



T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK
BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**GARTLAND EVRE II-III PEDIATRİK SUPRAKONDİLER HUMERUS
KIRIKLARINDA POSTERİOR VE ÇAPRAZ PİNLEME İLE SADECE ÇAPRAZ
PİNLEME YÖNTEMLERİNİN RADYOLOJİK VE KLİNİK SONUÇLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI-PROSPEKTİF RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇALIŞMA**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Arş. Grv. Dr. Sakhi Ahmad FAZLİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç.Dr. Murat Yeşil

T.C.

AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**GARTLAND EVRE II-III PEDİATRİK SUPRAKONDİLER
HUMERUS KIRIKLARINDA POSTERİOR VE ÇAPRAZ
PİNLEME İLE SADECE ÇAPRAZ PİNLEME
YÖNTEMLERİNİN RADYOLOJİK VE KLİNİK
SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI-PROSPEKTİF
RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇALIŞMA**

Dr. Sakhi Ahmad FAZLİ

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Murat Yeşil

AFYONKARAHİSAR 2024

T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

Tez Başlığı : GARTLAND EVRE II-III PEDIATRİK SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARINDA POSTERİOR VE ÇAPRAZ PİNLEME İLE SADECE ÇAPRAZ PİNLEME YÖNTEMLERİNİN RADYOLOJİK VE KLİNİK SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI-PROSPEKTİF RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇALIŞMA

Tezi Hazırlayan : Arş. Grv. Dr. Sakhi Ahmad FAZLİ

Tez Savunma Tarihi : 19.09.2024

Tez Kabul Tarihi : 19.09.2024

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Murat YEŞİL

İş bu çalışma jürimiz tarafından ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI'nda TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan
Prof. Dr. Özal ÖZCAN

Üye
Doç. Dr. Murat Yeşil

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Recep Altın

ONAY
DEKAN
Prof. Dr. Necip BECİT

TEŞEKKÜR

Ortopedi ve Travmatoloji asistanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini her zaman benimle paylaşan, tezimin planlanması ve yürütülmesinde beni destekleyen değerli hocam Doç. Dr. Murat Yeşil'e, eğitimimde büyük emekleri olan, daima bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Özal Özcan, Prof. Dr. Gökhan Maralcan, Prof. Dr. Mehmet Nuri Konya, Dr. Öğr. Üyesi Recep Altın, Dr. Öğr. Üyesi Bilge Kağan Yılmaz'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma hayatımda bana her zaman destek olan uzman Dr. Uğur Yüzügüldü, Dr. Mohammed Salah Ahmed Ali, Dr. Çağlar Tuna Issı, Dr. İbrahim Ethem Bütüner, Dr. Erdal Keskin, Dr. Mohamed Hamid Shirzad'a, araştırma görevlisi arkadaşlarım, Dr. Osman Emre Tosun, Dr. Serkan Savaş, Dr. Halil Sami Postallı, Dr. Mevlüt Özbahçe, Dr. Oğuz Şimşek, Dr. Fatih Ay, Dr. Musa Can Çelikbaş, Dr. Osman Şan, Dr. Ramazan Kaplan, Dr. Yunus Candaş, Dr. Fatih Kan, Dr. Oğulcan Göz, Dr. Mehmet Batuhan Tunca, Dr. Fazlı Tosun, Dr. Serkan Özdemir, Dr. Muhammed Fatih Koşar, Dr. Alican Tuna'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tezin istatistik kısmında destek veren Dr. Osman Gerçek'e teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde büyük emeği olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen sevgili annem Shafiqa ve babam Nasir Ahmad'e, kardeşim Meryem, Muska ve Tayeb'e teşekkürlerimi sunuyorum. Özellikle hayatımda daima özel bir yeri olan ve maalesef aramızdan erken ayrılan İrşad Ahmad Maywand kardeşime, manevi varlığıyla bana ilham verdiği için minnettarım.

Dr. Sakhi Ahmad Fazli

Afyonkarahisar, Eylül 2024

GARTLAND EVRE II-III PEDIATRİK SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARINDA POSTERİOR VE ÇAPRAZ PINLEME İLE SADECE ÇAPRAZ PINLEME YÖNTEMLERİNİN RADYOLOJİK VE KLİNİK SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI-PROSPEKTİF RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇALIŞMA

Arş. Grv. Dr. Sakhi Ahmad Fazli

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi
Eylül 2024

Danışman: Doç. Dr. Murat Yeşil

ÖZET

Amaç: Pediatrik suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde kapalı veya açık şekilde çapraz Kirschner teli ile tespit yaygın ve önerilen yöntemdir. Ancak optimal K-teli konfigürasyonu hala tartışmalıdır. Bu çalışmanın amacı Ekstansiyon tipi Gartland evre II-III pediatrik suprakondiler humerus kırıklarında uygulanan posterior intrafokal K-teli+çapraz pinleme yönteminin sadece çapraz pinleme yöntemine kıyasla radyolojik ve klinik sonuçlarının karşılaştırmasıdır.

Materyal Metod: Mayıs 2023- Mayıs 2024 tarihleri arasında hastanemizin acil servisi ve polikliniğine başvuran, 2-18 yaş arası Ekstansiyon tipi Gartland evre II-III suprakondiler humerus kırığı olan toplam 52 çocuk hasta çalışmaya dâhil edilmiştir. Çalışmaya katılacak ve kontrol grubuna yerleştirilecek hastalar kapalı zarf yöntemiyle randomize seçilmiştir. Ameliyat öncesi, her hasta için bir hasta kartı oluşturularak demografik bilgileri kaydedilmiştir. Hastalar, ameliyat sonrası 3., 5. ve 8. haftalarda poliklinik kontrolüne çağırılmıştır. Her kontrolde rutin olarak ön-arka (AP) ve yanal grafiyer çekilmiştir. Klinik değerlendirmede dirsek eklem hareket açıklığı (ROM), Flynn kriteri, radyolojik olarak Baumann açısı, lateral humerokapitellar açı, RUS skoru ve lateral rotasyon yüzdesi ölçülmüştür.

Bulgular: Posterior+çapraz pin ve çapraz pin gruplarının ortalama yaş ve cinsiyet dağılımı benzerdi. Her iki grupta da belirgin bir redüksiyon kaybı yaşanmadı. Hiçbir hastada iatrojenik ulnar sinir hasarı görülmedi. Klinik olarak 3 haftalık kontrolde ROM açıları değerlendirildiğinde, çalışma grubunda istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek sonuçlar elde edildi ($p=0,022$). Flynn kriterine göre fonksiyonel iyileşme açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Radyolojik olarak Baumann açıları karşılaştırılmasında, çalışma grubunun kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu tespit edildi ($p=0,022$). RUS skoru ise kontrol grubunda çalışma grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek izlendi ($p=0,044$). Humerokapitellar açısındaki değişiklikler ve komplikasyonlar açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı.

Sonuç: Pediatrik suprakondiler humerus kırıkları ortopedinin en zor konularından biridir. Cerrahi sonrası radyolojik dizilim ile fonksiyonel sonuç arasında anlamlı bir pozitif korelasyon mevcuttur. Çalışmamızın sonuçlarına göre Posterior+çapraz pinleme ile sadece çapraz pinleme sonuçları arasında klinik veya radyolojik olarak gruplar arası anlamlı bir fark yoktur. Cerrahin rahat olduğu ve en iyi bildiği yol ve metotla redüksiyon sağlamaya çalışılmalıdır.

**COMPARISON OF RADIOLOGICAL AND CLINICAL RESULTS
BETWEEN POSTERIOR AND CROSS-PINNING AND CROSS-PINNING
ALONE IN GARTLAND STAGE II-III PEDIATRIC SUPRACONDYLAR
HUMERUS FRACTURES - A PROSPECTIVE RANDOMIZED
CONTROLLED TRIAL**

Res. Asst. Dr. Sakhi Ahmad Fazli

**Afyonkarahisar Health Sciences University
Faculty of Medicine Department of Orthopedics and Traumatology Medical
Specialization Thesis
September 2024**

Supervisor: Assoc. Prof. Murat Yeşil

ABSTRACT

Objective: The treatment of pediatric humerus supracondylar fractures using crossed Kirschner wire fixation, either closed or open, is a common and recommended method. However, the optimal K-wire configuration remains controversial. We aim in this study is to compare the radiological and clinical outcomes of posterior intrafocal K-wire + crossed pinning with the crossed pinning method alone in the treatment of extension-type Gartland stage II-III pediatric supracondylar humerus fractures.

Materials and Methods: A total of 52 pediatric patients aged between 2-18 years, diagnosed with extension-type Gartland stage II-III supracondylar humerus fractures, who presented to our hospital's emergency department and outpatient clinic between May 2023 and May 2024, were included in the study. Patients were randomly assigned to either the study group or control group using a closed-envelope method. Prior to surgery, a patient card was created for each patient, recording demographic information. Patients were called for outpatient follow-up at weeks 3, 5, and 8 postoperatively. During each follow-up, routine anteroposterior (AP) and lateral radiographs were taken. Clinically, range of motion (ROM) of the elbow joint, Flynn criteria, and radiological assessments including Bauman angle, lateral humerocapitellar angle, RUS score, and percentage of lateral rotation were measured.

Results: The average age and gender distribution of the posterior + crossed pin and crossed pin groups were similar. No significant loss of reduction was observed in either group. None of the patients experienced iatrogenic ulnar nerve injury. Clinically, at the 3-week follow-up, ROM angles were significantly higher in the study group compared to the control group ($p=0,022$). There was no significant difference between the groups in terms of return to function according to Flynn criteria. Radiologically, the Bauman angles were significantly higher in the study group compared to the control group ($p=0,022$). The RUS score was significantly higher in the control group compared to the study group ($p=0,044$). No significant differences were observed between the groups in terms of changes in the humerocapitellar angle or complications.

Conclusion: Pediatric supracondylar humerus fractures are one of the most challenging and demanding issues in orthopedics. There is a significant positive correlation between postoperative radiological alignment and functional outcomes. The results of cross + posterior pinning and isolated cross pinning are similar. The surgeon should aim to achieve reduction using the method they are most comfortable with and experienced in.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI	ii
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Tarihçe.....	3
2.2. Dirsek Anatomisi.....	3
2.2.1. Dirsek Eklemi Oluşturan Kemik Yapılar	4
2.2.1.1. Humerus Distal Ucu.....	4
2.2.1.2. Radius Proksimal Ucu	6
2.2.1.3. Ulna Proksimal Ucu.....	7
2.2.2. Dirsek Eklemi Ossifikasyon Süreçleri	9
2.2.3. Eklem Kapsülü ve Bağlar.....	11
2.2.3.1. Ligamentum Collaterale Mediale	12
2.2.3.2. Ligamentum Collaterale Laterale	13
2.2.5. Vasküler Yapılar	18
2.2.5.1. Arteryal Yapılar	18
2.2.5.2. Venöz Yapılar	19
2.2.6. Dirsek Bölgesi Kasları.....	19
2.2.7. Topografik Anatomi	21
2.3. Dirsek Eklemi Biyomekaniği	22
2.4. anatomik varyasyonlar	24
2.5. Pediatrik Suprakondiler Humerus Kırıkları.....	24
2.5.1. Etiyoloji ve Kırık Oluşum Mekanizması.....	25
2.5.2. Sınıflandırma	27

2.5.3. Klinik Değerlendirme.....	30
2.5.4. Radyolojik Değerlendirme	32
2.5.4.1. AP Grafinin Değerlendirilmesi	33
2.5.4.2. Lateral Grafinin Değerlendirilmesi.....	35
2.5.5. Ayrıcı Tanılar	38
2.5.6. Tedavi.....	38
2.5.6.1. Sadece alçı tespiti:	39
2.5.6.2. alçı tespiti redüksiyon yapıldıktan sonra	39
2.5.6.3. Traksiyonla redüksiyon.....	40
2.5.6.4. Kapalı redüksiyon ve pinleme	40
2.5.6.5. Açık redüksiyon ve pinleme	42
2.5.7. Komplikasyonlar	43
2.5.7.1. Vasküler Komplikasyonlar	43
2.5.7.2. Kompartman ve Volkmanın iskemik kontraktürü	45
2.5.7.3. Nörolojik Komplikasyonlar	46
2.5.7.4. Açısal Deformiteler.....	47
2.5.7.5. Dirsek sertliği ve myositis ossifikans	47
3. GEREÇ VE YÖNTEM	49
3.1. Çalışma Grubunun Oluşturulması	49
3.2. Postoperatif Değerlendirme.....	49
3.2.1. Skorlamalar	50
3.3. Cerrahi Protokolü	53
3.4. İstatistiksel Analiz	55
3.5. Power Analiz	55
4. BULGULAR.....	56
5. TARTIŞMA	63
6. SONUÇ	70
7. KAYNAKLAR	72
EKLER.....	77

KISALTMALAR

A	: Arteria
AB	: Anüler bağ
AP	: Anterior Posterior
K Teli	: Kirshner Teli
LHKA	: Lateral humerokapitellar açđ
LUKB	: Lateral ulnar kollateral bağ
M	: Musculus
N	: Nervus
PACS	: Picture Archiving and Communication Systems
RKB	: Radial kollateral bağ
ROM	: Range Of Motion
RUS	: Radiographic Union Score
V	: Vena

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1: Sekonder ossifikasyon merkezleri başlangıç sıralaması ve yaşları	10
Tablo 2: Felsenreich Sınıflaması	27
Tablo 3: Holmberg Sınıflaması	27
Tablo 4: Modifiye Gartland Sınıflaması	28
Tablo 5: Fleksiyon kırık tipi sınıflaması	28
Tablo 6: AO sınıflaması	29
Tablo 7: Mayo dirsek skorlaması	51
Tablo 8: Flynn Kriterleri	52
Tablo 9: RUS hesaplanması	52
Tablo 10. Grupların demografik verilerinin karşılaştırılması.....	56
Tablo 11. Grupların kırık tipi ve operasyon yöntemlerinin karşılaştırılması	57
Tablo 12. Grupların birinci kontrol (3. hafta) verilerinin karşılaştırılması	58
Tablo 13. Grupların ikinci kontrol (5. hafta) verilerinin karşılaştırılması.....	59
Tablo 14. Grupların üçüncü kontrol (8. hafta) verilerinin karşılaştırılması	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1: Dirsek Eklemi Oluşturan Humerus, Radius ve Ulnanın anterior Görünüşü.	4
Şekil 2: Humerus Distal anterior Görünümü	5
Şekil 3: Humerus Distal Ucu posterior Görünümü.....	6
Şekil 4: Radius proksimali anterior	7
Şekil 5: Radius proksimali psoterior.....	7
Şekil 6: Proksimal ulna anterior görünümü	8
Şekil 7: Proksimal ulna posterior görünümü	8
Şekil 8: Proksimal ulna lateral görünümü (radial taraftan görünüm)	9
Şekil 9: Dirsek bölgesindeki sekonder ossifikasyon merkezleri	10
Şekil 10: Sekonder kemikleşme merkezlerinin füzyon zamanları.....	11
Şekil 11: Dirsek eklemi kapsül yapısı, anterior ve posterior görünüm.....	12
Şekil 12: Ligamentum collaterale mediale kompleksi.....	12
Şekil 13: Ligamentum collaterale laterale kompleksi.....	13
Şekil 14: Annuler ligaman'ın görünüşü.....	14
Şekil 15: Dirsek bölgesi nörovasküler yapılar	18
Şekil 16: Dirsek bölgesi arteryal yapılar	19
Şekil 17: Dirsek bölgesi venöz yapılar	19
Şekil 18: Ön kol kasları önden görünüş	20
Şekil 19: Kolun arkadan görünüşü ve kasları	21
Şekil 20: Her iki epikondil ve olecranon fleksiyonda ve ekstansiyon olan görünümleri	21
Şekil 21: Humerus distal fizyolojik açıları	22
Şekil 22: Processus suprakondylaris ve foramen supratroclearis	24
Şekil 23: Ekstansiyon tipi kırık oluşum mekanizması ve etkili kuvvetler.....	25
Şekil 24: Fleksiyon tipi kırık oluşum mekanizması	26
Şekil 25: Modifiye Gartland Sınıflaması	28
Şekil 26: AO sınıflaması: a) Tip 1, b) Tip 2 (rogers çizgisi), c) Tip 3, d) Tip 4 ..	29
Şekil 27: S şeklinde görünüm ve gamze belirtisi.....	30
Şekil 28: Taşıma açısı	31

Şekil 29: Dirsek ön ve yan grafi	32
Şekil 30: Jones grafisi çekimi	33
Şekil 31: Baumann açısının çizimi	34
Şekil 32: A) Humeroulnar açı, B) Metafizodiafizler açısı.....	35
Şekil 33: Lateral Humerokapitellar Açısı.....	36
Şekil 34: A) Distal humerus lateral grafideki gözyaşı bulgusu B) Lateral kondilin humerus cismi ile yaptığı açı C) Rogers çizgisi (Anterior humeral çizgi) D) Koronoid çizgi.....	37
Şekil 35: Yağ yastıkçıkları; A) Sağlıklı dirsek, B) Eklem şişliği olan dirsek	37
Şekil 36: Ekstansiyon tipi deplase suprakondiler humerus kırığı redüksiyonu	40
Şekil 37: Çeşitli konfigürasyonlarda K teli uygulaması	42
Şekil 38: Vasküler ve nörolojik semptomların oluş mekanizması.....	45
Şekil 39: dirsek eklemi ROM	51
Şekil 40: Posterior pin uygulaması	54
Şekil 41: Hastanın preop grafileri	61
Şekil 42: post-op 1.gün grafileri	61
Şekil 43: 3.hafta kontrol grafileri.....	62
Şekil 44: 8. Hafta kontrol grafileri.....	62

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Hızlı artan nüfus, insanların artık daha çok kentlere göç etmesi ve çocuklar için sosyal alanların çoğalmış olması günümüzde suprakondiler humerus kırıklarının sıklığını giderek arttırmıştır. Çocuklarda suprakondiler humerus kırıkları yıllık insidansı 100.000'de 177,3 olarak tahmin edilen dirsek kırıkları arasında en yaygın olanıdır ve tüm pediatrik kırıkların %16'sını oluşturur. Erkek vaka sayısı kızlara göre daha fazladır. Tüm vakaların %90'ı 5-7 yaş aralığındadır ve non-dominant kol daha sık etkilenmektedir. Vakaların %97-99'u ekstansiyon tipi kırıklar oluşturmaktadır. En sık görülen mekanizma uzatılmış el üzerine dirsek tam ekstansiyon iken düşmedir (1).

Suprakondiler humerus kırıklarında ilk önce fizik muayene yapılarak distal nörovasküler yapıların sağlıklı olup olmadığı değerlendirilir. Ardından humerus ve dirsek iki yönlü direkt grafi ile deplasman yönü, miktarı ve sınıflandırması yapılır. Suprakondiler humerus kırıklarının sınıflandırılmasında Gartland sınıflandırması kullanılmaktadır (1).

Çocukluk döneminde meydana gelen suprakondiler kırıkların tedavisi, gelecekte oluşabilecek fonksiyonel ve kozmetik sorunların önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Tedavide çoğunlukla ilk olarak kapalı redüksiyon teknikleri tercih edilir, fakat deplase suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde cerrahi yöntemler daha fazla önem kazanmaktadır(2).

Tedavilerin sonucunda bazı komplikasyonlar da ortaya çıkabilir. Yanlış kaynama, sinir hasarı, damar hasarı, pin dibi enfeksiyonu, kompartman sendromu, osteonekroz, büyüme plağın erken kapanması, eklem hareket açıklığı azalması veya kas gücü azalmasını bağlı olarak dirseğin tam kullanılamaması cerrahi sonrası görülebilen komplikasyonlar arasındadır (3).

Gartland evre II-III pediatrik humerus suprakondiler kırıklarının tedavisinde kapalı veya açık cerrahi yapılarak çapraz Kirschner teli ile tespit yaygın ve önerilen yöntemdir. Ancak optimal K-teli konfigürasyonu hala tartışmalıdır (2).

Cerrahi sonrası yapılan X-ray çekimleri ile redüksiyonun kalitesi değerlendirilir ve sonraki kontrollerde kaynama miktarı ve yeterliliği incelenir. Post-op dönemde atel ve kullanılan K-tellerinin ne zaman çıkarılması gerektiğine dair kesin kriterler bulunmamaktadır. Bu karar genellikle cerrahın tecrübesine ve kaynama süreci hakkında edindiği kanaate dayanarak verilir. Klinik olarak poliklinik kontrollerinde hastanın dirsek eklemi kozmetik ve fonksiyonel açıdan değerlendirmektedir (4).

Daha önce yapılmış olan biyomekanik ve klinik çalışmalarda posterior intrafokal K-teli uygulamasının kırık redüksiyonu kolaylaştırdığı ve sagittal planda kırığın stabilitesini arttırdığı bildirilmiştir (5).

Bu çalışmanın amacı ekstansiyon tipi Gartland evre II-III pediatrik suprakondiler humerus kırıklarında uygulanan posterior intrafokal k-teli+çapraz pinleme yönteminin sadece çapraz pinleme yönteminin radyolojik ve klinik sonuçlarının randomize prospektif şekilde karşılaştırılmasıdır. Hastalar kapalı zarf yöntemi ile randomize edilip 1.gruba posterior intrafokal k-teli+çapraz pinleme yönteminin tedavisi 2.gruba ise sadece çapraz pinleme yöntemine tedavisi uygulanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

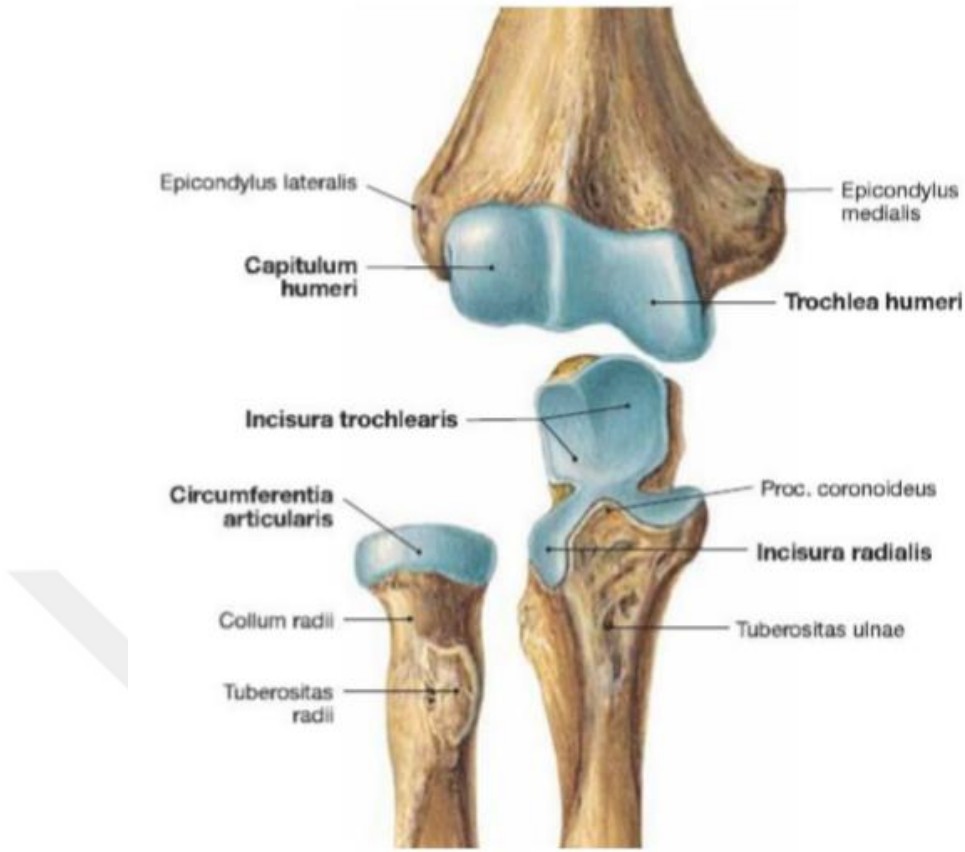
Suprakondiler humerus kırıklar tarihte M.S. 4. yüzyılda ilk oalarak Hipokrat tarafından tanıtımı yapılmıştır. Literatürde bu kırıklara ilişkin ilk yazılı bilgi, 1634 yılında Ambroise Paré ve 1739 yılında Percivall Pott tarafından verilmiştir. 1939 yılında Dunlop, başlarda önkola cilt traksiyonu uygulamıştır. Bu yöntem daha sonra Magnuson ve Graham tarafından modifiye edilerek geliştirilmiştir (6).

1930 yılında Müller, ulna proksimal epifiz plağının distalinden geçen yatay bir K teli kullanarak iskelet traksiyonu gerçekleştirmiştir. 1952 yılında Fahey, koronoid çıkıntının distal bölgesine kortikal vida yerleştirerek iskelet traksiyonu uygulamıştır. 1978 yılında, Palmer çok delikli ve kanatlı kortikal vidalar uygulayarak iskelet traksiyonu yapmıştır. 1939'da Müller, 1948'de ise Swanson, kırığı kapalı şekilde redükte ettikten sonra düz Kirschner (K) tellerini iç ve dış epikondillerden geçirerek fiksasyon girişiminde bulunmuşlardır.

Sandegard, 1943 yılında; 1955 yılında Madsen açık redüksiyon sonrası kötü dirsek fonksiyonları bildirmişlerdir. 1972 yılında Carcassone, 1973 yılında; Hart, 1977 yılında Ramsey ve Griz, ve Danielsson, 1980 yılında cerrahi disseksiyon ile iyi sonuçlar ulaştığını yayınlamışlardır (7).

2.2. Dirsek Anatomisi

Dirsek eklem yapısı üç farklı kemiğin (humerus, ulna, radius) birbiriyle eklem yüzeyi oluşturması ile oluşur ve bu eklemleşme dirseğe her 3 boyutta da hareket olanağı sağlar. Eklem hareketlerinin bütünlüğü Radius ve ulnanın birbirleriyle ve ayrı ayrı humerus alt ucu ile eklemleşmesi sonucunda oluşur. Oluşan eklemler humeroulnar eklemi humeroradial eklem eklem ve proksimal radioulnar eklemdir. Dirsek eklemi bu üç eklemden oluşur ve tek bir ortak eklem kapsülü ile sarılır (Şekil 1).



Şekil 1: Dirsek Eklemi Oluşturan Humerus, Radius ve Ulnanın anterior Görünüşü (8).

2.2.1. Dirsek Eklemi Oluşturan Kemik Yapılar

2.2.1.1. Humerus Distal Ucu

Humerus'un eklem oluşturduğu alt ucu humeral kondil olarak isimlendirilir. Humerus kondilinin medial ve lateral kenarları crista supraepicondylaris medialis ve crista supraepicondylaris lateralis olarak adlandırılır ve proksimale doğru uzanarak humerus medial ve lateral kenarı olan margo medialis ve lateralis oluşturur. Medial ve lateralis supraepicondylaris crista çıkıntı oluşturur. Bu çıkıntılar medialde fleksör kas grubunun yapıldığı medial epikondili, lateralde ise ekstansör kas grubunun yapıldığı ekstansör kas grubunun yapıldığı lateral kondil olarak adlandırılır. Capitellum, yarım küre biçiminde olup anterior tarafa doğru konveks bir yapıya sahiptir. Capitellum ve troklea öne ve aşağıya eğim yaparak humerus distal ucuyla 30°- 40°'lik bir açı oluşturur. Bu açığa humerokapitellar inklinasyon açısı denir. Medial epikondil silindirik bir yapıya sahiptir ve eklem yüzeyi laterale göre daha geniştir. Medial epikondilin eklem

yüzeyi Trochlea olarak adlandırılır ve makara şeklindedir. Trochlea'nın medial ve lateral çıkıntıları arasındaki merkezi oluk, ulna'nın proksimalindeki semilunar çentik ile eklem oluşturur. Trochlea'nın arka yüzündeki oluk ise hafifçe laterale doğru eğimlidir ve bu eğim, dirsek ekstansiyonda iken ön kolun valgus pozisyonunda taşıma açısını meydana getirir.

Humerusun arka yüzünde içten dışa doğru sırası ile coronoid fossa ve radial fossa olmak üzere iki adet fossa, ön yüzünde ise bir oluk bulunur. Radial fossa humerus capitellum superiorunda yer alır ve dirsek fleksiyonu sırasında radiustaki caput radii'nin circumferentia articularisinin ön kısmı girerken fossa coronoidea trochlea humerinin superiorunda bulunur ve dirsek fleksiyonu esnasında ulnanın processus coronoideus girer. Arka yüzde ise fossa olecranii bulunur ve bu üç oluktan en büyüğüdür. Fossa olecranii'ye ise dirsek ekstansiyonu esnasında ulnanın olecranonu girer (9, 10, 11).



Şekil 2: Humerus distal anterior görünümü (8)



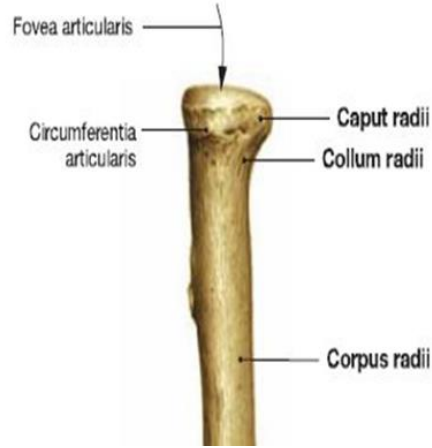
Şekil 3: Humerus distal ucu posterior görünümü (8)

2.2.1.2. Radius Proksimal Ucu

Radius proksimal ucu silindirik bir baş şeklindedir ve caput radii olarak adlandırılır. Caput radii'nin iç yüzü hyalin kıkırdak ile örtülmüştür ve fovea articularis adını alır. Fovea articularis capitellum humeri ile eklem yapar. Ayrıca ulna ile eklem yapan iç yüzeyi de hyalin kıkırdak ile örtülmüştür ve ulna'nın üst ucundaki çentiğe radial incisura yerleşerek eklem yapar. Ulna ile eklem yapan yüzey circumferentia articularis olarak isimlendirilir. Caput radii ve corpus radii'yi birleştiren boyun parçasına ise collum radii adı verilir (Şekil 4, 5). Radius'un eklem giren kısmı; başın tümü ve boynun bir kısmıdır. Biceps tendonu eklem dışı olan bir çıkıntıya yapışır. Radius başını çepeçevre saran ve stabilizasyonu sağlayan yapıya ligamentum annulare (orbiküler ligaman) adı verilir (9, 10).



Şekil 4: Radius proksimali ön yüz (8)



Şekil 5: Radius proksimali arka yüz (8)

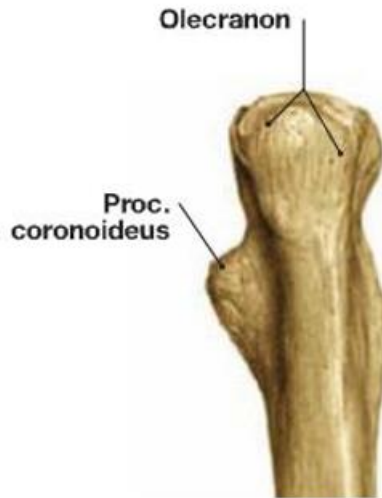
2.2.1.3. Ulna Proksimal Ucu

Radiusa göre daha kalın ve güçlü yapıda olan proksimal ulna aynı zamanda dirsek eklemine radiusa göre daha fazla katılmaktadır. Humerusa ait trochlea humeri ile eklem oluşturacak kısmı incisura trochlearistir. Incisura trochlearis eklem yüzeyi açıklığı anteriora ve superiora bakan derin bir çentik şeklindedir. Incisura trochlearis'i sırasıyla üstünden ve arkasında sınırlayan çıkıntıya olekranon, aşağıda ve tabanından sınırlayan çıkıntıya processus coroneideus adı verilir. Processus coroneideus'a altında ve ulnanın ön yüzünde tuberositas ulnae komşuluk eder, tuberositas ulnanın lateralinde radiusa ait caput radiinin de bir bölümünü çevirerek eklemleşecek olan çentiğe incisura radialis adı verilir. Ulnanın posterirounda trisepse ait tendonun yapışacağı olekranon bulunur, ön yüzeyinde ise

brakialis kası tuberositas ulna ve processus coronoideusun distal bölümüne yapışarak sonlanır (10), (Şekil 6, 7, 8).



Şekil 6: Proksimal ulna anterior görünümü (8)



Şekil 7: Proksimal ulna posterior görünümü (8)

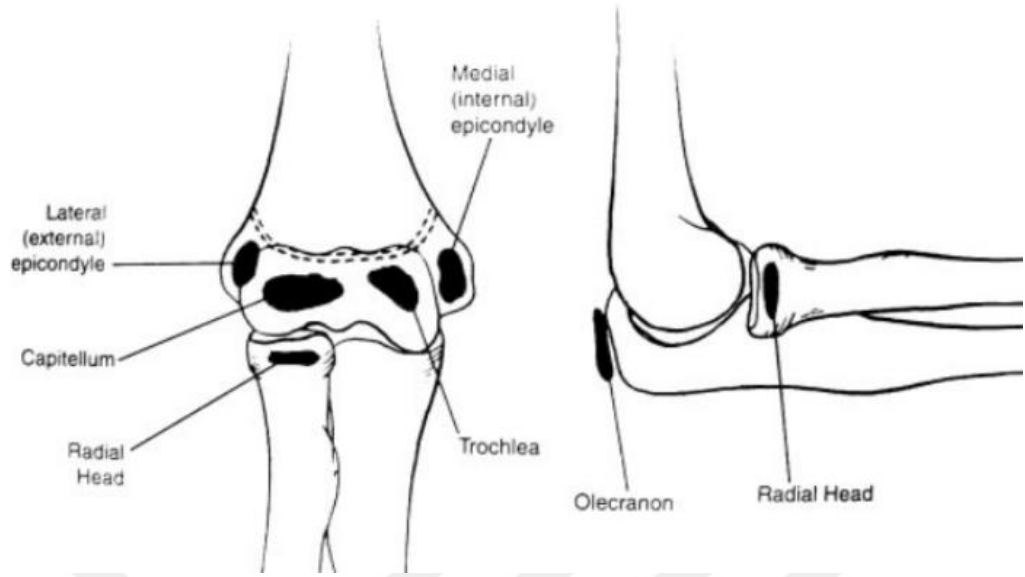


Şekil 8: Proksimal ulna lateral görünümü (radial taraftan görünüm) (8)

2.2.2. Dirsek Eklemi Ossifikasyon Süreçleri

Büyüme çekirdekleri kıkırdak konumunda iken çocuklarda radyografik yöntemler aracılığıyla tespit edilemezler. Yaşamın sonraki evrelerinde ossifikasyonun başlaması ile radyografik tespit edilebilir. Gelişimin tamamlanmış ile bu çekirdekler kapanır. Uzun kemiklerde maturasyon ve farklılaşma kemiğin merkezinde başlar ve distaline doğru devam eder.

Bu ossifikasyon süreci ise dirsek eklemine katılan humerus, radius ve ulna'nın diafizinde aynı anda başlar. Primer ossifikasyon merkezi adı verilen kısım kıkırdak taslağın diafizde ilk ossifikasyona başlayan bölümüdür. Doğumun ardından ise epifiz bölgesinde gördüğümüz ossifikasyon merkezine sekonder ossifikasyon adı verilir. Dirsek eklemesindeki ossifikasyon bölgeleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 9). Dirsek bölgesindeki ossifikasyon merkezleri ile ilgili Brodeur ve ark.'nın derlediği (12) atlas bölge anatomisi ile ilgili eşsiz bir kaynaktır. Ossifikasyon merkezleri Brodeur'a göre resimde (Şekil 9) belirtilmiş olup başlama sırası ve yaşı takip eden tabloda gösterilmiştir (13, 14, 15) (Tablo 1).

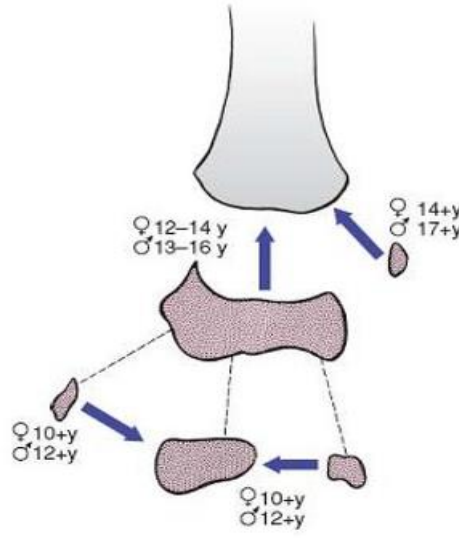


Şekil 9: Dirsek bölgesindeki ikincil ossifikasyon merkezleri (13)

Tablo 1: Sekonder ossifikasyon merkezleri başlangıç sıralaması ve yaşları (16)

	Kızlar(Yaş)	Erkekler(Yaş)
Kapitellum	1	1
Caput radii	5	6
Medial Epikondil	5	7,5
Trohlea	8,7	10,5
Olekranon	9	10,7
Lateral Epikondil	10	12

Distal humerustaki sekonder ossifikasyon odakları ilk olarak tek bir bütün olacak şekilde kendi aralarında birleşir ardından son aşama olarak humerus metafizi ile birleşir. Devam eden şekilde sekonder ossifikasyon odaklarının ilk olarak birbiri ile ardından distal humerus büyüme plağının kapanarak humerus metafizi ile birleşme yaşları her iki cinsiyette de verilmiştir (Şekil 10). En son olarak medial epikondilin birleşmeye katıldığı görülmektedir. Bu birleşme yaşlarının bilinmesi çocuk yaş grubu hastalarda radyografik olarak değerlendirme yapılırken yaşa göre beklenen görüntü ve erken dönemde bir büyüme plağı kapanması olup olmadığını tespit açısından önemlidir.



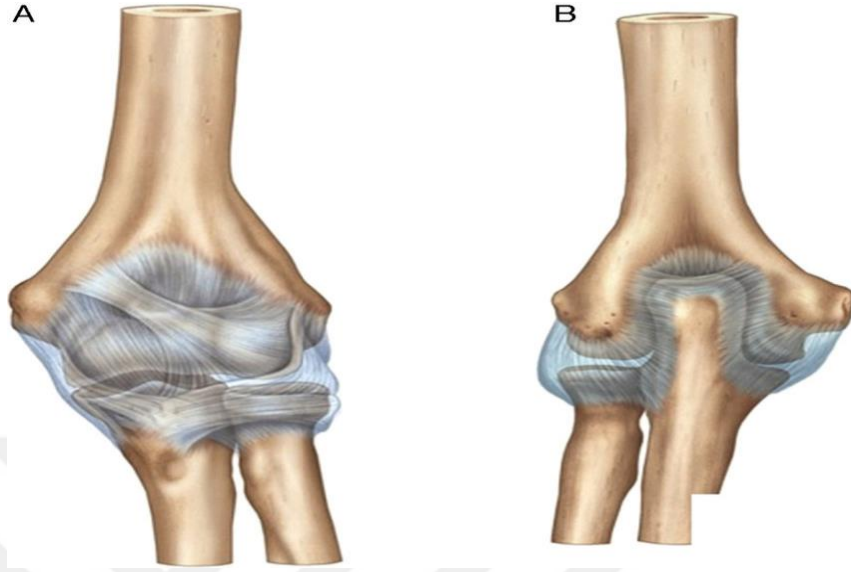
Şekil 10: Sekonder kemikleşme merkezlerinin füzyon zamanları (17).

2.2.3. Eklem Kapsülü ve Bağlar

Dirsek eklem kapsülü (capsula articularis), ön yüzeyde süperior kısmında humerustaki fossa radialis ve koronoid fossanın üst sınırlarına, lateral ve medial epikondillere tutunur. Ön yüzün inferior kısmında ise ulnadaki processus coronoideus'a ve radius başını tamamen çevreleyen annüler ligamente bağlanır. Posterior yüzeyde, süperior kısmında humerustaki olekranon çukurunun üst kenarına, inferior kısmında ise olekranonun alt yan kenarına ve annüler ligamente yapışarak sonlanır (Şekil 11).

Sinovyal membran radius ve ulna arasında bulunur ve proksimal radioulnar ve humeroulnar eklemi böler. Bu katmanlı bir yapıdır. Fibröz ve sinoviyal membran olarak iki farklı katman içerir. İki membran arasında ise 3 farklı yerde yağ tabakası (yastığı) mevcuttur. Birincisi, anterior kapsül ve koronoid fossa arasında yer alan koronoid yağ yastığıdır. İkincisi ve en büyükleri posterior kapsül ve olekranon fossası arasındadır posterior olekranon yağ yastığı adını alır. Üçüncü ve son yağ yastığı m. supinator kasının altında bulunur. Yağ yastıklarının ortak fonksiyonu eklem kapsülü içindeki boş alanları farklı pozisyonlarda doldurarak

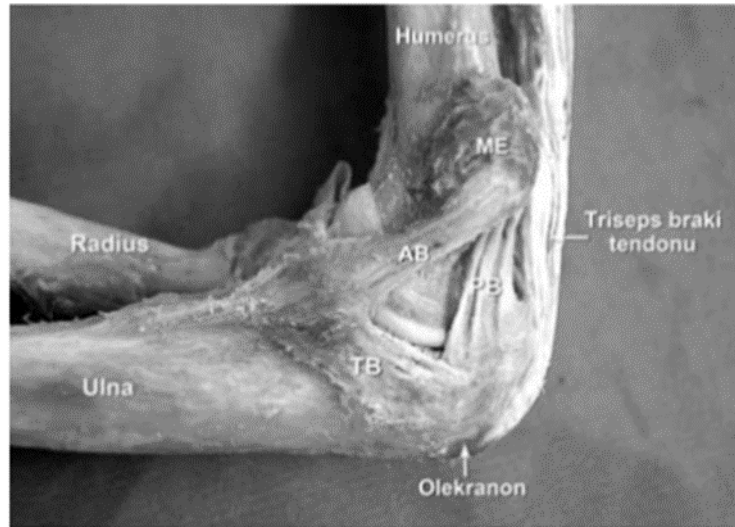
eklem gelebilecek darbeleri sönümlemek ve böylece eklemi olası hasarlardan korumaktır (18).



Şekil 11: Dirsek eklemi kapsül yapısı, anterior ve posterior görünüm (19).

2.2.3.1. Ligamentum Collaterale Mediale

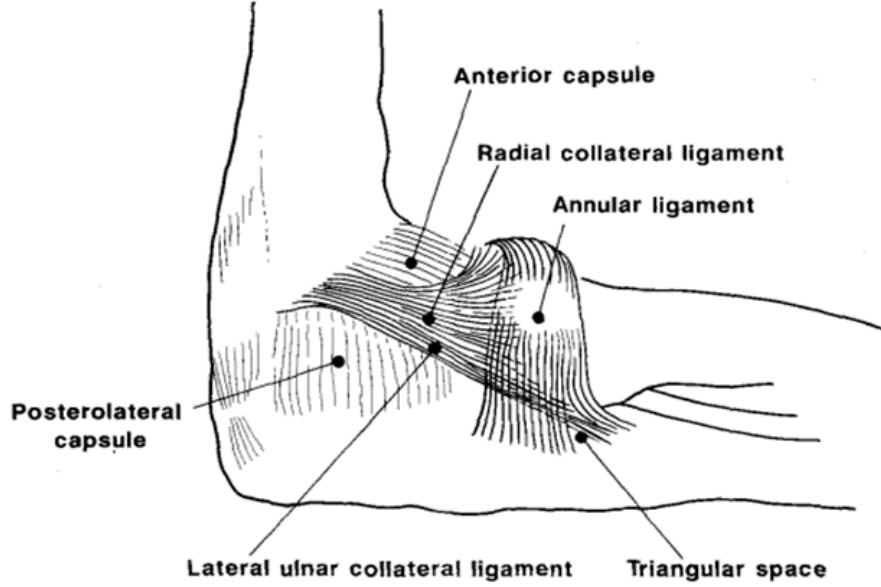
Bu bant üç farklı komponentten oluşum göstermekte olup üçgen şeklindedir. Humerustaki medial epikondilden orijin alır ve ulanın proksimalinde iç yüzüne kadar uzanım gösterir. Anterior, posterior ve bu iki parçayı bileştiren transvers banttan oluşur. Transvers bant üç bant arasında en güçlü olanıdır (20).



Şekil 12: Ligamentum collaterale mediale kompleksi (20).

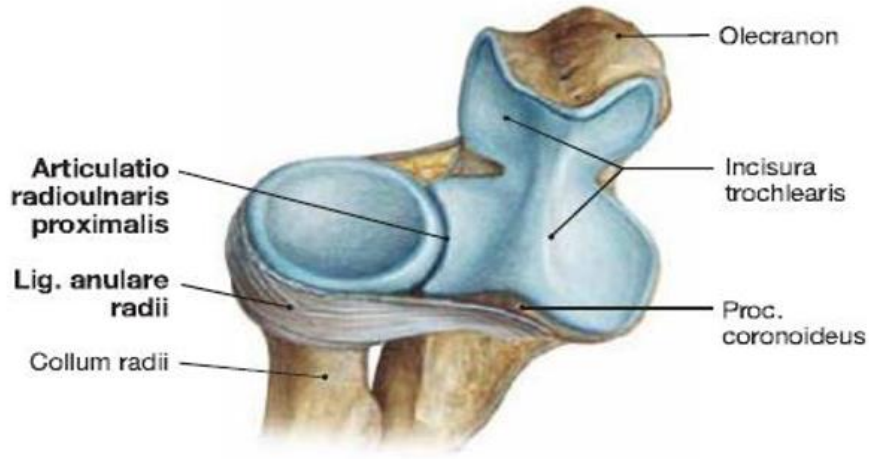
2.2.3.2. Ligamentum Collaterale Laterale

Yelpaze biçiminde olan bu bağın tepe kısmı humerusun lateral epikondiline yapışır. Lateral kollateral bağ; radial kollateral, anüler bağ, lateral ulnar kollateral ve aksesuar lateral kollateral bağ olmak üzere dört komponentten oluşur (Şekil 13).



Şekil 13: Ligamentum collaterale laterale (21).

Anüler bağ (AB): Anüler bağ Radius başı ve ulna arasındaki ilişkinin devamlılığını sağlar. Ulnadaki radyal çentiğin ön ve arka kenarları arasından uzanarak oluşur. Oluşan bu bağ distale uzanım gösterdikçe inceler. Radius başını kapsayan osteofibröz halkanın 4/5'lik kısmını meydana getirir. Görünüşte basit olsa da kompleks bir yapıya sahiptir. Arka ucundan yukarıya ve aşağıya doğru verdiği uzantılar ile radial çentiğin arka ucuna tutunur (Şekil 14). Sinoviyal membran bir cep oluşturarak anüler bağın alt kenarına uzanım gösterir. Radius başı anatomik olarak tam bir disk şeklinde olmadığı için supinasyonda ön bölümü aşırı pronasyonda arka bölümü gerilir.



Şekil 14: Lig. Annulare radii (annuler ligaman)'nin görünüşü (8).

Radial kollateral bağ (RKB): dış epikondilden başlar ve anüler ligamentin lifleri ile birleşerek beraber sonlanana bu bağ lateral kollateral bağın ön bölümüdür (Şekil 13) (21).

Lateral ulnar kollateral bağ (LUKB): Hem ekstansiyonda hem fleksiyonda gergin olarak bu bağın bulunduğu gösterilmiştir. LUKB dirseğin ana stabilizatör yapısı olarak bilinmektedir.

Aksesuar lateral kollateral bağ: Bu bağ, Martin tarafından crista musculi supinatori'ye giden ayrı lifler için tanımlanmıştır. Ancak Martin, radial kollateral bağın arka kısmı ile aksesuar lateral kollateral bağ arasındaki ilişkiyi açıklamamıştır (22). Bu bağın temel görevi, varus stresine karşı anüler bağı daha fazla stabilize etmektir (23). Kollateral bağların yanı sıra, dirsek eklemi çevresinde yer alan başka bağlar da bulunmaktadır. Bu bağlarla ilgili kısa bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Kuadrat bağ (Ligamentum quadratum): Annüler bağ ile ulna arasında yer alır. Eklem kapsülünü örten ince fibröz yapı, "Ligamentum quadratum" ya da "Denuce bağı" olarak adlandırılır (24). Dikdörtgen şeklinde olup kalın bir yapıdadır. Anüler bağın bağlandığı radyal çentikten, radius boynunun iç yüzeyine kadar uzanır. Spinner, Kaplan ve çalışma arkadaşları (24), bu bağın anterior bölümünün tam supinasyon sırasında proksimal radioulnar eklemin

stabilizasyonunda önemli rol oynadığını göstermiştir. Tam pronasyon durumunda ise bağın arka ve zayıf kısmı stabiliteyi sağlar.

Oblik ligament (Chorda obliqua): Oblik bağ supinatör kasının derin başının üstünde bulunan fasyanın oluşturduğu küçük bir fibröz ligamenttir (25). Bu bağ tuberositas ulnae'nin dış kısmından köken alarak dışa doğru seyrederek, tuberositas radii'nin biraz altında sonlanır. Supinasyonda gergin konumdadır ve kontraktürünün idiopatik önkol supinasyon sınırlandığı durumlarda rol aldığı gösterilmiştir (26).

N. Musculocutaneus (C5-C6-C7): Brachial pleksusta yer alır ve lateral fasikülden köken alır, Coracobrachialis'e girmeden hemen önce bu kasın motor uyarımını sağlar. Ardından bu kası delip Brachialis ile Biceps brachii kasların arasında ilerler bu kaslara (rr. musculares) dalı verir ve lateral ve inferiora doğru ilerler. Kubital ekleme hemen proximalında, Biceps brachii kas tendonu dış tarafında fascia'yı geçerek cilt altına gelir N. Cutaneus antebrachii lateralis ismi alır ön kolda.

N. Musculocutaneus işlev kaybı durumunda, Coracobrachialis ve Biceps brachii kasların fonksiyonları tamamen kaybolur, M. Brachialis'in ise işlevi azalır. Ön kol pronasyon pozisyonunda kalır ve dış yüzeyde duyu kaybı yaşanır. (9, 27, 28).

N. Cutaneus antebrachii medialis (C5-T1): Axiller arter ile ven arasında başlar. yüzeysel dalları M. Biceps brachii'nin yüzeyinde deriye dağılır ve bu bölgenin duyusunu algılar. A. Brachialis'in medialinde aşağıya doğru ilerler. Kolun ortasında basilik ven ile birlikte fasyayı geçer ve ardından anterior ve posterior rami olarak iki dala ayrılır. Bu ön ve arka dallar, ön kolun volar ve dorsal yüzlerinin iç bölgenin duyusunu sağlar (9, 27, 28).

N. Cutaneus brachii medialis (C5- T1): Aksiller venin medialinde ilerler ve N. intercostobrachialis ile birleşir. Kolun ortasında basilik ven ve brakial arterin iç kısmından aşağıya doğru ilerleyerek cilt altına çıkar. Kolun üçte birinin distal ve medial kısmını kaplayan deriyi uyarır (9, 27, 28).

N. Medianus (C5-C6-C7-C8-T1): Medial ve lateral fasciculi (C8-T1) ve lateral fasciculus (C3-T1) birleşimiyle oluşan bu sinir, kolun anteromedial bölümünde brakial arterin yanında ilerler. Dirsek bölgesine kadar ilerleyen sinir, brakial arterin medialinde yer alır ve önce pronator teres kasının iki başı, sonra da fleksör digitorum superficialis kasının iki başı arasından geçer, bu esnada ulnar arterin önünden çapraz yapar. Dirseğin hemen üzerinde, medial epikondil dalını vererek pronator teresi uyarır. Median sinir, ön kolun üst kısmında, yaklaşık 5-8 cm lateral epikondilin distalinde anterior interosseöz motor dalını verir. Daha distal kısımda, radyal stiloidin ortalama 4-5 cm yukarısında palmar kutanöz dala ayrılır.

Sinir, 2. parmağın fleksör digitorum superficialis tendonunun lateralinden geçerek karpal tünele girer ve tünelden çıkılnda beş farklı dijital dala ayrılır.

Ulnaris (C7-C8- T1): Fasciculus medialisten farklılaşarak koltuk altı bölgesinde aksillere arterin medialinde yer alır. Kolun ortasına kadar ise N. Medianus ve A. Brakialis takip eder. Dirsek ekleminde iken adı verilen humerus medial epikondilindeki sulkus nervi ulnaristen eklemi terk eder. Ön kol bölgesine ise m. Flexor karpi ulnarisin iki başı arasından giriş yapar. Ön kolun volar yüzünde, m. Flexor digitorum profundusun yüzeyinden aşağı doğru seyrini gerçekleştirir. Kolda hiçbir yan dala ayrılmaz. Pisiformis kemiğin ve flexor retinakulumun lateralinde avuç içine girerek sonlanır.

Ramus superficialis: Palmaris brevis kasın motor, 4. ve 5. Parmağın ise sensöryel innervasyonunu sağlar.

Ramus profundus: Saf motor dalıdır. Adductor pollicis, fleksör pollicis brevis,(hipotenar kasları), 3.4. lumburikal kaslar ve tüm palmar ve dorsal interosseous kasların motor innervasyonunu sağlar.

Ulnar sinir, üç farklı bölgede sıkışabilir: Guyon kanalı, ulnar sinir sulkusunda ve medial intermusküler septum ile triceps brachii ve koracobrakialis'in fibröz bantları arasında tuzaklanma riski taşır.

N. Radialis (C5-C6-C7-C8- T1): Fasikulus posteriordan ayrılan bu sinir, başlangıçta humerusun derininde A. Profunda brachii ile birlikte ilerler ve arka

tarafa yönelerek humerus'un arka yüzeyindeki radial sinir sulkus'tan geçer. Daha sonra, humerusun distal üçte birlik kısmını lateralden dolaşarak kolun ön yüzeyine geçer. M. Brachialis ve M. Brachioradialis arasındaki olukta dirsek çukuruna kadar ilerler ve ramus superficialis ve ramus profundus olarak iki dala ayrılır.

Ramus musculares: Ekstensor karpi radialis longus, Triceps brachii, Brakialis kasların lateral bölümü, Brakioradialis ve Anconeus kasların innervasyonu sağlar.

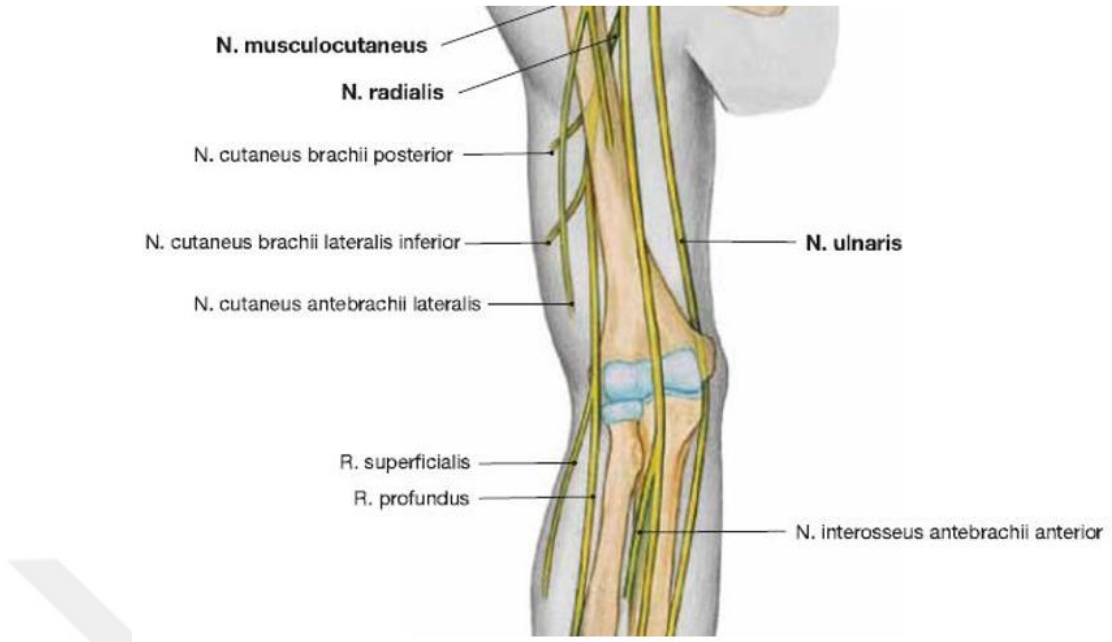
N. Cutaneus brachii posterior: Kolun posterior yüzeyinde, kubital bölgeye kadar olan bölgenin duyusunu sağlar.

N. Cutaneus brachii lateralis inferior: Kolun distal dış yarısının duyusunu sağlar.

N. Cutaneus brachii posterior: Kolun dış kısmı ön kolun posterolateral yüzey el bileğe kadar olan bölgenin duyusunu sağlar.

Ramus superficialis: Radial arterle birlikte ilerleyerek el bileğine girer. Ön kol fasyasını delerek, ilk üç parmak ve elin arka radial kısmının duyusunu sağlar.

Ramus profundus: Bu dal, motor işlev görür. Yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla Supinator kası innerve eder, ardından radius önkol bölgesi ve posteriorunda kalan yüzeysel ekstansor kaslarına (M. Extensor carpi ulnaris, M. Extensor digiti minimi, M. Extensor digitorum) ve derin ekstansor kaslara (M. Extensor pollicis longus, M. Extensor pollicis brevis, M. Abductor pollicis longus, M. Extensor indicis) dal verir. Ayrıca, Ramus profundus nervi radialis, hem sensitif hem de motor lifler taşıyan ve posterior interosseous nerve(PIN) olarak adlandırılan bir dal oluşturur. Bu dal, membrana interossea'nın arka yüzeyinden el bileği eklemine kadar ilerler, M. Abductor pollicis longus, M. Extensor pollicis brevis, M. Extensor pollicis longus, M. Extensor indicis'e motor innervasyonu, carpal bölge ve kemiklere de duyu dallar göndererek sonlanır.

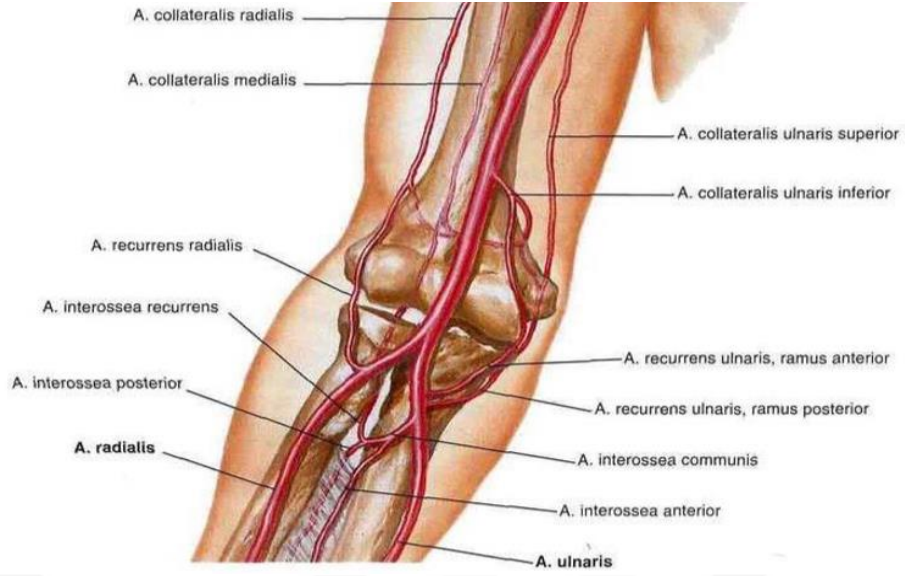


Şekil 15: Dirsek bölgesi nörovasküler yapılar (8)

2.2.5. Vasküler Yapılar

2.2.5.1. Arteriyel Yapılar

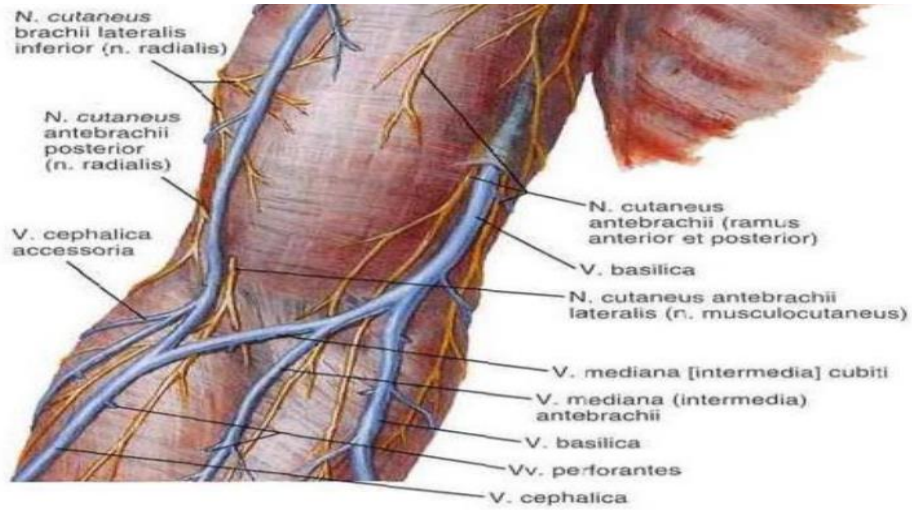
Dirsek bölgesindeki ana arteriyel yapı olan brakiyal arter, subklavian arterin devamı olarak aksiler bölgeyi geçtiğinde brakiyal arter adını alır. Bu arterin kalın bir dalı olan a. profunda brachii, brakiyal arterden ayrılır ve distal yönde median sinirin lateralinde, biceps kasının medialinde ilerler. Kubital fossanın distaline ulaştığında, aponeurosis musculi bicipitis brachii'yi geçerek ikiana dala ayrılır: radial arter ve ulnar arter. Dirsek eklemi çevresinde çok sayıda kollateral arteriyel yapı mevcuttur. Bu kollateral arterler, ana arterlerin tam kat kesilmesi durumunda, distaldeki kan akışını yeterince sürdürebilme açısından büyük öneme sahiptirler (9, 27) (Şekil 16)



Şekil 16: Dirsek bölgesi arteryal yapılar (8)

2.2.5.2. Venöz Yapılar

Dirsek bölgesindeki venöz kan dönüş ise, başta cephalice ve basilica ven olmak üzere derin ve yüzeysel venler tarafından sağlanıyor (Şekil 17).

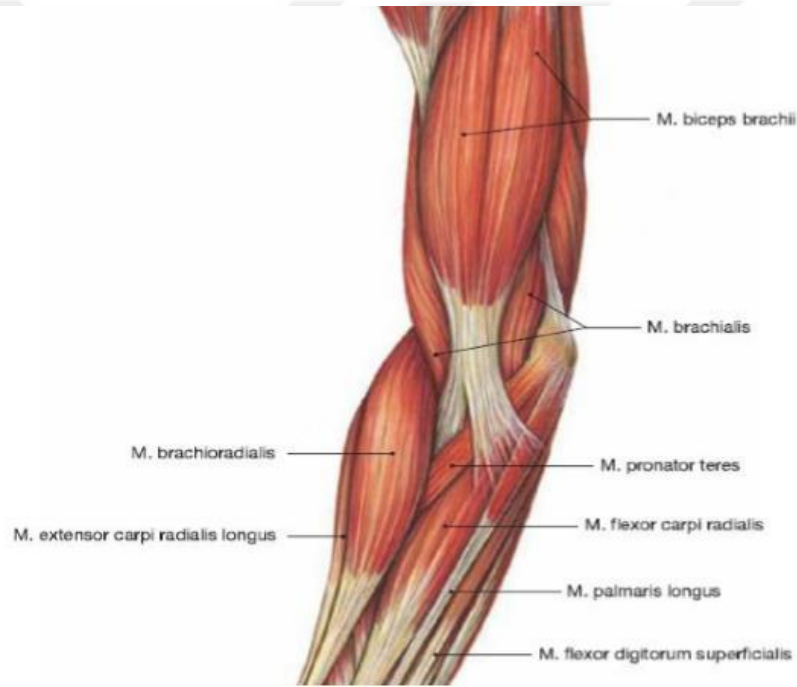


Şekil 17: Dirsek bölgesi venöz yapılar (8)

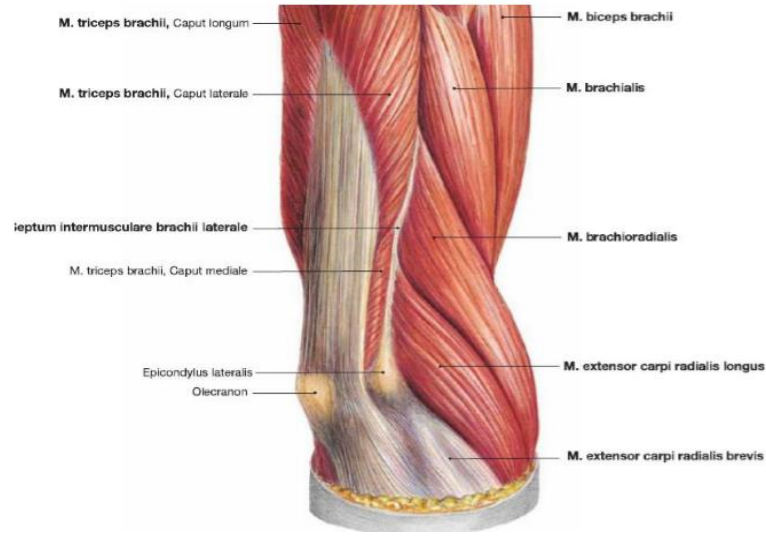
2.2.6. Dirsek Bölgesi Kasları

Dirsekte ön bölmünde yer alan yapılar: M. brachialis M. biceps brachii, ve m.coracobrachialistir. Bu kaslar ön kol fleksiyonunda görev alır ve N.

Musculocutaneus'tan uyarılırlar (Şekil 18). Posteriorıda yer alan tek kas m. triceps brachii kasıdır, ön kola ekstansiyon yaptırır, n. radialis tarafından uyarılır. Ön kola geçtiğimizde medial epikondile yapışan volar kaslar: m. fleksor carpi ulnaris (n. Ulnaris tarafından uyarılır.), m. palmaris longus, m. fleksor karpi radialis, m. fleksor digitorum superficialis, m. pronator teres kaslarıdır. M. fleksor carpi ulnaris dışındaki bütün bu kasları n. medianus uyarır. Lateral epikondile yapışan dorsal kaslar: m. brachioradialis, m. ekstansor carpi radialis longus, m. ekstansor carpiradialis brevis, m. ekstansor digitorum communis, m. ekstansor carpi ulnaris, m. supinator kaslarıdır. Bütün bu kasların motor inervasyonundan n. radialis sorumludur (9, 27) (Şekil 19).



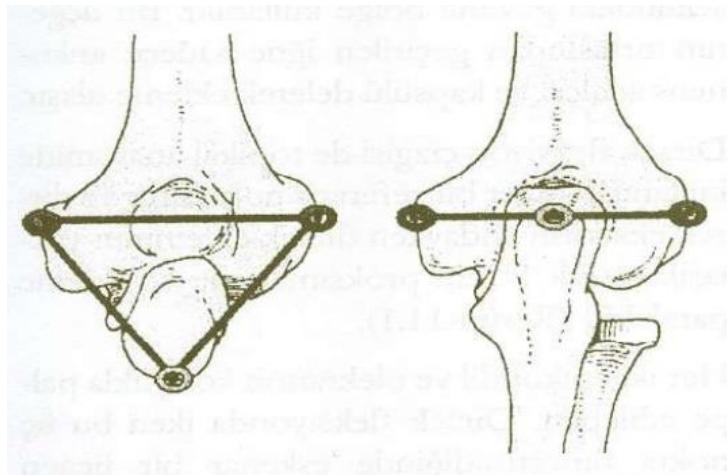
Şekil 18: Ön kol kasları önden görünüş



Şekil 19: Kolun arkadan görünüşü ve kasları

2.2.7. Topografik Anatomi

90 derece fleksiyonda ve tam ekstansiyonda dirsek ekleminin palpasyonla muayenesi yapılır. Dirsek tamamen ekstansiyonda iken, medial ile lateral epikondiller ve olekranon tepesi aynı yatay düzlemde yer alır. Dirsek 90° fleksiyona getirildiğinde ise bu üç nokta bir eşkenar üçgen oluşturur. Bu bulgu, dirsek muayenesinde kritik bir öneme sahiptir. Medial epikondilin altındaki sulkus hissedilebilir ve ulnar sinirin yolu bu bölgede incelenebilir; ayrıca, kapitellumun dış kenarı da dış epikondilin hemen altında palpasyonla tespit edilebilir (Şekil 20).

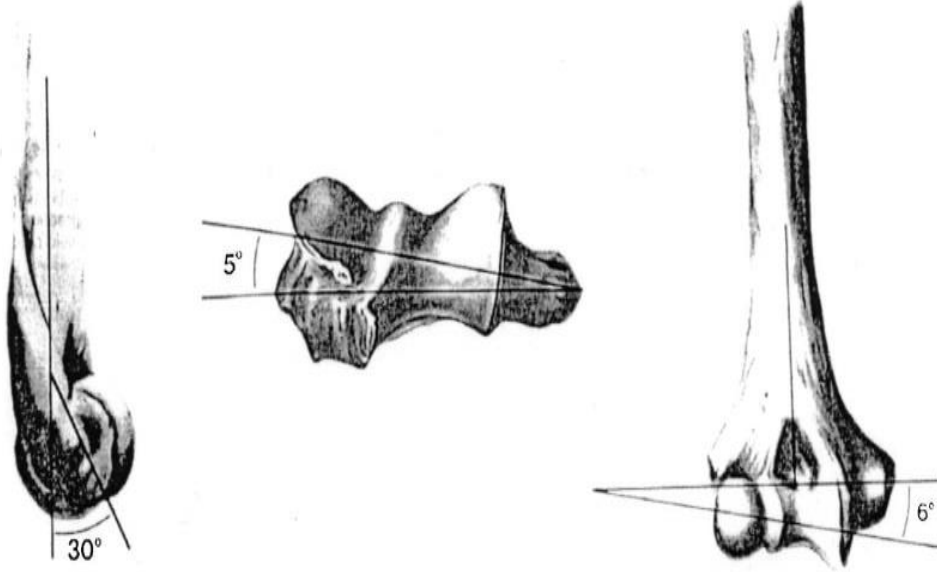


Şekil 20: Her iki epikondil ve olekranon fleksiyonda ve ekstansiyonda olan görünüşleri

2.3. Dirsek Eklemi Biyomekaniği

Dirsek eklemi, Radius proksimal ulnar proksimal ve humerus distal uçlarında oluşan ve birbirine uyum içerisindeydir. Sağlam bir dirsek için dengeli kas yapısı, ligamentlerin bütünlüğü ve kapsülün sağlam olması gerekir.

Trochlea makarayı benzeyen 300°'lik eklem yüzeyi sunar. Bu yapı medial ve lateral dudaklardan oluşur medial dudak lateral dudaktan daha geniş bir yapıya sahiptir. Frontal düzlemde, eklem hattı humerus aksına göre 6-8°'lik bir valgus eğimine sahiptir. Lateral düzlemde ise kondiller, humerus uzun aksına göre 30°'lik bir açıyla öne doğru dönmüştür. Olecranon 30°'lik bir açıyla geriye doğru yönelir ve bu yapıyı uyum sağlar. Aksiyel planda ise humerus distal kondiler arasında olan referans çizginin 6° iç rotasyondadır (Şekil 21). Özellikle M. Biseps brachii, M. Anconeus, M. Triceps brachii, medial ve lateral kollateral bağ kompleksleri, dirsek eklemi stabilizasyonu için çok kritik yapılardır.



Şekil 21: Humerus distal fizyolojik açıları (29)

Dirsek eklemi, üç bağımsız eklemden oluşur: humeroulnar eklem, humeroradial eklem ve proksimal radioulnar eklem. Bu eklemler, dirseğe iki tür hareket serbestliği sağlar. İlk olarak, fleksiyon ve ekstansiyon sırasında ulnanın humerus etrafındaki rotasyonu; ikinci olarak ise supinasyon ve pronasyon ile

radius'un ulna etrafındaki rotasyonu. Dirseğin fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin merkezi aksı, kapitellumun lateral çıkıntıları ile distal humerusun trokleasinin oluşturduğu çemberdir ve bu çemberin çapı 2-3 mm'dir. Lateralden bakıldığında, bu aks trokleanın merkezinde yer alır. Rotasyon hareketlerinin aksı ise humerusun orta çizgisinin önünde ve humerus anterior korteksinin önünde bulunur. Dirsek fleksiyonda ve ekstansiyonda iken Humeroulnar eklem stabilite sağlar. Radiocapitellar eklem ise valgus streslere ve zorlamalara karşı dirseği stabil tutar. sağlar, kaldırma ve itme ile çıkan vertikal güçleri iletmesinde de rol oynar. Yumuşak doku % 70 direncini dirsek ekstansiyonda iken anterior kapsül oluşturur.

Ekstansiyon sırasında oluşan valgus stres, medial kollateral ligaman, kapsül ve eklem yüzeyinde dağıtılırken, varus stres lateral kollateral ligaman, kapsül ve eklem yüzeyinde yayılır. Fleksiyon sırasında yumuşak doku direnci medial kollateral ligament kompleksi tarafından sağlanır en önemli stabilizatörüdür valgus zorlamalara karşı. Dirsek ekleminde stabiliteyi %75 oranında eklem yüzeyleri sağlar (valgustaki stabilizasyonu). Dirsek eklemi transvers düzlemde 0-150 derece hareket genişliği sahiptir. Pronasyon ve supinasyon hareketleri esas olarak radioulnar eklem zemininde gerçekleşir ve 90-0-90 derece arasındadır. Dirseğin Ekstansiyon hareketi, olecranonun fossaya olecranon dayanması ile, fleksiyon hareketi ise coronoid çıkıntının coronoid fossa'ya dayanması ile biter. Dirsek tam ekstansiyondan fleksiyona geçerken, eklem yüzeyleri birbirine kayar ve ardından kemik yapıların direncine karşı gelirler. Dirsek rotasyon direnci; ligamentler ile parmak fleksörlerinin gerilmesi ve kasların pasif direnci ile sağlanır. Dirseğin tüm hareketlerinde, Dirseğin tüm hareketlerinde M. Brakialis aktif rol oynar ve dirsek stabilizatörlerinden biridir. Coronoid çıkıntı fossaya yerleşerek tam ekstansiyon ve tam fleksiyonda ana stabilizatör rolü sağlar. Medial kollateral ligament dirsek 90 derece fleksiyondayken valgus strese karşı stabiliteyi sağlar. Lateral kollateral ligamanın ulnar parçası, varus zorlamalara karşı dirençte önemli bir rol oynar. Lateral kollateral ligamanın yetersizliği, posterolateral rotator instabiliteye sebebiyet verir (29).

2.4. anatomik varyasyonlar

1-Processus supracondylaris: Medial epikondil'in proksimalinde osseous bir çıkıntıdır (30). (Şekil 22)

2-Foramen supratrochlearis: Troklear fossa ve olekranon fossa arasında bulunan boşluk (31), (Şekil 22).



Şekil 22: Processus suprakondylaris ve foramen supratrochlearis

2.5. Pediatrik Suprakondiler Humerus Kırıkları

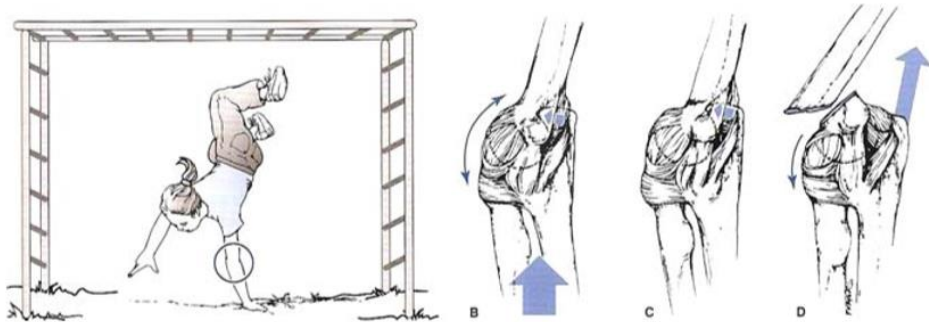
Suprakondiler humerus kırıkları distal humeral kondillerin proksimalinde olekranon fossadan geçen kırıklardır. Suprakondiler kırıklar dirsek kırıklarının cerrahi gerektiren yarısını yüzde 83 kısmı oluşturmaktadır (32, 33). Erkeklerde kızlara göre daha fazladır ve 3-10 yaş arası daha sık görülür (32). Genellikle non-dominant elde ve yaz mevsiminde daha fazla görülüyor (34). Rockwood ve wilkins' in 61 seriden derlediği bir yayında, bir tablo halinde 8361 suprakondiler kırık hastası özetlenmiştir (28). Ortalama yaş 6.7'dir. sol taraf Kırıklar %60.8'i , %39.2'si ise sağ dirsek taraftadır. Olguların erkek oranı %59.5, %40.5'i ise kadın cinsiyettendir. Açık kırıklar yüzde birden az oranda iken ekstansiyon tipi %98'i fleksiyon tipi ise %2 dir.

2.5.1. Etiyoloji ve Kırık Oluşum Mekanizması

Suprakondiler humerus kırıkları, dirsek bölgesine gelen doğrudan veya dolaylı travmalar sonucu oluşur. Literatürde, bu kırıkların nedenleri arasında yüksekten düşme, oyun sırasında düşme, yataktan düşme, bisikletten düşme, ateşli silah yaralanmaları, trafik kazaları ve çocuk istismarı gibi faktörler sayılmaktadır. Üç yaş altındaki çocuklarda, kırıklar genellikle yüksekten düşme (örneğin, yataktan, kanepeden veya merdivenden düşme) nedeniyle meydana gelirken, üç yaş üzerindeki çocuklarda bu tür yaralanmalar çoğunlukla oyun oynarken düşme sonucu ortaya çıkar.

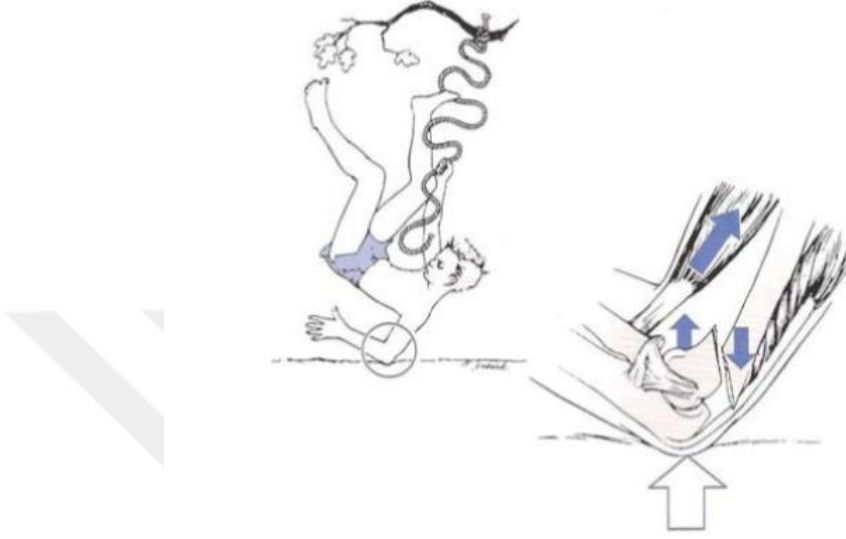
Suprakondiler humerus kırıkları, distal parçanın yer değiştirme şekline göre fleksiyon ve ekstansiyon tipi olarak ikiye ayrılır. Bu kırıkların %97-99'u ekstansiyon tipi kırıklardır. Genellikle dirsek tam ekstansiyonda ve elin açık olduğu pozisyonda düşme sonucu meydana gelirler (Şekil 23). Olekranon, olekranon fossada kilitlenerek bir menteşe görevi görür, böylece dirseğe gelen aksiyel yüklenme ve makaslama kuvvetleri, distal humerusun en zayıf olduğu bölgede yoğunlaşır. Dirsek fleksiyondayken düşme sonucunda ise genellikle fleksiyon tipi suprakondiler humerus kırıkları oluşur (17).

Ekstansiyon tipi deplasmanı olan kırıklarda, suprakondiler bölgeye kırığı oluşturacak şekilde kuvvetin ulaşmasıyla birlikte, triseps kası distal parçayı, arkaya ve yukarıya doğru çekerek yer değiştirecektir. Sonuçta proksimal kemik parçasının distal ucu anteriordan periostu delerek, biceps kası içerisine girer.



Şekil 23: Ekstansiyon tipi kırık oluşum mekanizması ve etkili kuvvetler (35)

Fleksiyon tipi suprakondiler humerus kırıkları, tüm suprakondiler kırıkların yaklaşık %2'sini oluşturmaktadır. Bu kırıkların, dirsek fleksiyondayken olan düşme sırasında doğrudan dirsek arkasına travmadan dolayı distal parçanın anteriora kayması sonrası gerçekleştiği düşünülmektedir (Şekil 24).



Şekil 24: Fleksiyon tipi kırık oluşum mekanizması (35)

Posteromedial yer değiştirmenin daha sık görülme sebebinin, biceps kasının daha medialden seyretmesi, triseps kasının daha mediale yapışması ve travma esnasında kolun pozisyonuna bağlı olduğu bildirilmiştir. Posteromediale yer değiştirmede varusa açılanma, posterolaterale yer değiştirmede ise valgusa açılanma gelişebilir. Redüksiyonda deplasman yönü dikkate alınmalıdır.

Koronal planda yatay olabilen kırık hattı, sagittal planda arkaya ve yukarıya doğru ilerleyebilir. Kırık hattının distal sınırı, epikondillerin proksimalinden distal epifiz çizgisine kadar uzanır. Oblik kırıklar, yatay kırıklara kıyasla daha az stabil kabul edilir. Yatay kırıklarda minimal rotasyonlar distal parçada açılanmaya neden olmazken, oblik kırıklarda açılanma riski daha yüksektir.

Fleksiyon tipi kırıklarda ise distal parça anteriora ve proksimale doğru yer değiştirir. Bu durum, proksimal fragmanın distal ucunun ulnar siniri sıkıştırmasına yol açabilir. Fowles ve Kassab, bu tür kırıklarda ulnar sinir hasarının yaygın olduğunu, redüksiyonun daha zor olduğunu, sonuçların ekstansiyon tipi kırıklardan

daha kötü olduğunu ve redüksiyonun mükemmel olması gerektiğini vurgulamışlardır (36).

2.5.2. Sınıflandırma

Günümüze kadar suprakondiler humerus kırıkları için birçok sınıflama yapılmıştır (37). 1936’da ilk suprakondiler humerus kırıkları sınıflamasını yapan Felsenreich olmuştur (38). Felsenreich Sınıflaması: kırıkları 3 tipe ayırmıştır (Tablo 2).

Tablo 2: Felsenreich Sınıflaması

Tip 1	Kemik tam kırılmamıştır. Açılanma az veya hiç yoktur.
Tip 2	Kırık uçları birbirinden ayrılmadan açılama vardır.
Tip 3	Uçlar birbirinden ayrılmıştır. Kayma fazladır.

Tablo 3: Holmberg Sınıflaması

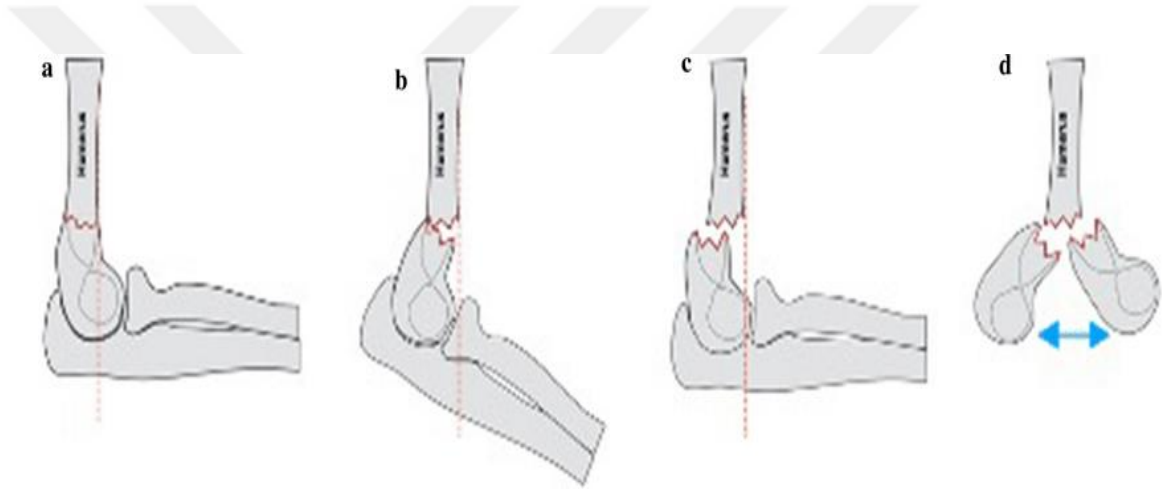
Tip 1	Non-deplase kırıklar
Tip 2	Deplase, fakat posterior korteksin devamlılığını korunmuştur.
Tip 3	Deplase rotasyon şeklinde kırıklar
Tip 4	Temas hiç olmayan tam deplase kırıklar.

Holmberg 1945’te humerus suprakondiler kırıkları ilk sınıflayanlardan biridir. Fakat bu sınıflaması günümüzde çok sık kullanılmamaktadır (39). (Tablo 3)

1959’da Gartland’ ın yaptığı sınıflamanın modifiye edilmiş hali en yaygın şeklinde kullanılmaktadır (11, 17, 40) (Tablo 4) (Şekil 25).

Tablo 4: Modifiye Gartland Sınıflaması

	Özelliği	Yorumu
Tip 1	Ayrışma yok	Yağ yastıkçığı bulgusu
Tip 2	Posterior korteks sağlam	Anterior humeral çizgi kapitellumun önünde
Tip 3	Ayrışmış kırık	Kortikal devamlılık yok
Tip 4	Fleksiyon ve ekstansiyonda belirgin instabilite	Manipülasyonla tanı konur görüntüleme eşliğinde

**Şekil 25:** Modifiye Gartland Sınıflaması (41)**Tablo 5:** Fleksiyon tipi kırık sınıflaması

Tip 1	Non-deplase kırıklar
Tip 2	Minimal açılanma mevcut
Tip 3	Ayrışmış kırıklar, kortikal devamlılık ve stabilitenin olmadığı kırıklar

Gartland'ın ekstansiyon tipi kırıklarda yaptığı sınıflaması fleksiyon tipi kırıklar için de kullanmıştır (42). (Tablo 5)

Gartland sınıflandırması, 1984 yılında Wilkins tarafından değiştirilerek, Tip II kırıkları malrotasyon yokluğuna (IIA) veya varlığına (IIB) göre alt gruplara

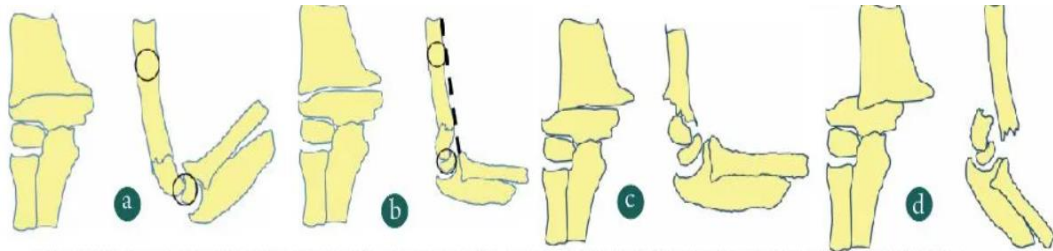
ayrılmıştır. Ancak, bu Tip II kırıkların alt sınıflandırması iyi bir intra- ve inter-gözlemci güvenilirliği göstermemektedir.

2006 yılında, Leitch ve arkadaşları, periostun tamamen yırtıldığı, bu nedenle kırığın hem fleksiyon hem de ekstansiyonda yüksek instabiliteye sahip olduğu yeni bir Tip IV kırığı tanıtmışlardır. Tip IV kırıkların çok yönlü instabilitesi, yaralanmanın kendisi veya tekrarlanan başarısız redüksiyon denemeleri ile ortaya çıkabilir. Tip IV kırıklar sadece ameliyat sırasında teşhis edilebilir (43).

AO Travma grubu, humerus suprakondiler kırıklarını, distal parçanın yer değiştirme yönünden bağımsız bir şekilde değerlendirerek, basit, klinik olarak uygulanabilir ve standartlaştırılmış bir sınıflama sistemi geliştirmeyi hedeflemiştir (44) (Tablo 6) (Şekil 26).

Tablo 6: AO sınıflaması

Tip 1	İnkomplet kırıklardır. Lateral grafide;anterior humeral çizgi kapitellum merkezinden geçer. Ön arka grafide; varus veya valgus açılanması 2 mm'yi geçmez.
Tip 2	İnkomplet kırıklardır ama açılanma mevcuttur ve bu kırıklar ekstensiyon veya fleksiyon tipi olabilir. Yan grafide, Rogers anterior humeral çizgisi kapitellumdan geçmez. AP grafide ise 2 mm'den fazla varus veya valgus açılanması görülür.
Tip 3	Komplet kırıklardır. kırık kemik parçaları arasında kortikal devamlılık yoktur ancak birbirleriyle az da olsa temas bulunabilir.
Tip 4	Komplet kırıklardır. Kırık kemik parçaları arasında ne kortikal devamlılık ne de temas mevcuttur.

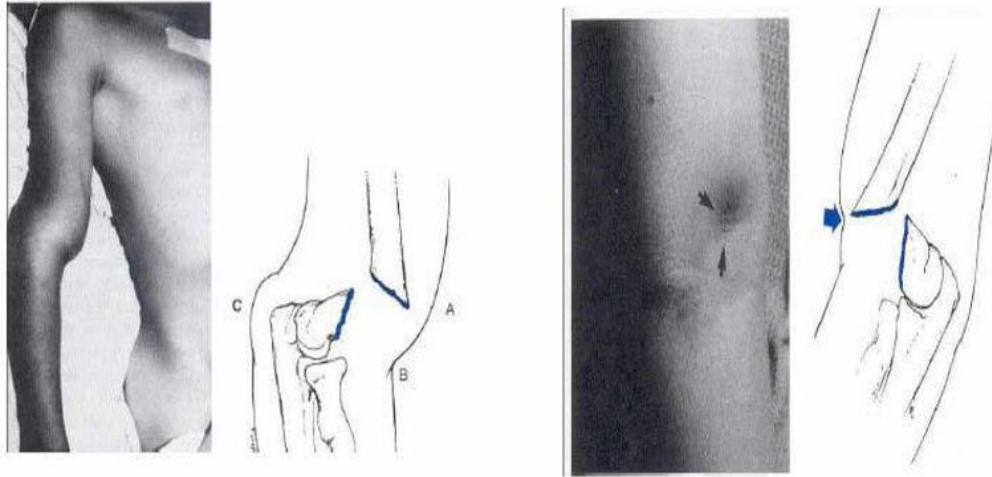


Şekil 26: AO sınıflaması: a) Tip 1, b) Tip 2 (rogers çizgisi), c) Tip 3, d) Tip 4 (44)

2.5.3. Klinik Değerlendirme

Humerus suprakondiler kırıklarının tanısı, öncelikle öykü ve fizik muayene ile ardından çekilen röntgen değerlendirilmesiyle konulur. Dirsek bölgede ağrı şikayetiyle başvuran bir hastada, tüm ekstremiteler değerlendirilmelidir. Çocuklarda düşme sonrası üst ekstremitenin kullanılmaması ve kolda ağrı, muayene sırasında ağlama ve huzursuzluk, olası bir önkol veya dirsek kırığını düşündürmelidir.

Bulguları genellikle kırığın tipine göre değişir. Tip 1 kırıklarda genellikle şişlik, kızarıklık gibi cilt bulguları yoktur, ancak dirsekte hassasiyet olabilir. Tip 2 kırıklarda genellikle şişlik, ağrı hareketlerle artan olup hafif dirsek hareketlerine izin verebilir. Tip 3 kırıklarda ise ciddi şişlik ve dirsekte ağrı ile birlikte hareket kısıtlılığı mevcuttur. Travmanın şiddetine bağlı olarak dirsekte 'S şeklinde görünüm' ve o taraftaki ekstremitede kısalık meydana gelebilir. Dirsek çevresinde ekimoz oluşabilir. Şiddetli kırık deplasmanında, humerus proksimal fragmanının brakialis kasına penetre olarak ciltte buruşma (gamze belirtisi veya dimple sign) görülebilir. Gamze belirtisi, kapalı redüksiyonun sıkıntılı olacağını ve nörovasküler zedelenme riskini gösterir (17) (Şekil 27).



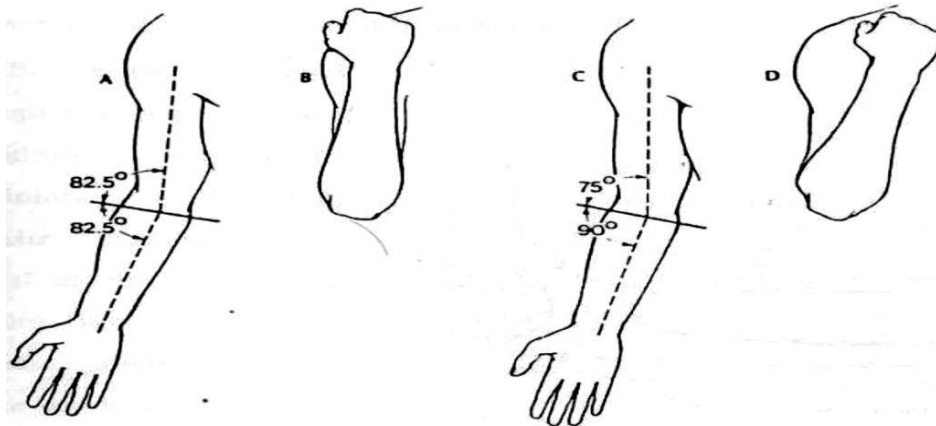
Şekil 27: S şeklinde görünüm ve gamze belirtisi (28)

Çocuklar ilk başvurdıklarında ağrılı, huzursuz ve ağlıyor olabilirler; bu durum nörovasküler muayeneyi zorlaştırabilir. Ancak, dirsek çevresi kırıklarda nörovasküler değerlendirme en kritik muayenedir. Proksimal fragmanın anterior yüzeyinde brakial arterin gerilmesi ve lümeninin daralması nedeniyle radyal nabız

zayıf hissedilebilir veya hiç alınamayabilir. Nabız alınamıyorsa, arterin gerginliğini hafifletmek için nazik bir manipülasyon yapılabilir; bu işlem genellikle nabzın geri dönmesini sağlar. Etkilenen ekstremité sürekli olarak ağrı, renk değişikliği, sıcaklık değişikliği, nabız ve nörovasküler durum açısından izlenmelidir.

Nörolojik muayenede, radial, ulnar, median ve anterior interosseöz sinirlerde fonksiyon kaybı gözlemlenebilir. Ekstremitéde ilerleyici ağrı, soğukluk, solukluk, siyanoz ve nabzın alınamaması kompartman sendromunun erken belirti ve bulguları olabilir. Travma sonrası saatlerde ön kolda gelişen ve şiddetlenen ağrı, kaslarda iskeminin işareti olabilir. Parmakların ve eklemin aktif ve pasif ekstansiyonu ile ortaya çıkan ağrı, kan akışının bozulmuş olabileceğini ve kompartman sendromunun gelişebileceğini gösteren bir uyarı olmalıdır (11, 17).

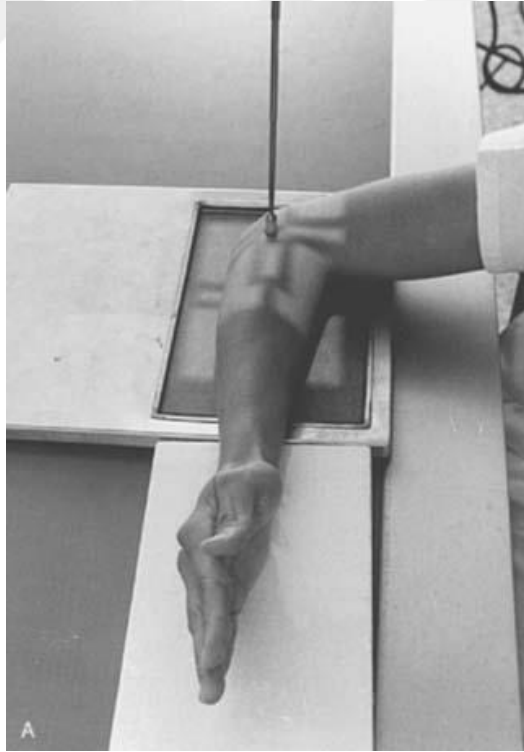
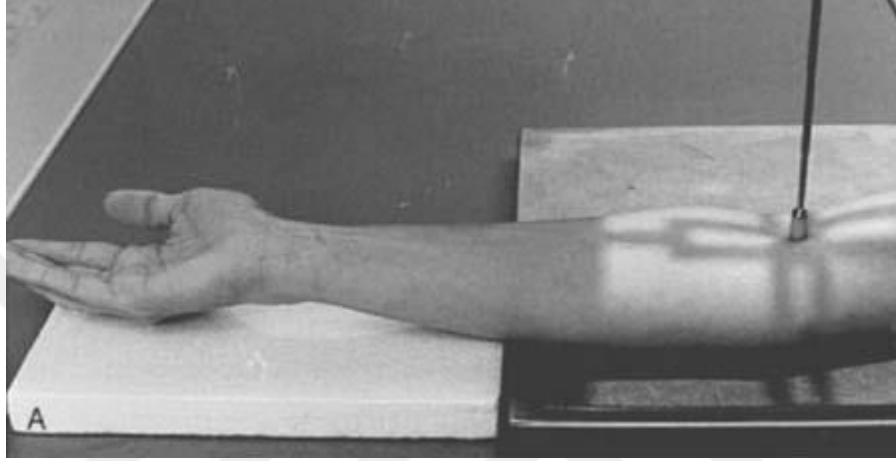
Taşıma Açısı: Koronal düzlemde humerusun uzun eksenine ile ulnanın uzun eksenine arasında oluşan açı, taşıma açısı olarak adlandırılır. Klinikte; omuz dış rotasyondayken, dirsek tam ekstansiyonda iken ve önkol tam supinasyondayken humerus ile önkol arasındaki valgus açıdan ibrettir. Bu açı, cinsiyet, yaş ve gelişime bağlı olarak değişir; Ortalama erkeklerde 11-14°, kadınlarda 13-16°'dir. Suprakondiler kırık sonrası distal fragmanın medial veya lateral yer değiştirmesi ve rotasyonu, taşıma açısının değişmesine neden olur. Taşıma açısı kadınlarda erkeklere göre daha fazladır ve yaşla artmaktadır. Taşıma açısı aynı zamanda ekstansiyondan fleksiyona giden dirsekte artmaktadır.



Şekil 28: Taşıma açısı

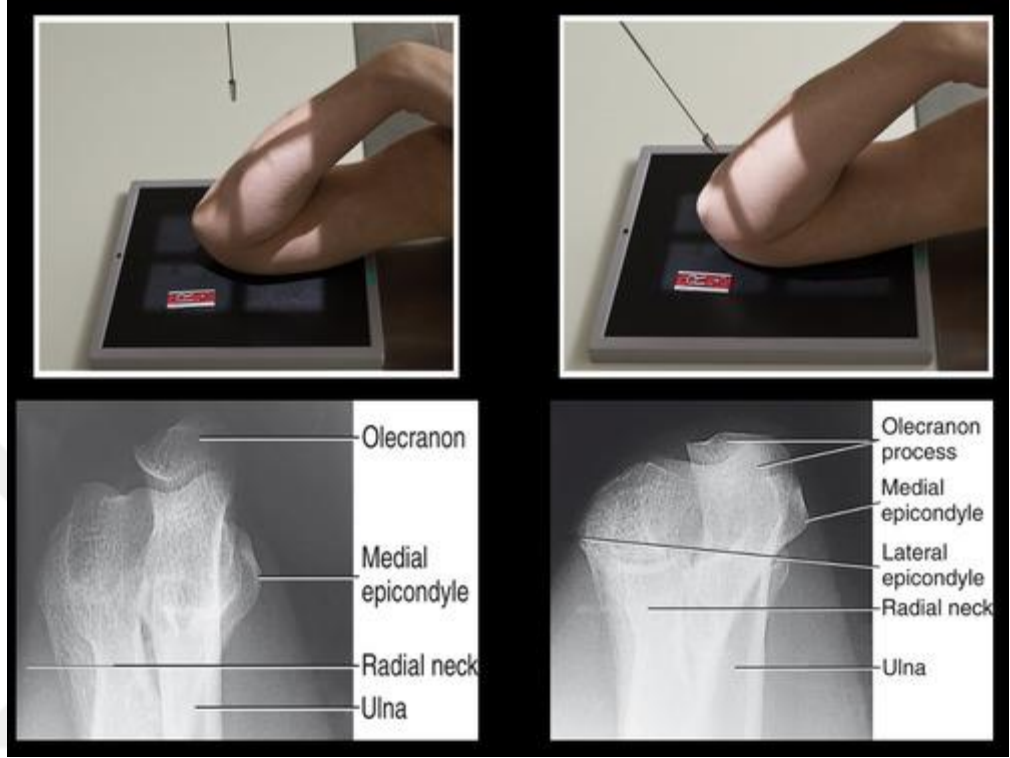
2.5.4. Radyolojik Değerlendirme

Dirsek travmasıyla gelen hastalarda, klinik değerlendirmeyi takiben ilk tercih edilen görüntüleme yöntemi standart olarak çekilen dirsek AP (Anterior Posterior) ve lateral röntgen filmleridir. AP grafisi, dirsek tam ekstansiyonda iken , lateral grafi ise dirsek 90 derece fleksiyonda ve ön kol nötr pozisyonda iken çekilir (Şekil 29).



Şekil 29: Dirsek ön ve yan grafi

Ağrı ve hareket kısıtlılığı nedeniyle dirseği tam ekstansiyona getirmek bazen zor olabilir; bu durumda dirsek hiper fleksiyonda ve ön kol tam pronasyonda iken bir grafi çekilir. Bu grafi "Jones Grafisi" olarak adlandırılır (17) (Şekil 30).

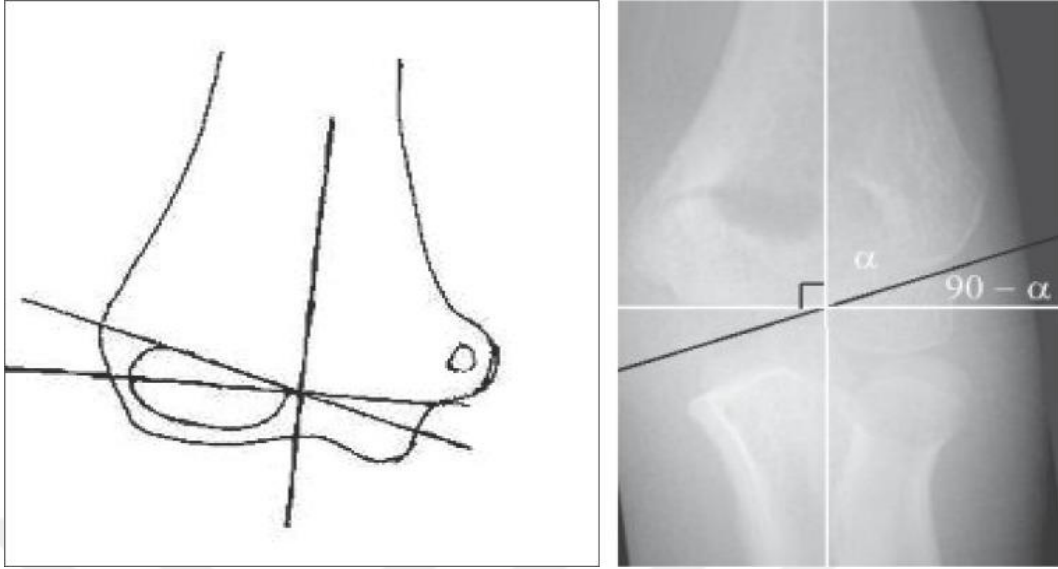


Şekil 30: Jones grafisi çekimi

2.5.4.1. AP Grafinin Değerlendirilmesi

Doğru çekilmiş, standart dirsek AP grafilere baumann açısı, humeroulnar açı, metafizodiafizler açı ve medial epikondiler epifizler açı değerlendirmemiz gerekiyor.

Baumann açısı: Distal humerusun uzun eksenini ile lateral kondilin fizis hattı arasında kalan açıdır (Şekil 31). Farklı çalışmalarda Baumann açısının normal değerleri 8° ile 28° arasında değişmektedir. Bu açı, kırığın koronal plandaki varus veya valgus açılanmasını değerlendirmek için kullanılır. Ölçümlerde dirseğin pozisyonuna göre farklılıklar olabileceği için en doğru sonuca ulaşmak amacıyla karşı ekstremitenin dirsek grafisi ile karşılaştırma yapılması önerilir (45) (Şekil 31).

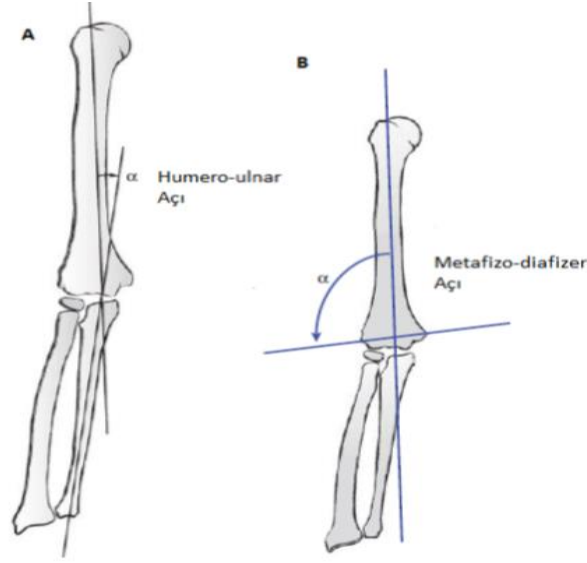


Şekil 31: Baumann açısının çizimi (46)

Humeroulnar açı: Humerus ile ulna anatomik aksı arasındaki açıdır. Bu açı dirsek tam ekstansiyonda iken ön arka grafilerde ölçülür (47) (Şekil 32).

Metafizodiafiz açı: Humerus shaft çizgisi ile humerus distal metafizinin en geniş noktaları arasından geçen çizgi arasındaki açıdır (Şekil 32).

Medial epikondiler epifizer açı: AP röntgende, humerusun metafiz ve diafizinin ortasından geçen humerus uzun eksen ile medial epikondil'in epifizer plağına uzanan eksenin arasında ölçülen açıdır.



Şekil 32: A) Humeroulnar aç, B) Metafizo-diafizer aç (48)

2.5.4.2. Lateral Grafinin Değerlendirilmesi

Doğru çekilmiş standart lateral radyografilerde; gözyaşı damlası görünümü, lateral humerokapitellar aç (LHKA), ön humeral çizgi, ön koronid çizgi ve yağ yastığı işaretleri incelenir. Dirseğin kemikleşme sürecinde meydana gelebilecek bazı sapmalar, lateral radyografilerde yanlışlıkla kırık olarak yorumlanabilir (48).

Gözyaşı damlası figürü: Lateral grafide, kapitellumun kemikleşme merkezi gözyaşı damlası şeklinde yuvarlak bir görüntü oluşturur. Ayrıca, distal humerusun lateral grafideki görünümü kum saatine benzetilebilir. Gözyaşı damlasını oluşturan ön taraftaki koyu çizgi, koronoid fossanın posterior sınırına, arka taraftaki koyu çizgi ise olekranon oluşunun anterior sınırına denk gelir. Standart bir dirsek lateral grafisinde bu gözyaşı figürü net bir şekilde görülmelidir. Bu figürün bozulması veya belirginliğinin kaybolması, kırıkta kayma olduğunda veya röntgen pozisyonunun yanlış olmasından kaynaklanabilir (48).

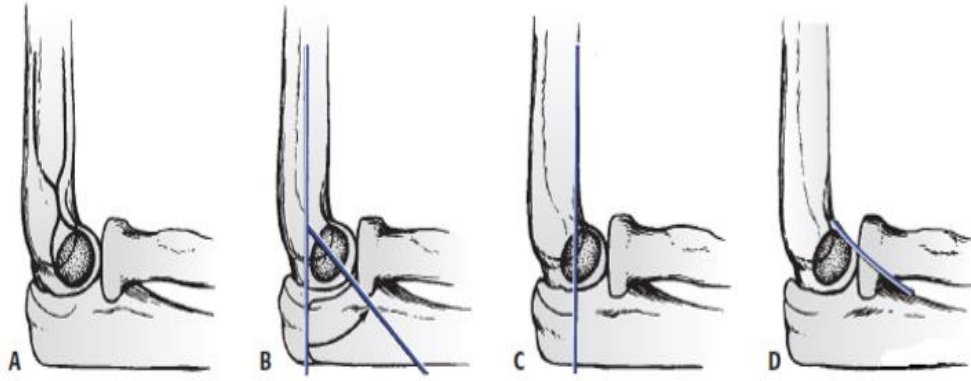
Lateral Humerokapitellar Aç: Lateral grafide; humerus ve kapitellumun uzun aksları arasındaki açya LHKA denir. Bu aç ortalama 40 derecedir. Ekstansiyon tipi kırıklarda distal fragman arkaya doğru açıldığı için bu aç azalır. Tersine fleksiyon tipi kırıklarda ise bu aç artar (48).



Şekil 33: Lateral Humerokapitellar Açısı (49)

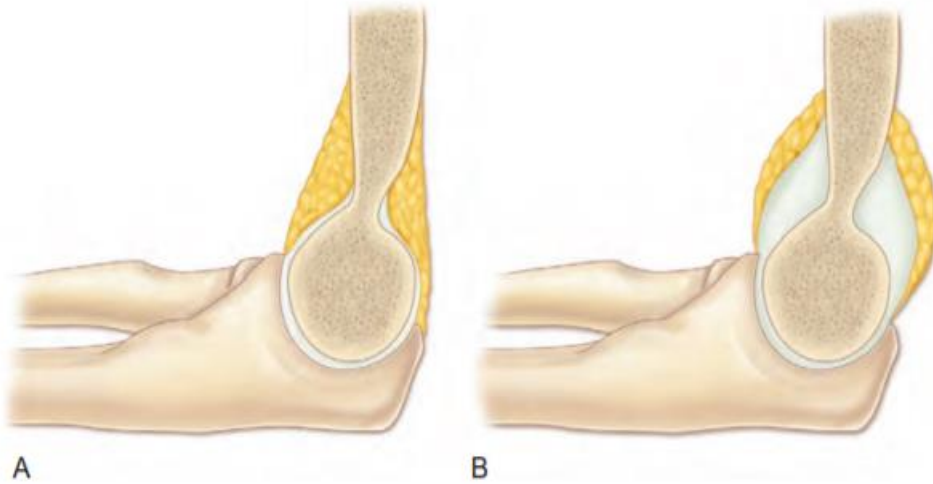
Anterior Humeral Çizgi: Lateral radyografide, humerusun distal shaftının ön kenarı boyunca uzatılarak çizilen bu çizgi, kapitellumun kemikleşme merkezinin orta üçte birlik kısmından geçmelidir (Şekil 32). Bu çizgi, "Rogers çizgisi" veya "anterior humeral çizgi" olarak bilinir. Eğer bu çizgi kapitellumun kemikleşme merkezinin ön üçte birlik kısmından ya da ön tarafından geçiyorsa, distal fragmanın posterioara açılı olduğu anlamına gelir. Rogers ve arkadaşları, anterior humeral çizginin, tanımlanamayan kırıkları tespit etmekte en güvenilir bulgu olduğunu bildirmişlerdir (50).

Koronoid Çizgi: Dirseğin lateral grafisinde, koronoid çıkıntının ön kenarından yukarı doğru uzatılan çizgi, humerusun lateral kondilinin ön yüzüne teğet geçmelidir. Ekstansiyon tipi kırıklarda, lateral kondilin kemikleşme merkezi koronoid çizgisinin arkasında yer alır. Fleksiyon tipi kırıklarda ise bu çizgi, lateral kondilin ön yüzünün arkasından geçer (11) (Şekil 34).



Şekil 34: A) Distal humerus lateral grafideki gözyaşı bulgusu B) Lateral kondilin humerus shaft ile yaptığı açı C)Rogers çizgisi(Anterior humeral çizgi) D) Koronoid çizgi

Yağ Yastıkçığı (Fat Pad) Bulgusu: Yağ yastıkları, sinovyal zarın dışında ancak eklem kapsülü içinde bulunan yapılardır. Dirsekte üç bölgede toplanırlar: ön koronoid oluk, arka olekranon oluk ve radius başı çevresi. Tipik olarak, anterior ve posterior yağ yastıkları, eklem içi patoloji ve eklem sıvısının artışı nedeniyle yer değiştirir ve bu durumda lateral dirsek grafilerinde görünür hale gelirler. Bu durum, dirsekte bir patoloji olduğundan şüphelenmemize yol açar ve "Fat Pad" bulgusu olarak adlandırılır. Non-deplase kırıklarda önemli bir kırık belirtisidir (Şekil 35).



Şekil 35: Yağ yastıkçıları; A) Sağlıklı dirsek, B) Eklem şişliği olan dirsek (11)

2.5.5. Ayrııcı Tanılar

1. Dirsek bölgesi artritleri
2. Olekranon kırıkları, radius başı kırıkları
3. Dirsek bağ yaralanmalar
4. Dirsek hemartrozu
5. Bakıcı(dadı) dirseği
6. Dirsek çıkığı

2.5.6. Tedavi

Suprakondiler dirsek kırığı olan hastada ilk önce fizik muayene yapıldıktan sonra distal nörovasküler açıdan değerlendirilir. Suprakondiler humerus kırığı olan bir hastada soluk ve nabızsız bir el durumunda acil cerrahi müdahale gereklidir. Nörovasküler hasar olmayan kapalı kırıklar, kırık tipine bağlı olarak konservatif veya kapalı/açık cerrahi yöntemlerle acil bir şekilde tedavi edilebilir. Her karar, ortopedik cerrah tarafından Gartland sınıflandırması dikkate alınarak verilmelidir. Hedef post operatif dönemde komplikasyonları önlemek olmalı (1).

Suprakondiler humerus kırıklarındaki tedavi seçenekleri:

A-Konservatif Tedavi

1. Kapalı redüksiyon yapmadan alçı tespiti
2. Kapalı redüksiyon sonrası alçı tespiti
3. Traksiyonla redüksiyon
 - Cilt traksiyonu
 - İskelet traksiyonu

B-Cerrahi Tedavi

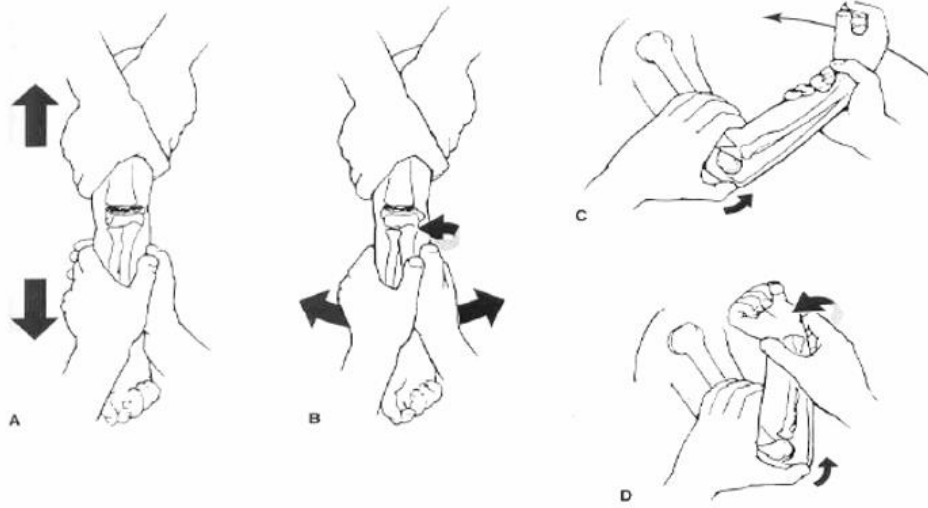
1. Kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme
2. Açık redüksiyon ve perkütan pinleme

2.5.6.1. Sadece alçı tespiti:

Kırığın distal kısmının 20° ve altındaki posterior inklinasyon redüksiyon gerekli değildir. Normalde kapitellum anteriora doğru 30-40° açılanmış durumdadır; ancak yeterli büyüme potansiyeli varsa, distal humerus metafizindeki anteriora doğru olan 20°'ye kadar olan inklinasyon açısı değişiklikleri remodelizasyon ile düzeltilebileceği için kabul edilebilir sınırlardadır. Eğer inklinasyon açısı 20° veya daha fazla bir fark gösteriyorsa, redüksiyon mutlaka yapılmalıdır. Uygun bir redüksiyon sağlanamazsa, meydana gelebilecek malunion; fleksiyon kısıtlılığı ve hiperekstansiyona yol açabilir. Bu tür kırıklarda kırığın medial açılanmasının gözden kaçırılmamasıdır. Eğer açılanma düzeltilmezse, medial korteks çökmesine bağlı olarak kubitus varus gelişebilir.

2.5.6.2. Alçı tespiti redüksiyon yapıldıktan sonra

Ekstansiyon tipi kırıklarda, bir kişi önkol supinasyonda iken uzunlamasına çekiş uygularken, diğer kişi karşı taraftan kolun proksimal kısmına traksiyon uygular. Bu esnada, gerekirse distal fragmanın proksimal kemik üzerinden geçirilmesi için biraz ekstansiyon artırabilir. Uzunluğu sağlandıktan sonra, distal parçanın mediale veya laterale kaymaması için, kırık hattına varus veya valgus kuvveti uygulanarak kırık fragmanların tam teması sağlanır. Sonrasında, distal fragman posteriorundan anteriora doğru baş parmak ile itilirken, proksimal fragmana diğer parmaklar ile anterior-posterior doğrultusunda çekilir. Dirsek 110° fleksiyondayken, eğer distal fragman mediale kaymışsa önkol pronasyonda, laterale kaymışsa ise önkol supinasyonda tespit edilir böylece lateral periostun gergin tutulması sağlar (Şekil 36).



Şekil 36: Ekstansiyon tipi deplase suprakondiler humerus kırığı redüksiyonu (51)

Fleksiyon tipi kırıklarda De Palma, dirsek ekstansiyonda ve ön kol supinasyonda iken traksiyonla redüksiyon yapılmasını tavsiye etmiştir. Ardından, yer değiştiren distal parçanın elle bastırılarak düzeltilmesini ve dirseğin tam ekstansiyonda sabitlenmesini önermektedir (6).

2.5.6.3. Traksiyonla redüksiyon

Ön kolda ortaya çıkabilecek Volkmann'ın iskemik kontraktürü riski nedeniyle hem redüksiyonu sağlamak hem de elle yapılan redüksiyon yönteminin stabilitesini korumak amacıyla geçmişte sıkça kullanılırdı. Cilt ve iskelet traksiyonu olmak üzere iki farklı traksiyon yöntemi mevcuttur. Bu yöntemlerin uygulanmasının kolay olması, nörovasküler gözlemin rahat yapılabilmesi, elevasyonla ekstremitedeki ödemin erken gerilemesi gibi avantajları bulunmaktadır. Ancak, uzun süre hastanede kalma ve hareketsiz kalma, çocuklarda pozisyonun korunmasında zorluk, radyolojik takiplerin zorlaşması gibi dezavantajları da vardır.

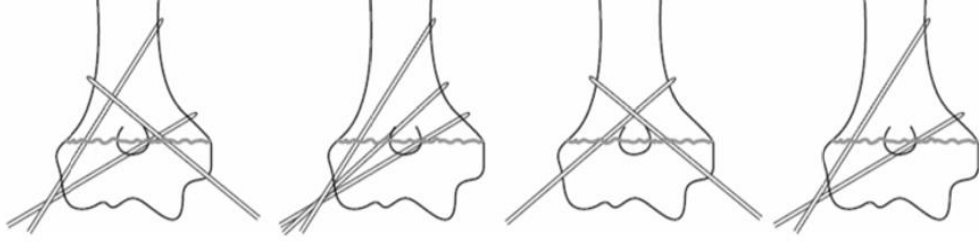
2.5.6.4. Kapalı redüksiyon ve pinleme

Deplase olmuş humerus suprakondiler kırıklarının tedavisi için, kapalı redüksiyon ve perkütan telleme ilk önerilen yöntemdir. Bu işlem, ameliyathane

ortamında ve hasta genel anestezi altındayken gerçekleştirilir. Hastanın ilgili ekstremitesi, skopi kolu üzerine veya ameliyat masasının kenarına yerleştirilerek işlem yapılır. Öncelikle uygulanan traksiyon ile ekstremitedeki kısalık giderilir. Ardından, skopi yardımıyla alınan AP görüntülemeye herhangi bir translasyon veya valgus/varus açılanması görülürse, distal kemik parça manipülasyon ile düzeltilir. AP görüntülerde uygun hizalama sağlandığında, ekstansiyon tipi kırıklarda başparmak ile olekranon arkasından anteriora doğru kuvvet uygulanarak dirsek fleksiyona getirilir ve bu pozisyonda sabit tutulur. Bu işlem sırasında, distal parça mediale deplase ise önkol pronasyonda; laterale deplase ise önkol supinasyonda olmalıdır. Dirsek fleksiyon pozisyonunda sabitlendiğinde, skopi görüntü çekilir ve redüksiyon kontrolü sağlanır gerekiyorsa bir ipek flaster bandı yardımıyla kilitlenir ve pozisyonun korunur. Eğer ameliyatta tek cerrah giriyorsa da bu yöntemi bilmelidir (52). Lateral görüntüler elde edilirken omuzdan dış rotasyona alınarak görüntülenir ve değerlendirilir. Sonrasında, perkütan telleme ile tespit yapılabilir.

Perkütan telleme sırasında kullanılacak tel sayısı ve konfigürasyonu konusunda literatürde birçok yayın bulunmaktadır. Telleme sırasında diverjan, çapraz ve paralel telleme yöntemleri kullanılabilir. Günümüzde en çok önerilen yöntem, öncelikle lateralden iki adet K-teli diverjan şekilde uygulamasıdır. Teller çaprazlanıyorsa da kırık hattında değil kırık hattın proksimalinde çaprazlanması gerekiyor. Lateral grafilerde rotasyonel bir instabilite tespit edilirse, medialden veya lateralden yerleştirilecek 3. bir K teli ile stabilitenin artırılması önerilmektedir. Medial K-teli yerleştirilirken, hiperfleksiyon azaltılarak işlem 80-90° dirsek fleksiyonunda gerçekleştirilir. Dirsek hiperfleksiyondayken K-teli medialden yerleştirilirse, ulnar sinirin volar tarafa yer değiştirmesi nedeniyle yaralanma riski artar. Şişlik olduğunda, medialden mini bir insizyon yapılarak ulnar sinir korunmalıdır. Çapraz K-teli yerleştirilmesinde, teller lateral ve medial epikondillerden girilir ve humerus shaftı ile koronal planda 30-40° açı yapacak şekilde, sagittal planda ise yaklaşık 10° önden arkaya doğru eğimle proksimal humerus shaftına yönlendirilir. Teller, kırık hattının proksimalinde olekranon çukuru üzerinde çaprazlaşmalıdır. Tespit tamamlandıktan sonra stabilite kontrolü için kol proksimal humerustan tutulup sallanır; eğer kırık hattında yer değiştirme olmazsa tespit stabil kabul edilir ve bu teste "shake testi" adı verilir. Tespit işleminden sonra

tellerin uçları cildin 1 cm üzerinde olacak şekilde kesilir ve dirsek 90° fleksiyonda alçı atel ile sabitlenir (36) (Şekil 37).



Şekil 37: Çeşitli konfigürasyonlarda K teli uygulaması

2.5.6.5. Açık redüksiyon ve pinleme

Kapalı yöntemlerle kırığı redükte edemeyen cerrah için, yumuşak doku sıkışması (örneğin kas, median sinir, brakial arter) veya kapalı redüksiyon denemesinden sonra soğuk elin perfüzyon olmadan kalması durumunda açık redüksiyon endikedir. Redüksiyon sırasında yumuşak bir durma gözlemlendiğinde nörovasküler sıkışma şüphesi olabilir. Açık redüksiyon için en yaygın kullanılan yaklaşım anterior lateral yaklaşımdır.4 ana insizyon vardır. Lateral-medial-posterior ve anterior. Anterior yaklaşım, özellikle vasküler onarım gerektiğinde önerilmektedir. Güvenli bir yaklaşımdır ve sonuçlar geleneksel lateral yaklaşıma benzer veya daha iyidir. Lateral yaklaşım dirsek cerrahisi için standart yaklaşımdır. Ancak, eklem dışı olan suprakondiler kırıklarda anterior yaklaşıma göre bir avantaj sağlamaz ve radial sinir yaralanması ile sertlik riskini artırır. Geleneksel olarak, açık yaklaşım yüksek komplikasyon oranları ile ilişkilendirilmiştir, örneğin sertlik veya miyozitis ossifikans. Ancak, son çalışmalar komplikasyon insidansının daha düşük olduğunu ve kapalı redüksiyonla karşılaştırıldığında hareket kaybı, enfeksiyon, malunion veya sonraki cerrahi açısından bir fark olmadığını bildirmiştir. Alfonso Vaquero-Picado ve ark. görüşe göre, vasküler sıkışma ve Tip II veya III açık kırıklar açık redüksiyon için ana endikasyonlardır. Vasküler yaralanma ile ilişkili olmayan tüm kırıklar kapalı yöntemlerle redükte edilmeli ve açık redüksiyondan kaçınmak için tüm olası manevralar kullanılmalıdır. Lateral girişim nörovasküler yapılardan uzak olduğu için güvenli bir yöntemdir. Medial girişimde ulnar sinir eksplorasyonu

ve ulnar sinirin korunması için gerekirken (50), medial kolonun restore etmesi ve fiksasyon için iyi bir görüş sağlayan ve az insizyonel skar bırakan yöntemdir (43).

2.5.7. Komplikasyonlar

2.5.7.1. Vasküler Komplikasyonlar

Deplase olmuş suprakondiler kırıkların yaklaşık %10-20'sinde vasküler durumda değişiklikler gözlenmektedir. Radial nabzın redüksiyon öncesinde tüm kırıkların %7-12'sinde ve deplase kırıkların %19'una kadar varan oranlarda alınamadığı bildirilmiştir. Brakiyal arter lezyonları, birincil olarak nörovasküler yapıların proksimal fragman üzerinde gerilmesi, sıkışması veya kopması nedeniyle ve ikincil olarak redüksiyon manevraları sırasında veya dirsek hiperfleksiyon pozisyonunda immobilizasyon esnasında meydana gelebilir.

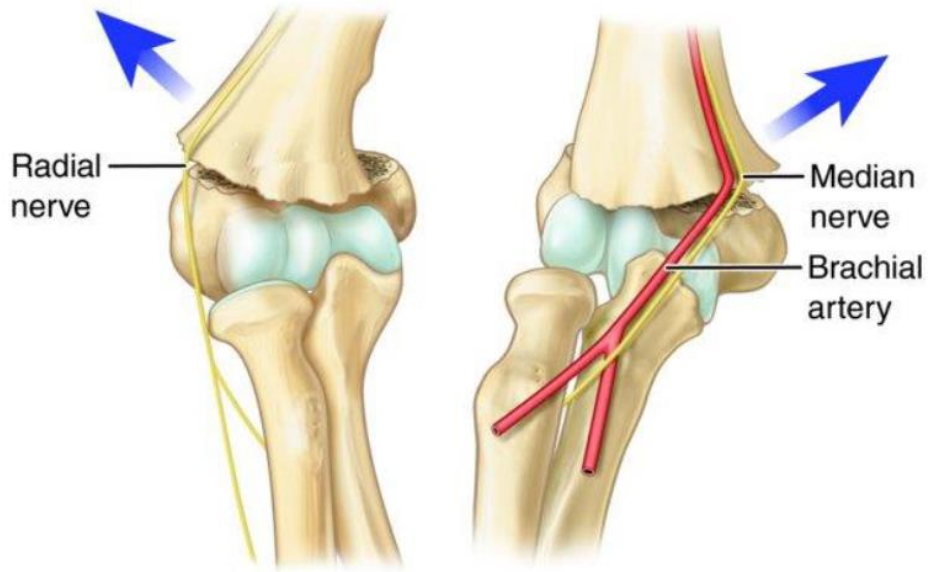
Suprakondiler humerus kırığında vasküler yaralanma mevcutsa, ilk adım kapalı redüksiyon işlemini uygulamaktır. Preoperatif süreçte anjiyografi kullanımını destekleyen yeterli kanıt yoktur. Başka bir ciddi travma söz konusu değilse, vasküler yaralanma genellikle kırık odaklıdır. Bu yüzden ultrasonografi veya anjiyografi kullanımı sadece kırığın redüksiyonunu geciktirir ve komplikasyon riskini artırabilir. Kapalı redüksiyon gerçekleştirildikten sonra vasküler durum tekrar gözden geçirilmelidir, çünkü redüksiyon sonrasında nabız %80 oranında geri dönmektedir. Redüksiyondan sonra ön kolun yetersiz perfüzyon oranı %0.3'tür. Kapalı redüksiyondan sonra radial nabzın bulunmaması vakaların %3.2'sinde görülmektedir. Nabzın olmaması ve median sinir felcinin bir arada bulunması, cerrahi müdahale gerekliliğini güçlü bir şekilde işaret eder.

El, vasküler durumun en iyi göstergesidir. Nabız varlığı ve ekstremitenin perfüzyonuna göre üç durum tanımlanmıştır: 1) iyi nabız ve iyi perfüze ekstremita (sıcak, pembe, kapiller dolum < 3 saniye, eko doppler ile tespit edilen distal nabız); 2) nabızsız ama iyi perfüze el (sıcak, pembe, kapiller dolum < 3 saniye, doppler ile tespit edilemeyen distal nabız); 3) nabızsız ve kötü perfüze el (soluk, soğuk ve kapiller dolum > 3 saniye).

Soğuk el durumunda veya kapalı redüksiyondan sonra nabzın kaybolduğu durumlarda arterin derhal explore edilmesi gerektiği konusunda fikir birliği mevcuttur. Vasküler onarımı korumak için kırığın önce redüksiyonu ve tespit edilmesi zorunludur. Vasküler eksplorasyonun, vasküler cerrah ile iş birliği yapılarak anterior yaklaşım ile yapılması önerilir.

Öte yandan, nabızsız fakat pembe el durumu için en uygun yönetim konusunda mevcut literatür belirsizdir. Bu durumun sıkı gözetim altında konservatif bir yaklaşımla mı yoksa erken revaskülarizasyon ile mi yönetilmesi gerektiği konusunda tartışmalar sürmektedir. British Society for Children's Orthopaedic Surgery'nin bir anketine göre, cerrahların %60'ı önkolun nabızsız ama iyi perfüze kalması durumunda gözlem yapmayı tercih etmektedir. Bazı yazarlar, dirsekteki zengin kollateral dolaşımın, nabızsız fakat pembe el durumu olan suprakondiler humerus kırığı geçiren ekstremitenin canlılığını sürdüreceğini düşünmektedir. Çoğu vakada distal nabzın ameliyat sonrası altı hafta içinde geri döndüğü bildirilmiştir. Ayrıca, pembe nabızsız elin erken revaskülarizasyonunun, brakiyal arterin asemptomatik reoklüzyon ve rezidüel stenoz ile yüksek oranda ilişkili olduğunu göz önünde bulundurmalıyız. Ancak, Blakey ve arkadaşları, pembe nabızsız el durumunda ağrı ve ilerleyici sinir etkilenmesi belirtilerinin izlenmesinin önemini vurgulamaktadır, çünkü bu hastalar cerrahi eksplorasyon için aday olabilirler.

Bu nedenle, cerrahi revaskülarizasyon olmadan pembe nabızsız el durumunun sıkı gözetim altında tutulmasını savunmaktayız (43).



Şekil 38: Vasküler ve nörolojik semptomların oluş mekanizması (48)

2.5.7.2. Kompartman ve Volkmanın iskemik kontraktürü

Pediyatrik humerus suprakondiler kırıklarına sahip hastalarda kompartman sendromu nadir olmakla birlikte, yaklaşık %0,1 ila %0,3 oranında görülmektedir. Kompartman sendromunun oluşumunda, ilk olarak kapalı kas fasyası içinde basınç artışı meydana gelir; bu basınç artışı iskeleme yol açar ve ardından kas ödemi gelişir. Kas ödemi sonucu basınç daha da artar, bu da kan akımının daha fazla azalmasına ve kas nekrozunun ilerlemesine neden olur.

Literatürde kompartman sendromunun tanısında genellikle 5P bulgusu tanımlanmakla birlikte, bu bulguların erken tanıda yetersiz kaldığı görülmüş ve artık 3A bulgusu kullanılmaktadır. 3A bulgusu, artmış analjezik ihtiyacı (Increasing Analgesia requirement), anksiyete (Anxiety) ve ajitasyon (Agitation) olarak tanımlanır (53).

İskemik sürenin kompartman sendromu gelişiminde önemli bir rolü vardır. Eğer iskele süresi 6 saati geçmişse ve revaskülarizasyon sonrası dolaşım gözlemlenmiyorsa, bu hastalarda kompartman sendromu gelişme riski yüksek olmakla beraber profilaktik fasyotomi yapılabilir. Kompartman sendromu, acil cerrahi müdahale gerektiren bir durumdur. Yapılan sistematik bir çalışmada, 6

saatten kısa sürede fasyotomi uygulanan hastalar ile 12 saatten sonra uygulanan hastalar karşılaştırıldığında, ampütasyon oranları %3.2 ile %14 olarak bulunmuştur.

Volkman'nın iskemik kontraktürü, suprakondiler humerus kırıklarında meydana gelen ve özellikle ilk günden sonra ortaya çıkan ciddi bir damar komplikasyonudur. İskemi sonrası, interfalangeal eklemler fleksiyona, metakarpofalangeal eklem hiperekstansiyona, el bileği fleksiyona, önkol pronasyona ve dirsek fleksiyonda sabitlenmiş bir deformite oluşur.

2.5.7.3. Nörolojik Komplikasyonlar

Sinir yaralanmaları deplase kırıkların %6.5 ila %19 'unda görülebilir ve deplase olmayan kırıklarda ise nadirdir. Sinir yaralanmaları ameliyattan önce (primer lezyon) veya kırığın redüksiyonu ve fiksasyonu sonrası (sekonder lezyon) ortaya çıkabilir. Primer lezyonlar, kırık deplasmanı nedeniyle meydana gelir; bu, sinirin gerilmesine, sıkışmasına veya bozulmasına yol açabilir. Sekonder lezyonlar ise aşırı manipülasyon, hiperekstansiyon pozisyonunda immobilizasyon veya fiksasyon sırasında oluşan iatrojenik yaralanmalar nedeniyle ortaya çıkar (48).

Posteromedial deplasman durumunda, radial sinir primer yaralanma riski taşır ya da redüksiyon manevrası sırasında etkilenebilir. Posterolateral deplasman, brakial arter ve median/AIN sinirlerinin risk altında olmasına neden olur. Fleksiyon tipi kırıklar, ekstansiyon tipi kırıklara kıyasla daha sık sinir ve vasküler yapıları etkiler, özellikle de ulnar sinir sıkışması meydana gelir.

AIN yaralanması ve radial sinir yaralanması benzer sıklıktadır. Sinir lezyonları bulunan vakaların %21'ine kadar kombine sinir yaralanmaları görülebilir. AIN lezyonu mevcutsa, uzun baş parmak fleksörü ve ikinci parmak derin fleksöründe felç gözlemlenir. AIN yalnızca motor bir dal olduğundan, duyuşal değişiklikler görülmez. Tam median sinir lezyonu mevcut olduğunda, median sinir dağılımında duyuşal ve motor fonksiyon kaybı gözlemlenir. Radial sinir yaralanması, bilek ve parmak ekstansiyon fonksiyon kaybı ve radial sinir dağılımında his kaybı ile ilişkilidir. Ulnar sinir yaralanması, fleksiyon tipi kırıklarda daha sık görülür. Ancak, fleksiyon tipi kırıkların düşük sıklığı nedeniyle, ulnar sinir yaralanmalarının çoğu ekstansiyon kırıklarında görülür ve bunların medial pin

nedeniyle oluřtuđu dűřűnűlmektedir. Yazarlar, ulnar sinir yaralanmasının travmanın řiddetini veya kapalı yűntemlerle kırığın redűksiyonundaki zorluđu yansıtabilecekini űne sűrműşlerdir.

Bu yaralanmaların çođu nűropraksidir ve kendiliđinden iyileřir; bu nedenle, sinir cerrahisi nadiren gereklidir. Bizim gűrűřűműze gűre, eđer bir hastada ulnar sinir yaralanması varsa ve medial pin mevcutsa, medial pinin çıkarılması gerekir.

Radial sinir için iyileřme sűresi ortalama 3 ay, median sinir için 2.5 ay ve ulnar sinir için 5 ay olmuřtur (43).

2.5.7.4. Açısal Deformiteler

Kubitus varusun nedeni hala belirsizdir. Çođu yazar, kubitus varusun kırığın malunionu sonucu ortaya çıktıđını, bűyűme duraklamasından kaynaklanmadıđını dűřűnmektedir. Açısal deformite ve rotasyonel deformite kubitus varusa neden olan faktűrler olarak kabul edilmektedir. Posteromedial deplasman, kubitus varus deformitesini gűsteren daha yűksek Baumann deđer i ile iliřkilidir, oysa posterolateral deplasman, kubitus valgusu gűsteren daha dűřűk Baumann deđer i ile iliřkilidir. Humerusun distal fizisinin yeniden řekillendirme potansiyeli sınırlıdır. Sekiz ila on yařlarındaki bir çocukta humerusun toplam bűyűmesinin sadece %10'u kalmıřtır. Sagittal ve koronal hafif deformiteler 4 yař altındaki çocuklarda yeniden řekillendirilebilirken, rotasyonel deformiteler yeniden řekillendirilemez. Bu nedenle, kubitus varusu űnleminin en iyi yolu, kırığın anatomik redűksiyonunu sađlamaktır.

Çođu vakada ebeveynler kozmetik nedenlerle danıřsa dahi uzun dűnemde birkaç komplikasyon meydana gelebilir: gecikmiř posterolateral rotasyonel instabilite; ulnar sinir felci; trisepsin medial bařının kayması; ve kondil kırıkları için daha yűksek risk. Trisepsin medial deplasmanı ve distal humerusun i rotasyonu nedeniyle medial kısmının çekilmesi de gűrűlebilir.

Kubitus varusu dűzeltmek için birkaç osteotomi űnerilmiřtir. Lateral kama osteotomisi muhtemelen en sık kullanılan osteotomi tűrűdűr (11, 43).

2.5.7.5. Dirsek sertliği ve myositis ossifikans

Kırık kaynadıktan veya alçı çıktıktan sonra değerlendirme yapılır. Eğer hareket kısıtlılığı veya sertlik mevcutsa, evde hareket egzersizlerine başlanır ve aylık kontrollerle izlenir. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon bölümünün konsültasyonu ile iyileşme sağlanabilir. Myozitis ossifikans nadir görölmekle birlikte, genellikle parçalı kırıklardan ve büyük insizyonlar yapılan açık girişimlerden sonra ortaya çıkabilir. Çoğu zaman, 1-2 yıl içinde kendiliğinden düzelir (11).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi girişimsel olmayan etik kurul tarafından 07.04.2023 tarihinde ve 2023/4 sayılı kararı ile onay alındıktan sonra uzmanlık tezin kapsamında klinik çalışmalara başlanmıştır. Bu tez çalışması Mayıs 2023 ile Mayıs 2024 arasında prospektif bir yaklaşım ile gerçekleştirilmiştir.

3.1. Çalışma Grubunun Oluşturulması

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde, Mayıs 2023 - Mayıs 2024 tarihleri arasında, 2-18 yaş aralığında bulunan ve Gartland evre II-III ekstansiyon tipi pediatrik suprakondiler humerus kırığı olan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmayı kabul eden hastalara gerekli tüm bilgilendirmeler detaylı şekilde aktarılmış ve bilgilendirilmiş gönüllü onam formu, katılımcıların çocuk olması nedeniyle birinci derece velilerine okutulup imzalatılmıştır. Daha sonra, çalışmaya katılacak ve kontrol grubuna dahil edilecek hastalar kapalı zarf yöntemiyle rastgele seçilmiştir.

Suprakondiler humerus kırığı nedeniyle acil servise veya ortopedi polikliniğine başvuran toplam 52 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Her hasta için ameliyat öncesi bir hasta kartı oluşturulmuş ve bunlar arşivlenmiştir. Hasta kartlarında; hastaların cinsiyeti, yaşı, kırığın yeri, dominant taraf, hastanede yatış süresi, cerrahi bekleme süresi, dolaşım durumu, nörolojik durumu, kırık sınıflaması, cerrahi teknik ve fiksasyon yöntemi gibi bilgiler kaydedilmiştir. İlk kez, tüm hasta kartları ve verileri dijital ortamda kayıt altına alınmıştır.

Çalışmaya, 18 yaş üstü, 2 yaş altı, fleksiyon tipi kırığı olan, nörolojik defisiti bulunan, kırık ekstremitayı etkileyen deformitesi olan, nörolojik veya musküler hastalığı bulunan hastalar dahil edilmemiştir.

3.2. Postoperatif Değerlendirme

Ameliyat sonrası hastalar, rutin olarak 3., 5. ve 8. haftalarda ortopedi polikliniğinde kontrole çağırılmıştır. Hastaların kontrole geldiği günler, operasyon tarihine göre hesaplanarak kaydedilmiştir. Hastaların postoperatif bilgileri, sanal hasta kartlarına işlenmiştir.

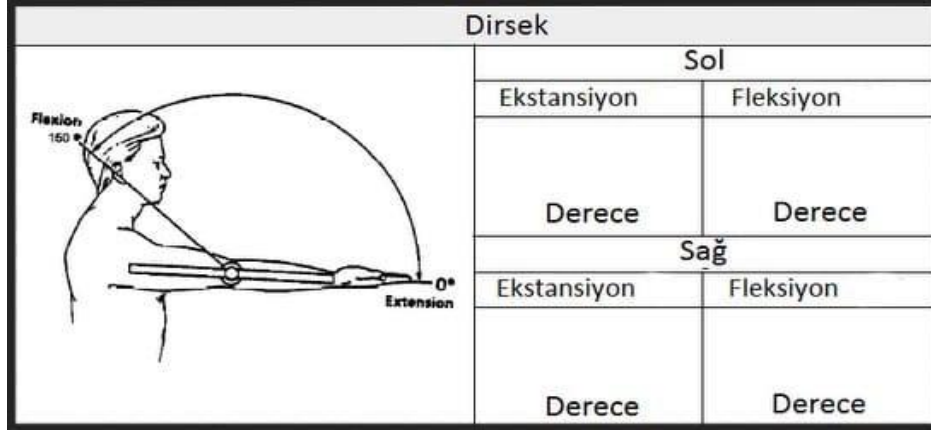
3.hafta kontrollerinde, hastanın ateli çıkarılarak AP ve lateral dirsek grafileri çekilmiş, gonyometre yardımıyla hastaların dirsek eklem hareket açıklıkları (Range of Motion=ROM) ölçülerek kaydedilmiştir. RUS (Radiographic Union Score) değerlendirmesi, PACS (Picture Archiving and Communication Systems) yardımıyla elde edilen grafilerden hesaplanmıştır. Ayrıca, çekilen grafiler üzerinden Baumann açısı, lateral humerokapitellar açısı ve lateral rotasyon yüzdesi ölçülmüştür. Yara yeri ve pin bölgeleri değerlendirilmiş, posterior pin çıkarılarak pansuman yapılmıştır. Hastalara ve ailelerine, dirsek eklem hareket açıklığını artıracak ve kas gücünü destekleyecek rehabilitasyon egzersizleri gösterilmiştir. İki hafta sonra tekrar kontrole çağırılmışlardır.

5.hafta kontrollerinde, AP ve lateral grafiler çekildikten sonra K-telleri çıkarılmış, ROM, Mayo ve Flynn skorlama sistemleri hesaplanmıştır. Çekilen röntgenler üzerinden Baumann açısı, lateral humerokapitellar açısı, RUS ve lateral rotasyon yüzdesi ölçülmüştür. Hastalara, dirsek eklem hareket açıklığını artırıcı ve kas gücünü destekleyici egzersizler tekrar gösterilmiş ve anlatılmıştır. Üç hafta sonra tekrar kontrole çağırılmışlardır.

8. hafta rutin son kontrolunda hastanın grafiler çekildi. ROM, Mayo, Flynn RUS, LHKA, Baumann açısı ve Lateral rotasyon yüzdesi hesaplandı. Ayrıca, hastanın normal ve kırık dirseğinin taşıma açısı gonyometre kullanılarak ölçüldü. Komplikasyonlar değerlendirildi. Eklem hareket kısıtlılığı olan hastaları fizik tedavi ve rehabilitasyon bölümüne konsülte edildi.

3.2.1. Skorlamalar

Dirsek eklemi, fleksiyon-ekstansiyon ve pronasyon-supinasyon hareketlerini yapmamızı sağlar. Literatüre göre, fleksiyon değerleri 130° ile 154° arasında, ekstansiyon değerleri ise -6° ile 11° arasında değişmektedir. Pronasyon 75° ile 85° arasında ve supinasyon 80° ile 104° arasında değişmektedir.



Şekil 39: dirsek eklemi ROM

Hastalara ameliyat sonrası dönemde, 5. ve 8. haftalarda Mayo dirsek skoru bakıldı. Bu skorlamayla klinik değerlendirme gerçekleştirildi. Skorumaya sonuçlarına göre, 50 puanın altı kötü, 60-74 arası orta, 75-89 arası iyi ve 90 puanın üzeri mükemmel olarak kabul edildi (Tablo 7).

Tablo 7: Mayo dirsek skorlaması

Bulgu	Puan	Ayrıntılı Puanlama
Ağrı	45	Yok
	30	Hafif
	15	Orta
	0	Şiddetli
Hareket	20	>100 derece fleksiyon
	15	50-100 derece fleksiyon
	5	<50 derece fleksiyon
Stabilite	10	Stabil
	5	Hafif instabilite (<10 derece varus-valgus instabilitesi)
	0	Ağır instabilite (>10 derece varus-valgus instabilitesi)
Fonksiyon	5	Saç tarayabilme
	5	Yemek yiyebilme
	5	Hijyen aktivitelerini yapabilme
	5	Üstünü giyebilme
	5	Ayakkabı giyebilme
Toplam puan	100	
100-90 mükemmel, 89-75 iyi, 74-60 orta, <60 kötü		

Hastalara ameliyat sonrası dönemin 5. ve 8. haftalarında Flynn kriterlerine göre değerlendirildi. Fonksiyonel ve Kozmetik sonuçlar ayrı ayrı incelendi. Flynn kriterlerinde, 0°-5°derece arasında "mükemmel", 6°-10° arasında "iyi", 11°-15° arasında "orta" ve 15° üzeri "kötü" olarak değerlendirildi (Tablo 8).

Tablo 8: Flynn Kriterleri

	Kozmetik :Taşıma açısındaki değişiklik	Fonksiyonel: Eklem hareket açıklığındaki değişiklik
Mükemmel	0°-5°	0°-5°
İyi	6°-10°	6°-10°
Orta	11°-15°	11°-15°
Kötü	>15°	>15°

Hastaların grafileri PACS sistemi kullanılarak incelendi ve AP ile lateral grafilerde RUS uygulandı (Tablo 9). RUS uygulaması için hastanın ön-arka grafilerinde lateral ve medial kırık hatlarındaki kortekslere, yan grafide ise ön ve arka kırık hatlarındaki kortekslere bakıldı. Kırık hattı görünür ve kallus oluşmadıysa 1 puan, kırık hattı görünür ve kallus oluştuysa 2 puan, kırık hattı görülüyorsa ve kallus mevcutsa 3 puan verildi. Bu dört kortekse de uygulandığında toplam maksimum puan 12, minimum puan ise 4 olur.

Tablo 9: RUS hesaplanması

Korteks	Kırık hattı görülüyor ve kallus yok	Kırık hattı görüşüyor ama kallus var	Kırık hattı görünmüyor ve kallus mevcut
Medial	1	2	3
Lateral	1	2	3
Anterior	1	2	3
Posterior	1	2	3

3.3. Cerrahi Protokolü

Hastaların hepsine genel anestezi uygulandı. Cerrahi işlemden 30 dakika önce, her hastaya intravenöz yolla profilaktik olarak 50 mg/kg/gün dozunda sefazolin sodyum verildi. Hastalar ameliyat masasında sırtüstü (supin) pozisyona yerleştirildi.

İlk adım olarak, tüm hastalarda kapalı redüksiyon denemesi yapıldı. Cerrahi işlemi gerçekleştirecek olan hekim, önkol supinasyonda ve dirsek ekstansiyonda iken, masanın karşısındaki diğer kişi humerus proksimalinden traksiyon-kontra traksiyon uygulayarak çekti. Yaklaşık 1 dakika boyunca kırık hattının gevşemesi sağlandı. Ardından, iç-dış rotasyon, fleksiyon ve ekstansiyon hareketleriyle redüksiyon denendi. Uygun kırık hattı redüksiyonu, skopi ameliyat masası ile paralel bir şekilde getirildi. Skopi üzerine redüksiyonu değerlendirildi. Redüksiyonu başarılı olan kırıklarda, humerus ve önkol ipek flaster bant ile sabitlendi. Bu daha stabil redüksiyon, tek hekimin kırığa müdahale etmesini kolaylaştırdı. Kırık bölgesi batikon (%10 povidon-iyot) ile iki kez dezenfekte edildi ve steril yeşil örtülerle steril cerrahi alan oluşturuldu. İlk olarak, lateralden skopi eşliğinde hastanın yaşına göre 1.2 mm veya 2.0 mm çapında iki düz K teli kullanılarak tespit yapıldı. Ardından bant açılarak stabilite kontrolü yapıldı. İki lateral pinin stabilitesini test etmek amaçlı, kol humerus proksimalden tutularak sallandı, (shake testi) fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri yapıldı ve kırık hattında oynama olup olmadığı kontrol edildi. Kırık stabil değilse, lateralden bir pin daha yerleştirildi veya medialden bir pin gönderilerek stabilite artırıldı.

Posterior K-teli posteriordan yerleştirilir. Giriş noktası, epikondiller arasında çizilen bir çizgi ile buna dik olarak olekranonun lateral sınırından düşen dikey bir çizginin kesişim noktasındadır. Bu, telin humerus shaftının ortasında yer almasını sağlar. Tel, önkolun eksenine paralel ve humerus eksenine ile aynı hizada olmalıdır. Tel, floroskopi kontrolü altında olekranon fossa tavanının hemen lateralinden girilir. Kırık hattı çaprazlayarak humerusun anterior korteksine kadar ilerletilir. Distal parçanın anteriora kaymaması veya kırığın posteriora açılmaması ile teyit edilir.

Kapalı redüksiyonun sağlanamadığı vakalarda, açık cerrahiye geçildi. Humerusun proksimal 1/3'ünden havalı turnike takıldı. El parmakları dahil turnike altına kadar batikon (%10 povidon-iyot) ile iki kez dezenfekte edildi. Ardından, steril yeşil örtülerle iki kat örtülerek steril cerrahi alan oluşturuldu. Cerrahiye başlamadan evvel ekstremitedeki venöz kanı elastik bandajı ile boşaltıldı. Turnike basıncı 200-250 mmHg'ye çıkarıldı. Skopi, C kolu steril şekilde örtüldü.

İlk olarak genellikle lateral insizyon tercih edilmiştir. Lateral epikondilin 3-4 cm yukarısından başlayıp 2-3 cm aşağısına kadar cilt ve cilt altı kesilmiştir. Triceps, ekstansör carpi radialis ve brachioradialis kasları arasındaki septumdan geçilerek kırık hattına ulaşılmıştır. Kırık hattı temizlendikten ve yerine oturtulduktan sonra, çapraz K telleri lateral epikondilden geçirilerek yerleştirilmiştir. Medial pinleme sırasında, dirsek ekstansiyonda iken baş parmakla ulnar sinir, pin gönderilecek alandan uzaklaştırılıp mediale kaydırılmıştır. Daha sonra dirsek fleksiyona getirilip K teli gönderilmiştir. Eğer dirsekte şişlik veya ödem mevcutsa ve ulnar sinirin trasesi tam olarak hissedilemiyorsa, medialden küçük bir insizyon yapılması tercih edilmiştir. Bu amaçla medial epikondilin ortasından 3-4 cm uzunluğunda bir kesi açılmış, ulnar sinir ekarte edilerek K teli ile sabitleme sağlanmıştır. Çalışma grubunda ayrıca posterior pin de kullanılmıştır. Turnike açılarak dolaşım kontrolü yapılmış ve operasyon sonrası uzun kol ateli uygulanarak işlem tamamlanmıştır.



Şekil 40: Posterior pin uygulaması

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışma verilerinin istatistiksel analizi bilgisayar ortamında IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version 20.0 programı ile yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi, histogram ve Skewness-Kurtosis katsayıları kullanılarak incelendi. İkili grupların karşılaştırılmasında; normal dağılım gösteren parametreler için Student's T testi, anormal dağılım gösteren parametreler için Mann-Whitney U testi uygulandı. Çok gözlü çapraz tabloların değerlendirilmesi Ki-kare testi ya da Fisher Exact testi ile yapıldı. $p < 0,05$ olduğunda sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3.5. Power Analiz

Gerekli örneklem büyüklüğü, önceki araştırmalara (doi:10.2106/JBJS.F.00379) dayandırılarak ve G*power 3.1.9.4 yazılımı (Almanya) kullanılarak yapılan güç analiziyle hesaplanmıştır. 0.7012286 etki büyüklüğü, $\alpha=0.05$, $\beta=0.20$ oranı, %80 güven ve 1:1 oranlı gruplandırma tek yönlü koşulu altında, her grupta 26 hasta olacak şekilde toplam 52 hasta gerekmektedir.

4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen toplam 52 hastanın yaş ortalaması $6,31 \pm 2,85$ olup gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ($p=0,064$). En küçük yaş 2 yıl en büyük yaş 13 yıl olarak saptandı. Çapraz + posterior Pin Grup grubunda 13 (%50), kontrol grubunda 12 (%46,2) hasta kadın cinsiyette olup gruplar arasında anlamlı fark mevcut değildi ($p=0,781$). Çapraz + posterior Pin grubunda 14 (%53,8), kontrol grubunda 10 (38,5) hastanın kırık tarafı sağ olup gruplar arasında taraf olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,404$) (Tablo 10).

Tablo 10. Grupların demografik verilerinin karşılaştırılması

	Çapraz + posterior Pin Grup N=26 n (%)	Kontrol Grup N=26 n (%)	p
Yaş (yıl) (ort$\pm$ss)	5,58 $\pm$ 2,50	7,04 $\pm$ 3,03	0,004
Cinsiyet			
Kadın	13 (50)	12 (46,2)	0,781
Erkek	13 (50)	14 (53,8)	
Taraf			
Sağ	14 (53,8)	10 (38,5)	0,404
Sol	12 (46,2)	16 (61,5)	

Gruplar arasında kırık tipleri karşılaştırıldığında; Çapraz + posterior Pin grubunda 5 (%19,2) hastada tip 2, 21 (%80,8) hastada tip 3 kırık tespit edildi. Kontrol grubunda, 16 (%61,5) hastada tip 2, 10 (%38,5) hastada tip 3 kırık tespit edilmiş olup, Çapraz + posterior Pin grubunda tip 3 kırık tipinin istatistiksel anlamlı olarak daha fazla olduğu izlendi ($p=0,004$). Çapraz + posterior Pin grubunda 16 (61,5) hastaya, kontrol grubunda ise 24 (%92,3) hastaya kapalı yöntemle operasyon gerçekleştirildi ve kapalı operasyon yöntemi kontrol grubunda istatistiksel olarak daha fazlaydı ($p=0,019$) (Tablo 11).

Tablo 11. Grupların kırık tipi ve operasyon yöntemlerinin karşılaştırılması

	Çapraz + posterior	Kontrol Grup	
	Pin Grup	N=26	p
	N=26	n (%)	
	n (%)		
Kırık Tipi			
Tip 2	5 (19,2)	16 (61,5)	0,004
Tip 3	21 (80,8)	10 (38,5)	
Operasyon yöntemi			
Kapalı	16 (61,5)	24 (92,3)	0,019
Açık	10 (38,5)	2 (7,7)	

Hastaların operasyon sonrası 3. haftada muayene ve grafiden elde edilen değerleri birinci kontrol olarak kaydedildi. Fleksiyon ve ekstansiyon açıları gruplar arasında benzerdi (sırasıyla; $p=0,233$, $p=0,088$). ROM açıları değerlendirildiğinde; Çapraz + posterior Pin grubunda $69,62 \pm 17,54$, kontrol grubunda $59,23 \pm 18,69$ olup, çapraz + posterior pin grubunda istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek izlendi ($p=0,044$). Baumann, LHKA ve RUS skorları değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmedi (sırasıyla; $p=0,183$, $p=0,214$, $p=0,368$). Rotasyon yüzdeleri sayısal değerlerin yanı sıra; 0, 0-10, 10-20 ve 20-30 derece olmak üzere 4 gruba ayrıldı. En düşük rotasyon derecesi 0 derece olup en yüksek rotasyon derecesi 23 derece olarak saptandı. Çapraz + posterior Pin grubunda 12 (%46,2) hastada, kontrol grubunda 18 (%69,2) hastada rotasyon derecesi 0 (sıfır) olarak saptanmış olup gruplar arasında rotasyon derecesinde anlamlı fark saptanmadı ($p=0,306$) (Tablo 12).

Tablo 12. Grupların birinci kontrol (3. hafta) verilerinin karşılaştırılması

	Çapraz + posterior Pin Grup N=26 Ort±SS	Kontrol Grup N=26 Ort±SS	P
Flexiyon açısı	102,31±9,51	99,23±8,44	0,233
Extansiyon açısı	32,69±14,57	40,00±15,68	0,088
ROM	69,62±17,54	59,23±18,69	0,044
Bauman	72,27±6,13	69,77±7,14	0,183
LHKA	47,54±5,45	49,68±6,76	0,214
RUS	6,62±1,98	7,04±1,31	0,368
Rotasyon Yüzdesi (n %)			
0	12 (46,2)	18 (69,2)	0,306
0-10	2 (7,7)	1 (3,8)	
10-20	8 (30,8)	6 (23,1)	
20-30	4 (15,4)	1 (3,8)	

(Ort±SS: Ortalama±Standart Sapma, ROM:0-130, Bauman: 64° -82°, LHKA:40-45 RUS:0-12)

Hastaların operasyon sonrası 5. haftada muayene ve grafiden elde edilen değerleri ikinci kontrol olarak kaydedildi. Fleksiyon ve ekstansiyon açıları değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla; p=0,340, p=0,119). ROM açıları değerlendirildiğinde; Çapraz + posterior Pin grubunda 87,69±17,50, kontrol grubunda 79,23±19,98 olup, Çapraz+posterior Pin grubunda ROM açıları sayısal olarak daha yüksek görünmesine rağmen istatistiksel anlamlı olarak fark izlenmedi (p=0,111). Baumann açıları gruplar arasında değerlendirildiğinde; Çapraz+posterior Pin grubunda 73,64±6,45 olup kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı olarak yüksek izlendi (p=0,022) LHKA açıları değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmedi (p=0,333). Çapraz+posterior Pin grubunda RUS skoru ortalaması 9,19±1,62, kontrol grubunda RUS skoru ortalaması 10,12±1,65 olup kontrol grubunda istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek izlendi (p=0,048). Mayo, Flynn kozmetik ve Flynn fonksiyon skorları açısından iki grup arasında anlamlı fark yoktu (sırasıyla; p=0,121, p=0,784, p=0,177). İkinci kontrolde izlenen en düşük rotasyon derecesi 0 derece olup en yüksek rotasyon derecesi 13 derece olarak saptandı.

Çapraz+posterior pin ve kontrol grubunda 23 (%88,5) hastada rotasyon derecesi 0 (sıfır) olarak saptanmış olup gruplar arasında rotasyon derecesinde anlamlı fark saptanmadı (p=0,549) (Tablo 13).

Tablo 13. Grupların ikinci kontrol (5. hafta) verilerinin karşılaştırılması

	Çapraz + posterior Pin Grup N=26 Ort±SS	Kontrol Grup N=26 Ort±SS	P
Flexiyon açısı	110,77±8,91	108,27±9,79	0,340
Extansiyon açısı	23,08±13,79	29,04±13,43	0,119
ROM	87,69±17,50	79,23±19,98	0,111
Bauman	73,64±6,45	69,52±6,09	0,022
LHKA	47,06±4,44	48,56±6,48	0,333
RUS	9,19±1,62	10,12±1,65	0,048
Mayo	2,19±0,69	1,88±0,71	0,121
Flyn kozmetik	2,73±0,45	2,69±0,54	0,784
Flyn fonksiyon	2,27±0,66	2,00±0,74	0,177
Rotasyon Yüzdesi (n %)			
0	23 (88,5)	23 (88,5)	
0-10	0 (0)	1 (3,8)	0,549
10-20	3 (11,5)	2 (7,7)	

(Ort±SS: Ortalama±Standart Sapma, ROM:0-130, Bauman: 64° -82°, LHKA:40-45 RUS:0-12 Mayo:mükemmel 90-100, iyi 75-89, orta 60-74, kötü 60 altı Flyn kozmetik:mükemmel 0-5, iyi6-10, orta 11-15, kötü 15 üstü. Flyn fonksiyon mükemmel 0-5, iyi6-10, orta 11-15, kötü 15 üstü.)

Hastaların operasyon sonrası 8. haftada muayene ve grafiden elde edilen değerleri üçüncü kontrol olarak kaydedildi. Flexiyon ve extansiyon ve ROM açıları değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla; p=0,340, p=0,119, p=0,356). Bauman açısı Çapraz+posterior Pin grubunda 72,80±6,94, kontrol grubunda 71,63±6,41 olup gruplar arasında anlamlı fark izlenmedi (p=0,532). LHKA açıları daha önceki iki kontrolde olduğu gibi iki grup arasında benzer saptandı (p=0,399). RUS skoru Çapraz+posterior Pin grubunda 11,35±0,97, kontrol grubunda 11,73±0,72 olup kontrol grubunda istatistiksel anlamlı olarak diğer gruba göre yüksek izlendi (p=0,044). Mayo, Flynn kozmetik ve Flynn

fonksiyon skorları açısından iki grup arasında anlamlı fark yoktu (sırasıyla; $p=0,839$, $p=0,239$, $p=0,522$). Rotasyon yüzdesi üçüncü kontrolede değerlendirildiğinde her iki grupta da tüm hastalarda 0 (sıfır) derece rotasyon saptandı. Üçüncü kontrolde diğer kontrollere ek olarak taşıma açısı da değerlendirildi. Çapraz pin grubunda $12,92\pm1,52$, kontrol grubunda $13,08\pm1,05$ saptanmış olup gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p=0,674$) (Tablo 14).

Tablo 14. Grupların üçüncü kontrol (8. hafta) verilerinin karşılaştırılması

	Çapraz Pin Grup	Kontrol Grup	
	N=26	N=26	
	Ort±SS	Ort±SS	P
Flexiyon açısı	122,50±5,33	120,19±8,30	0,239
Extansiyon açısı	10,19±8,99	11,54±9,35	0,676
ROM	112,31±11,76	108,65±15,52	0,356
Bauman	72,80±6,94	71,63±6,41	0,532
LHKA	45,66±6,05	46,98±5,09	0,399
RUS	11,35±0,97	11,73±0,72	0,044
Mayo	2,96±0,59	3,00±0,74	0,839
Flyn kozmetik	3,23±0,58	3,42±0,57	0,239
Flyn fonksiyon	2,96±0,59	3,08±0,68	0,522
Taşıma açısı	12,92±1,52	13,08±1,05	0,674

(Ort±SS: Ortalama±Standart Sapma, ROM:0-130, Bauman: 64° -82°, LHKA:40-45 RUS:0-12

Mayo: mükemmel 90-100, iyi 75-89, orta 60-74, kötü 60 altı Flyn kozmetik:mükemmel 0-5, iyi6-10, orta 11-15, kötü 15 üstü. Flyn fonksiyon mükemmel 0-5, iyi6-10, orta 11-15, kötü 15 üstü.)

Olgu:

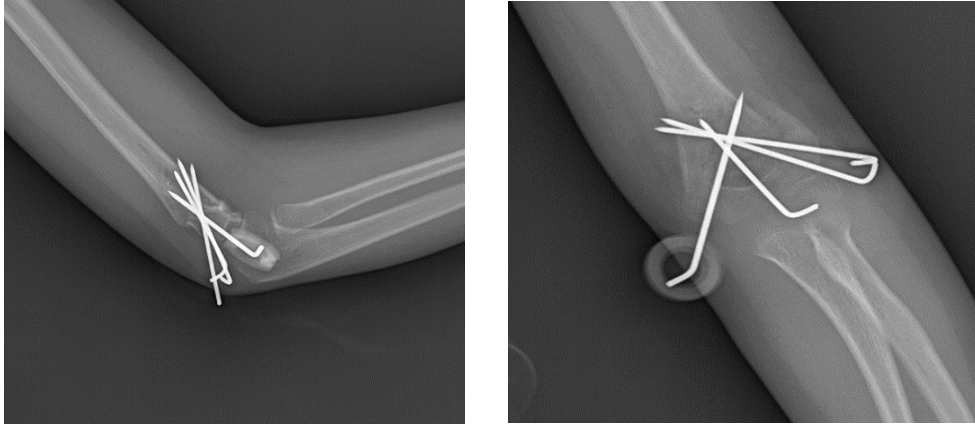
İ.S. YILMAZ 9 yaşında kız çocuğu bisikletten düşme sonrası Sol humerus suprakondiler modifiye Gartland tip 3A kırık mevcut (Şekil:41). Kapalı redüksiyon ve k-teli ile fiksasyon sağlandı (Şekil:42). 5. Hafta da hastanın telleri çekildi. Hastanın 3. Ve 8. Hafta post-op grafileri ve kırık iyileşme durumu (Şekil:43) (Şekil:44).



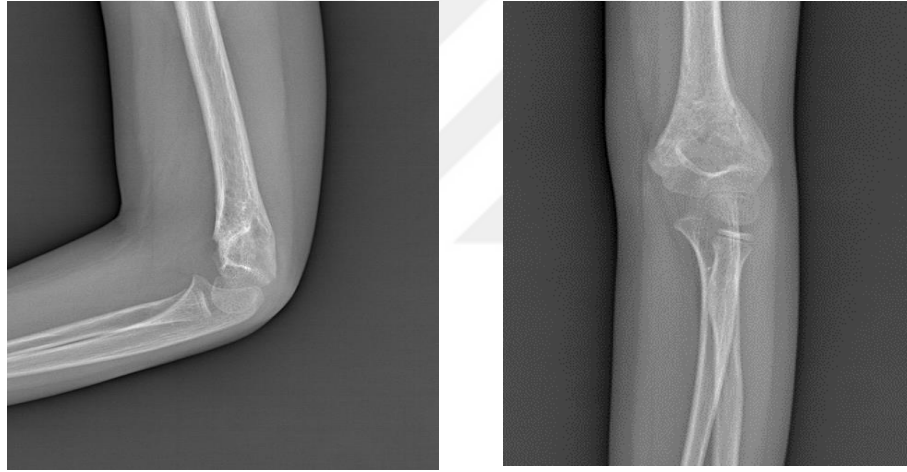
Şekil 41: Hastanın preop grafileri



Şekil 42: post-op 1.gün grafileri



Şekil 43: 3.hafta kontrol grafileri



Şekil 44: 8. Hafta kontrol grafileri

5. TARTIŞMA

Suprakondiler huemrus kırıkları çocukluk ve ergenlik çağındaki en sık görülen dirsek kırığıdır. Tüm dirsek kırıklarının %50-70'ini oluştur. Çocuklarda hastaneye yatış gerektiren kırıkların üçte ikisi suprakondiler humerus kırıklarıdır. Bu kırıklar dirsekte kalıcı deformite ve damar sinir yaralanması oluşturma riskleri yüksek olduğundan ciddi bir yaralanmalardır. Bu riskleri engellemek için çeşitleri redüksiyon ve cerrahi teknikleri çeşitli post-operatif takip protokolleri literatürde mevcuttur. Prospektif, randomize kontrollü olarak planlanan bu çalışmada, ekstansiyon tipi Gartland tip 2 ve 3 pediatrik humerus suprakondiler kırığın tedavisinde çapraz pinlemeye ile ek olarak posterior pin kullanımının bu tedavilerin birbirlerine üstünlüğü araştırılmıştır.

Pediatrik suprakondiler humerus kırıkları en sık 3-10 yaş arası görülür. Çocukların bu yaş aralığında daha aktif olması ve oyun çağına olmaları bu kırıkların sıklığını açıklamaktadır (17). Ülkemizde yapılan bir klinik çalışmada, Karapınar ve ekibinin 2003 yılında gerçekleştirdiği araştırmada, 258 vaka içeren seride yaş ortalaması 6,95 olarak belirtilmiştir (56). Bizim çalışmamızda toplam 52 hastanın yaş ortalaması 6.3 olarak bulundu. En küçük yaş 2 en büyük yaş 13 yıl olarak saptandı.

Pediatrik suprakondiler humerus kırıkları cinsiyete göre incelendiğinde, genellikle erkek çocuklarda kız çocuklarına kıyasla daha sık rastlandığı görülmektedir. Karapınar ve arkadaşlarının 258 olguluk serisinde %67 erkek, %33 kız saptanırken , yapılan bir başka araştırma da göre 403 hastanın(253 erkek 150 kız) çoğunluğunun erkek çocuk olduğu bildirilmiştir. Erkek cinsiyetin daha fazla görülmesinin sebebi erkek çocukların kızlara nazaran daha fazla dış ortamda bulunması olarak yorumlanmaktadır (56, 57).Bizim çalışmamızda cinsiyet açısından anlamlı fark saptanmamasına karşın yine de erkek hasta sayısı kız cinsiyete göre fazla rastlandı.

Pediatrik humerus suprakondiler kırıkların epidemiyolojik özelliklerini araştıran bir çalışmada non- dominant elin daha fazla (1:1.5) kırıldığı sonucuna varılmıştır (57). Wilkins'in 8361 hastayı kapsayan derlemesinde, kırıkların

%60,8'inin sol tarafta ve %39,2'sinin sağ tarafta meydana geldiği gözlemlenmiştir. Literatüre göre, sol tarafta daha fazla kırık vakası olduğu saptanmıştır.(17) Türkiye’ de yapılan Karapınar ve ark. ‘nın çalışmasına göre %60.5 (n=156) sol, %39.5 (n=102) sağ tarafta kırık mevcuttu.(56) Bizim çalışmamızda toplam 52 hastadan 28 sol 24 sağ tarafı dirsek kırığıydı. Çalışmamızda literatüre yakın oranlarda sonuç çıkmıştır. Sol dirsekte daha fazla kırık görülmesinin sebebi popülasyonda sağ tarafın daha dominant olması dolayısıyla düşerken refleks olarak sol elin açılıp yere temas edilerek korumaya çalışılması olarak açıklanabilmektedir.

Pediyatrik suprakondiler humerus kırıklarına başka kırıklar da eşlik edebilmektedir. Cheng ve arkadaşları, yapmış oldukları epidemiyolojik çalışmada 450 humerus suprakondiler arasında 14 hastada ilave (3.5 %) üst ekstremitte kırıkları bildirmiş. Bur kırıkların çoğu distal radius ve ulna kırıkları olarak bildirilmiştir. (57)Karapınar ve ark.’nın çalışmasında 9 olguda radius distal kırığı, 3 olguda ulna diafiz kırığı ve 5 olguda da radius-ulna diafiz kırığı olmak üzere %5.8’inde (n=17) ipsilateral tutulum vardı (56). Bizim çalışmamızda ise 52 hastamızın birinde radius distal uç kırığı mevcuttu.

Cheng ve arkadaşların yaptığı 450 olguluk çalışmada hastaların çoğu 3 gün içerisinde taburcu olmuştur. %29 ilk 24 saat içerisinde % 65 ise ilk 48 saat içerisinde taburcu olmuştur. (57)Ülkemizdeki yapılan çalışmalarda hastanede yatış süresi 3.01 ± 1.66 (1-11) gün olarak görüldü.(56) Kliniğimizde daha önce yapılmış olan bir çalışmada bu süre ortalama 1.6 gün olarak bulundu (54).

Bizim çalışmamızda kapalı bir şekilde redüksiyon sağlanmış olan hastalar için bu süre 1 gün ama açık cerrahi gerçekleştirilmiş olan hastalar için ortalama 1.5 gün olarak bulundu. Açık cerrahi olan hastalarda hastane yatış süreci biraz daha fazlaydı bunun sebebi de şişlik ve pansuman takibiydi.

Cerrahi bekleme süresi, hastanın başvuru anından ameliyathaneye alınma anına kadar geçen zamanı ifade eder. Literatür incelendiğinde, Wu ve ekibinin 2014 yılında 62 hastayla yaptığı çalışmada ortalama cerrahi bekleme süresi 13,5 saat olarak bulunmuştur (58). Karapınar ve ekibinin 258 vakalık seri yayınında, hastalara ilk 6 saat içinde müdahale edildiği bildirilmiştir (56). Kliniğimizde,

hastalar acile başvurdıkları andan itibaren cerrahi hazırlıkları başlamış ve aç kalma süresi tamamlandığında derhal ameliyat edilmiştir. Bizim 52 vakalık serimizde, ortalama cerrahi bekleme süresi 8 ± 4 saat olarak tespit edilmiştir. Gece geç saatte gelen hastalar, açık cerrahi gerektiren vakalar, dış merkezlerden sevk edilen hastalar veya poliklinik koşullarında suprakondiler kırık tanısı alan hastalar için bekleme süresi uzamıştır.

Kırık tiplerine göre sınıflamalar incelendiğinde, Wilkins'in 8361 hastalık çalışmasında %98' inin ekstansiyon tipi, %2' sinin ise fleksiyon tipi olduğu bildirilmiştir (17). Cheng ve arkadaşlarının 403 hastayı kapsayan çalışmasında ise 399 'unun (%99) ekstansiyon tipi, sadece 4'ünün (%1) fleksiyon tipi olduğu belirtilmiştir (57). Ekstansiyon tipi kırıklar genellikle el açık pozisyonda ve dirsek tam ekstansiyonda düşme sonucu oluşurlar. Bizim çalışmamızda 52 hastanın tamamı ekstansiyon tipiydi. Çalışmamızda 21 hasta Gartland tip 2 ve 31 hasta Gartland tip 3 hasta olarak bulundu. Bizim çalışmamızın dizaynı nedeniyle sadece ekstansiyon tipi kırıklar çalışmaya dâhil edildi dolayısıyla bu çalışma fleksiyon tipi kırıklar hakkında bilgi vermemektedir.

Kliniğimizde, rutin olarak tellerin erken çıkarılması hedeflenmektedir. Bu sayede, dirsek eklem hareketlerine erken başlanabilir ve ileri dönemde hastada eklem hareket açıklığı (ROM) kaybı önlenabilir. Genellikle, telleri hastanın ameliyat sonrası 5. haftada yapılan 2. kontrolünde çıkarıyoruz. Bu kontrolde çekilen ön ve lateral röntgenlerde, kortekste kaynama ve süreklilik gözlemlenirse, tellerin çıkarılması için yeterli kriter olarak kabul edilir.

Açık kırıklar daha nadir görülmekle birlikte, Wilkins'in 8361 hastayı içeren çalışmasında sadece %1 oranında açık kırık bildirilmiştir (17). 400 vakayı kapsayan başka bir çalışmada ise hastaların yaklaşık %80'i kapalı yöntemle perkütan olarak tedavi edilmiş, sadece %20'si açık cerrahi ile tedavi edilmiştir (57).

Cerrahlar, suprakondiler kırıkların tedavisinde öncelikle kapalı redüksiyon ve fiksasyonu tercih ederler çünkü bu yöntem, hastanede kalış süresinin kısalması, post-operatif komplikasyonların azalması, cerrahi sürenin kısalması ve enfeksiyon riskinin düşmesi gibi birçok avantaj sağlar. Ancak, bazı durumlarda kırığın redükte

edilememesi, cerrahın fazla radyasyona maruz kalması veya nörovasküler hasar varlığı gibi durumlar açık cerrahi gerektirebilir. Bizim 52 vakalılık çalışmamızda da 12 olgu açık redüksiyon ve fiksasyon kalan 40 olgu kapalı redüksiyon ve perkütan telleme ile tedavi edilen vakalardı. Sonuçlarımız literatürle uyumlu olarak görülmektedir.

Flynn kriterleri, pediatrik suprakondiler kırıklar için iyi bilinen bir sonuç ölçütüdür ve dirseğin taşıma açısı ile hareket açıklığına (ROM) dayanarak fonksiyonel ve kozmetik skorları değerlendirir (59). Karapınar ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada Flynn kriterlerine göre değerlendirilen 258 olgudan %76.8'i (n=198) mükemmel, %14.7 (n=38) iyi, %3.5 (n=9) orta ve %5'i (n=13) kötü olarak değerlendirildi(56). 2009'de M.A.L. Fahmy ve arkadaşların yapıldığı bir çalışmada 29 suprakondiler kırık olan hastaya birer adet posterior pin uygulandı ve ortalama bu hastaları 2 yıl takip etmiş. Sonuçları 21 hasta mükemmel 5 hastada iyi 1 hastada kötü şeklinde bildirilmiş (4). 2015'de Kao ve arkadaşları suprakondiler kırıkların sagittal dizilimini düzeltmek için 35 hastaya posterior intrafokal pin uygulamış ve posterior intrafokal pin uygulanan çocukların, sadece çapraz pin uygulanan çocuklara kıyasla ameliyat sonrası 3. ayda daha fazla dirsek hareket açıklığına sahip olduğunu göstermiştir (138.78'e karşı 133.68, $p = 0.01$)(5). Mayo Dirsek Performans Skoru (MEPS), en yaygın olarak kullanılan dirseğe özgü sonuç ölçütüdür. Bu skor, ağrı, hareket, stabilite ve fonksiyonu sırasıyla %45, %20, %10 ve %25 ağırlıklarla değerlendiren klinisyen tarafından yapılan bir skordur. Tüm dirsek patolojilerinde, özellikle travma dahilinde yaygın olarak uygulanmaktadır (60). Luis Moraleda ve ekibinin 2013 yılında yaptığı bir çalışmada, Mayo dirsek performans skoru ortalama 95,6 olarak rapor edilmiştir (61).

Çalışmamızın son kontrolünde, çalışma ve kontrol gruplarının klinik sonuçlarını karşılaştırdık. ROM açısı, çalışma grubunda 112 derece, kontrol grubunda ise 108 derece olarak bulundu ve bu fark anlamlı değildi. Kontrol grubunda Flynn fonksiyonel skoru açısından 4 hasta mükemmel, 17 hasta iyi, 5 hasta ise orta olarak değerlendirildi. Kozmetik olarak ise 8 hastanın sonuçları mükemmel, 16'sı iyi ve 2'si orta olarak belirlendi. Çalışma grubunda ise Flynn fonksiyonel skoru açısından 7 hasta mükemmel, 15 hasta iyi 5 hasta orta şeklinde

değerlendirildi. Kozmetik olarak ise 12 hasta mükemmel, 14 hasta iyi ve 1 hasta orta olarak değerlendirildi. Mayo skorlama sistemine göre, çalışma grubunda 7 hasta mükemmel, 13 hasta iyi ve 7 hasta orta olarak değerlendirildi. Kontrol grubunda ise 4 hasta mükemmel, 17 hasta iyi ve 5 hasta orta olarak değerlendirildi. İstatistiksel olarak iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Bu sonuçlar, ameliyat sonrası 8. haftaya aittir; hastaların uzun süreli takibinin yapılması da faydalı olacaktır.

Kırıkların müdahalesinden sonra sonuçları objektif olarak değerlendirmek için çeşitli radyolojik değerlendirmeler ve skorlar bulunmaktadır. Bizde çalışma ve kontrol guruptaki hastalarımızı kontrole geldiğinde radyolojik olarak değerlendirilip ve karşılaştırdık.

Literatüre bakıldığında, tibia kırıkları için RUST (The Radiographic Union Scale in Tibial Fractures) (62), kalça için RUSH (The Radiographic Union Score for Hip) (63) ve humerus için RUSHU (The Radiographic Union Score for Humeral Fractures Predicts Humeral Shaft Nonunion) (64) gibi çalışmalar ve skorlamalar mevcut. Ülkemizde de radyografik kaynama üzerine birkaç çalışma yapılmıştır. Özellikle pediatrik humerus suprakondiler kırıkları için RUSSUH (Radiologic Union Score for Supracondylar Humerus Fracture) (54) isimli bir çalışma bulunmaktadır.

Biz de bu çalışmalara dayanarak tüm hastalarımızın post-operatif kontrollerinde radyolojik kaynama skorlarını değerlendirdik. Doğru çekilmiş dirsek ön ve lateral grafilerde, kortekslerdeki kallus ve kırık hattının varlığına veya yokluğuna göre puanlama yaparak skor hesaplamaları gerçekleştirdik.

Hastalarımızın 3. hafta kontrollerinde, çapraz + posterior pin uygulaması ile elde edilen RUS skor ortalaması $6,62 \pm 1,98$, kontrol grubunda ise $7,04 \pm 1,31$ olarak hesaplandı. İkinci kontrol (post-operatif 5. hafta) sırasında, çapraz + posterior pin için ortalama skor $9,19 \pm 1,62$, kontrol grubunda ise $10,12 \pm 1,65$ olarak belirlendi. Ameliyattan sonraki 8. hafta ve son kontrolde, çapraz + posterior pin uygulaması için skor $11,35 \pm 0,97$, kontrol grubunda ise $11,73 \pm 0,72$ olarak hesaplandı. Bu veriler değerlendirildiğinde, hastaların RUS skorlarının giderek arttığı ve bu artışın

kemiğin kaynamasını gösterdiği görülmektedir. Ayrıca, veriler incelendiğinde, kontrol grubu ile çalışma grubu arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda RUS skoru daha yüksek çıkmış ve bu da suprakondiler kırıklarda ek olarak posterior pin uygulamasının üstünlüğünü göstermemiştir.

Baumann açısı, AP görüntüde humerus diyafiz eksenini ile kapitellumun epifiz hattı arasında oluşan açıdır ve distal humerusun varus veya valgus hizalanmasını değerlendirmek için kullanılır. Bu açı, çocuklardaki suprakondiler humerus kırıklarında yeterli redüksiyonu basit bir şekilde değerlendiren radyolojik bir göstergedir. Normal aralık yaklaşık olarak 65-81 derecedir. Genellikle radyolojik ölçümler için karşı ekstremitenin de değerlendirilmesi gerekmektedir (65).

Lateral humerokapitellar açı, humerus shaftı eksenini boyunca çizilen çizgi ile kapitellum epifizi dik çizgisi arasındaki açı olarak lateral radyografide ölçülür. Lateral humerokapitellar açısı, humerus shaftı ile kapitellum epifizi arasındaki açılama ile ilişkilidir. Normal ortalama açı yaklaşık 40 derece olup, tüm yaş gruplarında aynı kalır. Sonuç olarak, LKHA'nın, dirseğin sagittal plandaki hizalanmasını değerlendirmede orta ila iyi düzeyde bir radyolojik güvenilirlik gösterdiğini belirliyor (49).

Bizim çalışmamızda 52 hastanın son yani sekizinci hafta kontrolünde Baumann açısı çapraz-posterior pin grubunda $72,80 \pm 6,94$, kontrol grubunda $71,63 \pm 6,41$ olup gruplar arasında anlamlı fark izlenmedi ($p=0,532$). LKHA açıları daha önceki iki kontrolde olduğu gibi iki grup arasında benzer saptandı ($p=0,399$).

Lateral rotasyon yüzdesi kırık bölgesindeki proksimal humerus metafizinin mutlak yer değiştirme miktarının (A), lateral radyografide kırık bölgesinin hemen distalindeki distal humerus genişliğine (B) bölünmesiyle tanımlandı. Bu sayı, ardından 100 ile çarpılarak bir yüzde elde edildi. Bu yüzde, radyografilerdeki büyütme hatalarını düzeltmeye olanak tanır ve iyileşme sürecinde kırık bölgesindeki rotasyon değişimini değerlendirmek için ölçülebilir bir temel sağlar (66).

Çalışmamızda ikinci kontrolde izlenen en düşük rotasyon derecesi 0 derece olup en yüksek rotasyon derecesi 13 derece olarak saptandı. Çapraz-posterior pin ve kontrol grubunda 23 (%88,5) hastada rotasyon derecesi 0 (sıfır) olarak saptanmış olup gruplar arasında rotasyon derecesinde anlamlı fark saptanmadı.



6. SONUÇ

Bu prospektif çalışmada, pediatrik suprakondiler humerus kırığı nedeniyle ameliyat edilen hastaların ameliyat sonrası radyolojik ve klinik sonuçları değerlendirilmiş ve şu bulgular elde edilmiştir:

1. Suprakondiler humerus kırıkları, çocuklarda yaz aylarında en sık karşılaşılan kırıklardır.
2. Bu kırıklar, sol kolda sağ kola göre daha yaygın olarak görülmektedir.
3. Suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde çapraz pin ve çapraz pin-posterior pin uygulamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
4. Baumann açısı (radyolojik alignment), çocuklarda suprakondiler humerus kırığı ameliyatı sonrası fonksiyonel sonuçlarla pozitif bir korelasyon göstermektedir.
5. Açık redüksiyon ve fiksasyon yapılan hastalar ile kapalı redüksiyon sağlayıp ardından perkütan fiksasyon yapılan hastalar arasında ameliyat sonrası komplikasyon riski ve hareket kısıtlılığı açısından anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.
6. Lateral humerokapitellar açı, dirseğin sagittal plandaki hizalanmasını değerlendirmede orta ila iyi düzeyde radyolojik güvenilirlik sunmaktadır.
7. Çocuklarda suprakondiler humerus kırıklarında medial pinleme için mini-açık yaklaşım (mini-open approach), iatrojenik ulnar sinir yaralanmasını önlemek için güvenli bir yöntem olabilir.
8. Gartland tip III humerus suprakondiler kırıklarının redüksiyonu ve fiksasyon stabilitesi, posterior intrafokal pin eklenmesiyle iyileştirilebilir. Bu yöntem, sagittal planda daha iyi kemik alignment sağlamak için güvenli bir tedavi seçeneği sunmaktadır.
9. Suprakondiler humerus kırığı ameliyatı geçiren hastaların belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekmektedir. Kontraendikasyon olmadığında erken hareket başlatılmalı ve en geç ameliyat sonrası beşinci haftada teller çıkarılmalıdır.

10. Ekstansiyon tipi Gartland evre II-III pediatrik suprakondiler humerus kırıklarında uygulanan posterior intrafokal K-teli + çapraz pinleme yöntemi, yalnızca çapraz pinleme yöntemiyle karşılaştırıldığında, klinik değerlendirmede sadece 3. hafta kontrolünde dirsek eklem hareket açıklığında (ROM) anlamlı bir fark göstermiştir. Diğer klinik parametrelerde (Flyn ve Mayo skorlamaları) herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Radyolojik olarak ise yalnızca 5. hafta kontrolünde çalışma grubunda Buaman açısında anlamlı bir yükseklik farkı bulunmuştur. Diğer radyolojik parametreler (LHKA, RUS skoru, lateral rotasyon yüzdesi) açısından çalışma grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Sonuç olarak, ilave edilen intrafokal posterior pinin üstünlüğü bu çalışmada kanıtlanamamıştır.

7. KAYNAKLAR

1. Micheloni GM, Novi M, Leigheb M, Giorgini A, Porcellini G, Tarallo L. Supracondylar fractures in children: Management and treatment. Vol. 92, Acta Biomedica. Mattioli 1885; 2021.
2. Öner K, Ayas MS. Comparison of Lateral Pinning and Cross Pinning Results in Pediatric Distal Humerus Supracondylar Gartland Type 3 Fracture. Current Medical Research. 2022 Sep 22;2(3):177–81.
3. Kao HK, Chen MC, Lee WC, Yang WE, Chang CH. A prospective comparative study of pin site infection in pediatric supracondylar humeral fractures: Daily pin care vs. no pin care. Arch Orthop Trauma Surg. 2014;134(7):919–23.
4. Fahmy MAL, Hatata MZ, Al-Seesi H, Al-Razi F, Orthopaedics M. Posterior intrafocal pinning for extension-type supracondylar fractures of the humerus in children. 2009;91–1232.
5. Kao HK, Lee WC, Yang WE, Chang CH. The posterior intrafocal pin improves sagittal alignment in Gartland type III paediatric supracondylar humeral fractures. Injury. 2016 Apr 1;47(4):842–7.
6. Ege Rıdvan. Travmatoloji Kırıklar Eklem Ve Diğer Yaralanmalar. 5th ed. Ankara: Bizim Büro basım evi; 2002. 1995–2101 p.
7. W. J. W. Sharrard. Paediatric Orthopaedics and Fractures. 3rd ed. Vol. 1. Blackwell Scientific publications; 1993. 1391–1423 p.
8. Edited by F. Paulsen and J. Waschke, editor. Sobotta Atlas of Human Anatomy. 15th editi. 2011.
9. Arıncı K EA. Anatomi. 1. Cilt 3. Ankara: Güneş Kitabevi; 2001.
10. Çimen A. Anatomi. 6.Baskı. Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi; 1996.
11. Herring John Anthony. Tachdjian’ın Pediatrik Ortopedisi. 4th ed. Güneş Tıp kitabevleri; 2012. 2451–2479 p.
12. Brodeur AE, MJS and ERG. Radiology of the pediatric elbow. . Boston: GK Hall; ; 1891.
13. Jacoby S, Herman M, Morrison W, Osterman A. Pediatric Elbow Trauma: An Orthopaedic Perspective on the Importance of Radiographic Interpretation. Semin Musculoskelet Radiol. 2007 Mar;11(1):048–56.
14. Mencia GA SM. Mencia GA SM. Green’s Skeletal Trauma in Children. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2014.
15. Weerakkody Y, Gaillard F. Elbow ossification. In: Radiopaedia.org. Radiopaedia.org; 2008.
16. Cheng JC, Wing-Man K, Shen WY, Yurianto H, Xia G, Lau JT, et al. A new look at the sequential development of elbow-ossification centers in children. J Pediatr Orthop. 1998;18(2):161–7.

17. James H. Beaty ED JRK. Rockwood and Wilkins' Fractures in Children. Vol. 3. 2014. 479 p.
18. Smith JRA, Amirfeyz R. Clinical Anatomy of the Elbow. In: Sports Injuries of the Elbow. Cham: Springer International Publishing; 2021. p. 1–13.
19. Cavaleiro CS, Filho MR, Rozas J, Wey J, de Andrade AM, Caetano EB. Anatomical study on the innervation of the elbow capsule. Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition). 2015 Nov;50(6):673–9.
20. Açar HI , Bektaş U AŞ. Dirsek Eklemleri Anatomisi ve İnstabilitesi. 10(1). Ankara: Totbid Dergisi; 2011. 7–17 p.
21. Olsen BS, Vlsel MT, Søjbjerg JO, Helmig P, Sneppen O. Lateral collateral ligament of the elbow joint: Anatomy and kinematics. J Shoulder Elbow Surg. 1996 Mar;5(2):103–12.
22. Martin BF. The annular ligament of the superior radio-ulnar joint. J Anat. 1958 Jul;92(3):473–82.
23. Morrey BF. The Elbow and its disorders. 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 2000.
24. Spinner M, Kaplan EB. the quadratus ligament of the elbow - Its relationship to the stability of the proximal radio-ulnar joint. Acta Orthop. 1970;41(6):632–47.
25. MARTIN BF. The oblique cord of the forearm. J Anat. 1958 Oct;92(4):609–15.
26. Bert JM, Linscheid RL, McElfresh EC. Rotatory contracture of the forearm. J Bone Joint Surg Am. 1980 Oct 1;62(7):1163–8.
27. Çimen A. Anatomi. 6.Baskı. Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi; 1996.
28. James H. Beaty (Ed) JRK. Rockwood and Wilkins Fractures in Children. Philadelphia: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins; 2014. 479 p.
29. Fornalski S, Gupta R, Lee TQ. Anatomy and Biomechanics of the Elbow Joint [Internet]. 2003. Available from: <http://journals.lww.com/sportsmedarthro>
30. Hoppenfeld S. DP. Surgical Exposures In Orthopaedics (Ceviri: Prof.Dr. Uğur Şaylı). İstanbul: Güneş Tıp Kitabevleri; 2005. 90 p.
31. Alturfan Aziz K. Ortopedik Travmatoloji. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2002. 145–162 p.
32. Shrader MW. Pediatric supracondylar fractures and pediatric physeal elbow fractures. Orthop Clin North Am; 2008. 163–171 p.
33. Fayssoux RS, Stankovits L, Domzalski ME, Guille JT. Fractures of the Distal Humeral Metaphyseal-Diaphyseal Junction in Children. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2008 Mar 1;28(2):142–6.
34. Houshian S, Mehdi B, Larsen MS. The epidemiology of elbow fracture in children: analysis of 355 fractures, with special reference to supracondylar humerus fractures. Journal of Orthopaedic Science. 2001 Jul;6(4):312–5.

35. Canale ST. Campbell's Operative Orthopaedics. 9th ed. St.Luis; Mosby-Year Book; 1998. 2407–22 p.
36. Alkan Rahmi. Çocuk Suprakondiler Humerus Kırıkları Cerrahi Tedavi Sonuçlarımız. [2015]: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi;
37. Campbell CC, Waters PM, Emans JB, Kasser JR, Millis MB. Neurovascular injury and displacement in type III supracondylar humerus fractures. Journal of Pediatric Orthopaedics. 1995;15(1):47–52.
38. Felsenreich F. Behandlungsergebnisse nach schweren supracondylären oberarm brüchen. Chirurg 8; 1936. 128–133 p.
39. Buhl O, Hellberg S. Displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Acta Orthop. 1982;53(1):67–71.
40. Alton TB, Werner SE, Gee AO. Classifications In Brief: The Gartland Classification of Supracondylar Humerus Fractures. Clin Orthop Relat Res. 2015 Feb;473(2):738–41.
41. Duffy S, Flannery O, Gelfer Y, Monsell F. Overview of the contemporary management of supracondylar humeral fractures in children. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology. 2021 Jul 20;31(5):871–81.
42. Piggot J, Graham HK, McCoy GF. Supracondylar fractures of the humerus in children: Treatment by straight lateral traction. Journal of Bone and Joint Surgery - Series B. 1986 Aug 1;68(4):577–83.
43. Vaquero-Picado A, González-Morán G, Moraleda L. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. Vol. 3, EFORT Open Reviews. British Editorial Society of Bone and Joint Surgery; 2018. p. 526–40.
44. Agashe MV. Classifications of Supracondylar Humerus Fractures: Are they Relevant...? Are we Missing Something...?? undefined. 2015;
45. Camp J, Ishizue K, Gomez M, Gelberman R, Akeson W. Alteration of baumann's angle by humeral position: Implications for treatment of supracondylar humerus fractures. Journal of Pediatric Orthopaedics. 1993;13(4):521–5.
46. MadjarSimic I, TalicTanovic A, Hadziahmetovic Z, SaracHadzihalilovic A. Radiographic Assessment in the Treatment of Supracondylar Humerus Fractures in Children. Acta Informatica Medica. 2012;20(3):154.
47. Otsuka NY KJ. Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. J Am Acad Orthop Surg. 1997;5:19–26.
48. John M. Flynn, David L. Skaggs PM, Waters. Rockwood and Wilkins' fractures in children. Ninth edit. Philadelphia: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins; 2020. 744–834 p.
49. Hasegawa M, Suzuki T, Kuroiwa T, Oka Y, Maeda A, Takeda H, et al. Reliability of radiographic measurement of lateral capitellohumeral angle in healthy children. Medicine (United States). 2018 Apr 1;97(14).

50. John A. Herring (Ed). Tachdjians's Pediatric Orthopaedics. Philadelphia: Elsevier; 2014. 1272–1284 p.
51. James H. Beaty. Rocwood and Wilkins' Fractures in Children. Fifth Edit. Lippincott Williams& Wilkins; 2001. 563–624 p.
52. Turhal O, Kınaş M, Karaduman ZO, Turhan Y, Kaya O, Güler C. Temporary fixation of reduction with fabric adhesive bandage in the surgical treatment of pediatric supracondylar humerus fractures. *Medicina (Lithuania)*. 2019 Aug 1;55(8).
53. Bae D, Kadiyala R, Waters P. Acute compartment syndrome in children: contemporary diagnosis, treatment, and outcome. *J Pediatr Orthop*. 2001 Sep 1;21(5):680–8.
54. Uğur Yüzüğüldü. Pediatrik suprakondiler humerus kırığı nedeniyle opere edilen hastalarda radyolojik skorlamanın ile klinik sonuçların korelasyonu-prospektif çalışma. Afyonkarahisar sağlık bilimler üniversitesi; 2020.
55. Yeşil M, Yılmaz Bk, Altın R, Konya MN. Çapraz Pinleme ile Tedavi Edilen Çocuk Suprakondiler Humerus Kırıklarında Pin Konfigürasyonu ve Çaprazlama Açısının Koronal, Sagittal ve Rotasyonel Stabilitateye Etkisi. *Sağlık Bilimlerinde Değer*. 2023 Sep 21;13(3):425–30.
56. Karapinar L, Sürenkök F, Eđitim Hastanesi T, ve Travmatoloji Kliniđi Uzmaný O, ve Travmatoloji Kliniđi Bařasistaný O, ve Travmatoloji Kliniđi İefi O. ÇOCUK HUMERUS DEPLASE Tip 3 Suprakondiler Kırıklarda Erken Kapalı Redüksýyon + Perkütan Çivileme: 258 Olgunun Deđerlendirilmesi. Vol. 1.
57. Cheng JC lam tP, M n. Epidemiological features of supracondylar fractures of the humerus in Chinese children. *J Pediatr Orthop B* 2001;10(1):63-67. 2001;63–7.
58. Wu W, Li X, Shi Q, Dai S, Tan W, Hu C. [Minimally invasive treatment of Gartland type III humerus supracondylar fracture in children]. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2014 Aug;34(9):1351–4.
59. Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL, D4 M, Orlando F. Blind Pinning of Displaced Supracondylar Fractures of the Humerus in Children Sixteen Years' Experience With Long-Term Followw UP* [Internet]. Available from: <http://journals.lww.com/jbjsjournal>
60. Longo Ug Fflmmnd V. Rating systems for evaluation of the elbow. *British medical bulletin* . 2008;(6;87(1)):131-61.
61. Moraleda L, Valencia M, Barco R, González-Moran G. Natural History of Unreduced Gartland Type-II Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2013 Jan 2;95(1):28–34.
62. Cekic E. Reliability of the Radiographic Union Score for Tibial Fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2014;48(5):533–40.
63. Frank T, Osterhoff G, Sprague S, Garibaldi A, Bhandari M, Slobogean GP. The Radiographic Union Score for Hip (RUSH) Identifies Radiographic

Nonunion of Femoral Neck Fractures. Clin Orthop Relat Res. 2016 Jun;474(6):1396–404.

64. Oliver WM, Smith TJ, Nicholson JA, Molyneux SG, White TO, Clement ND, et al. The Radiographic Union Score for HUmeral fractures (RUSHU) predicts humeral shaft nonunion. Bone Joint J. 2019 Oct;101-B(10):1300–6.
65. Kitta MI, Ismiarto YD, Saleh MR, Sakti M, Abidin MA, Putra LT. Analysis of radiological alignment and functional outcomes of pediatric patients after surgery with displaced supracondylar humerus fracture: A cross-sectional study. International Journal of Surgery Open. 2020 Jan 1;24:136–42.
66. Gordon JE, Patton CM, Luhmann SJ, Bassett GS, Schoenecker PL. Fracture stability after pinning of displaced supracondylar distal humerus fractures in children. J Pediatr Orthop. 2001;21(3):313–8.

