha sık izlenmiştir (1.7:1) ve nondominant daha sık etkilenmiştir (1.5:1). Hastaların %31’i ev içinde, %25’i oyun alanında kaza geçirmiş, %8,5’i bisikletten düşmüştür. 19 hastada nöropraksi izlenmiştir.[133] Houshian ve

ark.'ları 355 hasta ile yaptıkları yayınlarında 164 erkek (%46) ve 191 kız (%54) hasta mevcuttur. SKHK insidansını 308/100000 bulmuşlardır. Ortalama yaş 7,9 iken 15 hastada nörolojik defisit izlenmiştir. [134] Barr ve ark.'ları 159 hastayı bildirdikleri yayınlarında hastaların %53'ü erkektir, kırıkların %59'u sol dirsekte gerçekleşmiştir. En sık olay yeri %38 ile oyun alanıdır. Okul tatil zamanlarında insidansın arttığını bulmuşlardır.[135]. Kendi serimizde 50 erkek (%58) ve 35 kadın (%42) olmak üzere toplam 85 hastamız vardır. Erkek/kadın oranı 1.4'tür. Ortalama yaş 6,1+/-2,7'dir. Hastalar %42 oranı ile evde, %36 oyun alanı veya sokakta %10'u ise bisikletten düşme sonrası SKHK geçirmişlerdir. Kırık taraf hastaların %46'sında dominant iken, %54'ünde nondominant ekstremitedir. 8 hastada preop 1 hastada postop nöropraksi izlenmiştir. Hastalar ortalama yaş, cinsiyet dağılımı, olay yeri nondominant ekstremitenin daha sık kırılması konularında literatüre benzer şekilde dağılmıştır. Bu durum bize göre çalışmamızın örnekleminin genel SKHK geçiren hasta örneklemine benzer olduğunu göstermektedir ve çalışma sonuçlarının daha kıymetli olduğunu düşündürmektedir.

Kubitus varus SKHK sonrası geç dönemde en sık izlenen komplikasyondur. Tarihsel olarak literatürde %50 üzerinde oranlar mevcut olmasına karşın günümüzde hastaların yaklaşık %5-10'nunda görülen bir komplikasyondur.[119], [120] Çalışmamızda her iki dirsek taşıma açısı arasında 10 dereceden fazla fark olan hastalar kubitus varus olarak değerlendirilmiştir. Bu tanımlamaya göre hastalarımızın 9'unda (%10,6) kubitus varus izlenmiştir. Kubitus varusa malredüksiyon veya redüksiyon kaybı yol açabileceği gibi medial veya lateral büyüme arestinin/stimulasyonunun rol oynayabileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur.[121], [122] Serimizdeki %10,6 oranı literatür ile uyumlu olmakla beraber sagittal plan malunionlarını konu alan bir çalışmada koronal plan deformitesinin daha az olması gerektiği düşünülebilir. Kozmetik Flynn kriterlerine göre hastalar sınıflandırılıp değerlendirildiğinde koronal plandaki farklılıkların hastanın dirsek fleksiyon, ekstansiyon ve EHA'na etki etmediği görülmüştür.

Hastalarımızdan 56 tanesine açık veya kapalı pinleme yapılırken 5 tanesinde ameliyat sonrası takiplerinde pin dibi enfeksiyonu izlenmiştir. Enfeksiyon oranı literatürde %1,8 iken kendi serimizde cerrahi yapılanlarda %9 olması yüksek bir orandır.[136] Oranın daha yüksek olması pin dibi enfeksiyonu tanısının akıntı,

kızarıklık gibi sübjektif kriterler dayanması ve buna bağlı olarak bazı hastalarda yanlış değerlendirme yapılması sebebiyle olabilir.

Literatürde çocuk dirsek grafilerini değerlendirilmesi, açı ölçümleri, yaş ve cinsiyete göre bu açıların normal değerleri konusunda çeşitli yayınlar olmakla beraber tam bir konsensüs mevcut değildir. Baumann açısı ölçümü küçük ve büyük açı olmak üzere iki farklı şekilde ifade edilmektedir. Silva ve ark.'larının makalesinde 35 çocuğun dirsek grafisinde Baumann açısı 5 farklı gözlemci tarafından ölçülmüş ve inter-intra gözlemci tutarlılığına bakılmıştır. Hastaların ortalama yaşı 6,2'dir. Ortalama Baumann açısı 14,7 iken, en düşük -3, en yüksek 29,8 ölçülmüştür.[137] Williamson ve ark.'ları tarafından 2-13 yaşları arasında 114 çocuğun grafisi üzerinde yapılan çalışmada ortalama Baumann açısı 72 derece iken, hastaların %95'i 64-81 derece arasında yer almıştır. Cinsiyet ve yaşa göre anlamlı bir değişim izlenmemiştir.[138] Keenan ve ark.'ları 2-14 yaş arası 577 çocuğun grafisi üzerinde yaptıkları Baumann açısı ölçümlerinde açığı ortalaması 73,6 derece olmak üzere 64 ile 82 derece arasında bulmuşlardır.[139] Kendi hasta serimizde hastaların kırık taraf BA'ları $72,4 \pm 6,3$, sağlam taraf BA'ları $71,1 \pm 4,3$ bulunmuştur. Koronal dizilim değerlendirmesinde önemli bir açı olan BA ölçümlerinin literatür ile benzer aralık ve ortalama olması verilerimizin doğrulanması açısından kıymetlidir.

Lateral humerokapitellar açı ve şaft kondil açısı distal humerusun sagittal planda diziliminin değerlendirilmesi için önemlidir. Literatür bu iki açının güvenilirliği, varyasyonları ve normal değerlerini belirlemek açısından fakir olmakla beraber son yıllarda daha fazla üzerinde durulmaya başlanmıştır. Kiyota ve ark.'ları 0-11 yaşları arasında 168 sağlıklı hastanın grafileri üzerinde yaptıkları ölçümlerde LHKA'nın ortalamasını 47,1, aralığı 27 ve 63 derece arasında bulmuşlardır. Kızlarda ortalama 49,1 iken erkeklerde ortalama 45,1'dir. 12 yaş sonrası kapitellar fizis kapanmaya başladığı için açı ölçümü zorlaşmaktadır.[140] Shank ve ark.'ları 71 radyografi üzerinde yaptıkları çalışmalarında ortalama LHKA'yı $50,8 \pm 6$ derece bulmuşlardır. Yaş, taraf, cinsiyete göre anlamlı bir değişim izlenmemiştir.[81] Hastalarımızın son kontroldeki ölçümlerinde LHKA kırık tarafta $54,8 \pm 12,6$, sağlam taraf için $45,8 \pm 8$ olarak ölçülmüştür. Kırık tarafta açının ve standart sapmanın fazla

olması hastalarda remodelasyona rağmen residüel deformite bulunması ile açıklanabilir. Sağlam taraf ölçümü literatürdeki sonuçlara yakındır.

Morelada ve ark tip 2 SKHK geçiren 46 tane redüksiyon yapılmadan uzun kol atel ve 46 tane KRİF ile tedavi edilen toplam 92 hastanın $6,6\pm2,8$ yıllık takip sonuçlarını yayınlamışlardır. Hastalar ekstansiyon tipi kırık geçirmişlerdir. Hastaların ortalama yaşı 5,5 , ortalama takip süresi 6,6 yılken bizim ekstansiyon tipi hasta grubumuzda toplam sayı 68, ortalama yaş 5,6 , takip süresi 3,7 yıldır. Çalışmada ortalama Quickdash skoru $10\pm15,3$, MEPS skoru $95,6\pm10,5$ olarak bulunmuştur. [141] Kendi hastalarımızda ortalama skorlar sırası ile 8,3 ve $94,3\pm6,1$ 'dir.

Bizim serimizde Flynn sınıflamasına göre hastaların %29'u kötü ve orta sonuca sahipken, Morelada ve ark'nın serisinde %19,6'dır. Hastaların son kontrollerinde taşıma açısı ile kırık zamanındaki radyolojik taşıma açısı arasındaki korelasyon bulamamışlardır ($r=0.229$, $p=0.139$). Kırık zamanındaki BA ile son kontroldeki radyolojik taşıma açısı arasında orta düzeyde ilişki bulmuşlardır ($r=0.5$, $p=0.001$). Kendi hastalarımızda da son kontrol taşıma açısı ile ilk kontroldeki BA arasında ilişki bulunmamaktadır ($cor=-0.12$ $p=0.304$). Morelada ve ark.'ları ekstansiyon ile kırık anındaki veya son kontroldeki LHKA arasında ilişki bulamamışlardır ($r=0.047$). Kendi hastalarımız arasında da SKHK geçirilmiş dirsekte ekstansiyon derecesi ile ilk kontrol, 1. ay kontrolü ve son kontrol LHKA arasında korelasyon bulunmamaktadır (Tablo 29 ve 30).

Hastaların SKHK geçirilmiş ekstremitesinde ortalama fleksiyon $137,9\pm9,1$, ekstansiyon $13,2\pm5,9$ ve EHA $153,8\pm9,5$ bulunmuşken sağlıklı ekstremitede aynı değerler sırasıyla $144,8\pm7,1$, $7,4\pm5,1$, $152,2\pm8,1$ 'tir. Sağlıklı ekstremitede fleksiyon ve ekstansiyon anlamlı olarak yüksek bulunmuşken EHA SKHK geçirilmiş ekstremitede daha yüksek bulunmuştur ama istatistiki olarak anlamlı değildir. Kendi serimizde son kontrolde sağlıklı ekstremitede fleksiyon (140'a 132, $p<0.001$) ve EHA (154'e 149 $p<0.001$) SKHK geçirilmiş tarafa göre anlamlı olarak fazla iken ekstansiyon SKHK geçirmiş ekstremitede ($16,9-14,1$ $p<0.005$) anlamlı olarak fazla ölçülmüştür. Çalışmada taşıma açısı SKHK geçirmiş tarafta $9\pm8,1$ sağlıklı tarafta $12,1\pm4,9$ 'dur ($p=0.003$). Kendi serimizde de taşıma açısı benzer şekilde SKHK geçirilmiş taraf $9,1\pm7,4$ sağlıklı taraf $11,5\pm4,8$ 'dir ($p=0.032$). Çalışmaya benzer

olarak kendi serimizde de hiçbir hastada cubitus valgus görülmemiştir. Morelada ve ark. ilk kontrol ve son kontrol arasında ŞKA'nda 17,7 derecelik artış görmüşlerdir ($p<0.001$). Kendi hastalarımızda 1. Ay ve son kontrol arasında ŞKA için 6 derecelik bir artış izlenmiştir ($p<0.001$). ŞKA'sının literatürdeki normal değeri yaklaşık 40 derece iken Morelada ve ark.'larının tespit ettiği 17 derecelik bir değişim dikkat çekicidir. Çalışmada 7 hastada (%15,2) dirsekte ağrı saptanırken bizim serimizde 68 ekstansiyon malunion hastasının 6'sında (%9) ağrı şikâyeti mevcuttu. Çalışmada yaş, taraf, takip süresi, kırık zamanındaki ŞKA, BA ve RTA'sı hastaların klinik olarak yetersiz sonuca sahip olmaları ile ilişkili bulunmamıştır. Klinik olarak yetersiz sonuca sahip hastalarımızın ilk ay kontrolündeki LHKA, AHÇ indeksinin diğer ekstremitelere göre anlamlı olarak yüksek olduğunu, ŞKA' sının ise anlamlı olarak düşük olduğunu tespit ettik, yaş ve takip süresinde kendi serimizde de anlamlı bir fark yoktu.

Gamble ve ark. Gartland tip 2 ve tip 3 SKHK sonrası ekstansiyon malunion gelişen 21 erkek ve 20 kız toplam 41 çocuğun ortalama 21 aylık radyolojik takip sonuçlarını yayınlamışlardır. Ortalama yaş 5,7 yıldır. 24 çocukta AHÇ kapitellumu ortasından geçecek kadar tam remodelasyon olurken, 12 çocukta AHÇ kapitellumun orta 1/3'lük kısmından geçecek şekilde kısmi remodelasyon, geri kalan 5 çocukta ise minimal remodelasyon gerçekleşmiştir. Tam ve kısmi remodele olanlar arasında anlamlı yaş farkı gözlenmezken, minimal remodele olanlar diğerlerinden anlamlı olarak büyük yaşta çıkmıştır. Çalışmada 5 yaştan küçük çocukların daha fazla remodelasyon kapasitesine sahip olduğu 8 yaş ve üzerinin ise minimal remodelasyon kapasitesine sahip olduğu ifade edilmiştir.[125] Hastalarımızı 1.ay kontrolü ve son kontroldeki AHÇ indeksleri arasındaki farka bakarak remodelasyon miktarlarına 3 gruba ayırdık. 1.grupta AHÇ indeks fark 20 ve daha az, 2.grupta 20 ile 40 arasında, 3.grupta ise 40'tan fazladır. Gruplar kıyaslandığında 2. Grup 1. Gruba göre yaş olarak daha küçüktür (6,83-7,69 $p=0.141$) ve takip süresi (4,09 – 3,84 $p=0.713$) daha uzundur fakat bu durum istatistiki olarak anlamlı değildir (Tablo 24). 2 ve 3. grup arasındaki kıyaslamada (Tablo 25) takip süresi benzer iken 3.gruptaki hastaları yaşı anlamlı derecede küçük çıkmıştır (3,62 – 6,83 $p<0.001$). Bu karşılaştırmalardan çıkan sonuç özellikle 4 yaş altında remodelasyonun belirgin olarak daha fazla olduğunu göstermektedir.

Persiani ve ark. ortalama yaşı 6,4 olan 28 erkek, 34 kız toplam 62 hastanın 4,25 yıllık radyolojik ve klinik takip sonuçlarını yayınlamışlardır. Baumann açısı ve lateral humerokapitellar açı değişimine bakıldığında sagittal planda remodelasyonun koronal plana göre daha fazla olduğu ifade edilmiştir. [142] Kendi serimizde de bu çalışmaya benzer olarak hastaların 1.gün, 1.ay ve son kontroldeki BA ve LHKA değişimlerine bakıldığında BA anlamlı bir değişim izlenmezken ($p=0.28$), LHKA'da takip süresince anlamlı değişim görülmüştür ($p=0.002$). BA ile son kontroldeki klinik taşıma açısı arasında Gartland tip 2 ve tip 3 kırıklarda korelasyon saptanmıştır ($r=-0.90$; $p<0.005$) ($r=-0.75$; $p<0.005$). Bizim hastalarımızın son kontrol grafilerinde de BA ile klinik taşıma açısı arasında korelasyon mevcuttur ($r=-0.54$; $p<0.001$).

Simanovsky ve ark.'ları yayınlarında 8 kız 14 erkek hastayı içeren 22 ekstansiyon malunionuna sahip hastanın takip sonuçlarını yayınlamışlardır. Hastaların yaş ortalaması 5,4 iken ortalama takip süresi 8,2'dir. 17 hastada son kontrolde SKHK geçirilmiş dirseğin ŞKA'nın diğer dirseğe göre farklı olduğunu, bu hastalardan 10 tanesinin diğer dirseğe göre fleksiyonda 5 derece ve daha fazla kaybı olduğunu, 7 hastanın bu durumun farkında olduğunu tespit etmişlerdir. 7 hastada hiperekstansiyon mevcut olduğunu ifade etmişlerdir. Başlangıç şaft kondil açısı ile fleksiyon kaybı arasında ve son kontroldeki şaft kondil açısı arasında korelasyon olduğunu göstermişlerdir ($p<0.001$). Yaş, cinsiyet ile korelasyon bulunmamıştır.[143] Kendi serimizde korelasyonlar baktığımızda fleksiyon derecesi ve dirsekler arası fleksiyon farkı ile ilk kontrol, 1.ay kontrolü ve son kontrol LHKA, ŞKA, AHÇ indeksi arasında zayıf ve orta düzeyde korelasyonlar saptanmıştır (Tablo 29,30 ve 31).

Kao ve ark.'ı AHÇ'nin pozisyonu ile dirsek hareket açıklığı arasında ilişkiyi inceleyen yayınlarında 67 erkek, 34 kız olmak üzere 101 hastanın verilerini paylaşmışlardır. Ortalama yaş 7, hastaların hepsine Gartland tip 3 kırık sonrası KRİF yapılmıştır. Ameliyat sonrası 3. aydan hastalar AHÇ'nin kapitellumu kesip kesmemesine ve kesitiği yere göre beşe ayrılmışlardır. Gruplar arasında yaş, cinsiyet ve pin sayısı olarak fark yoktur. Beş grup arasında ortalama ekstansiyon değeri için anlamlı bir farklılık izlenmemiştir ($p=0.21$). AHÇ'nin kapitellumu kesmeyip önünde kaldığı grupta diğer gruplara göre ortalama fleksiyon (125.8 vs. 131.2, $p = 0.046$) ve EHA (128.3 vs. 135.7 $p = 0.048$) daha azdır. AHÇ'nin kapitellumu kestiği hastalarda

AHÇ'nin kapitellumun 1/3'lük anteriorda kaldığı grupta kapitellumu kesen diğer gruplara göre fleksiyon ve EHA'nın daha az olduğu görülmüştür.[127]

Kendi serimizde de benzer sınıflandırmayı yaptığımızda son kontrolde AHÇ'nin kapitellumun posteriorunda kalan hasta olmadığını gördük. 7 hastada AHÇ kapitellumun önündeydi. 41 hastada AHÇ kapitellumun ön 1/3'ünde, 34 hastada orta 1/3'te, 3 hastada ise arka 1/3'teydi. AHÇ'nin kapitellumun önünde kaldığı grup ile diğer hastalar kıyaslandığında; son kontrolde AHÇ'nin kapitellumun önünde kaldığı hastalarda fleksiyon ve EHA AHÇ'nin kapitellumu kestiği hastalara göre anlamlı olarak daha düşük saptanmıştır ($p=0.001$, $p<0.001$). Hastaların sağlam dirsekleri ile yapılan karşılaştırmalarda AHÇ'nin kapitellumun önünde kaldığı hastalarda ekstremiteler arası fleksiyon ve EHA farkının AHÇ'nin kapitellumu kestiği hastalara göre daha fazla olduğu görülmüştür ($p<0.001$, $p<0.001$), ekstansiyon farkı daha azdır fakat istatistiki olarak anlamlı değildir ($p=0.651$).

AHÇ'nin kapitellumu ön 1/3'ünde kaldığı hastalar ile orta ve arka 1/3 hastaları kıyaslandığında AHÇ'nin ön 1/3'te kaldığı hastalarda Kao ve ark.'nın çalışmasına benzer olarak fleksiyonun daha düşük, ekstansiyonun daha fazla olduğu görülmüştür ($p<0.001$, $p=0.002$). Söz konusu çalışmadan farklı olarak EHA ön 1/3 grubunda daha düşüktür fakat p değeri anlamlı değildir ($p=0.358$).

Silva ve ark.'ı Gartland tip 2 suprakondiler kırıklarda sagittal planda residuel deformiteyi konu alan çalışmalarında cerrahi yolla tedavi edilen hastalarda residuel deformite görmezlerken konservatif takip edilen 799 tip 2 SKHK'ığının 113'ünde sagittal planda residüel deformite izlemişlerdir. Hastaların ortalama yaşı 4,8, ortalama takip süresi 20 haftadır. Deformitesi olan hastalarda EHA'nın (149.1 vs. 145.8, $p=0.02$) ve fleksiyonun (134.5 vs. 137.9, $P<0.0001$) deformitesi olmayanlara göre anlamlı olarak daha az olduğunu tespit edilmiştir. Deformitenin derecesi ile fleksiyon miktarı arasında anlamlı bir bağ bulunmamıştır.[126]

Kendi serimizde bu çalışmadan farklı olarak son kontroldeki eklem hareketlerinin son kontrol sagittal plan radyolojik ölçümlerle korelasyonuna bakıldığında; fleksiyon ile LHKA ($r=-0,59$ $p=0.000$) ve AHÇ indeksi ($r=-0,51$ $p=0.000$) arasında negatif yönlü orta düzeyde, fleksiyon ile ŞKA ($r=0,60$ $p=0.000$) arasında pozitif yönlü orta düzeyde ilişki mevcuttur. Ekstansiyon ile LHKA ve AHÇ

indeksi arasında ilişki yoktur. Ekstansiyon ile ŞKA arasında pozitif yönlü zayıf ilişki ($r=0,34$ $p=0.002$) vardır.

Serimizde residuel deformitesi olan hastalar kendi sağlıklı dirsekleri ile karşılaştırıldığında SKHK geçiren dirsekte fleksiyon ve EHA'nın anlamlı derecede az olduğu, ekstansiyonda ise artış olduğu görülmüştür (Tablo 32).

Çalışmamızın bazı kısıtlılıklar bulunmaktadır. Retrospektif bir çalışma olması, kontrol grubu olmaması, son kontrollerde hastaların tamamının iskelet matüritesine ulaşmamış olması, fleksiyon malunion hasta grubunun hasta sayısı olarak az olması($n=17$), hastaların alçı, KRİF, ARİF gibi farklı yöntemler ile tedavi edilmesi ve ölçümlerin bir kişi tarafından yapılmış olmasını sayabiliriz.

SONUÇ

Çocuklarda suprakondiler humerus kırıkları günlük ortopedi pratiğinde önemli bir yer tutmaktadır. Gerek konservatif gerekse cerrahi tedavi sonrası çeşitli derecelerde redüksiyon kaybı ve malunyon görülmesi nadir değildir. Literatürde daha çok koronal plan malunyonlarının sonuçları üzerinde durulmuştur. Sagittal plan malunyonların doğal seyri ve sonuçları üzerinde duran çalışma sayısı daha azdır. Yaptığımız çalışma ile literatüre bu konuda katkıda bulunduğumuzu düşünüyoruz.

Fleksiyon tipi malunyon gelişen hastaların sayıca az olması bu grup içinde yapılan değerlendirmelerde anlamlı sonuçlar elde edilmesini zorlaştırdı fakat bu grubun tüm hastaların değerlendirildiği kısımlarda kıymetli sonuçlara ulaşılmasını sağladığını düşünüyoruz.

Hastaların ilk kontrol, 1. ay kontrolü ve son kontrol radyolojik ölçümleri karşılaştırıldığında koronal planda yapılan radyolojik ölçümlerde anlamlı bir değişim izlenmemiştir. Bu durumun hastaların çoğunluğunun koronal plan radyolojik değerlerinin başlangıçta da normal sınırlarda olması ile açıklanabilir. Sagittal plan ölçümlerine bakıldığında son kontrollerde LHKA, ŞKA ve AHÇ indeks yüzdesinde özellikle ekstansiyon tipi malunyon hastalarında istatistiki olarak anlamlı bir düzelme izlenmektedir. Bu bulgular sagittal planda başlangıçta mevcut olan deformitenin düzelme yönünde değiştiğini bizlere göstermektedir.

Son kontrol ile 1. ay kontrolü arasındaki AHÇ indeksindeki değişim miktarı ile hastaların yaşı ve takip süresi kıyaslandığında anlamlı bir korelasyon bulunamadı. Bu durum bazı hastaların son kontrollerinin remodelasyon tamamlandıktan çok daha sonra gerçekleşmesi ile açıklanabilir.

Hastalarda residüel deformitenin klinik olarak eklem hareketlerine ne düzeyde etki ettiğini de çalışmamızda ortaya koymaya çalıştık. Bu amaçla son kontrol grafileri üzerinde AHÇ'nin kapitellumdaki pozisyonuna göre gruplandırmalar yapıldı. AHÇ'nin kapitellumu kesmediği veya ön 1/3'lük kısmını kestiği hastalarda fleksiyonun ve EHA'nın AHÇ'nin orta ve arka 1/3'lük kısımda kaldığı hastalara göre anlamlı şekilde daha az olduğu görüldü.

Radyolojik ölçümlerin klinik ölçümler ile korelasyonuna bakıldığında klinik taşıma açısı ile son kontroldeki Baumann açısı arasında orta düzeyde, humeroulnar

açı ve radyolojik taşıma açıları ile arasında güçlü düzeyde ilişki mevcuttur. Dirsek fleksiyonu ile LHKA, ŞKA ve AHÇ indeksi arasında orta düzeyde ilişki saptanmıştır.

Tüm hastalar değerlendirildiğinde remodelasyon yönünde değişim olduğu görülmekle beraber hangi hasta grubunda değişimin hangi miktarda olduğunu belirlemek için yaptığımız remodelasyon miktarına göre gruplandırmada; küçük yaştaki hastalarda remodelasyon miktarının daha fazla olduğunu tespit ettik. Yapılan karşılaştırmalardan çıkan sonuç özellikle 4 yaş altı çocuklarda remodelasyonun daha fazla olduğunu, 8 yaş üzerinde ise remodelasyonun azaldığı yönündedir.

Bir diğer konu istatistiki olarak anlamlı görülen radyolojik ölçümlerin ve eklem hareket ölçümlerinin klinik sonuçlara ne kadar yansıdığıdır. Bunun için MEPS ve Quickdash gibi çeşitli skorlama sistemleri mevcut olmasına karşın çalıştığımız hasta grubunda bu skorlamaların yeteri kadar duyarlı olmadığını düşündük, bunun yerine hastaların ve ailesinin sübjektif değerlendirmelerinden yola çıkarak “kısıtlılık” ifade eden hasta grubunun diğer hastalar ile karşılaştırılması ile elde edilen sonuçlarda; “kısıtlılık” ifade eden hastaların hem sagittal plan radyolojik ölçümlerinde daha fazla dizilim bozukluğuna sahip olduklarını hem de klinik hareket açıklığı ölçümlerinde diğer hasta grubuna göre daha fazla fleksiyon ve EHA kaybına uğradıklarını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde en uygunu anatomik redüksiyon elde etmektir fakat hastalarda tedavi sürecini ve sonrasını yönetirken residüel sagittal plan malunionlarında yaşa bağlı olarak kısmi bir remodelasyon postansiyelinin mevcut olduğu bilinmelidir. Ekstansiyon tipi malunionlarda residüel deformite fleksiyon hareketinde azalmaya neden olurken bu durumun hastalarda klinik şikâyeteye sebep olma oranı düşüktür.

KAYNAKLAR

- [1] "Tachdjian's Pediatric Orthopaedics, Sixth Edition."
- [2] "John M. Flynn, David L. Skaggs, Peter M Waters (eds.) - Rockwood and Wilkins' Fractures in Children-LWW (2014)".
- [3] P. Pott, "Some few general remarks on fractures and dislocations. 1758.," *Clin Orthop Relat Res*, vol. 458, pp. 40–41, May 2007, doi: 10.1097/BLO.0b013e31803dd063.
- [4] J. Dunlop, "Transcondylar Fractures Of The Humerus In Childhood "
- [5] B. C. F Eikenbary, "Lower Epiphysis Of The Humerus."
- [6] R. Jones, "Remarks on injuries about the elbow in children," *Br Med J*, vol. 1, no. 3720, pp. 739–743, Apr. 1932, doi: 10.1136/bmj.1.3720.739.
- [7] A. H. El-Sharkawi And H. A. Fattah, "Treatment Of Displaced Supracondylar Fractures Of The Humerus In Children In Full Extension And Supination.," *J Bone Joint Surg Br*, vol. 47, pp. 273–9, May 1965.
- [8] E. BAUMANN, "[On the treatment of fractures of the elbow joint].," *Langenbecks Arch Klin Chir Ver Dtsch Z Chir*, vol. 295, pp. 300–4, 1960.
- [9] E. M. Miller, E. H. Fell, C. Brock, M. C. Todd, and W. H. Requarth, "Supracondylar Fracture Of Elbow Annals Of Surgery Progress In The Management Of Severe Supracondylar Fractures Of The Elbow."
- [10] O. L. Miller, "Blind Nailing of the Fracture of the Lower End of the Humerus Which Involves The Joint," *The Journal of Bone & Joint Surgery: - Volume 21 - Issue 4 - p 933-938*, vol. 21, no. 4, pp. 933–938, Oct. 1939.
- [11] R. H. Ramsey and J. Griz, "Immediate open reduction and internal fixation of severely displaced supracondylar fractures of the humerus in children.," *Clin Orthop Relat Res*, no. 90, pp. 131–2.
- [12] M. Carcassonne, M. Bergoin, and H. Hornung, "Results of operative treatment of severe supracondylar fractures of the elbow in children," *J Pediatr Surg*, vol. 7, no. 6, pp. 676–679, Dec. 1972, doi: 10.1016/0022-3468(72)90278-3.
- [13] E. T. Madsen, "Fractures of the Extremities in the Newborn," *Acta Obstet Gynecol Scand*, vol. 34, no. 1, pp. 41–74, Jan. 1955, doi: 10.3109/00016345509158066.
- [14] E. Sandegard, "Fracture of the lower end of the humerus in children. Treatment and end results," *Medicine*, 1943.
- [15] Prof. Dr. Derviş Manizade, *Cerrahpaşa Hastanesi Tarihi ve Anıları*. 1997.
- [16] Prof. Dr. Kaplan ARINCI and Prof. Dr. Alaittin ELHAN, *Arıncı - Anatomi 1-2*. 2005.
- [17] B. F. Morrey, M. Llusá-Pérez, and J. R. Ballesteros-Betancourt, "Anatomy of the Elbow Joint TOPICAL ANATOMY AND GENERAL SURVEY."
- [18] "Surgical Anatomy. Vols. 1 and 2. Fifth edition. By B. J. Anson, M.A., Ph.D. (Med. Sc.), Chicago, and C. B. McVay, Ph.D., M.D., F.A.C.S., South Dakota. 10½ × 7½ in. Pp. 1282 + xl. Illustrated. 1971. London: W. B. Saunders Company Ltd. £19.15," *British Journal of Surgery*, vol. 59, no. 1, pp. 82–83, Dec. 2005, doi: 10.1002/bjs.1800590134.
- [19] M. Trotter, "Septal apertures in the humerus of American whites and negroes," *Am J Phys Anthropol*, vol. 19, no. 2, pp. 213–227, Jul. 1934, doi: 10.1002/ajpa.1330190221.
- [20] R. Shiba, C. Sorbie, D. W. Siu, J. T. Bryant, T. D. Cooke, and H. W. Wevers, "Geometry of the humeroulnar joint.," *J Orthop Res*, vol. 6, no. 6, pp. 897–906, 1988, doi: 10.1002/jor.1100060614.
- [21] T. E. Keats, R. Teeslink, A. E. Diamond, and J. H. Williams, "Normal axial relationships of the major joints.," *Radiology*, vol. 87, no. 5, pp. 904–7, Nov. 1966, doi: 10.1148/87.5.904.

- [22] A. E. Caputo, A. D. Mazzocca, and V. M. Santoro, "The nonarticulating portion of the radial head: anatomic and clinical correlations for internal fixation.," *J Hand Surg Am*, vol. 23, no. 6, pp. 1082–90, Nov. 1998, doi: 10.1016/S0363-5023(98)80020-8.
- [23] C. Sorbie, R. Shiba, D. Siu, G. Saunders, and H. Wevers, "The development of a surface arthroplasty for the elbow.," *Clin Orthop Relat Res*, no. 208, pp. 100–3, Jul. 1986.
- [24] E. W. Edmonds and M. T. Stepanovich, "The Pediatric Elbow: Anatomy and Radiographic Assessment."
- [25] B. F. Morrey, S. Tanaka, and K. N. An, "Valgus stability of the elbow. A definition of primary and secondary constraints.," *Clin Orthop Relat Res*, no. 265, pp. 187–95, Apr. 1991.
- [26] O. JOHANSSON, "Capsular and ligament injuries of the elbow joint. A clinical and arthrographic study.," *Acta Chir Scand Suppl*, vol. Suppl 287, pp. 1–159, 1962.
- [27] B. F. MARTIN, "The annular ligament of the superior radio-ulnar joint.," *J Anat*, vol. 92, no. 3, pp. 473–82, Jul. 1958.
- [28] B. F. Morrey and K. N. An, "Functional anatomy of the ligaments of the elbow.," *Clin Orthop Relat Res*, no. 201, pp. 84–90, Dec. 1985.
- [29] M. Moore, "Radiohumeral Synovitis, a Cause of Persistent Elbow Pain," *Surgical Clinics of North America*, vol. 33, no. 5, pp. 1363–1371, Oct. 1953, doi: 10.1016/S0039-6109(16)34039-7.
- [30] S. M. McCarthy and J. A. Ogden, "Radiology of postnatal skeletal development. VI. Elbow joint, proximal radius, and ulna.," *Skeletal Radiol*, vol. 9, no. 1, pp. 17–26, 1982, doi: 10.1007/BF00367376.
- [31] S. M. Garn and C. G. Rohmann, "Variability in the order of ossification of the bony centers of the hand and wrist.," *Am J Phys Anthropol*, vol. 18, no. 3, pp. 219–30, 1960, doi: 10.1002/ajpa.1330180309.
- [32] J. C. Cheng *et al.*, "A new look at the sequential development of elbow-ossification centers in children.," *J Pediatr Orthop*, vol. 18, no. 2, pp. 161–7.
- [33] B. Patel, M. Reed, and S. Patel, "Gender-specific pattern differences of the ossification centers in the pediatric elbow.," *Pediatr Radiol*, vol. 39, no. 3, pp. 226–31, Mar. 2009, doi: 10.1007/s00247-008-1078-4.
- [34] M. J. Silberstein, A. E. Brodeur, and E. R. Graviss, "Some vagaries of the capitellum.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 61, no. 2, pp. 244–7, Mar. 1979.
- [35] M. Zell, J. R. Dwek, and E. W. Edmonds, "Origin of the medial ulnar collateral ligament on the pediatric elbow.," *J Child Orthop*, vol. 7, no. 4, pp. 323–8, Oct. 2013, doi: 10.1007/s11832-013-0518-3.
- [36] E. A. Linell, "The Distribution of Nerves in the Upper Limb, with reference to Variabilities and their Clinical Significance.," *J Anat*, vol. 55, no. Pt 2-3, pp. 79–112, Jan. 1921.
- [37] E. D. CONGDON and H. S. FISH, "The chief insertion of the bicipital aponeurosis is on the ulna; a study of collagenous bundle patterns of antebrachial fascia and bicipital aponeurosis.," *Anat Rec*, vol. 116, no. 4, pp. 395–407, Aug. 1953, doi: 10.1002/ar.1091160402.
- [38] J. v BASMAJIAN and A. LATIF, "Integrated actions and functions of the chief flexors of the elbow: a detailed electromyographic analysis.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 39-A, no. 5, pp. 1106–18, Oct. 1957.
- [39] R. S. Tubbs, W. J. Oakes, and E. G. Salter, "The subanconeus muscle.," *Folia Morphol (Warsz)*, vol. 65, no. 1, pp. 22–5, Feb. 2006.
- [40] J. v Basmajian and W. R. Griffin, "Function of anconeus muscle. An electromyographic study.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 54, no. 8, pp. 1712–4, Dec. 1972.

- [41] C. Thepaut-Mathieu and B. Maton, "The flexor function of the m. pronator teres in man: a quantitative electromyographic study.," *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, vol. 54, no. 1, pp. 116–21, 1985, doi: 10.1007/BF00426310.
- [42] K. N. An, F. C. Hui, B. F. Morrey, R. L. Linscheid, and E. Y. Chao, "Muscles across the elbow joint: a biomechanical analysis.," *J Biomech*, vol. 14, no. 10, pp. 659–69, 1981, doi: 10.1016/0021-9290(81)90048-8.
- [43] M. Ishizuki, "Functional anatomy of the elbow joint and three-dimensional quantitative motion analysis of the elbow joint.," *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi*, vol. 53, no. 8, pp. 989–96, Aug. 1979.
- [44] J. T. London, "Kinematics of the elbow.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 63, no. 4, pp. 529–35, Apr. 1981.
- [45] B. F. Morrey and E. Y. Chao, "Passive motion of the elbow joint.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 58, no. 4, pp. 501–8, Jun. 1976.
- [46] K.-N. An and B. F. Morrey, "Biomechanics of the Elbow."
- [47] A. M. Hollister, H. Gellman, and R. L. Waters, "The relationship of the interosseous membrane to the axis of rotation of the forearm.," *Clin Orthop Relat Res*, no. 298, pp. 272–6, Jan. 1994.
- [48] F. van Glabbeek *et al.*, "Detrimental effects of overstuffing or understuffing with a radial head replacement in the medial collateral-ligament deficient elbow.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 86, no. 12, pp. 2629–35, Dec. 2004, doi: 10.2106/00004623-200412000-00007.
- [49] R. K. Beals, "The normal carrying angle of the elbow. A radiographic study of 422 patients.," *Clin Orthop Relat Res*, no. 119, pp. 194–6, Sep. 1976.
- [50] Kapandji IA, *The physiology of the joint: the elbow, flexion and extension (vol 1)*, ed 2. Livingstone, 1970.
- [51] L. Santosgutierrez, "A Contribution To The Study Of The Limiting Factors Of Elbow Extension.," *Acta Anat (Basel)*, vol. 56, pp. 146–56, 1964.
- [52] M. S. Cohen and H. Hastings, "Rotatory instability of the elbow. The anatomy and role of the lateral stabilizers.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 79, no. 2, pp. 225–33, Feb. 1997.
- [53] C. R. HANLON and W. L. ESTES, "Fractures in childhood, a statistical analysis.," *Am J Surg*, vol. 87, no. 3, pp. 312–23, Mar. 1954, doi: 10.1016/s0002-9610(54)90128-2.
- [54] L. A. Landin, "Epidemiology of children's fractures.," *J Pediatr Orthop B*, vol. 6, no. 2, pp. 79–83, Apr. 1997, doi: 10.1097/01202412-199704000-00002.
- [55] Sharrard W., *Paediatric orthopaedics and fractures*. Oxford: Blackwell Scientific, 1993.
- [56] K. Mulpuri, H. Hosalkar, and A. Howard, "AAOS clinical practice guideline: the treatment of pediatric supracondylar humerus fractures.," *J Am Acad Orthop Surg*, vol. 20, no. 5, pp. 328–30, May 2012, doi: 10.5435/JAAOS-20-05-328.
- [57] C. L. M. S. ; Farnsworth, P. D. M. S. ; Silva, and S. J. M. D. Mubarak, "Etiology of Supracondylar Humerus Fractures Author Information," *Trauma] Journal of Pediatric Orthopaedics Issue*, vol. 18, no. 1, pp. 38–42, [Online]. Available: <https://0210h76ag-y-https-ovidsp-dc1-ovid-com.sbu.proxy.deepknowledge.io/ovid-a/ovidweb.cgi>
- [58] J. C. Cheng, T. P. Lam, and N. Maffulli, "Epidemiological features of supracondylar fractures of the humerus in Chinese children.," *J Pediatr Orthop B*, vol. 10, no. 1, pp. 63–7, Jan. 2001.
- [59] L. A. Landin and L. G. Danielsson, "Elbow fractures in children. An epidemiological analysis of 589 cases.," *Acta Orthop Scand*, vol. 57, no. 4, pp. 309–12, Aug. 1986, doi: 10.3109/17453678608994398.
- [60] "Wilkins, K.E. (1984) Fractures and Dislocations of the Elbow Region. In Rockwood, C.A., Wilkins, K.E. and King, R.E., Eds., *Fractures in Children*, JB

Lippincott, Philadelphia, 447-457. - References - Scientific Research Publishing.”
[https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1960808](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vvffcz55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1960808) (accessed Aug. 20, 2022).

- [61] E. Abraham, T. Powers, P. Witt, and R. D. Ray, “Experimental hyperextension supracondylar fractures in monkeys.,” *Clin Orthop Relat Res*, no. 171, pp. 309–18.
- [62] K. E. Wilkins, “Supracondylar fractures: what’s new?,” *J Pediatr Orthop B*, vol. 6, no. 2, pp. 110–6, Apr. 1997, doi: 10.1097/01202412-199704000-00006.
- [63] Felsenreich F., “Kindliche supracondylar fracture und posttraumatisch deformitäten des ellenbogen gelenkes [in German].,” *Arch Orthop Unfallchir*, vol. 29, p. 55, 1931.
- [64] J. J. GARTLAND, “Management of supracondylar fractures of the humerus in children.,” *Surg Gynecol Obstet*, vol. 109, no. 2, pp. 145–54, Aug. 1959.
- [65] Mubarak SJ and Davids JR, Closed reduction and percutaneous pinning of supracondylar fractures of the distal humerus in the child. - Master Techniques in Orthopaedic Surgery— The Elbow. New York: Raven Press, 1994.
- [66] K. K. Leitch, R. M. Kay, J. D. Femino, V. T. Tolo, S. K. Storer, and D. L. Skaggs, “Treatment of multidirectionally unstable supracondylar humeral fractures in children. A modified Gartland type-IV fracture.,” *J Bone Joint Surg Am*, vol. 88, no. 5, pp. 980–5, May 2006, doi: 10.2106/JBJS.D.02956.
- [67] Lagrange J and Rigault P., “Treatment of supra-condylar fractures of the humerus in children [in French]. ,” *Presse Med*, vol. 78(53):2382, 1970.
- [68] B. Garg, A. Pankaj, R. Malhotra, and S. Bhan, “Treatment of flexion-type supracondylar humeral fracture in children.,” *J Orthop Surg (Hong Kong)*, vol. 15, no. 2, pp. 174–6, Aug. 2007, doi: 10.1177/230949900701500210.
- [69] H. de Boeck, “Flexion-type supracondylar elbow fractures in children.,” *J Pediatr Orthop*, vol. 21, no. 4, pp. 460–3.
- [70] P. D. Choi, R. Melikian, and D. L. Skaggs, “Risk factors for vascular repair and compartment syndrome in the pulseless supracondylar humerus fracture in children.,” *J Pediatr Orthop*, vol. 30, no. 1, pp. 50–6, doi: 10.1097/BPO.0b013e3181c6b3a8.
- [71] C. C. Campbell, P. M. Waters, J. B. Emans, J. R. Kasser, and M. B. Millis, “Neurovascular injury and displacement in type III supracondylar humerus fractures.,” *J Pediatr Orthop*, vol. 15, no. 1, pp. 47–52, doi: 10.1097/01241398-199501000-00011.
- [72] M. W. Shrader, M. D. Campbell, and D. J. Jacofsky, “Accuracy of emergency room physicians’ interpretation of elbow fractures in children.,” *Orthopedics*, vol. 31, no. 12, Dec. 2008, doi: 10.3928/01477447-20081201-23.
- [73] Baumann E., “Contributions to the knowledge of fractures about the elbow joint.,” *Bietrage Klin Chir (Bruns Bietrage)*, vol. 146, pp. 1–50, 1929.
- [74] D. M. Williamson, C. J. Coates, R. K. Miller, and W. G. Cole, “Normal characteristics of the Baumann (humerocapitellar) angle: an aid in assessment of supracondylar fractures.,” *J Pediatr Orthop*, vol. 12, no. 5, pp. 636–9.
- [75] W. N. Keenan and J. Clegg, “Variation of Baumann’s angle with age, sex, and side: implications for its use in radiological monitoring of supracondylar fracture of the humerus in children.,” *J Pediatr Orthop*, vol. 16, no. 1, pp. 97–8, doi: 10.1097/01241398-199601000-00019.
- [76] J. Camp, K. Ishizue, M. Gomez, R. Gelberman, and W. Akeson, “Alteration of Baumann’s angle by humeral position: implications for treatment of supracondylar humerus fractures.,” *J Pediatr Orthop*, vol. 13, no. 4, pp. 521–5, doi: 10.1097/01241398-199307000-00019.
- [77] H. S. Dodge, “Displaced supracondylar fractures of the humerus in children-- treatment by Dunlop’s traction.,” *J Bone Joint Surg Am*, vol. 54, no. 7, pp. 1408–18, Oct. 1972.

- [78] W. L. Mehserle and P. L. Meehan, "Treatment of the displaced supracondylar fracture of the humerus (type III) with closed reduction and percutaneous cross-pin fixation.," *J Pediatr Orthop*, vol. 11, no. 6, pp. 705–11, doi: 10.1097/01241398-199111000-00001.
- [79] A. J. Webb and F. C. Sherman, "Supracondylar fractures of the humerus in children.," *J Pediatr Orthop*, vol. 9, no. 3, pp. 315–25.
- [80] D. L. Skaggs and R. Mirzayan, "The posterior fat pad sign in association with occult fracture of the elbow in children.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 81, no. 10, pp. 1429–33, Oct. 1999, doi: 10.2106/00004623-199910000-00007.
- [81] C. F. Shank *et al.*, "The lateral capitellum angle in normal children: mean, variation, and reliability in comparison to Baumann's angle.," *J Pediatr Orthop*, vol. 31, no. 3, pp. 266–71, doi: 10.1097/BPO.0b013e31821009af.
- [82] P. Sukvanich, P. Samun, and P. Kongmalai, "Diagnostic accuracy of the shaft-condylar angle for an incomplete supracondylar fracture of elbow in children.," *Eur J Orthop Surg Traumatol*, vol. 29, no. 8, pp. 1673–1677, Dec. 2019, doi: 10.1007/s00590-019-02489-1.
- [83] Rang M, Barkin M, and Hendrick EB, *Elbow. Children's Fractures*. Philadelphia: JB Lippincott, 1983.
- [84] S. N. Parikh, E. J. Wall, S. Foad, B. Wiersema, and B. Nolte, "Displaced type II extension supracondylar humerus fractures: do they all need pinning?," *J Pediatr Orthop*, vol. 24, no. 4, pp. 380–4, doi: 10.1097/00004694-200407000-00007.
- [85] M. B. Millis, I. J. Singer, and J. E. Hall, "Supracondylar fracture of the humerus in children. Further experience with a study in orthopaedic decision-making.," *Clin Orthop Relat Res*, no. 188, pp. 90–7, Sep. 1984.
- [86] D. L. Skaggs, W. N. Sankar, J. Albrektson, S. Vaishnav, P. D. Choi, and R. M. Kay, "How safe is the operative treatment of Gartland type 2 supracondylar humerus fractures in children?," *J Pediatr Orthop*, vol. 28, no. 2, pp. 139–41, Mar. 2008, doi: 10.1097/BPO.0b013e3181653ac8.
- [87] M. H. Kurer and M. W. Regan, "Completely displaced supracondylar fracture of the humerus in children. A review of 1708 comparable cases.," *Clin Orthop Relat Res*, no. 256, pp. 205–14, Jul. 1990.
- [88] A. M. Pirone, H. K. Graham, and J. I. Krajchich, "Management of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 70, no. 5, pp. 641–50, Jun. 1988.
- [89] Allen PD and Gramse AE, "Transcondylar fractures of the humerus treated by Dunlop traction: report of 21 cases ,," *Am J Surg*, vol. ;67:217-27, 1945.
- [90] F. M. SMITH, "Kirschner wire traction in elbow and upper arm injuries.," *Am J Surg*, vol. 74, no. 5, pp. 770–87, Nov. 1947, doi: 10.1016/0002-9610(47)90235-3.
- [91] R. C. Mapes and W. L. Hennrikus, "The effect of elbow position on the radial pulse measured by Doppler ultrasonography after surgical treatment of supracondylar elbow fractures in children.," *J Pediatr Orthop*, vol. 18, no. 4, pp. 441–4.
- [92] Otsuka and Kasser, "Supracondylar Fractures of the Humerus in Children.," *J Am Acad Orthop Surg*, vol. 5, no. 1, pp. 19–26, Jan. 1997, doi: 10.5435/00124635-199701000-00003.
- [93] B. L. Alvin Swenson, "The Treatment Of Supracondylar Fractures By Kirschner-Wire Transfixion."
- [94] Casiano E., "Reduction and fixation by pinning 'banderillero'-style fractures of the humerus at the elbow in children.," *Mil Med.*, vol. 125:262–264, 1961.
- [95] C. A. Iobst, C. Spurdle, W. F. King, and M. Lopez, "Percutaneous pinning of pediatric supracondylar humerus fractures with the semisterile technique: the Miami experience.," *J Pediatr Orthop*, vol. 27, no. 1, pp. 17–22, doi: 10.1097/bpo.0b013e31802b68dc.

- [96] M. N. Rasool and K. S. Naidoo, "Supracondylar fractures: posterolateral type with brachialis muscle penetration and neurovascular injury.," *J Pediatr Orthop*, vol. 19, no. 4, pp. 518–22, doi: 10.1097/00004694-199907000-00019.
- [97] Herzenberg J, Koreska J, Carroll N, and Rang M, "Biomechanical testing of pinfixation techniques for pediatric supracondylar humerus fractures. *Orthopaedic Transactions*. 1988;12(12):678–679".
- [98] S. S. Lee, A. T. Mahar, D. Miesen, and P. O. Newton, "Displaced pediatric supracondylar humerus fractures: biomechanical analysis of percutaneous pinning techniques.," *J Pediatr Orthop*, vol. 22, no. 4, pp. 440–3.
- [99] D. L. Skaggs, J. M. Hale, J. Bassett, C. Kaminsky, R. M. Kay, and V. T. Tolo, "Operative treatment of supracondylar fractures of the humerus in children. The consequences of pin placement.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 83, no. 5, pp. 735–40, May 2001.
- [100] R. E. Topping, J. S. Blanco, and T. J. Davis, "Clinical evaluation of crossed-pin versus lateral-pin fixation in displaced supracondylar humerus fractures.," *J Pediatr Orthop*, vol. 15, no. 4, pp. 435–9, doi: 10.1097/01241398-199507000-00004.
- [101] M. S. Kocher *et al.*, "Lateral entry compared with medial and lateral entry pin fixation for completely displaced supracondylar humeral fractures in children. A randomized clinical trial.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 89, no. 4, pp. 706–12, Apr. 2007, doi: 10.2106/JBJS.F.00379.
- [102] W. N. Sankar, N. M. Hebel, D. L. Skaggs, and J. M. Flynn, "Loss of pin fixation in displaced supracondylar humeral fractures in children: causes and prevention.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 89, no. 4, pp. 713–7, Apr. 2007, doi: 10.2106/JBJS.F.00076.
- [103] M. J. Archibeck, S. M. Scott, and C. L. Peters, "Brachialis muscle entrapment in displaced supracondylar humerus fractures: a technique of closed reduction and report of initial results.," *J Pediatr Orthop*, vol. 17, no. 3, pp. 298–302.
- [104] G. Ozkoc, U. Gonc, A. Kayaalp, K. Teker, and T. T. Peker, "Displaced supracondylar humeral fractures in children: open reduction vs. closed reduction and pinning.," *Arch Orthop Trauma Surg*, vol. 124, no. 8, pp. 547–51, Oct. 2004, doi: 10.1007/s00402-004-0730-1.
- [105] K. E. Cramer, D. P. Devito, and N. E. Green, "Comparison of closed reduction and percutaneous pinning versus open reduction and percutaneous pinning in displaced supracondylar fractures of the humerus in children.," *J Orthop Trauma*, vol. 6, no. 4, pp. 407–12, 1992, doi: 10.1097/00005131-199212000-00002.
- [106] M. A. Gruber and W. A. Healy, "The posterior approach to the elbow revisited.," *J Pediatr Orthop*, vol. 16, no. 2, pp. 215–9, doi: 10.1097/00004694-199603000-00016.
- [107] S. Ay, M. Akinci, S. Kamiloglu, and O. Ercetin, "Open reduction of displaced pediatric supracondylar humeral fractures through the anterior cubital approach.," *J Pediatr Orthop*, vol. 25, no. 2, pp. 149–53, doi: 10.1097/01.bpo.0000153725.16113.ab.
- [108] J. C. Babal, C. T. Mehlman, and G. Klein, "Nerve injuries associated with pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis.," *J Pediatr Orthop*, vol. 30, no. 3, pp. 253–63, doi: 10.1097/BPO.0b013e3181d213a6.
- [109] L. A. Copley, J. P. Dormans, and R. S. Davidson, "Vascular injuries and their sequelae in pediatric supracondylar humeral fractures: toward a goal of prevention.," *J Pediatr Orthop*, vol. 16, no. 1, pp. 99–103, doi: 10.1097/00004694-199601000-00020.
- [110] J. M. Abzug and M. J. Herman, "Management of supracondylar humerus fractures in children: current concepts.," *J Am Acad Orthop Surg*, vol. 20, no. 2, pp. 69–77, Feb. 2012, doi: 10.5435/JAAOS-20-02-069.
- [111] J. J. McGraw, B. A. Akbarnia, D. P. Hanel, L. Keppler, and R. E. Burdge, "Neurological complications resulting from supracondylar fractures of the humerus in

- children.," *J Pediatr Orthop*, vol. 6, no. 6, pp. 647–50, doi: 10.1097/01241398-198611000-00001.
- [112] S. Garg *et al.*, "Clinical characteristics of severe supracondylar humerus fractures in children.," *J Pediatr Orthop*, vol. 34, no. 1, pp. 34–9, Jan. 2014, doi: 10.1097/BPO.0b013e31829c0046.
 - [113] S. Amillo and G. Mora, "Surgical management of neural injuries associated with elbow fractures in children.," *J Pediatr Orthop*, vol. 19, no. 5, pp. 573–7.
 - [114] Volkmann R, "Die ischaemischen Muskellahmungen und Kontrakturer. ," *Zentralbl Chir.*, vol. ;8:801, 1881.
 - [115] S. N. Oishi and M. Ezaki, "Free gracilis transfer to restore finger flexion in Volkmann ischemic contracture.," *Tech Hand Up Extrem Surg*, vol. 14, no. 2, pp. 104–7, Jun. 2010, doi: 10.1097/BTH.0b013e3181d4459d.
 - [116] N. O. Schroeder, M. A. Seeley, A. Hariharan, F. A. Farley, M. S. Caird, and Y. Li, "Utility of Postoperative Antibiotics After Percutaneous Pinning of Pediatric Supracondylar Humerus Fractures.," *J Pediatr Orthop*, vol. 37, no. 6, pp. 363–367, Sep. 2017, doi: 10.1097/BPO.0000000000000685.
 - [117] H. T. Spencer, M. Wong, Y.-J. Fong, A. Penman, and M. Silva, "Prospective longitudinal evaluation of elbow motion following pediatric supracondylar humeral fractures.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 92, no. 4, pp. 904–10, Apr. 2010, doi: 10.2106/JBJS.I.00736.
 - [118] L. E. Zionts, C. J. Woodson, N. Manjra, and C. Zalavras, "Time of return of elbow motion after percutaneous pinning of pediatric supracondylar humerus fractures.," *Clin Orthop Relat Res*, vol. 467, no. 8, pp. 2007–10, Aug. 2009, doi: 10.1007/s11999-009-0724-y.
 - [119] T. S. MANN, "PROGNOSIS IN SUPRACONDYLAR FRACTURES.," *J Bone Joint Surg Br*, vol. 45, pp. 516–22, Aug. 1963.
 - [120] J. M. Flynn, J. F. Sarwark, P. M. Waters, D. S. Bae, and L. P. Lemke, "The surgical management of pediatric fractures of the upper extremity.," *Instr Course Lect*, vol. 52, pp. 635–45, 2003.
 - [121] G. Bakalim and E. Wilppula, "Supracondylar humeral fractures in children. Causes of changes in the carrying angle of the elbow.," *Acta Orthop Scand*, vol. 43, no. 5, pp. 366–74, 1972, doi: 10.3109/17453677208998956.
 - [122] A. Eren, M. Güven, B. Erol, B. Akman, and K. Ozkan, "Correlation between posteromedial or posterolateral displacement and cubitus varus deformity in supracondylar humerus fractures in children.," *J Child Orthop*, vol. 2, no. 2, pp. 85–9, Mar. 2008, doi: 10.1007/s11832-008-0088-y.
 - [123] H. de Boeck and P. de Smet, "Valgus deformity following supracondylar elbow fractures in children.," *Acta Orthop Belg*, vol. 63, no. 4, pp. 240–4, Dec. 1997.
 - [124] J. P. Levai, A. Tanguy, J. P. Collin, and P. Teinturier, "[Recurrent posterior dislocation of the elbow following malunion of supracondylar fracture of the humerus. Report of a case (author's transl)].," *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, vol. 65, no. 8, pp. 457–9, Dec. 1979.
 - [125] J. G. Gamble and J. S. Vorhies, "Remodeling of Sagittal Plane Malunion After Pediatric Supracondylar Humerus Fractures.," *J Pediatr Orthop*, vol. 40, no. 10, pp. e903–e909, doi: 10.1097/BPO.0000000000001623.
 - [126] M. Silva, M. J. Day, B. Aceves-Martin, and E. Ebrahimzadeh, "Sagittal Plane Residual Deformity in Pediatric Type II Supracondylar Humerus Fractures.," *J Pediatr Orthop*, vol. 40, no. 7, pp. e547–e553, Aug. 2020, doi: 10.1097/BPO.0000000000001512.
 - [127] H.-K. Kao, W.-C. Lee, W.-E. Yang, and C.-H. Chang, "Clinical significance of anterior humeral line in supracondylar humeral fractures in children.," *Injury*, vol. 47, no. 10, pp. 2252–2257, Oct. 2016, doi: 10.1016/j.injury.2016.06.037.

- [128] P. Persiani, M. di Domenica, M. Gurzi, L. Martini, R. Lanzone, and C. Villani, "Adequacy of treatment, bone remodeling, and clinical outcome in pediatric supracondylar humeral fractures.," *J Pediatr Orthop B*, vol. 21, no. 2, pp. 115–20, Mar. 2012, doi: 10.1097/BPB.0b013e32834c675e.
- [129] K. E. Wilkins, "Principles of fracture remodeling in children.," *Injury*, vol. 36 Suppl 1, pp. A3–11, Feb. 2005, doi: 10.1016/j.injury.2004.12.007.
- [130] P. Worlock, "Supracondylar fractures of the humerus. Assessment of cubitus varus by the Baumann angle.," *J Bone Joint Surg Br*, vol. 68, no. 5, pp. 755–7, Nov. 1986, doi: 10.1302/0301-620X.68B5.3782238.
- [131] H. Labelle, W. P. Bunnell, M. Duhaime, and B. Poitras, "Cubitus varus deformity following supracondylar fractures of the humerus in children.," *J Pediatr Orthop*, vol. 2, no. 5, pp. 539–46, 1982, doi: 10.1097/01241398-198212000-00014.
- [132] C. L. Farnsworth, P. D. Silva, and S. J. Mubarak, "Etiology of supracondylar humerus fractures.," *J Pediatr Orthop*, vol. 18, no. 1, pp. 38–42.
- [133] J. C. Cheng, T. P. Lam, and N. Maffulli, "Epidemiological features of supracondylar fractures of the humerus in Chinese children.," *J Pediatr Orthop B*, vol. 10, no. 1, pp. 63–7, Jan. 2001.
- [134] S. Houshian, B. Mehdi, and M. S. Larsen, "The epidemiology of elbow fracture in children: analysis of 355 fractures, with special reference to supracondylar humerus fractures.," *J Orthop Sci*, vol. 6, no. 4, pp. 312–5, 2001, doi: 10.1007/s007760100024.
- [135] L. v. Barr, "Paediatric supracondylar humeral fractures: Epidemiology, mechanisms and incidence during school holidays," *J Child Orthop*, vol. 8, no. 2, pp. 167–170, Mar. 2014, doi: 10.1007/s11832-014-0577-0.
- [136] N. O. Schroeder, M. A. Seeley, A. Hariharan, F. A. Farley, M. S. Caird, and Y. Li, "Utility of Postoperative Antibiotics After Percutaneous Pinning of Pediatric Supracondylar Humerus Fractures.," *J Pediatr Orthop*, vol. 37, no. 6, pp. 363–367, Sep. 2017, doi: 10.1097/BPO.0000000000000685.
- [137] M. Silva *et al.*, "Inter- and intra-observer reliability of the Baumann angle of the humerus in children with supracondylar humeral fractures.," *Int Orthop*, vol. 34, no. 4, pp. 553–7, Apr. 2010, doi: 10.1007/s00264-009-0787-0.
- [138] D. M. Williamson, C. J. Coates, R. K. Miller, and W. G. Cole, "Normal characteristics of the Baumann (humero capitellar) angle: an aid in assessment of supracondylar fractures.," *J Pediatr Orthop*, vol. 12, no. 5, pp. 636–9.
- [139] W. N. Keenan and J. Clegg, "Variation of Baumann's angle with age, sex, and side: implications for its use in radiological monitoring of supracondylar fracture of the humerus in children.," *J Pediatr Orthop*, vol. 16, no. 1, pp. 97–8, doi: 10.1097/01241398-199601000-00019.
- [140] Y. Kiyota *et al.*, "Normal values and ranges of the lateral capitello-humeral angle in healthy children.," *J Pediatr Orthop B*, vol. 30, no. 4, pp. 381–384, Jul. 2021, doi: 10.1097/BPB.0000000000000797.
- [141] L. Moraleda, M. Valencia, R. Barco, and G. González-Moran, "Natural history of unreduced Gartland type-II supracondylar fractures of the humerus in children: a two to thirteen-year follow-up study.," *J Bone Joint Surg Am*, vol. 95, no. 1, pp. 28–34, Jan. 2013, doi: 10.2106/jbjs.l.00132.
- [142] P. Persiani, M. di Domenica, M. Gurzi, L. Martini, R. Lanzone, and C. Villani, "Adequacy of treatment, bone remodeling, and clinical outcome in pediatric supracondylar humeral fractures.," *J Pediatr Orthop B*, vol. 21, no. 2, pp. 115–20, Mar. 2012, doi: 10.1097/BPB.0b013e32834c675e.
- [143] N. Simanovsky, R. Lamdan, R. Mosheiff, and N. Simanovsky, "Underreduced supracondylar fracture of the humerus in children: clinical significance at skeletal maturity.," *J Pediatr Orthop*, vol. 27, no. 7, pp. 733–8, doi: 10.1097/BPO.0b013e3181558a63.