



T.C
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

ÇOCUK SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARINDA
ÖN KOL KOMPARTMAN BASINÇ ÖLÇÜMÜ

Dr. Soner TOĞAÇ

UZMANLIK TEZİ

BURSA-2017



T.C
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

ÇOCUK SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARINDA
ÖN KOL KOMPARTMAN BASINÇ ÖLÇÜMÜ

Dr. Soner TOĞAÇ

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Prof. Dr. M. Bartu SARISÖZEN

BURSA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
İNGİLİZCE ÖZET	iii
GİRİŞ	1
GEREÇ VE YÖNTEM	12
BULGULAR.....	19
TARTIŞMA VE SONUÇ	25
KAYNAKLAR	31
TEŞEKKÜR.....	36
ÖZGEÇMİŞ.....	37

ÖZET

Bu çalışmada Gartland tip III suprakondiler humerus kırığı nedeniyle ameliyat edilen hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ön kol volar derin kompartman basınçları ölçülerek redüksiyon tipinin, ameliyata kadar geçen sürenin ve ameliyat süresinin kompartman basıncına etkilerini inceledik.

Toplam 31 hastanın kayıtları incelenerek değerlendirildi. Hastaların 26'sı erkek 5'i kızdı. Hastaların 11 (%35.5)'ine açık redüksiyon ve perkütan pinleme 20 (%64.5)'sine kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme yapıldı. Travma anından ameliyata kadar geçen süre ortalama 20.1 ± 14.3 (6 – 60) saat, ameliyat süresi ortalama 69.7 ± 30.2 (30 – 120) dakikaydı.

Hastaların ameliyat öncesi ortalama kompartman basıncı 15.0 ± 5.9 mmHg iken ameliyattan hemen sonra ortalama 27.9 ± 7.5 mmHg ($p < 0.05$) olarak ölçüldü. Ameliyattan hemen sonra ölçülen ortalama kompartman basıncı açık redüksiyon grubunda 31.1 ± 9.0 mmHg, kapalı redüksiyon grubunda ortalama 26.1 ± 6.2 mmHg ($p > 0.05$) idi. Yaralanma anından ameliyata kadar geçen sürenin 12 saati aşmadığı olgularda ameliyat öncesi ortalama kompartman basıncı 12.4 ± 4.8 mmHg, 12 saatten daha uzun bekleyenlerde ortalama 17.7 ± 5.8 mmHg ($p < 0.05$) olarak, ameliyat süresi bir saati aşan olgularda ortalama kompartman basıncı 30.7 ± 8.7 mmHg, bir saatten kısa süren olgularda 25.8 ± 6.1 mmHg ($p < 0.05$) olarak ölçüldü.

Ameliyat öncesi kompartman basıncı özellikle yumuşak doku travmasının şiddetini ve bununla ilişkili olarak ödem ek yaralanma gibi kriterleri önceden değerlendirmede kullanılabilir. Bu çalışmanın sonuçları kompartman basınçlarının manipülasyon ve redüksiyonun hemen ardından en yüksek seviyeye geldiğini ortaya koymaktadır. Ameliyat sonrası dönem, hastaların yumuşak doku ödeme ve kompartman sendromuna en duyarlı olduğu ve en yakın izlemeye ihtiyaç duyulduğu dönemdir.

Anahtar Kelimeler: kompartman basıncı, suprakondiler humerus kırığı, kırık redüksiyon

SUMMARY

In this study we evaluated the effect of reduction type, preoperative duration time and operation time on the forearm preoperative and postoperative compartment pressures of patients with type 3 supracondylar humerus fractures.

A total of 31 patients' records were evaluated. 26 of the patients were male and 5 were female. Percutaneous pinning was performed in 20(%64.5) patients by closed reduction, in 11(%35.5) patients by open reduction. Mean time from trauma to operation was 20.1 ± 14.3 (6 – 60) hours and mean operation time was 69.7 ± 30.2 (30 - 120) minutes.

Mean preoperative compartment pressure of patients was 15.0 ± 5.9 mmHg and mean early postoperative compartment pressure of patients was 27.9 ± 7.5 mmHg ($p < 0.05$). Average postoperative compartment pressure in open reduction group was 31.1 ± 9.0 mmHg and in closed reduction group was 26.1 ± 6.2 mmHg ($p > 0.05$). When the duration of surgery is more than 1 hour, the early compartment pressure was 30.7 ± 8.7 mmHg, and when it is less than 1 hour, the early compartment pressure was 25.8 ± 6.1 mmHg ($p < 0.05$). When the time from the onset of injury to surgery was examined, the average preoperative compartmental pressure of those who were operated in the first 12 hours was 12.4 ± 4.8 mmHg, the average preoperative compartmental pressure of those who were operated after 12 hours was 17.7 ± 5.8 mmHg ($p < 0.05$).

Preoperative compartment pressures can be used as a quantitative value to determine the severity of soft tissue injury and additional injury criterias like edema. The results of this study show that compartment pressures are at the highest level after manipulation and reduction. Early postoperative period is the time when patients are the most sensitive to soft tissue edema and compartment syndrome and at that period the close follow-up is needed.

Key words: compartment pressure, supracondylar humerus fracture, fracture reduction.

GİRİŞ

Suprakondiler humerus kırıkları adölesan dönemden önce en sık görülen çocukluk çağı ekstremite kırıkları arasında yer alır. Çoğu kez dirsek ekstansiyonda iken kol üzerine düşme ile meydana gelen bu yaralanmalar distal parçanın kayma miktarına göre sınıflandırılır. Gartland tarafından yapılan sınıflandırmada Tip II ve III kırıklar için redüksiyon ve perkütan tespit önerilmektedir (1-3).

Çocukluk çağı suprakondiler humerus kırıklarının meydana gelişi esnasında veya tedavisi sırasında, ya da tedavi sonrası takibi sırasında ciddi komplikasyonlar gelişebilir. Bu sorunlar arasında damar veya sinir hasarları, kompartman sendromu, yanlış kaynama, eklem sertliği ve dirsek deformiteleri sayılabilir. Dolaşıma bağlı komplikasyonlar en acil ve ciddi olanlardır ve dirsekte büyük fonksiyon kaybı ile sonuçlanabilirler.

Gartland Tip III kırıklarında kapalı redüksiyonun sağlanamadığı olgularda açık redüksiyon gerekebilir. Her ne kadar dirsekte yaygın ekimoz varlığı ya da kemik fragmanlarının cilde takılmasına bağlı olarak görülen gamze görüntüsü gibi bulgular kapalı redüksiyonun yetersiz olacağına dair ipuçları verse de, kapalı redüksiyon denenmeden açık redüksiyona geçilmesini gerektirecek tek kesin endikasyon el perfüzyonunun bozuk olmasıdır.

El perfüzyonunun bozuk olmadığı tüm olgularda genel olarak kapalı redüksiyon denenir. Doğal olarak redüksiyon denemeleri uzadıkça ilave yumuşak doku hasarı gelişme olasılığı artar. Kırık sonrası ön kol kompartman basınçları incelendiğinde, özellikle dirseğe yakın olan derin volar kompartmanda ciddi basınç artışı olduğu ve bu artışın redüksiyon sonrasında devam ettiği gözlenir (4). Hastaların çocuk olması ve gerek ağrı, gerek korku sebebi ile kendilerini ifade edememelerinden dolayı kompartman sendromunun klinik tanısı atlanabilir veya gecikebilir.

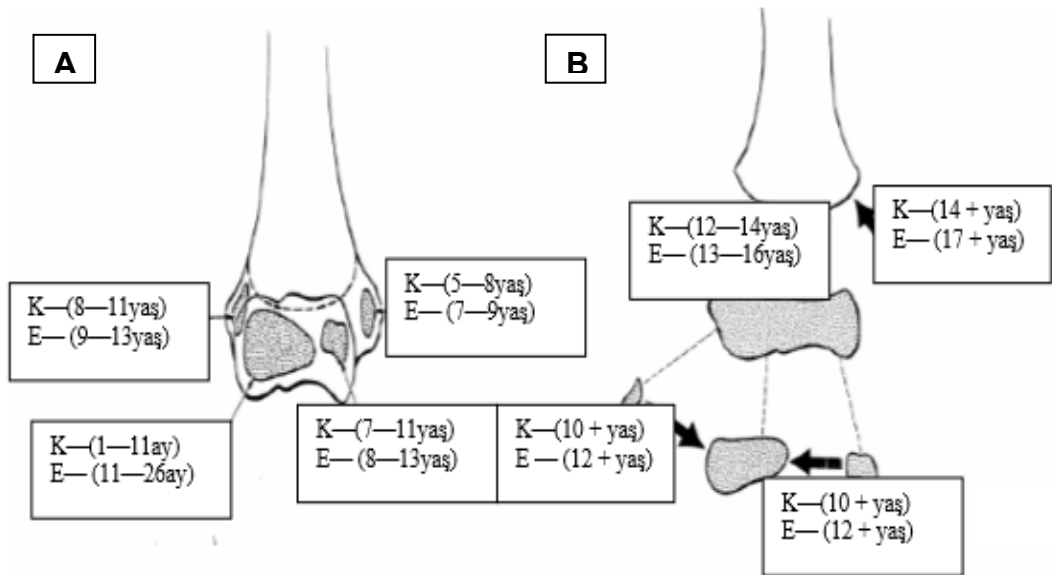
Çalışmanın amacı; Gartland tip III ekstansiyon tipi kırık nedeniyle ameliyat edilen hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kompartman basınçlarını incelemektir. Bu amaca yönelik olarak ; uygulanan redüksiyon

teknığının tipine göre hastaları açık redüksiyon perkütan telle tespit ve kapalı redüksiyon perkütan telle tespit olarak iki gruba ayırdık. Bu gruplarda ölçülen kompartman basınçlarının değerlendirilmesi yanında hastaların ameliyat sürelerinin ve travma anından ameliyata kadar geçen sürenin, kompartman basıncına etkileri de incelendi.

Distal Humerus ve Dirsek Eklemine Anatomisi

Dirsek çevresindeki ossifikasyon merkezlerinin görülme zamanı şu şekildedir (Şekil-1) (5).

1. Kapiteulum (1-2 yaş)
2. Radius başı (3-5 yaş)
3. Medial epikondil (5-6 yaş)
4. Troklea (7-10 yaş)
5. Olekranon (7-9 yaş)
6. Lateral epikondil (10-13 yaş)



Cheng ve arkadaşları, 1577 Çinli çocuğun dirsek grafilerini değerlendirmişler ve kemikleşme merkezlerinin kız ve erkek çocuklarda

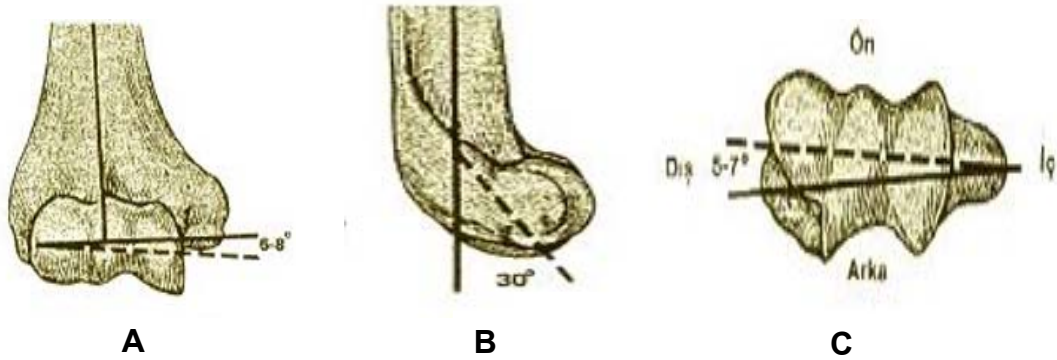
benzer sıra ile oluştuğunu; ancak kemikleşme süresinin kapitellum hariç, erkeklerde ortalama iki yıl geciktiğini tespit etmişlerdir (5).

Dirsek eklemi üç eklemden oluşur. Bu eklemler; humeroradial, humeroulnar ve proksimal radioulnar eklemlerdir. Bu üç eklem aynı sinovyal boşluk içinde yer alır ve tek eklem kapsülü ile çevrilidirler. Olekranon fossa, koronoid fossa ve radial fossa eklem kapsülünün içinde yer alırken iç ve dış epikondiller eklem kapsülünün dışındadır (7).

Dirsek ekleminde olekranon ve her iki epikondil kolaylıkla palpe edilebilen yapılardır. Dirsek fleksiyundayken bu üç nokta eşkenar bir üçgen oluşturur. Dirsek ekstansiyodayken ise bu yapılar aynı hat üzerinde yer alır. Bir diğer nokta ise; antekübital çukurdaki cilt fleksiyon çizgisidir. Dirsek ekstansiyonda iken, eklemin proksimalinde ve ekleme paralel yerleşir (8).

Erişkin bir insanda dirsek ekleminin sagittal plandaki hareket genişliği $0-150^{\circ}$ dir. Çocuklarda 10° 'ye kadar hiperekstansiyon yapılabilir. Supinasyon ve pronasyon hareketleri ise radioulnar eklemdedir ve her bir hareket ortalama 90° dir (9).

Koronal planda eklem çizgisi, humerus aksına göre $6-8^{\circ}$ lik valgus açısı yapar (Şekil-2A). Sagittal planda, kondiller humerus uzun aksına göre öne 30° lik açılma yapar (Şekil-2B). Aksiyel planda kondiller arası eklem yüzeyi referans aksına göre $5-7^{\circ}$ iç rotasyondadır (Şekil-2C) (9,10).



Şekil 2: Humerus distal ucunun fizyolojik açıları

Çocuklarda Suprakondiler Humerus Kırıkları

Suprakondiler humerus kırıkları distal humerusta kondillerin proksimalinde olekranon fossadan geçen kırıklar olarak tarif edilir. Bu kırıklar, çocuklarda dirsek kırıklarının yaklaşık olarak %50'sini ve cerrahi gerektiren kırıkların%85'ini oluşturur (11).

Erkek çocuklarda kızlara nazaran 2-3 kat daha sık görülür, yaz aylarında sıklığında belirgin şekilde artış gözlenir. Sol dirsek, sağa oranla 1.5-2 kat daha fazla etkilenir, %3-13 oranında proksimal humerus, ön kol, distal radius ve skafoid kırıkları da aynı tarafta suprakondiler kırığa eşlik edebilir (12). Kasser ve Beaty, 64 büyük hasta serisindeki 8361 suprakondiler humerus kırığına ait bilgileri özetlemişler ve yaş ortalamasını yaklaşık 6,7 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada hastaların % 60,8'inde sol ekstremitenin etkilendiği ve % 59,5'inin erkek çocuk olduğu; açık kırık oranının % 1, sinir yaralanmasının % 7,7, damar yaralanmasının %1 oranında olduğu ve % 0,5'inde Volkmann iskemik kontraktürü geliştiği bulunmuştur (13).

Suprakondiler humerus kırıkları genellikle dirsek tam ekstansiyonda iken, el üzerine düşme sonucu oluşur. Fleksiyon mekanizması ile kırık oluşma ihtimali çok daha azdır. Bunun sebebi hiperekstansiyondaki bir dirsekte, travma sırasında kol ve önkol fleksör kaslarının karşı direnç oluşturma güçlerinin çok sınırlanmış olmasıdır (14). Suprakondiler humerus kırıklarında, distal fragmanın koronal plandaki kayması daha çok medial yöne doğru olur. Travma sırasında, ekstansiyondaki bir dirsek aynı zamanda supinasyonda ise, kuvvetler öncelikle posteromedial periostu yırtacağından distal parça posterolaterale doğru kayar. Buna karşın ön kol pronasyonda ise, distal kırık parçası posteromediale doğru kayar (13). Nadiren dirsek fleksiyundayken arkadan gelen kuvvet, olekranon üst ucu seviyesinde öne kaymalı fleksiyon tipi suprakondiler kırığa (%2-5) sebep olabilir (14,15).

Gartland 1959 yılında ekstansiyon kırıklarını üç tipte incelemiştir (16).

Tip I: Kaymamış veya minimal kaymalı

Tip II: Distal parçanın açıldığı ancak bir korteksin sağlam olduğu

Tip III: Her iki korteksin kırıldığı tam kaymalı kırıklar (Şekil-3).

Daha sonra Wilkins, Gartland sınıflandırmasını modifiye etmiştir (17,18). Günümüzde en sık kullanılan bu sınıflamaya göre;

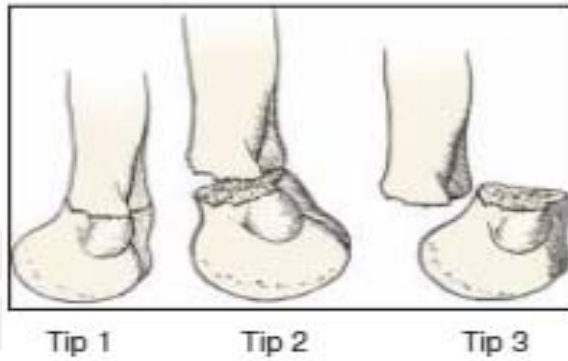
Tip I: Kaymamış kırıklar

Tip IIA: Tek korteks kırık ve sadece sagittal planda açılanma

Tip IIB: Rotasyonel komponent

Tip IIIA: Tamamen kaymış ve posteromediyal kaymış

Tip IIIB: Posterolaterale kaymış olan kırıklar şeklindedir.



Şekil 3: Ekstansiyon tipi suprakondiler humerus kırıklarının sınıflandırması

Fizik Muayene ve Radyolojik Değerlendirme

Tip III kırıklarda, dirsekte belirgin şişlik ve deformite gözlenir. Kırık uçları üst üste geldiğinde kolda kısalma ve dirsekte 'S' konfigürasyonu görülecektir (6). Bu kırıklarda dirsek yarı fleksiyonda ve önkol iç rotasyondadır. Kırık hattında krepitasyon ve patolojik hareket algılanabilir. Ancak krepitasyon almak için muayene yapılması, oluşabilecek nörovasküler komplikasyon açısından sakıncalıdır. Antekübital bölgede travmadan saatler sonra, kanamaya bağlı olarak basınç artarak ciltte büller oluşabilir (Resim 1). Ekimoz, kırık bölgesinde görülebildiği gibi hematoma'nın yerçekimi etkisi ile aşağı doğru yer değiştirmesi ile uzakta da görülebilir (5,6). Kaymış ekstansiyon tipi kırıklarda proksimal parçanın distal ucu brakial kasları delip cilde dayandığında bu bölgede gözlenen buruşukluğa, 'gamze belirtisi'

(ingilizce"pucker sign") denir (Resim 2) (6). Bu bulgunun varlığı kapalı redüksiyonun zor olacağını göstermektedir.

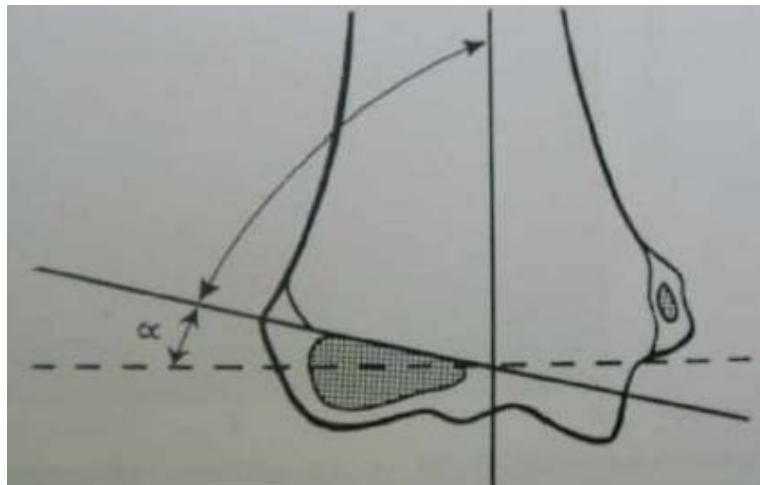


Resim 1: Dirsek çevresi ödeme bağlı oluşan büller (Uludağ Üni. Tıp Fakültesi arşivinden)



Resim 2: Gamze belirtisi (Uludağ Üni. Tıp Fakültesi)

Baumann Açısı: Direkt ön-arka radyografide lateral kondilin fizis hattından geçen çizgi ile distal humerusun uzun eksenine dik olarak çizilen hat arasındaki açıdır (Şekil-4) (6). Sağlam dirsekte 19-26° arasında değişebilen değerlere sahiptir. Her iki dirsek arasında 4° fark olabilir. Redüksiyon sonrası kontrolde önemli fikir verir ve distal humerusa ait yer değiştirmenin iyi bir göstergesidir.



Şekil 4: α:Baumann açısı (6)

Diafizometafizer Açığı: Direkt yan radyografide, humerus diafizinin ortasından geçen paralel hat ile kapitellum aksı arasında oluşan açı olup, normal değeri 40° dir. Bu açı distal fragmanın arkaya açılanması ile azalırken, öne açılanması durumunda artar. Kırık redüksiyonunun yeterliliğini ölçmede kullanılabilir (6).

Yağ Yastıkçığı (Fat Pad) Bulgusu: Yağ yastıkçıkları intrakapsüler fakat ekstrasinovial yapılardır. Fleksiyonda normal bir dirsekte direkt yan radyografide anterior yağ yastıkçığı görünür halde olabilir, fakat posterior yağ yastıkçığının görülmesi patolojiktir. Deplase olmayan kırıklarda, bu bulgu kırık teşhisi koymakta önemli rol oynar. Yağ yastıkçıklarının deplase olması için kapsülün mutlaka sağlam olması gerekir bu nedenle kapsülün yırtılıp daha sonra spontan redüksiyonun olduğu dirsek çıkıklarında yağ yastıkçığı belirtisi görülmez (6, 19).

Tip III Suprakondiler Humerus Kırıklarında Tedavi

I. Kapalı Redüksiyon ve Perkütan Tel Tespiti

Kapalı redüksiyon ve perkütan k teliyle tespit, çocuk suprakondiler humerus kırıklarında ilk tedavi seçeneğidir (20,21). Kapalı redüksiyon ve perkütan telle tespit yönteminde k tellerinin uygulanma yeri için farklı konfigürasyonlar önerilir. Örneğin; içten ve dıştan çapraz iki tel, dıştan iki tel, dıştan çapraz iki tel gibi (22,23,24).

Zionts ve ark., insan kadavra modelinde yaptıkları çalışmada, tespit yöntemlerini karşılaştırmış ve en stabil yöntemin içten ve dıştan yollanan çapraz k teli modeli olduğunu göstermişlerdir. Bu modeli sırasıyla dıştan üç, sonra dıştan iki paralel ve en son dıştan çapraz iki tel modeli izlemiştir. Öte yandan dıştan k teli uygulamasının klinik olarak çapraz k teli uygulamasına eşit stabilite sağladığını belirten yayınlar da mevcuttur (25,26,27). Yapılan başka bir çalışmada dıştan k teli tespitinin çapraz tespite eşit mekanik stabilite sağladığı daha az sinir yaralanma riski olduğu, benzer işlevsel ve radyolojik sonuç elde edildiği gösterilmiştir (28).

II. Açık Redüksiyon ve Perkütan Tel Tespiti

Damar hasarı olan ve açık kırığı bulunan çocuklarda veya kapalı redüksiyon ile yeterli redüksiyonun sağlanamadığı durumlarda, açık redüksiyon uygulanır (29). Genel olarak kullanılan dört temel girişim vardır; medial, lateral, anterior ve posterior. Her bir yaklaşımın kendine özgü avantaj ve dezavantajları vardır. Medial girişim sırasında ulnar sinirin ortaya konmasının iatrojenik yaralanmaları engellediği, medial kolonun restorasyonunu sağlamada iyi bir açılım sağladığı ve az skar bırakan bir yöntem olduğu belirtilir. Lateral girişimin damar ve sinir yapılarından uzak olduğu için daha güvenli olduğu belirtilir. Anterior girişimin ise damar sinir yapılarına doğrudan erişim sağlama nedeniyle bu önemli yapıları değerlendirme ve gerekirse gerekli girişimlere izin verme üstünlüğü vardır (5,6,8,14,30,31). Açık redüksiyon ile redüksiyona engel dokular ve geniş hematom kırık sahasından uzaklaştırılarak şişliğin azalması sağlanır ve skopi kullanımı en az düzeye iner (5,6,14).

Komplikasyonlar

I. Nörolojik Komplikasyonlar

Deplase suprakondiler humerus kırıklarında sinir yaralanması oranı %10- %20 arasında bildirilmiştir (32). Ekstansiyon tipi kırıklarda en çok median sinir, anterior interosseöz dalında yaralanma olduğu bildirilmiştir (33,34,35). Median sinirin anterior interosseöz dalının lezyonu hekimler tarafından sıklıkla atlanabilen bir durumdur. Median sinirin brakial arter ile olan komşuluğunun birlikte yaralanma riskini artırdığı bildirilmiştir (33).

Radial sinir genellikle posteromediyal kaymalı ekstansiyon tipi kırıklarda zarar görür. Nadiren kırık tespiti sırasında, lateralden uygulanan k teli tarafından zedelenebilir (35).

Ulnar sinir ekstansiyon tipi kırıklarda çok fazla hasar görmez. Genellikle fleksiyon tipi kırıklarda proksimaldeki parçanın keskin posterior

kenarı üzerinde gerilerek hasarlanır. Daha sıklıkla kırık redüksiyonu ve tespiti sırasında kullanılan k teline bağlı iatrojenik sinir lezyonları gelişebilir (35-38).

II. Vasküler Komplikasyonlar

Suprakondiler humerus kırığı olan hastada soğuk, soluk, beyaz ve nabızsız bir elin tedavisine ilişkin çok az tartışma vardır. Böyle bir durumda kırık redüksiyonu sonrası perkütan k teli tespiti acil olarak yapılır ve perfüzyon tekrar değerlendirilir. Redüksiyondan sonra perfüzyon düzelmezse eksplorasyon ve muhtemelen damar onarımı gerekir (20,32). Damar yaralanması olduğu düşünülen hastalara muayene sonrası acil serviste 30-45° fleksiyonda atel yapılmalıdır (39).

III. Dirsek Hareket Kısıtlılığı

Bu kırıklardan sonra dirsekte fleksiyon arkında kısıtlılık gözlenir. Önkol pronasyon ve supinasyonunda kısıtlılık gözlenmez (40). Kırıktan sonra dirsek fleksiyon arkındaki kısıtlılık, lateral humerokapitellar açının restore edilememesi ve distal fragmanın posteriora açılmasından kaynaklanmaktadır. Dirsek ekleminde hareket kaybına yol açan diğer faktörler, zorlayıcı ve tekrarlayıcı kapalı redüksiyon girişimleri, uzun süreli tespit, uygun teknikle yapılmayan açık redüksiyonlar veya zorlayıcı pasif egzersiz uygulanmasıdır. Tedavi sonrası iyi bir rehabilitasyon programı uygulanarak eklem hareket açıklığının tekrar elde edilmesi çoğu kez sağlanır (6,21).

IV. Açısal Deformiteler

En sık görülen açısal deformite kubitus varustur. Kubitus valgus deformitesi daha nadir görülür. Kubitus varus deformitesi daha çok posteromediale yer değiştirmiş ekstansiyon tipi kırıklardan sonra görülür. Ciddi fonksiyonel kayıp oluşturmayan kozmetik bir problem olarak kabul

edilmesine rağmen bazen gecikmiş unlar sinir felci ve omuzda posterior instabilite gibi önemli komplikasyonlara neden olabilir (41,42).

Kubitus valgus, kozmetik rahatsızlık veren bir deformitedir ve genellikle klinik bir rahatsızlığa yol açmaz, dirsekte hafif ekstansiyon kaybına neden olabilir (43).

V. Kompartman Sendromu (Volkmann İskemik Kontraktürü)

Kompartman dıştan gerilme özelliği olmayan fasya ile çevrili içerisinde kan damarları, sinirler, kas ve tendon bulunan anatomik bölmedir (44). Kolda ön ve arka olmak üzere iki; ön kolda volar, dorsal, lateral olmak üzere üç; elde 10 tane kompartman bulunur. Uylukta ön ve arka olmak üzere iki, bacakta ön, arka, lateral, yüzeysel ve derin arka olmak üzere dört, ayakta 10 tane kompartman bulunmaktadır (50).

Kompartman sendromu sınırlanmış fasiyal boşlukta yüksek basınç sonucu, dolaşımda bozulma, iskemi ve nihayetinde doku nekrozu gelişimine neden olan bir klinik durumdur (46).

Kapalı fasiyal kompartman içindeki artan interstisiyel basınç kompartman sendromuna yol açabilir. Bu artan basınç, kompartmandaki kas dolaşımının bozulmasına neden olabilir. Yüksek doku basıncı kompartman içinde venöz akışı engeller, bu da basıncın ve ödemin daha da artmasına neden olur. Kas hasarı, kompartman sendromunun başlamasından 4-6 saat sonra görülür (45). Kompartman sendromunun ilk belirtisi orantısız ağrıdır ve artan dozlarda ağrı kesici ilaçlar gerektirir (46). Diğer bulgular ön koldaki cilt kıvrımlarının kaybolması, etkilenen tarafta aktif hareket kaybı, parestezi, pasif parmak hareketleri ile ağrı ve geç dönemde distal nabızların kaybolmasıdır. Distal nabızların ve kapiller dolumun kompartman sendromunun güvenilir göstergeleri olmadığı unutulmamalıdır. Küçük çocuklarda kompartman sendromunun fizik bulgularını değerlendirmek güç olabilir. Kompartman sendromu tanısını kesinleştirmek için kompartman basınç ölçümü yapılabilir. Kompartman basıncının ölçülmesi, niceliksel bir test olarak klinik durumun şüpheli olduğu durumlarda yararlı olur (45).

Suprakondiler humerus kırık nedeniyle başvuran hastaların % 0.1-0.3'ünde ön kol kompartman sendromu görülür (47). Kompartman sendromu gelişen bir hastada beraberinde brakial arter yaralanması ve radial nabzın kaybı da görülebilir. Suprakondiler humerus kırıklarına eşlik eden ipsilateral ön kol kırığı varlığında kompartman sendromunun görülme sıklığının %12'ye kadar arttığını bildiren yayınlar mevcuttur (4,48).Volkmann iskemik kontraktürü; kompartman sendromundan sonra ön kol volar kas grubunda nekroz ile gelişen önemli bir komplikasyondur (4,5,6).

Ön Kol Kompartman Basınç Ölçüm Tekniği

Kompartman içi basınç ölçümü için birçok teknik tarif edilmiştir. Mubarak ve ark. wick kateter tekniğini, Whitesides ve ark. basit iğne manometri tekniğini, Matsen ve ark. infüzyon tekniğini, Rorabeck ve arkadaşları slit kateter tekniğini bildirmişlerdir (50). Her tekniğin kendine göre avantaj ve dezavantajları vardır.

Ön kol kompartman basınç ölçümü kateter yerleşimi için ise kullanılan tekniklerden biri, Gelberman ve arkadaşlarının tanımladığı volar yaklaşımdır (49). Cameron ve arkadaşları ise, derin volar kompartmana ulaşmak için daha güvenilir olduğunu düşündükleri ulnar ve dorsal yaklaşımları tarif etmişlerdir (49).

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Uludağ Üniversitesi Yerel Etik Kurulu'nun 27/12/2016 tarihli toplantısındaki 2016-21/2 sayılı etik kurul onayı ve Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı'nın izni ile Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji A.D.'nda 3.10.2015 – 14.09.2016 tarihleri arasında yapıldı.

I. Hastalar – Yöntem

Ekim 2015 – Eylül 2016 tarihleri arasında Gartland tip III suprakondiler humerus kırığı nedeniyle UÜTF Acil Servisine müracaat eden ve hastaneye yatırılarak ameliyat edilen 31 hastanın kayıtları incelenerek değerlendirildi. Hastaların 26'sı erkek, 5'i kızdı; yaş ortalaması 7.2 (3 – 15)'idi. Yaralanma oluş anı ile ameliyata alınma anı arasında geçen süre ortalama 20.1 saattir (6 - 60). Hastaların acil servise müracaatlarında, anamnezleri alındı, ilk fizik muayeneleri yapıldı. Ön-arka ve yan dirsek radyografileri çekildi, varsa diğer yaralanmaları not edildi. Acil serviste kırıklara uygun tekniklerle nazik bir redüksiyon yapılarak dirsek 90° de, ön kol nötral pozisyonda uzun kol atel uygulandı. Kırığa yönelik olarak hastalardan 20'sine kapalı redüksiyon ve perkütan k tel tespiti, 11'ine açık redüksiyon ve k teli tespiti uygulandı. Gartlan Tip I ve Tip II kırıklar, damar yaralanması veya perfüzyon sorunu olan hastalar, açık kırıklar ve fleksiyon mekanizmalı kırıklar çalışmaya dahil edilmedi.

Tablo 1: Hastaların demografik verileri

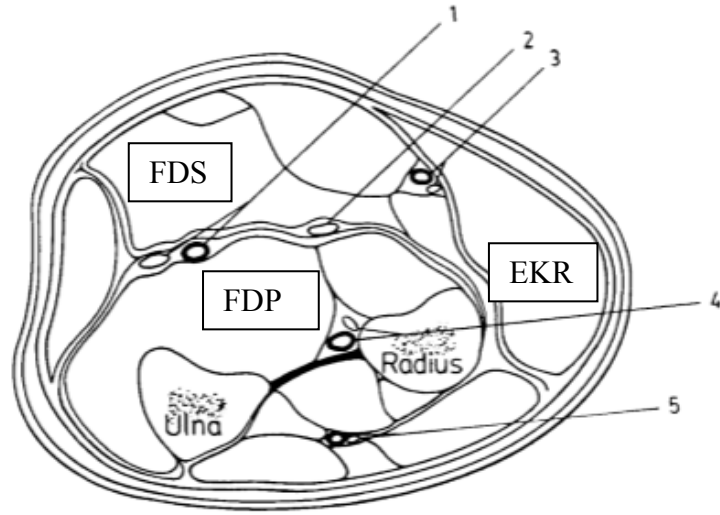
	Ort.±s.s./n-%	Min - Mak
Yaş	7,2 ± 3,1	3 - 15
Cinsiyet	Kadın 5	16,1%
	Erkek 26	83,9%

II. Cerrahi ve Kompartman Basınç Ölçüm Teknikleri

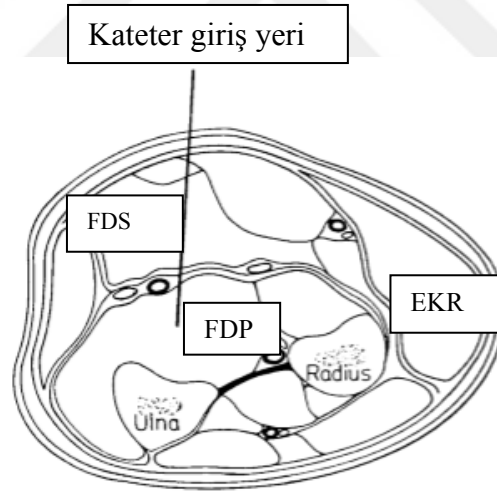
Cerrahi girişimlerin tümü genel anestezi altında gerçekleştirildi. Ameliyattan önce kola pnömatik turnike sarıldı fakat şişirilmedi. Ameliyathanede cilt temizliği ve steril cerrahi örtüden sonra, herhangi bir redüksiyon girişimi denenmeden önce kompartman içi basınç ölçüm monitorü (Stryker® Intra-Compartmental Pressure Monitor System, ABD) (Resim 3) ile bir kez ön kol 1/3 proksimalinde derin volar kompartman basıncı ölçüldü (Resim 4). Çalışmada, önkol derin volar kompartman basıncının ölçülmesinde Gelberman ve ark.larının (50) tanımladığı teknik uygulandı. Bu amaçla önkolun 1/3 proksimal kısmının volar yüzünde, orta hattan yaklaşılarak 18G iğne ulna hedeflenerek cilde sokuldu, ilerletildi. Ulnaya ulaştıktan sonra iğne 0.5cm geri çekilerek bu anda ölçülen kompartman basıncı, ameliyat öncesi kompartman basıncı olarak kaydedildi.



Resim 3: Kompartman içi basınç ölçüm monitorü



Şekil 5: Önkol 1/3 proksimal seviyesinin transvers kesit anatomisi. FDS: fleksör digitorum superficialis, FDP: fleksör digitorum profundus, EKR: ekstensör karpi radialis, 1: Ulnar arter ve sinir, 2: Median sinir, 3: Radial arter ve sinir 4: Anterior interosseöz arter ve sinir, 5: Posterior interosseöz arter ve sinir (50)



Şekil 6: Gelberman ve arkadaşlarının tariflediği volar yaklaşım (50)

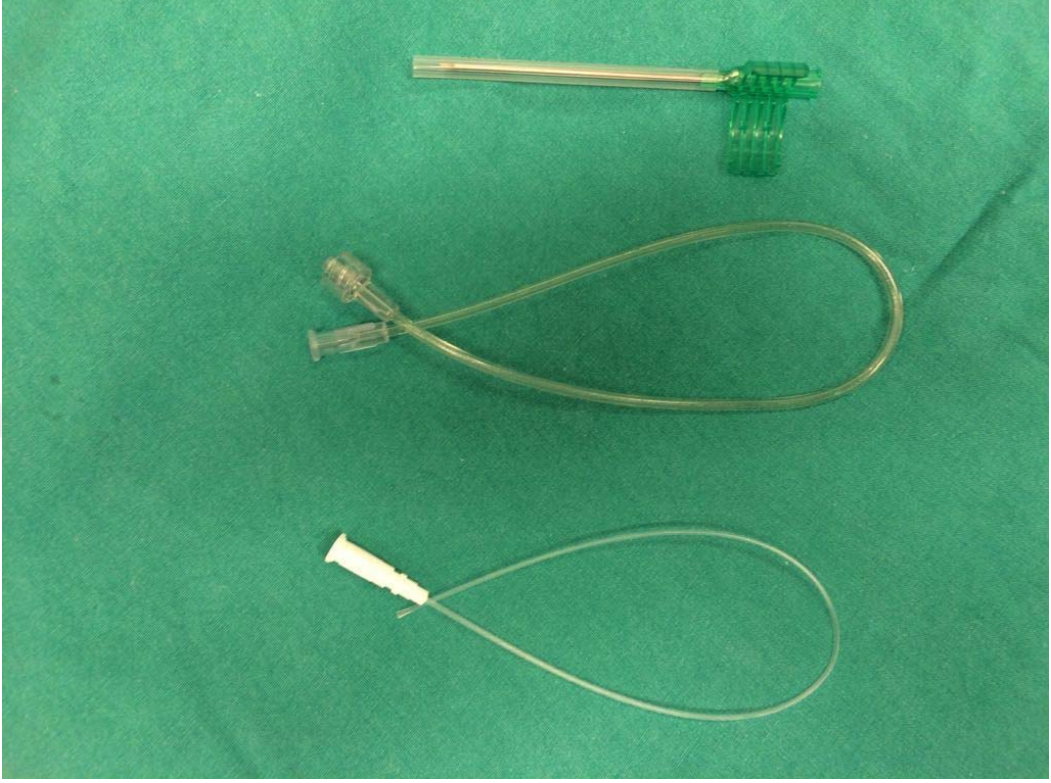


Resim 4: Ön kol 1/3 volar derin kompartman basıncının ameliyattan hemen önce ölçümü

Ameliyattan yarım saat önce profilaktik amaçlı Sefazolin sodyum (50 mg/kg) intravenöz olarak uygulandı. Profilaktik antibiyotik uygulaması ameliyattan sonra dört doz olacak şekilde devam edildi. C kolu skopide ön-arka ve yan görüntülerinde iki denemede yeterli kırık redüksiyonu sağlanamaması durumunda açık redüksiyona geçildi. Anterior açık redüksiyon için, antekübital bölgede fleksör kıvrım proksimalinden, ekimozun en belirgin olduğu yerde 2 cm'lik kesi yapıldı. Kırık fragmanları arasına sıkışan ya da gerilen nörovasküler yapılar ve yumuşak dokular serbestleştirildi. Fragmanlar başparmak ile manipüle edilerek redüksiyon sağlandı.

Hastaların tamamında, medial ve lateralden yollanan 2 adet çapraz k teli ile tespit uygulandı. Bunun için, C kolu skopide ön-arka ve lateral görüntüler alınarak redüksiyon doğrulandı. Takiben ilk k teli perkütan olarak lateral epikondilden humerus shaftı ile koronal planda 30-40° açı yapacak şekilde ve önden arkaya doğru 10° lik açı ile gönderildi. Kırık fragmanlarının pozisyonu tekrar değerlendirildikten sonra medial epikondil üzerinden mini kesi yapıldı, dirsek fleksiyonu azaltıldı, ulnar sinir korunarak bu noktadan ikinci k teli uygulandı. Ameliyattan sonra hasta uyandırılmadan önce volar kompartmana devamlı basınç ölçümü yapılmasına izin veren kalıcı kateter

yerleştirildi. Kateterin yerleştirilmesinden hemen sonra ilk ameliyat sonrası kompartman basınç ölçümü yapılarak 0.saat olarak kaydedildi (Resim 5-6).



Resim 5: Devamlı ölçüm kateteri – Slit kateter



Resim 6: Ameliyattan sonra kalıcı basınç ölçüm kateterin yerleştirilmesi

Hastalar, ameliyat sonrası klinik bakımına geçtikten sonra ilk 24 saat boyunca 4 saatte bir kompartman basınç ölçümlerine devam edildi. Bu ölçümlerde kateter ucundaki tıkanıklığı önlemek için, her ölçüm öncesi 0.5cc serum fizyolojik kateterden gönderilerek daha sonra ölçüm yapıldı ve basınçlar not edildi (Resim 7). Hastalar hastaneden taburcu edilmeden önce çekilen radyografilerde humerokapitellar ve Baumann açıları ölçüldü.



Resim 7: Klinik takiplerde kalıcı kateter yardımı ile atel üzerinden ölçüm yapılması

III. Verilerin Değerlendirilmesi

Redüksiyon tekniğinin etkilerini incelemek için açık redüksiyon (AR) ve kapalı redüksiyon (KR) gruplarının kompartman içi basınç ölçümleri grup içinde ve gruplar arasında karşılaştırıldı. Ameliyat süresinin etkisini incelemek için ameliyat süresi bir saati aşan ve bir saatten daha kısa olan hastalar karşılaştırıldı. Yaralanma anından ameliyata kadar geçen sürenin kompartman basıncına etkileri incelendi.

Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, en düşük ve en yüksek değerler, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin dağılımı Kolmogorov - Simirnov testi ile ölçüldü. Nicel bağımsız verilerin analizinde Mann-Whitney U testi, bağımlı verilerin analizinde Wilcoxon testi kullanıldı. Bu istatistik analizler, SPSS 22.0 programında gerçekleştirildi.

BULGULAR

Ameliyat öncesi muayenede üç hastada izole radial sinir, bir hastada izole ulnar sinir, bir hastada radial ve ulnar sinir arazı tespit edildi. Kırık 11 (%35,5) hastada sağ kolda 20 (%65,5) hastada sol koldaydı. Ayrılma 15(%48,4) hastada posterolaterale, 16(%51.6) hastada posteromediale doğrudu. Redüksiyon yöntemi 11 (%35,5) hastada açık, 20 (%64,5) hastada kapalıydı. Travmanın gerçekleşmesinden ameliyata kadar geçen süre ortalama 20,1 (6 – 60) saat, ortalama ameliyat süresi 69,7 (30 – 120) dakikaydı. Ameliyattan sonra çekilen radyografilerde Baumann açıları ortalama 21° (19 – 26), Humerokapitellar açıları ortalama 39,5° (31 – 45) olarak ölçüldü.

Tablo 2: Olguların kırıkla ilgili klinik verileri

		n	%
Ameliyat tipi	Açık	11	35,5
	Kapalı	20	64,5
Taraf	Sağ	11	35,5
	Sol	20	64,5
Nörolojik Muayene	Doğal	26	83,9
	Radial sinir arazı	3	9,7
	Radial+ulnar sinir arazı	1	3,2
	Ulnar sinir arazı	1	3,2
Kırık Deplasman Yönü	Posterolateral	15	48,4
	Posteromedial	16	51,6

Tablo 3: Klinik veriler ve ameliyat sonrası radyolojik ölçümler

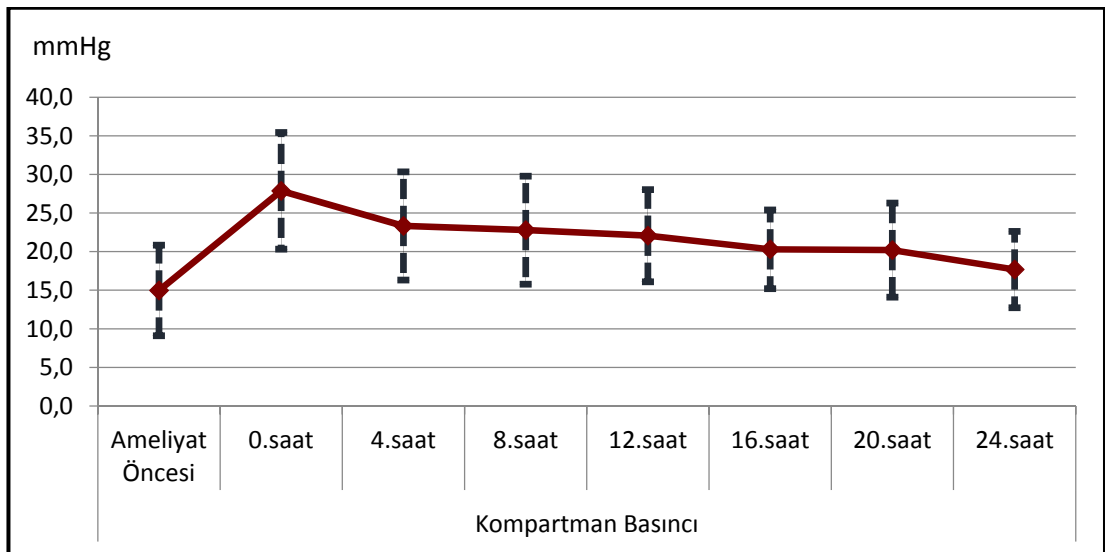
	Ort.±s.s.	Min - Mak
Travma-Ameliyat arası zaman (saat)	20,1 ± 14,3	6 - 60
Ameliyat Süresi (dakika)	69,7 ± 30,2	30 - 120
Humerokapitellar Açığı (derece)	39,5 ± 3,1	31 - 45
Baumann Açısı (derece)	21,9 ± 2,4	19 - 26

Ameliyattan hemen sonra (0.saat) yapılan ölçümlerde redüksiyon tekniğinden bağımsız olarak AR ve KR gruplarında kompartman basıncında ani bir yükselme saptandı. Hastaların ameliyat öncesi ortalama kompartman basıncı 15.0 ± 5.9 mmHg iken 0.saatte ortalama 27.9 ± 7.5 mmHg olarak ölçüldü ($p < 0.05$) (Tablo 4). Ameliyattan hemen sonra gözlenen bu ani yükselmenin ardından, takip eden 24 saat boyunca kompartman basınçlarının giderek düştüğü gözlemlendi. Ortalama kompartman basıncı 24.saatte ($17,7 \pm 4,9$ mmHg), ameliyat öncesi (15.0 ± 5.9 mmHg) değerlere yakındı ($p < 0.05$).

Tablo 4: Kompartman basınç ölçüm değerleri

Ölçüm Saati	Ort. \pm s.s.	p*
Ameliyat Öncesi	15,0 \pm 5,9	
0.saat	27,9 \pm 7,5	0,000
4.saat	23,3 \pm 7,0	0,000
8.saat	22,8 \pm 7,0	0,000
12.saat	22,1 \pm 6,0	0,000
16.saat	20,3 \pm 5,1	0,001
20.saat	20,2 \pm 6,1	0,002
24.saat	17,7 \pm 4,9	0,038

p* Ameliyat öncesi değerle karşılaştırma



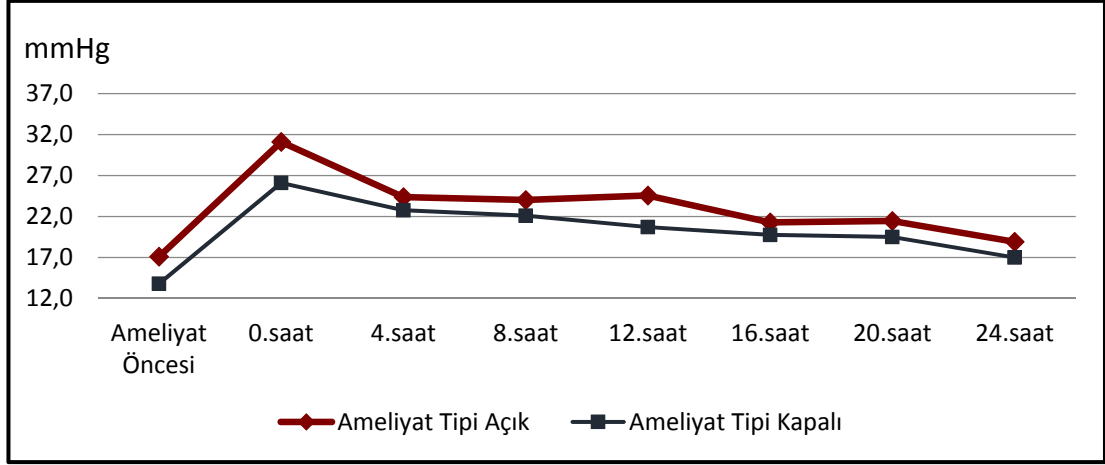
Grafik 1: Hastaların kompartman basıncı değerlerinin grafik görünümü

Ameliyat öncesi ortalama kompartman basıncı, AR grubunda KR grubundan daha yüksekti (sırasıyla 17.1±6.5 mHg, 13.8±5.3 mmHg) (p>0.05). Ameliyat sonrası 0.saat basınç değerleri AR grubunda(31.1±9.0mmHg) KR grubundan(26.1±6.2 mmHg) yine yüksek olmakla beraber ameliyat öncesi değerlere göre artış oranı KR grubunda daha fazlaydı. Ameliyattan sonra 12.saatte ortalama kompartman basıncı AR grubunda, KR grubundan daha yüksekti (sırasıyla 24.5±3.4 mmHg, 20.7±6.7 mmHg) (p<0.05).

Tablo 5: Gruplarda saatlere göre kompartman basıncı değerlerinin değişimi

	Ameliyat Tipi		p**
	Açık Ort.±s.s.	Kapalı Ort.±s.s.	
Ameliyat Öncesi	17,1 ± 6,5	13,8 ± 5,3	0,191
0.saat	31,1 ± 9,0	26,1 ± 6,2	0,085
p*	0,010	0,000	
4.saat	24,4 ± 5,5	22,8 ± 7,8	0,649
p*	0,033	0,000	
8.saat	24,0 ± 7,8	22,1 ± 6,6	0,246
p*	0,036	0,001	
12.saat	24,5 ± 3,4	20,7 ± 6,7	0,044
p*	0,016	0,001	
16.saat	21,3 ± 5,4	19,8 ± 5,0	0,319
p*	0,043	0,002	
20.saat	21,5 ± 4,0	19,5 ± 7,0	0,156
p*	0,000	0,001	
24.saat	18,9 ± 4,7	17,0 ± 5,1	0,309
p*	0,398	0,052	

p* grup içi değerlendirme / p** gruplar arası değerlendirme



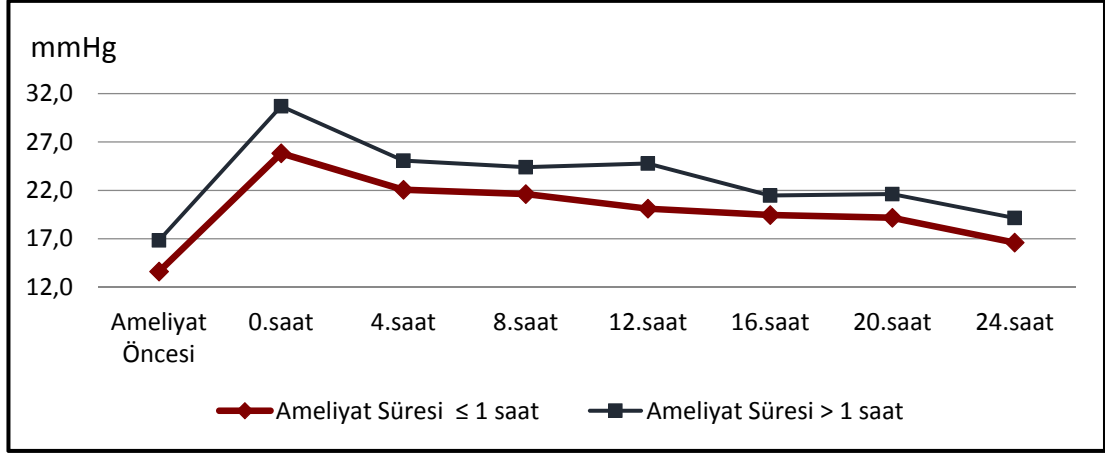
Grafik 2: Grupların ortalama kompartman basıncı değişimlerinin grafik görünümü

Hastaların tümü göz önüne alındığında ameliyat süresi bir saati aşarlarda 0.saatte ortalama kompartman basıncı 30.7 ± 8.7 mmHg, ameliyat süresi bir saat veya daha kısa sürelerde 25.8 ± 6.1 mmHg olarak ölçüldü ($p < 0.05$).

Tablo 6: Ameliyat süresine göre kompartman basınç değerleri

	Ameliyat Süresi		p**
	≤ 1 saat	> 1 saat	
	Ort. ± s.s.	Ort. ± s.s.	
Ameliyat Öncesi	13,6 ± 5,4	16,8 ± 6,1	0,142
0.saat	25,8 ± 6,1	30,7 ± 8,7	0,046
p*	0,000	0,005	
4.saat	22,1 ± 7,9	25,1 ± 5,4	0,306
p*	0,001	0,011	
8.saat	21,6 ± 6,7	24,4 ± 7,4	0,117
p*	0,002	0,012	
12.saat	20,1 ± 6,7	24,8 ± 3,4	0,016
p*	0,003	0,006	
16.saat	19,4 ± 5,1	21,5 ± 5,0	0,205
p*	0,006	0,037	
20.saat	19,2 ± 7,3	21,6 ± 3,7	0,032
p*	0,023	0,046	
24.saat	16,6 ± 5,2	19,2 ± 4,4	0,142
p*	0,092	0,208	

p* grup içi değerlendirme / p** gruplar arası değerlendirme



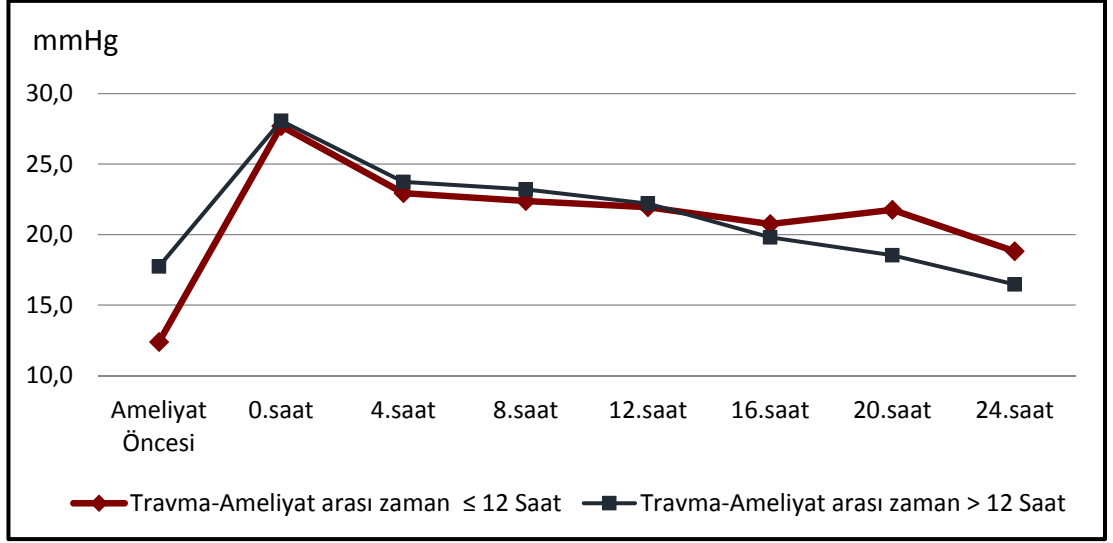
Grafik 3: Ameliyat süresine göre basınç değişim değerlerinin grafik görünümü

Travma anından ameliyat saatine kadar geçirilen sürenin 12 saatten daha uzun olduğu hastalarda ameliyat öncesi kompartman basıncı ortalama 17.7 ± 5.8 mmHg, 12 saat veya kısa olduğu hastalarda 12.4 ± 4.8 mmHg olarak ölçüldü ($p < 0.05$).

Tablo 7: Travma anından ameliyat saatine kadar geçen sürenin kompartman basıncına etkisi

	Travma-Ameliyat arası zaman		p**
	≤ 12 Saat	> 12 Saat	
	Ort. ± s.s.	Ort. ± s.s.	
Ameliyat Öncesi	12,4 ± 4,8	17,7 ± 5,8	0,006
0.saat	27,7 ± 6,1	28,1 ± 9,0	0,874
p*	0,000	0,007	
4.saat	22,9 ± 7,9	23,7 ± 6,2	0,953
p*	0,001	0,014	
8.saat	22,4 ± 7,6	23,2 ± 6,5	0,781
p*	0,002	0,012	
12.saat	21,9 ± 6,7	22,2 ± 5,4	0,874
p*	0,001	0,027	
16.saat	20,8 ± 5,1	19,8 ± 5,3	0,662
p*	0,002	0,146	
20.saat	21,8 ± 7,0	18,5 ± 4,7	0,280
p*	0,002	0,495	
24.saat	18,8 ± 5,1	16,5 ± 4,7	0,226
p*	0,002	0,726	

p* grup içi değerlendirme / p** gruplar arası değerlendirme



Grafik 4: Travma ve ameliyat arasında geçirilen zamana göre kompartman basıncı ölçümü değişimi

İlk muayenesinde sinir arazi bulguları olan beş hastanın poliklinik kontrolleri sırasında bu bulgularının düzeldiği saptandı.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada tip III suprakondiler humerus kırığı nedeniyle açık redüksiyon (AR) ve kapalı redüksiyon (KR) yapılan hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası ön kol volar derin kompartman basınç değerlerini karşılaştırdık.

Bataglia ve arkadaşlarının (4) 29 hastayı içeren çalışmasında Gartland tip II ve tip III suprakondiler humerus kırıklı olgularda; kırık tipinin, redüksiyonun, redüksiyon tipinin, yaralanmadan ameliyata kadar geçen sürenin ve ameliyat sonrası fleksiyon derecesinin ön kol kompartman basınçlarına etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada, en yüksek kompartman basınç değerlerinin volar derin kompartmanda ve kırığa daha yakın bölümde olduğu, redüksiyonun kompartman basıncı üzerine etkisinin olmadığı ve kompartman sendromu bulguları olmaksızın basıncın 30 mmHg'dan daha yüksek olabileceği gösterilmiştir. Bu araştırmacılar ölçüm tekniği olarak basit iğne tekniğini kullanmışlar ve dirseği doksan derecenin üzerinde fleksiyonda tespit etmenin ön kol kompartman basıncında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Suprakondiler humerus kırıklı çocuklarda kompartman sendromu varlığında sıklıkla volar kompartmanın etkilendiği, nadiren posterior kompartmanın etkilendiği literatürde bildirilmiştir (51). Carnobell ve ark.'ı (52) çocuk suprakondiler humerus kırıklarında önkol volar derin kompartman basınçlarını ölçerek ameliyat öncesi değerlere göre ameliyattan sonraki ilk üç gün içinde kompartman basınçlarının düştüğünü saptamışlardır. Bu araştırmacılara göre ilk 24-48 saat kompartman basıncının takibi açısından önemli bir dönemdir. Çalışmamızda kompartman basınçlarının tümü önkolun 1/3 proksimalinden ve volar derin kompartmandan yapılmıştır. Bu bölge Bataglia ve ark.'nın çalışmasında da saptadıkları üzere, suprakondiler humerus kırık sonrası kompartman basınç artışının en belirgin olduğu yer olması nedeniyle seçilmiştir. Suprakondiler humerus kırıklarında ameliyattan sonra kompartman basınç değerlerinin düşmesi bizim ve diğer çalışmaların ortak bulgusu olmasına karşın, çalışmamızda redüksiyon girişiminin hemen ardından kompartman

basıncının belirgin artış gösterdiği de saptanmıştır. Çalışmamızda grup gözetmeksizin hastaların tamamı alındığında ameliyat öncesi değerlerine göre ameliyattan hemen sonra (0.saat) ortalama kompartman basıncında %86 oranında artış saptanmıştır. Açık redüksiyon grubunun kompartman basınç değerleri, hem ameliyat öncesinde, hem de ameliyattan sonra KR grubundan daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası kompartman basınç değerlerindeki artış, KR grubunda AR grubundan daha fazladır (sırasıyla %89, %82). Bu bulgular, kapalı redüksiyon tekniğinin, yumuşak dokuda ek travma ve doku içi ödem gelişimi açısından açık redüksiyon tekniğinden daha masum olmadığını göstermektedir. Açık redüksiyon yapılan hastaların kompartman basınç ölçümlerinin ameliyattan önce de daha yüksek olması kapalı redüksiyonun bu hastalarda yetersiz kalmasının bir nedeni olarak gösterilebilir.

Ön kol kırığı nedeniyle opere edilen 41 çocuğun incelendiği başka bir çalışmada, basit iğne manometri yöntemi ile hastaların sağlam ve kırık olan ekstremitelerinin yüzeysel ve derin, volar ve dorsal kompartman basınçları ölçülmüştür. Bu çalışmada; ölçüm yapılan bazı ekstremitelerde derin volar kompartman basıncı 30mmHg'nin üzerinde olsa dahi hastalarda kompartman sendromuna ait klinik bulgu saptanmadığı bildirilmiştir (54). Kompartman sendromu nedeniyle fasyatomi yapılan 23 çocuğun geç dönem fonksiyonel sonuçlarının incelendiği başka bir çalışmada tanı anından fasyatomi yapıncaya kadar geçen sürenin fonksiyonel sonuçlarla ilişkisi olmadığı saptanmıştır (55). Bu çalışmalar çocuklarda ön kol kompartman basıncının artmasıyla sonuçlanan kırıklarda (suprakondiler humerus veya ön kol kırığı); kompartman basınç değerlerinin kritik sınırı aşması durumunda dahi her zaman kompartman sendromunun klinik olarak ortaya çıkmayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle çocuklarda kompartman basınç ölçümü kritik değerlere ulaşsa dahi klinik bulgular tespit edilmemişse fasyatomi işlemi ertelenebilir (56-58). Başka bir çalışmada çocuklarda kompartman basıncı için ortalama normal sınır 8mmHg ve kompartman sendromu için 30-40mmHg olarak belirlenmiştir (4). Ancak buna rağmen çocuklarda kompartman basınç değerleri 30 mmHg'nin üzerine çıksa dahi klinik açıdan

kompartman sendromunun gelişmediğini belirten yayınlar mevcuttur (57). Bizim çalışmamızda da hastaların ortalama kompartman basınçları ameliyat öncesi 15.0 ± 5.9 mmHg ve ameliyat sonrası ortalama 27.9 ± 7.5 mmHg olarak ölçülmüştür, 30 mmHg yi aşan değerlerde dahi kompartman sendromunun klinik belirtileri görülmedi.

Normal kompartman basınç değerleri çocuklarda yetişkinlerden daha yüksektir. Staudt ve arkadaşları (59), 20 sağlıklı çocuk ve 20 sağlıklı erişkinin bacadaki kompartman basınçlarını karşılaştırarak, ortalama basıncı çocuklarda 13.3-16.6 mmHg, yetişkinlerde 5.2-9.7 mmHg olarak bulmuşlardır.

Çalışmalar travmadan sonra ilk 8-12 saatlik gecikmenin Gartland tip 2 ve tip 3 kırıklarda kompartman sendromu riskini artırmadığını göstermektedir. Ancak nörolojik hasarı olan ve periferik nabız alınamayan hastalarda tedavinin geciktirilmemesi önerilmiştir (60,61). Ramachandran ve ark (62), düşük enerjili suprakondiler humerus kırığı olan ve radial nabızları alınan 11 kompartman sendromu olgusunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada kompartman sendromu gelişen hastalar şiddetli ödem ile başvurmuştur ve kırık redüksiyonundan önce geçirilen ortalama süre 22 saat (6-64 saat) olarak bildirilmiştir. Gupta ve ark. 12 saatten sonra ameliyat ettikleri Gartland tip 3 humerus suprakondiler kırıklı olgularında, gecikmiş tedavinin perioperatif komplikasyon riskinde artışla ilişkisi olup olmadığına yönelik retrospektif bir çalışma yapmışlar ve 12 saatten önce ve 12 saatten sonra opere edilen gruplar arasında, açık redüksiyona başvurma oranı, çivi dibi enfeksiyonu, iatrojenik sinir yaralanması, damar komplikasyonu veya kompartman sendromu görülmesi yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuşlardır (63). Çalışmamızdaki hastalarda travma anından ameliyata kadar geçen süre ortalama 20.1 saattir (6 - 60). Travma oluşundan ameliyata kadar geçen sürenin uzamasının ameliyat öncesi dönemde kompartman basıncını arttırdığı tespit edilmiştir.

Haasbeek ve Cole (64) açık ön kol kırıklı 46 çocuğun 5'inde (%11) kompartman sendromu gelişimi bildirmişlerdir. Yuan ve ark (65), 50 açık ön kol kırığında 3 (%6), kapalı redüksiyon intramedüller çivileme ile tedavi edilen

30 kapalı kırıkta 3 (%10) kompartman sendromu rapor etmişlerdir. Ameliyat süresinin ve kırıkların uzun süre kapalı manipülasyonu için harcanan sürenin uzamasını kompartman sendromu açısından risk faktörü olarak bildirmişlerdir. Bu açıdan bu çalışma da uzamış veya nazik yapılmayan redüksiyon manevralarının kompartman basıncını yükselten ve dolayısıyla kompartman sendromu riskini arttıran bir etken olduğu fikrini desteklemektedir. Çalışmamızda, ameliyat süresi bir saatten uzun süren hastaların ameliyattan hemen sonraki kompartman basınçları, bir saatten az olanlara göre daha yüksekti. Bunun kırığın repozisyonu sırasında ön kola uygulanan redüksiyon manevralarından kaynaklandığı ileri sürülebilir.

Doğrudan kompartman içi basınç ölçümü invaziv bir işlemdir ve uyumsuz çocukta zor olabilir. Bunun için son dönemde kızıl ötesi spektroskopiden bahsedilmiştir. Bu yöntem, nabız oksimetresinde kullanılan yöntemle benzer şekilde, doku iskemisini ölçmek için oksijenize hemoglobinin absorpsiyon özelliklerini kullanmaktadır. Nabız oksimetresi ile karşılaştırıldığında, kızıl ötesi spektroskopi daha derin dokuyu (cilt seviyesinin 3cm altı) örnekleyebilir (66).

Bae ve arkadaşları (47); çeşitli sebeplere bağlı olarak kompartman sendromu gelişen ve tedavi edilen 33 çocuğun verilerini geriye dönük olarak incelemişler ve nabızsızlık, solukluk, soğukluk, kas fonksiyon kaybı ve ağrı gibi damar iskemisi bulgularının tanı koymada nispeten güvenilir olmadığını bildirmişlerdir. Bu araştırmacılara göre artmış analjezik kullanımı varsa, kompartman sendromu bulguların ortaya çıkmasından 7.3 saat önce tanınabilir. Bu çalışmada, kompartman sendromu riski olan çocukların (analjezik ihtiyacının arttığı, huzursuz, uyumsuz, kaygılı) yakından izlenmesi önerilmiştir.

Broom ve ark.'nın yaptığı çalışmada, kompartman sendromlu 3 yaşından küçük fasyatomi uygulanmış 15 çocuk on yıl boyunca takip edilmiştir. Yaralanma mekanizması, hasar zamanı, tanı süresi, kompartman basıncı, fasyatomi uygulanmasına kadar geçen süre ve en son izlemdeki sonuçlar kaydedilmiştir. Bu çalışmada, genel pediatrik popülasyona göre bebeklerde ve küçük çocuklarda kompartman sendromunun tanısının

gecikebileceği, tanı ve tedavide ki gecikmelere rağmen, yaralanmadan 48-72 saat sonra yapılan fasyatominin dahi faydalı olabileceği bildirilmiştir (67).

Akut kompartman sendromunun tanısı, suprakondiler humerus kırığına median sinir felcinin eşlik ettiği hastalarda güç olabilir. Bundan dolayı nörolojik araz bulguları olan ya da nabızsız çocuklarda tedavinin geciktirilmesi önerilmez ve ciddi ödemi olan hastaların yakından takip edilmesi öğütlenir (68).

Al-Dadah ve ark.'nın (69) yaptığı çalışmada; yetişkin tibia diafiz kırığı nedeniyle kompartman basıncının monitörize edildiği 109 hasta ile yakın klinik takip uygulanan 109 hasta karşılaştırılmıştır. Yaralanmadan fasyatomiye kadar geçen süre ve klinik sonuç açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır. Yetişkin hastalar için kompartman basınç monitorizasyonu daha çok bilinci kapalı ve klinik muayenin yapılamadığı durumlarda önerilmektedir (70).

Gerek yetişkin hastalarda gerek çocuklarda alt ve üst ekstremitlere yönelik birçok kompartman basınç ölçüm tekniği tariflenmiştir ve uygulanmaktadır. Ancak kompartman basınç ölçümü birçok klinik için rutin bir uygulama değildir.

Ameliyat öncesi kompartman basınçları hangi hastaların açık redüksiyona ihtiyaç duyacaklarını belirlemek için niceliksel bir değer olarak kullanılabilir. Bu çalışmanın sonuçları kompartman basınçlarının manipülasyon ve redüksiyondan hemen sonra artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Erken postoperatif dönem, hastaların yumuşak doku ödeme ve kompartman sendromuna en duyarlı olduğu ve yakın izleme en çok ihtiyaç duyulduğu dönemdir.

Çalışmamızın zayıf yönleri; hasta sayısının nispeten yetersizliği ve tek kompartmandan ölçüm yapılmasıdır.

Çıkarımlar;

1. Çocuk suprakondiler humerus kırıklarında açık redüksiyon uygulananların ameliyattan önce ve sonra kompartman basınçları daha yüksektir,

2. Redüksiyon girişimi kompartman basıncını arttıran bir etken olarak bulunmuştur,
3. Ameliyattan sonra kompartman basınç değerleri tedrici olarak azalmaktadır,
4. Ameliyat süresinin bir saatten fazla uzaması ve ameliyata kadar geçen sürenin 12 saatten fazla olması kompartman basıncını yükselten etkenlerdir,
5. Kompartman basınç değeri; eşik değeri aşsa da klinik olarak kompartman sendromu genellikle gözlenmemektedir. Sabit bir eşik değer kullanımı kompartman sendromu için karar vermede çok güvenilir değildir.

KAYNAKLAR

1. Pretell MJ, Rodriguez MJ, Andres EEM. Surgical approaches for open reduction and pinning in severely displaced supracondylar humerus fractures in children: A systematic review. *J Child Orthop* 2010;4(2):143-152.
2. Koudstaal MJ, De Ridder VA, De Lange S, et al. Pediatric supracondylar humerus fractures: The anterior approach. *J Orthop Trauma* 2002;16(6):409-412.
3. Reitman RD, Waters P, Millis M. Open reduction and internal fixation for supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 2001;21(2):157-161.
4. Battaglia TC, Armstrong DG, Schwend RM. Factors affecting forearm compartment pressures in children with supracondylar fractures of the humerus. *J Pediatr Orthop* 2002; 22:431–439.
5. Canale ST. *Campbell's Operative Orthopaedics Ninth Edition*. St. Luis: Mosby-Year Book, 1998: 2407–2422.
6. Beaty JH. *Rockwood and Wilkins Fractures in Children. Fifth Edition*. Philadelphia: Lippincot Williams&Wilkinson, 2001: 536–624.
7. Çimen A. *Anatomi. 4. Baskı Uludağ Üniversitesi Basımevi*, 1987:41-137, 572-8.
8. Ege Rıdvan. *Kırıklar, Eklem ve Diğer Yaralanmalar, Travmatoloji 5.Baskı Cilt 2 Bizim Büro Basımevi Ankara* 2002:1995-2101.
9. Greenspan A. *Orthopedic Radiology A Pratical Approach Third Edition*. Philadelphia: Lippincot Williams&Wilkinson, 2000; 122–131.
10. Fornalski S, Gupta R, Lee TQ. Anatomy and biomechanics of the elbow joint. *Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery*. 2003;7:168-78.
11. Shrader MW. Pediatric supracondylar fractures and pediatric physeal elbow fractures. *Orthop Clin North Am.*, 2008; 39:2,163-171.
12. OHara LJ, Barlow JW, Clarke NM. Displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg(Br.)* 2000;82:204-10.
13. Kasser JR, Beaty JH. Supracondylar fractures of the distal humerus. *Rockwood and Wilkins' fractures in children. 6th ed*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. 2006:543-89.
14. Otsuka NY, Kasser JR. Supracondylar fractures of the humerus in children. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 1997, 5.1: 19-26.
15. Lim KBL, Lim CT, Tawng DK. Supracondylar humeral fractures in children. *Bone Joint J*.2013, 95.9: 1290-1294.
16. Mallo G, Stanat SJC, Gaffney J. Use of the Gartland classification system for treatment of pediatric supracondylar humerus fractures. *Orthopedics*. 2010; 33(1):19.
17. Kelly BL, Kaminsky KC, Green DW. Reliabilty of a modified gartland classification of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 27-30.

18. Herring J. Supracondylar fractures of the humerus. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. 4th Edition. Philadelphia: WB Saunders; 2008. 2139-75.
19. Skaggs DL, Mirzayan R. The posterior fat pad sign in association with occult fracture of the elbow in children. *J Bone Joint Surg* 1999; 81: 1429–1433.
20. Choi PD, Melikian R, Skaggs DL. Risk factors for vascular repair and compartment syndrome in the pulseless supracondylar humerus fracture in children. *J Pediatr Orthop* 2010;30:50-6.
21. Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:1121-32.
22. Skaggs DL, Cluck MW, Mostofi A, et al. Lateral entry pin fixation in the management of supracondylar fractures in children. *J Bone Joint Surg*. 2004; 86: 702-7.
23. Lee SS, Mahar AT, Miesen D, et al. Displaced pediatric supracondylar humerus fractures biomechanical analysis of percutaneous pinning techniques. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 440-3.
24. Ruiz AL, Kealey WC, Cowie H. Percutaneous pin fixation of intercondylar fractures in young children. *J Pediatr Orthop* 2001; 10: 211-3
25. Mangwani J, Nadarajah R, Paterson JMH. Supracondylar humeral fractures in children. *Bone & Joint Journal*. 2006, 88.3: 362-365.
26. Zions LE, Mc Kellop HA, Hathaway R. Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76:253-6.
27. Shim JS, Lee YS. Treatment of completely displaced supracondylar fracture of the humerus in children by cross-fixation with three kirschner wires. *J Pediatr Orthop* 2002;22:12-6.
28. Prashant K, Lakhota D, Bhattacharyya TD, et al. A comparative study of two percutaneous pinning techniques (lateral vs medial-lateral) for Gartland type III pediatric supracondylar fracture of the humerus. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2016, 17.3: 223-229.
29. Reitman RD, Waters P, Millis M. Open reduction and internal fixation for supracondylar humerus fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2001, 21.2: 157-161.
30. Ritabh K, Rajesh M. Medial approach for operative treatment of the widely displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop*. 2000; 8: 13–18.
31. Maarten JK, Victor AR, Sam L, et al. Pediatric supracondylar humerus fractures: the anterior approach. *J Orthop Trauma* 2002; 16: 409–412.
32. Scannell BP, Brighton BK, Vanderhave KL. Neurological and vascular complications associated with supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg*. 2015, 3.12: e2.
33. Lyons ST, Quinn M, Stanitski CL. Neurovascular injuries in type III humeral supracondylar fractures in children. *Clin Orthop* 2000;376:62-7.
34. Joist A, Joosten U, Wetterkamp D. Anterior interosseous nerve compression after supracondylar fracture of the humerus. A metaanalysis. *J Neurosurgery* 1999;90:1053-6.

35. Babal JC, Mehlman CT, Klein, G. Nerve injuries associated with pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 2010, 30.3: 253-263.
36. Slobogean BL, Jackman H, Tennant S, et al. Iatrogenic ulnar nerve injury after the surgical treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus: number needed to harm, a systematic review. *J Pediatr Orthop*. 2010 ;30(5):430-6.
37. Wind WW, Schwend RM, Armstrong DG. Predicting ulnar nerve location in pinning of supracondylar humerus fractures children. *J Pediatr Orthop* 2002;22:444-7.
38. Lyons J, Ashley E, Hoffer MM. Ulnar nerve palsies after percutaneous cross-pinning of supracondylar fractures in children's elbows. *J pediatr Orthop* 1998;18:43-5.36.
39. Badkoobehi H, Choi PD, Bae DS, et al. Management of the pulseless pediatric supracondylar humeral fracture. *J Bone Joint Surg Am*, 2015, 97.11: 937-943.
40. Harish SB. Clinical measurement of varus-valgus deformity after supracondylar fracture of the humerus. *J Bone Joint Surg* 1994; 76: 329-330.
41. Takahara M, Sasaki I, Kimura T. Second fracture of the distal humerus after varus malunion of a supracondylar fracture in children. *J Bone Joint Surg*. 1998;80:791-7.
42. İlkşen G, Kenan B, Bülent T. Posterior instability of the shoulder after supracondylar fractures recovered with cubitus varus deformity. *J Pediatr Orthop* 2002;22:198-202.
43. De Boeck H, De Smet P. Valgus deformity following supracondylar elbow fractures in children. *Acta Orthop Belg* 1997;63:240.
44. Perron AD, Brady WJ, Keats TE. Orthopedic pitfalls in the ED: acute compartment syndrome. *The American journal of emergency medicine*, 2001, 19.5: 413-416.
45. Brubacher JW, Doods SD. Pediatric supracondylar fractures of the distal humerus. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2008 1:190-196.
46. Bae DS, Kadiyala RK, Waters PM. Acute compartment syndrome in children: contemporary diagnosis, treatment, and outcome. *J Pediatr Orthop*. 2001;21(5):680-688.
47. Hosseinzadeh P, Talwalkar VR. Compartment Syndrome in Children: Diagnosis and Management. *American journal of orthopedics* 2016, 45.1: 19-22.
48. Blakemore LC, Cooperman DR, Thompson GH. Compartment syndrome in ipsilateral humerus and forearm fractures in children. *Clin Orthop* 2000; 376: 32-38.
49. Mcdougall CG, Geoffrey H, Johnston et al. A new technique of catheter placement for measurement of forearm compartment pressures. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 1991, 31.10: 1404-1407.
50. Tiwari A, Haq AI, Myint F et al. . Acute compartment syndromes. *British Journal of Surgery*, 2002; 89(4), 397-412.
51. Mai MC, Beck R, Gabriel K, et al. Posterior arm compartment syndrome after a combined supracondylar humeral and capitellar fractures in an

- adolescent: a case report. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2011, 31.3: 16-19.
52. Carbonell PG, Prats FL, Fernandez PD, et al. Monitoring antebrachial compartmental pressure in displaced supracondylar elbow fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics* , 2004, 13.6: 412-416.
 53. McCarthy DM, Sotereanos DG, Towers JD, et al. A Cadaveric and radiologic assessment of catheter placement for the measurement of forearm compartment pressures. *Clin Orthop* 1995; 312:266-270
 54. Tharakan SJ, Subotic U, Kalisch M, et al. Compartment pressures in children with normal and fractured forearms: a preliminary report. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 2016, 36.4: 410-415.
 55. Kanj WW, Gunderson MA, Carrigan RB, et al. Acute compartment syndrome of the upper extremity in children: diagnosis, management, and outcomes. *Journal of children's orthopaedics*. 2013, 7.3: 225-233.
 56. Rorabeck CH, Castle GSP, Hardie R, et al. Compartmental pressure measurements: an experimental investigation using the slit catheter. *J Trauma* 1981;21:446-9.
 57. Royle SG. The role of tissue pressure recording in forearm fractures in children. *Injury* 1992;23:549-52.
 58. Triffitt PD, Konig D, Harper WM, et al. Compartment pressures after closed tibial shaft fracture. *J Bone Joint Surg [Br]* 1992;74B: 195-8.
 59. Staudt JM, Smeulders MJ, van der Horst CM. Normal compartment pressures of the lower leg in children. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(2):215-219.
 60. Iyengar SR, Hoffinger SA, Townsend DR. Early versus delayed reduction and pinning of type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children: a comparative study. *J Orthop Trauma*. 1999;13(1):51-55.
 61. Leet AI, Frisancho J, Ebramzadeh E. Delayed treatment of type 3 supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 2002;22(2):203-207.
 62. Ramachandran M, Skaggs DL, Crawford HA, et al. Delaying treatment of supracondylar fractures in children: has the pendulum swung too far? *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(9):1228-1233.
 63. Gupta N, Kay RM, Leitch K, Femino JD, et al. Effect of surgical delay on perioperative complications and need for open reduction in supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2004;24:245-8.
 64. Haasbeek JF, Cole WG. Open fractures of the arm in children. *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77(4):576-581.
 65. Yuan PS, Pring ME, Gaynor TP, et al. Compartment syndrome following intramedullary fixation of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop*. 2004;24(4):370-375.
 66. Shuler MS, Reisman WM, Kinsey TL, et al. Correlation between muscle oxygenation and compartment pressures in acute compartment syndrome of the leg. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(4):863-870
 67. Broom A, Schur MD, Arkader A, et al. Compartment syndrome in infants and toddlers. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2016, 10.5: 453-460.

68. Hosseinzadeh P, Hayes CB. Compartment syndrome in children. *Orthopedic Clinics of North America*. 2016, 47.3: 579-587.
69. Al-dadah OQ, Darrah C, Cooper A, et al. Continuous compartment pressure monitoring vs. clinical monitoring in tibial diaphyseal fractures. *Injury*. 2008; 39.10: 1204-1209.
70. Harris IA, Kadir A, Donald G. Continuous compartment pressure monitoring for tibia fractures: does it influence outcome?. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2006; 60.6: 1330-1335.



TEŞEKKÜR

Tez danışmanım sayın Prof. Dr. M.Bartu SARISÖZEN'e, Ortopedi ve Travmatoloji AD Başkanı sayın Prof. Dr. Burak DEMİRAĞ'a, uzmanlık eğitimimde emeiği geçen tüm Uludağ Üniversitesi Tıp Fakóltesi Ortopedi ve Travmatoloji AD öğretim üyelerine, birlikte ęalıřtıđım araştırma görevlisi arkadaşlarıma, poliklinik ve klinikteki hemşire, sekreter ve personel arkadaşlarıma, hayatım boyunca bana destek olan annem, babam, kardeşlerim ve sevgili eşime teşekkür ederim.



ÖZGEÇMİŞ

01.01.1989 tarihinde Oğuzeli'nde doğdum. İlk ve orta öğrenimimi 30 Ağustos İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimine Şahinbey Cumhuriyet Lisesi'nde başlayıp Seçkin Koleji'nde tamamladım. 2005 yılında Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi'ne başlayıp 2011 yılında Tıp Fakültesi'nden mezun oldum. Sivas Kangal Devlet Hastanesi acil servisinde 4 ay kadar pratisyen hekimlik görevinde bulundum. 2012 yılında başladığım Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ihtisasını 2017 yılında tamamladım.