

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL
ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

Tez Yöneticisi

Doç. Dr. Mehmet Ümit ÇETİN

**PEDİATRİK HASTALARDA FARKLI YAŞ GRUPLARINDA
HUMERUSUN LATERALİNDEN YAPILACAK CERRAHİ
MÜDAHALELER İÇİN RADİAL SINIRIN
ULTRASONOGRAFİK İNCELEMESİ İLE GÜVENLİ ALAN
VE TEHLİKE ALANI BELİRLENMESİ**

(Uzmanlık Tezi)

Dr. Gündüz Ercan KUTLUAY

TEKİRDAĞ – 2025

TEŞEKKÜR

Ortopedi ve Travmatoloji uzmanlık eğitimimde bilgi ve tecrübeleriyle eğitimime katkıda bulunan Anabilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Nurettin HEYBELİ'ye, cerrahi tecrübelerinin yanı sıra, desteğini hiç esirgemeyen, hem bir hoca hem de bir abi olarak gördüğüm, tez yöneticim Doç. Dr. M. Ümit ÇETİN'e, üzerimdeki büyük emeklerinden dolayı kliniğimizdeki Doç. Dr. Abdülkadir SARI ve kliniğimizden ayrılan Doç. Dr. Burak GÜNAYDIN hocalarıma en derin saygılarımı sunar, yüreктen teşekkürü borç bilirim.

Birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım asistan arkadaşlarıma, klinik ve ameliyathanede beraber çalıştığım hemşire, sekreter, personel arkadaşlarıma, yardım ve desteklerinden dolayı tüm NKÜ Ortopedi aileme en içten teşekkürümü sunarım.

Tezimin omurgasını oluşturan çalışmalarına katkıda bulunan Radyoloji Bölümü'nden Dr.Öğr.Üyesi Savaş HEREKLİOĞLU'na samimi destek ve yardımseverliği için minnet ve şükranlarımı arz ederim.

Ayrıca bana her zaman destek olan ve bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan biricik anneme, babama ve ablama sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
KISALTMALAR.....	iv
TABLO DİZİNİ.....	v
ŞEKİL DİZİNİ.....	vi
GİRİŞ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	2
ANATOMİ.....	2
RADİAL SİNİR KLİNİK ÖNEMİ VE YARALANMALARI.....	10
RADİAL SİNİR PALSİSİNİN SIK GÖRÜLDÜĞÜ TRAVMALAR.....	14
RADİAL SİNİR VE DALLARININ İYATROJENİK YARALANMALARI.....	22
RADİAL SİNİR VE DALLARININ YARALANMA RİSKİ OLAN CERRAHİ YAKLAŞIMLAR.....	24
PERİFERİK SİNİR MİKROANATOMİSİ VE YARALANMALARININ PATO FİZYOLOJİSİ.....	28
RADİAL SİNİR YARALANMALARINDA TANI, TAKİP VE TEDAVİ.....	31
GEREÇ ve YÖNTEM.....	35
ARAŞTIRMADA KULLANILAN YÖNTEM, YAPILDIĞI YER VE TARİH.....	35
KATILIMCILARIN SEÇİMİ.....	37
USG İLE NOKTALARIN BELİRLENMESİ VE ÖLÇÜM.....	37
İSTATİKSEL ANALİZ.....	41
BULGULAR.....	43

TARTIŞMA.....	55
SONUÇ.....	59
ÖZET.....	60
SUMMARY.....	61
KAYNAKLAR.....	62
EKLER.....	72



KISALTMALAR

USG: Ultrason Görüntüleme

RDUS: Renkli Doppler Ultrasonografi

MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

PİN: Posterior İnterosseöz Sinir

RSDD: Radial Sinir Derin Dalı

RSYD: Radial Sinir Yüzeyel Dalı

Ark.: Arkadaşları

TEN:Titanyum Elastik Nail

AİN: Anterior İnterosseöz Sinir

FCR: Fleksör Karpi Radialis

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Bado Sınıflandırması

Tablo 2. Sunderland ve Seddon Sınıflaması

Tablo 3. Araştırmaya ilişkin tanıtıcı özelliklerin dağılımı

Tablo 4. Çalışmaya ilişkin tanımlayıcı istatistiklerin dağılımı

Tablo 5. Yaş sınıflarına göre nicel bulguların karşılaştırılması

Tablo 6. 3-4-5 yaş grubundakilerin cinsiyete göre nicel bulguların karşılaştırılması

Tablo 7. 6-7-8 yaş grubundakilerin cinsiyete göre nicel bulguların karşılaştırılması

Tablo 8. 9-10-11 yaş grubundakilerin cinsiyete göre nicel bulguların karşılaştırılması

Tablo 9. 12-13 yaş grubundakilerin cinsiyete göre nicel bulguların karşılaştırılması

Tablo 10. Yaş (yıl) ile nicel bulguların ilişkilerinin incelenmesi

Tablo 11. Ölçümler arasındaki nicel bulguların ilişkilerinin incelenmesi

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Brakial Pleksus Anatomisi

Şekil 2. Triangular İnterval ile Kuadrangular Boşluk ve İçerisinden Geçen Yapılar

Şekil 3. Radial Sinirin Aksilladan Gelerek Triangular İntervalden Geçışı

Şekil 4. Radial Sinirin Spiral Oluktaki Seyri

Şekil 5. Radial Sinirin Spiral Oluktaki USG Görüntülemesi

Şekil 6. Posterior İnterosseöz Sinir ile İnerve Olan Kaslar

Şekil 7. Radial Sinirin Duyu Dalları

Şekil 8. Düşük El Görüntüsü

Şekil 9. Yetişkin Humerus Şaft Kırığı Cerrahi Endikasyonlar

Şekil 10. Radial Sinir ve PİN İyatrojenik Yaralanma Etyolojileri

Şekil 11. Radial Sinir Süperfisyal Dalı İyatrojenik Yaralanma Etyolojileri

Şekil 12. Humerusa Anterolateral Yaklaşım

Şekil 13. Humerusa Lateral Yaklaşım

Şekil 14. Periferik Sinir Yapısı

Şekil 15. Humerus Kırığına Bağlı Radial Sinir Palsisinde Tedavi Algoritması

Şekil 16. Ultrasonografide referans alınan noktalar ve bu noktalar arasından yapılan ölçümler

Şekil 17. Tuberkulum majus düzeyinden geçen kesitin sonografik görüntüsü

Şekil 18. Radial sinirin humerusun posteriorundan lateraline geçtiği noktanın aksiyel sonografi görüntüsü

Şekil 19. Radial sinirin humerusun lateralinden anterioruna geçtiği noktanın sonografik olarak belirlenmesi.

Şekil 20. Lateral epikondil düzeyinden geçen longitudinal sonografi görüntüsü

Şekil 21. USG eşliğinde referans noktalarının tespiti

Şekil 22. Cilt üzerinden yapılan işaretlenen referans noktalar arası mesafelerin ölçümü

Şekil 23. Cinsiyet ve yaş sınıflarının dağılımı

Şekil 24. Yaş Gruplarına Göre 1.Ölçüm-Distal Güvenli Bölge Ortalamaları

Şekil 25. Yaş Gruplarına Göre 2.Ölçüm Ortalamaları

Şekil 26. Yaş Gruplarına Göre 3.Ölçüm Ortalamaları

Şekil 27. Yaş Gruplarına Göre 4.Ölçüm – Radial Sinir Bölgesi(Tehlike Bölgesi) Ortalamaları

Şekil 28. Yaş Gruplarına Göre 5.Ölçüm – Proksimal Güvenli Bölge Ortalamaları



GİRİŞ VE AMAÇ

Radial sinir önkol, el bileği ve parmakların ekstansiyonunu sağlayan üst ekstremitede posterior korddan çıkan en büyük periferik siniridir (1).

Radial sinir humerus lateralindeki seyri boyu boyunca kemiğe oldukça yakın seyretmektedir. Bu durum onun başta humerus shaft kırığı olmak üzere travmatik yaralanmalara açık kılar. Radial sinir humerus lateralinden yapılacak cerrahi işlemlerde ve pediatrik dirsek bölgesi kırık cerrahilerinde de iyatrojenik yaralanmaya açıktır.

İyatrojenik sinir yaralanmalarını önlemek için çeşitli yayınlar güvenli bölgeler ve belli anatomik bölgelerden referans uzaklıklar belirlemişlerdir ve üst ekstremitedeki periferik sinirlerin cerrahi anatomisi yetişkinlerde iyi tanımlanmıştır (2–5).

Üst ekstremitenin periferik sinir cerrahi anatomisini araştıran çalışmaların çoğunda yetişkin kadavra modelleri kullanılmıştır. Çocuklarda kadavra çalışmaları daha az uygulanabilir ve pediatrik popülasyonda nörovasküler yapılar ile referans olabilecek kemik yapılar arasındaki ilişkiler, yetişkinlerde olduğunun aksine belirsizliğini korumaktadır (6–8).

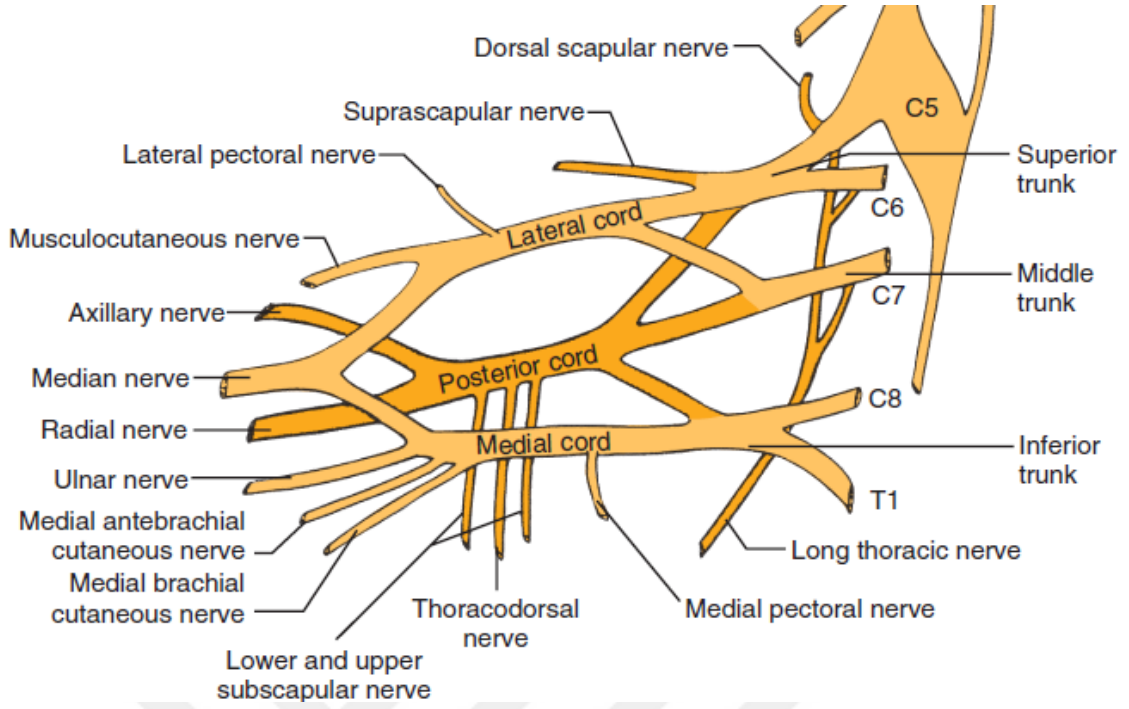
Bizim bu çalışmadaki amacımız, farklı yaş ve cinsiyette pediatrik hastalarda radial sinirin humerusun lateralinde bulunduğu bölgenin non-invaziv ultrason görüntüleme ile tespit edilmesi; humerusa ve dirseğe lateralden yapılacak cerrahi müdahalelerde radial sinir için güvenli bir alan ve sinirin bulunmasının beklendiği bir tehlike alanı oluşturulmasıdır.

GENEL BİLGİLER

ANATOMİ

Brakial Pleksus Anatomisi

Brakiyal pleksus, C5 - T1 spinal sinir köklerinin ventral ramisinden köken alır. Bazen, brakial pleksusa C4 ve T2'den de katkı olmaktadır. Tipik olarak, C5 ve C6'dan gelen ilk iki ventral rami birleşerek superior trunkusu oluşturur. C7'nin ventral ramisi orta trunkusu oluşturur iken C8 ile T1'in son iki ventral rami birleşerek inferior trunkusu oluşturur. Her gövde daha sonra bir ön ve arka divizyona ayrılır. Üst ve orta trunkustan gelen ön divizyonlar birleşerek lateral kordu, alt trunkustan gelen ön divizyon ise medial kordu oluşturur. Farklı gövdelerden gelen üç arka divizyon da birleşerek arka kordu oluşturur. Brakiyal pleksus daha sonra üç kordun terminal dalları olarak sonlanır. Muskulokutanöz sinir lateral korddan devam eder, ulnar sinir medial korddan devam eder ve median sinir hem lateral hem de medial korddan katkı alır. Son olarak, aksiller ve radial sinirler arka korddan kaynak alır. Şekil 1'de brakial pleksus anatomisi gösterilmiştir (9,10).



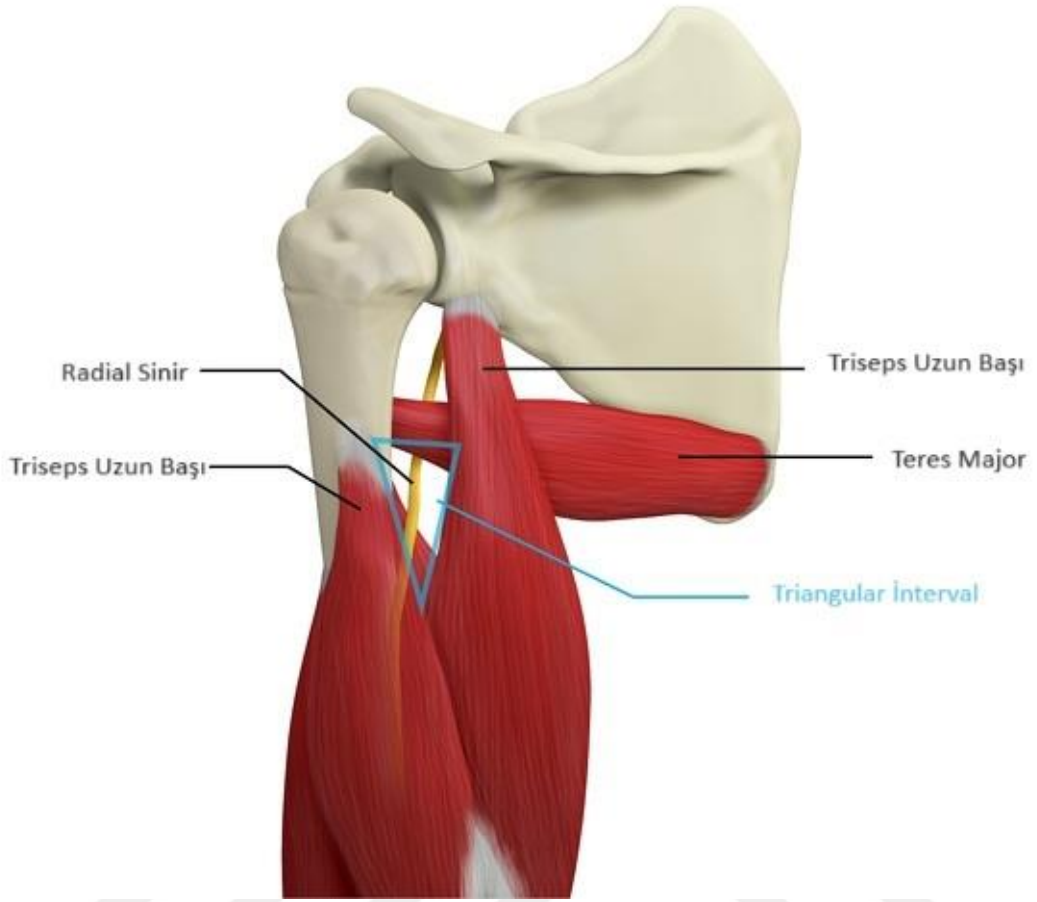
Şekil 1. Brakial Pleksus Anatomisi (11)

Radial Sinir Normal ve Ultrasonografik Anatomisi

Radial sinir C5 - T1 spinal sinir köklerinden köken alır ve brakial pleksusun arka kordunun terminal dalıdır ve aksiller arterin derininden çıkar (12). Radial sinir, aksiller bölgeyi aksiller ve brakial arterlerin posteriorundan geçerken; latissimus dorsi ve teres majör kaslarının anteriorundan geçer ve triangüler intervale ulaşır (Şekil 2 ve Şekil 3). Triangüler intervalin sınırlarını teres majör, trisepsin uzun ve lateral başları oluşturur. Radial sinir, triangüler intervali geçerek humerusa yakın bir şekilde posteriorunda seyreder.

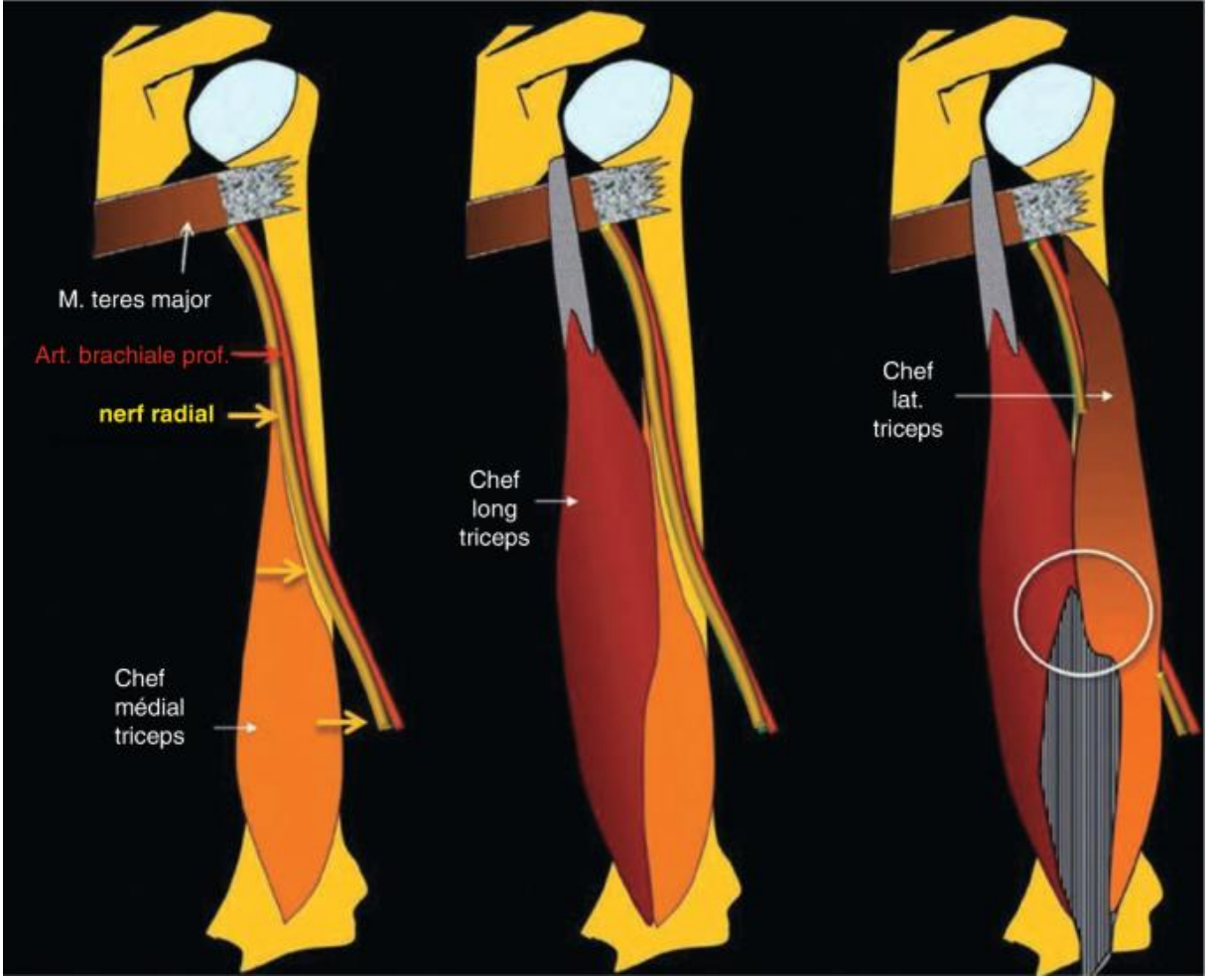


Şekil 2. Triangular İnterval ile Kuadrangular Boşluk ve İçerisinden Geçen Yapılar (13)



Şekil 3. Radial Sinirin Aksilladan Gelerek Triangular İntervalden Geçışı (14)

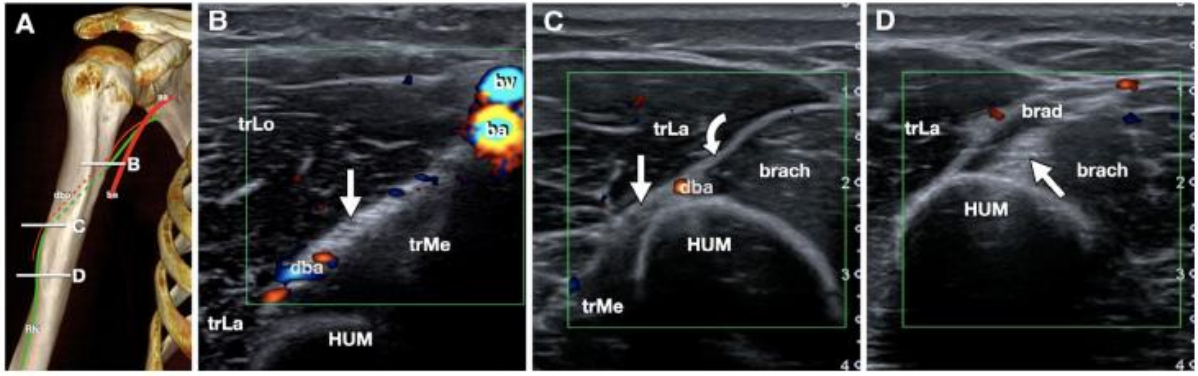
Radial sinire eşlik eden derin brakial arter, humerus korteksi ile birlikte aksilladan distalde spiral oluğa kadar radial sinirin ultrasonografik görüntülemesinde temel yol gösterici yapılardır. A.profunda brachi radial sinirin posteriorunda veya anteriorunda seyredebilir (15). Radial sinir humerusun spiral oluğunda medialden laterale geçer. Bu olukta üstünü trisepsin lateral başı örter.



Şekil 4. Radial Sinirin Spiral Oluktaki Seyri (16)

Trisepsi inerve eden motor dallar radial sinirin spiral oluğa girmesinden önce ayrılır ve US görüntüleme ile ayırt edilmesi ince yapısı sebebi ile zor olmaktadır (17). Spiral oluk (Şekil 4) boyunca radial sinir oval ve geniş bir yapıdadır; spiral oluğun proksimal ve distalinde daha yuvarlak bir şekilde görülür. Spiral oluktaki seyri boyunca doğrudan humerusun periostu ile temas halinde olabilir iken (Şekil 5), bazen kemik ile sinir arasında trisepsin medial başının kas fiberleri bulunur (18).

Radial sinir yetişkinde humerusun posteriorunu yaklaşık 6 cm'lik bir mesafede geçer; lateral epikondilin 10 cm proksimalinde lateral intermuskuler septumu geçer (19). Sinir burayı geçerek kolun posterior kompartmanından anterior kompartmanına geçmiş olur. Anterior kompartmanda ilk olarak triseps lateral başı ile brakialis kası arasında, sonrasında brakialis kası ile brakioradialis arasında görülür.



Şekil 5. Radial Sinirin Spiral Oluktaki USG Görüntülemesi(HUM:humerus,brach:brakial kas,brad:brakioradialis,trLo:triseps uzun başı,trMe:triseps medial başı,trLa:triceps lateral başı) (20)

Radial sinirin duyuşal bir dalı olan posterior antebrakial kutanöz sinir, spiral oluğun bitiminde radial sinirden ayrılır (21).

Lateral intermuskuler septumun distalinde, radial sinir brakioradialis ve ekstansör karpi radialis longus kasını inerve eder. Aynı zamanda brakialis kasının radial kısmını da inerve edebilir. Ekstansör karpi radialis brevis kasının inervasyonu radial sinirin kendisi, derin veya yüzeyel radial sinir dalı ile olabilir (22).

Radial sinir radiohumeral eklemin 5 cm üstünden başlayıp 1 cm distaline uzanan aralıkta derin(posterior interosseöz sinir) ve yüzeyel dala ayrılarak sonlanır (23).

Genelde posterior interosseöz sinir, radial sinir derin dalı ile eş anlamlı kabul edilse de; bazı yazarlar posterior interosseöz sinir(PİN) adını sinirin supinatör kasını geçmesinden sonra kullanırlar (24). Tezin devamında radial sinir derin dalı ile posterior interosseöz sinir eş anlamlı olarak kullanılmıştır. Radial sinir derin dalı, el bileğinde kapsüloligamentöz bölgedeki duyu dalı dışında motor bir sinirdir.

Radial sinir derin dalı(RSDD) radial tünel adı verilen humerus lateral epikondili ile supinator kası distal ucuna kadar uzanan muskuloaponevrotik bir kanalda ilerler (25). Radial tünel anterolateralde brakioradialis ve ekstansör karpi radialis longus kası ile medialde brakialis ve biceps tendonu ile sınırlanmıştır. Zeminini radiohumeral eklem kapsülü ve supinatörün derin başı oluştururken çatısını ise ekstansör karpi radialisin mediali ve supinatörün süperfisyal başı oluşturur (26). Radial tüneldeki seyri boyunca RSDD’i rekürren radial arterin dalları çapraz geçer. Bu bölgede renkli doppler USG kullanılarak, sinir damarlardan ayırt edilebilir.

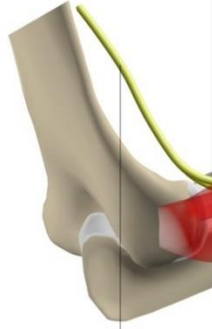
RSDD, supinatörün süperfisyal başının proksimalde oluşturduğu fibröz ya da tendinöz bir ark olan "Arcade of Frohse" nin altından geçer. RSDD supinatörün derin ve yüzeysel başları arasından, yağlı bir plandan geçer. US görüntüleme RSDD'de supinatörü geçerken düzleşme görülebilir ve fizyolojiktir. Aksiyel sonogramda supinatör kası içinde sinirin görülebilmesi için hastanın kolu nazikçe supinasyona alınmalıdır (27). Supinatörün iki başı arasında RSDD birkaç ufak dala ayrılabilir (28). Bu dalları, supinatörün distalinde takip etmesi güç olabilir. Sinirin inervasyon paterni komplikedir ve tekdüze değildir (29). Genelleme yapılacak olunursa supinatörün distalinde üç sinir dalı verir. İlki ekstansör digitorumu (rekürren süperfisyal dal), ikincisi ekstansör karpi ulnaris kasını inerve ederken; genelde ilk iki daldan birinden çıkarak ekstansör digiti minimiyi inerve eden bir sinir dalı bulunur. Desenden sinir dalı ise abduktor polisis, ekstansör polisis brevis, ekstansör polisis longus ve ekstansör insidis proprius kasını inerve eder (29,30). Ana desenden sinir dalı ekstansör polisis longus ve abduktor polisis longus kasları arasında seyrederek interosseöz membrana ulaşır. PİN ile inerve olan kaslar Şekil 6'da gösterilmiştir.

PIN Innervation

Superficial extensors innervated by PIN (4)

1. *Extensor digiti minimi (EDM)*
2. *Extensor carpi ulnaris (ECU)*
3. *Extensor digitorum communis (EDC)*
4. *Extensor carpi radialis brevis (ECRB)*

Superficial branch of radial n.



Branch to deep extensors

Posterior interosseous nerve (PIN)

Radial nerve

Branch to superficial extensors



Deep extensors innervated by PIN(5)

1. *Extensor indicis*
2. *Extensor pollicis brevis (EPB)*
3. *Extensor pollicis longus (EPL)*
4. *Abductor pollicis longus (APL)*
5. *Supinator*

Posterior interosseous nerve (PIN)

Şekil 6. Posterior İnterosseöz Sinir ile İnerve Olan Kaslar (31)

El bileği seviyesinde yüksek çözünürlüklü US görüntüleme ile RSDD'nin, 4. Ekstansör kompartman içerisinde olduğu görülmüştür. Bu bölgede sinir 1-3mm boyutunda hipoekoik, komprese olmayan, nonvasküler, ovoid bir yapıda, 4. ekstansör kompartmanda tendonların derininde, lister tüberkülünün 2 ile 10 cm ulnarında bulunmaktadır (32). Bu dal sensoryal bir daldır ve el bileği kapsülogamentöz yapıları inerve etmektedir. Bu sinir dalının el bileğindeki genişlemesi Acrel'in ganglionu olarak bilinmektedir (32).

Radial sinir yüzeyel dalı önkol volarinde, brakioradialisin derininde düz bir hatta distale ilerler. US görüntüleme ile bu sinir dalının bulunması ve takibi kolay olmaktadır. Radial stiloidin 10 cm proksimalinde radial sinir yüzeyel dalı(RSYD), brakioradialis ile ekstansör karpi radialis longus tendonu arasından geçerek radial arterden uzaklaşır. Önkolun supinasyonu ve pronasyonu sırasında USG ile sinirin iki tendon arasında kaydığı görülebilir (33).

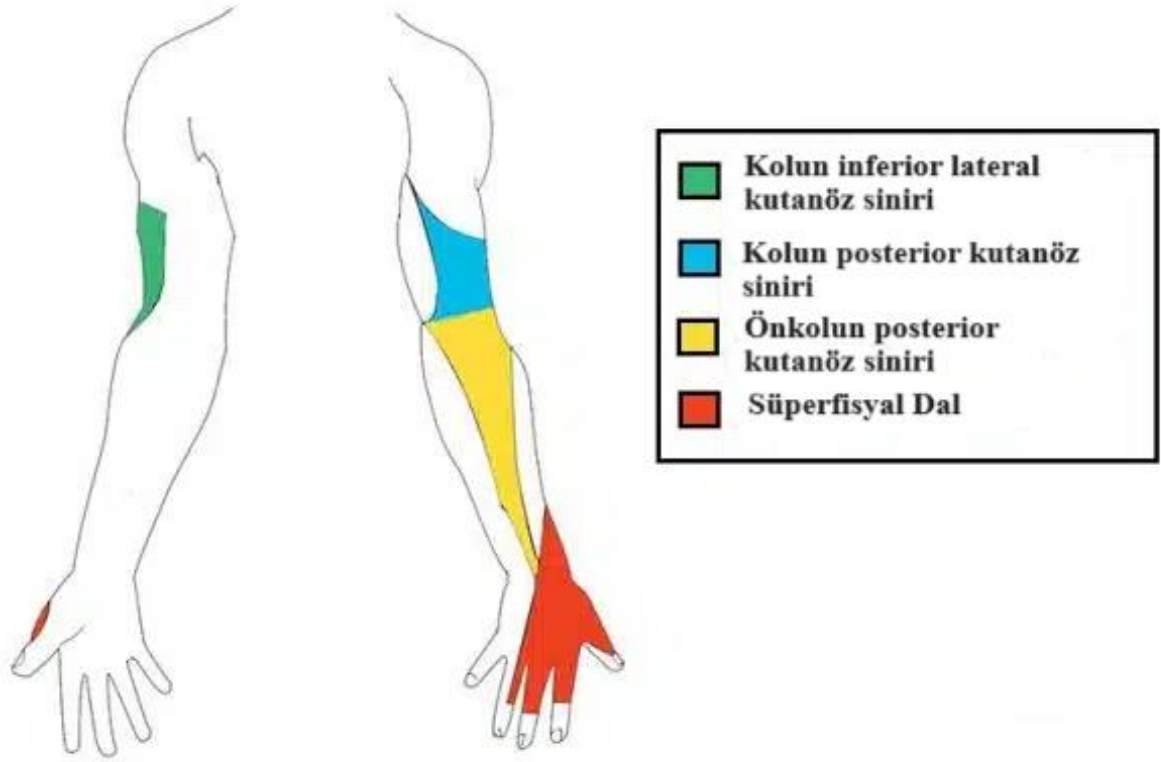
Yaklaşık 2 cm kadar distalde önkol fasyasının içine girer (34,35), subkutan dokuda RSYD genelde sefalik venin yanında seyreder; sinir ile damar birden çok kez birbirini çaprazlayabilir (36). Varyasyonlar mevcut olmakla birlikte RSYD, ilk dalını radial stiloidin 5 cm proksimalinde verir ve başparmağın dorsal-radialini inerve eder (37). RSYD'nin ana dalı birinci, ikinci, üçüncü ve bazen dördüncü parmağın dorsaline duyu dalları verir (38). Yüzeysel konumu sebebi ile radial sinir yüzeysel dalı ve onun dalları yüksek frekanslı probalar (≥ 17 MHz) ile takip edilebilir (39).

Ana dal veya ondan ayrılan küçük sinir dalları, radial stiloid seviyesinde radial arteri veya birinci ekstansör kompartmanı çaprazlayabilir; ekstansör retinakulumun distalinde ekstansör polisis longus tendonunu çaprazlar (34). RSYD'nin dalları lateral antebrakial kutanöz sinirin dalları ile üst üste binebilir (37).

RADIAL SİNİR KLİNİK ÖNEMİ VE YARALANMALARI

Radial sinirin dalları, kol ve ön kolun arka kasları için motor inervasyon sağlamasının yanı sıra kol, ön kol ve el derisinin duyu inervasyonunu sağlar. Radial sinir ana dalı triceps, ekstansör karpi radialis longus, ekstansör karpi radialis brevis, brakioradialis ve anconeusun motor inervasyonunu sağlarken, posterior interosseöz sinir dalı ile ekstansör digitorum, supinatör, ekstansör digiti minimi, ekstansör karpi ulnaris, abduktor pollisis longus, ekstansör pollisis longus, ekstansör pollisis brevis, ekstansör insidis propria kaslarını inerve eder. Bu kaslar dirsek, el bileği ve parmaklara ekstansiyon hareketi yaptırırken; ayrıca başparmağa abdüksiyon yaptırır (31).

Radial sinirin duyu dalları (Şekil 7) olan kolun posterior kutanöz siniri, önkolun posterior kutanöz siniri, kolun inferior lateral kutanöz siniri, radial sinirin yüzeysel dalı ve dorsal dijital dal ise kol'un alt dış yüzü ve arka yüzeyi, önkolun orta arka yüzü, eminentia thenaris ve elin radyal üç buçuk parmağının dorsal yüzünün duyu inervasyonunu sağlar (40).



Şekil 7. Radial Sinirin Duyu Dalları (41)

Radial nöropati, median ve ulnar nöropatilerden sonra en sık görülen üçüncü üst ekstremitte mononöropatisidir. Kas güçsüzlüğü, özellikle düşük el (Şekil 8) (el bileği ve parmaklara radial sinir palsisi sebebiyle ekstansiyon yapamaz), çoğu radial nöropati vakasının ana klinik özelliğidir ve radial sinirin anatomisinin anlaşılması genellikle lezyonun lokalize edilmesini kolaylaştırır. Elektromiyografi radial nöropati tanısını doğrulamaya yardımcı olabilir ve lezyonun daha kesin lokalizasyonuna yardımcı olabilir. Ultrason veya manyetik rezonans görüntüleme ile sinir görüntülemesi tanıda giderek daha fazla kullanılmaktadır; kol veya omuz travma öyküsü olmayan hastalarda önemlidir. Radial nöropati en sık travma ile ortaya çıkmakta iken tuzak nöropatiler sonucu da görülebilmektedir. Travmatik lezyonlarda iyileşme prognozu genellikle iyidir ve kalıcı defisiti olan hastalar için rehabilitasyon ve cerrahi teknikler önemli fonksiyonel iyileşme sağlayabilir (42).



Şekil 8. Düşük El Görüntüsü (43)

Radial sinir yaralanmasının etiyolojisi travma, kompresyon, tuzaklanma ve sinirleri etkileyen çeşitli tıbbi durumları içerir. Travma, radial sinir yaralanmasının en yaygın nedenidir. En yaygın travmatik neden humerusun orta shaft kırığıdır. Humerus shaftının kırılmasından sonra radial sinir felci prevalansı, 21 çalışmanın sistematik incelemesiyle belirlendiği üzere %11,8'dir (44). Humerus shaftı kırıklarının belirli konumlarının radial sinir yaralanmasıyla sonuçlanma olasılığı daha yüksektir ve Holstein-Lewis humerus shaftı kırığı için %22'ye varan radial sinir palsisi insidansı tanımlanmıştır (45). Bu bölgelerdeki yüksek yaralanma insidansı radial sinirin kemiğin orta kısmının arkasındaki spiral seyri ve lateral intermusküler septumdan anteriora doğru geçtikten sonra septumun distalinde, nispeten sabit pozisyonu olmasıyla ilişkilidir (46). Radial sinir boyunca herhangi bir noktadaki diğer travmatik yaralanmalar daha az yaygındır ve lezyonun konumuna bağlı olarak spesifik işlev bozukluklarına neden olur.

Genellikle radial sinir yaralanması bir nörapraksidir ve düşük enerjili yaralanmalarda %100, yüksek enerjili açık yaralanmalarda %71'e varan iyileşme oranları görülür; Bumbasirevic ve arkadaşları 16 açık kırığın %94'ünde iyileşme bildirmiştir. Sinirin bir kemik parçasının keskin kenarı tarafından koparılması mümkün olsa da, bu nadiren meydana gelir (46).

Radial sinire dıştan bası nedeniyle palsi gelişimi şu nedenlerle tanımlanmıştır:

- Aksillada proksimal radial sinir lezyonlarına neden olan aksiller koltuk değneklerinin kullanımı
- "Cumartesi gecesi felci" veya "Balayı felci"nde olduğu gibi üst kolda radial sinire doğrudan bası (47)

Tuzak nöropatiler sinirin seyri boyunca ortaya çıkabilir ancak en sık ön kolda görülür. Bunlar ağırlıklı olarak posterior interosseöz siniri (PİN) etkiler ve en sık supinatör kası ilişkilidir (48).

- PİN kolun lateral intermusküler septumunda sıkışabilir.
- Radial tünel sendromu: Bu tanı oldukça tartışmalıdır ve aşırı kullanımın bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Bazı yazarlar radial tünel sendromunun erken bir posterior interosseöz sinir sendromunu temsil edebileceğine inanmaktadır (49). Sıkışma bölgeleri arasında radiokapitellar ekleme bağlı fibröz bantlar, radial rekürren damarlar, ekstansör karpi radyalis brevisin tendinöz orijini, supinatörün tendinöz orijini (Arcade of Frohse) ve supinatörün distal kenarında ve içinde fibröz kalınlaşmalar yer almaktadır (50).
- Posterior interosseöz sinir sendromu: Posterior interosseöz sinir sendromunun etyolojisi radial tünel sendromuna benzerdir. Sıkışmanın, radial bilek ekstansörlerine ve RSYD'e giden dalların ayrılışından sonra meydana geldiği düşünülmektedir. Sinir, supinatörden çıktıktan sonra medial ve lateral dallara ayrılmadan önce sıkışarak dijital ekstansörlerin tam felcine ve ekstansör karpi ulnaris felcine bağlı olarak el bileğinin dorsoradial deviasyonuna neden olabilir. Sıkışma sinir çatallandıktan sonra meydana gelirse, hangi dalın tutulduğuna bağlı olarak kaslarda seçici felç meydana gelir. Medial dalın sıkışması ekstansör karpi ulnaris, ekstansör digiti quinti ve ekstansör digitorum communis felcine neden olur. Lateral dalın sıkışması abduktor pollicis longus, ekstansör pollicis brevis, ekstansör pollicis longus ve ekstansör indicis proprius'un felcine neden olur. Sıkışma en sık supinatorun proksimal kenarında meydana gelir.
- Wartenberg sendromu: Radial sinirin yüzeysel duyu dalının tuzaklanmasıdır. Wartenberg sendromunun gelişimine birçok faktör katkıda bulunabilir. De Quervain tenosinoviti olan hastalarda RSYD'nin ikincil irritasyonu sık görülür. Diğer yaygın nedenler arasında postoperatif yaralanma, kompresyon ve travma yer alır.
- Diğer fokal sıkışmalar daha az yaygındır.

Çeşitli tıbbi durumlar radyal sinir hasarına neden olabilir. Kurşun zehirlenmesi tarihsel olarak radial felçlere (Saturnine palsy) neden olmuştur (51). Enfeksiyonlar, vaskülit, otoimmün hastalıklar ve daha fazlası radyal siniri etkileyebilen mononöropati multipleks adı verilen bir sinir hastalığına neden olabilir. Tümörler sinir boyunca herhangi bir noktada sinire bası yapabilir.

Pediyatrik yaş grubunda da travma, radial sinir palsisinin başlıca nedenidir. Yalnızca humerus ve proksimal önkolun akut kırıkları ve çıkıklarından değil, aynı zamanda dirsek çevresindeki yaralanmaların kronik sekellerinden kaynaklı radial palsy gelişebilmektedir. Diğer etiyojiler iyatrojenik, konjenital ve patolojik durumları içerir (52). En yaygın nedenler suprakondiler bölge(en sık yaralanan sinir anterior interosseöz sinirdir, radial sinir 2. sıradadır.) veya humerus shaft kırıklarıdır(en sık yaralanan sinir radial sinirdir) (53). Humerus shaft kırıklarında radial sinir felci insidansı %12 (54) ile %18 arasındadır ve bu yaralanmaların %90'ında spontan iyileşme görülür (55). Dirsek çevresindeki diğer kırıklarda, özellikle Monteggia kırıklı çıkıklarında PİN supinator içinde sıkışabilir ve humerus kondil kırıklarında radial sinir yaralanabilir.

RADIAL SİNİR VE PİN PALSİSİNİN SIK GÖRÜLDÜĞÜ TRAVMALAR

Humerus Shaft Kırığı

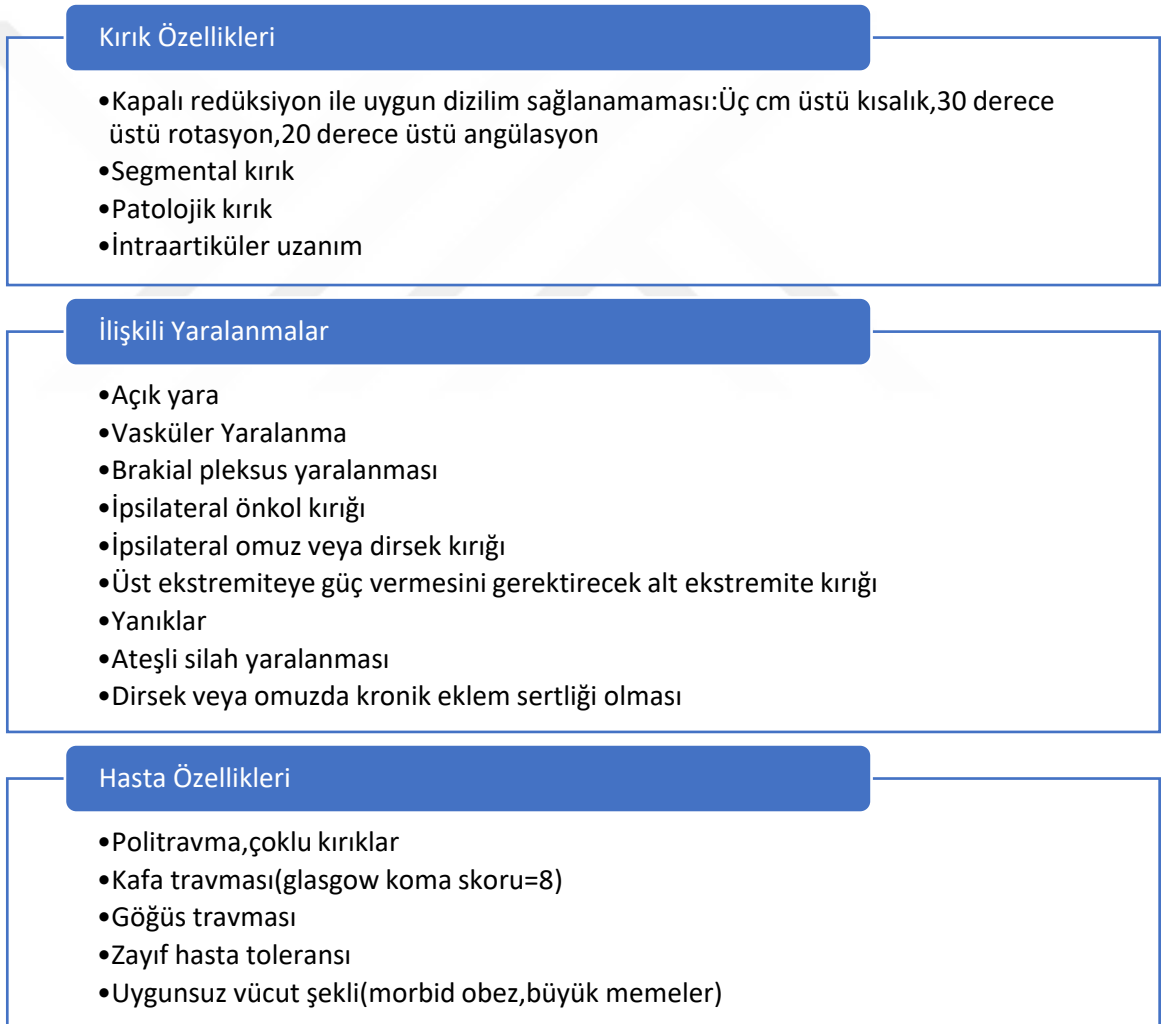
Humerus shaftı kırıkları tüm kırıkların yaklaşık %3'ünü oluşturur; çoğu ameliyatsız tedavi edilebilir. Omuz ve dirsek eklemlerinin sağladığı hareket açıklığı, küçük miktarlarda kısılmaya karşı toleransla birleştiğinde, minimal fonksiyonel eksikliğe neden olan ve hasta tarafından iyi tolere edilen radyografik kusurlara izin verir. Tarihsel olarak, konservatif tedavi yöntemleri arasında iskelet traksiyonu, abduksiyon alçısı ve ateli, vello sargısı ve asılı kol alçısı yer almaktadır ve her birinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır.

Fonksiyonel breysler esasen diğer tüm konservatif yöntemlerin yerini almış ve uygulama kolaylığı, ayarlanabilirliği, omuz ve dirsek hareketine izin vermesi, düşük maliyetli olması ve kişiye özel uyarlanabilmesi nedeniyle nonoperatif tedavide “altın standart” haline gelmiştir.

İlk olarak 1977 yılında Sarmiento tarafından popüler hale getirilen fonksiyonel breys, breysin hidrolik etkisi, kasların aktif kasılması ve yerçekiminin faydalı etkisi prensiplerine göre çalışır. Bu teknikte %90 ila %100 arasında kaynama oranları bildirilmiştir. Uygulamada ağrının ve şişliğin azalmasını sağlamak bir koaptasyon ateli veya asılı kol alçısı kullanılır ve ardından

prefabrik bir fonksiyonel breyse geçilir. Varus ve iç rotasyon deformitelerinden kaçınmak için askı kullanımı önerilmemektedir. Sarkaç egzersizlerine erken başlanır ve aktif omuz abdüksiyonundan kaçınarak ekstremitenin tolere edebildiği şekilde kullanımı teşvik edilir. Korse, hasta ağrısız olana ve kaynamanın radyografik kanıtı olana kadar takılır. Cilt maserasyonu bir endişe kaynağıdır, bu nedenle günlük hijyen vurgulanır. Morbid obezite varus deformitesi riskini artırabilir; ancak bu deformiteler fonksiyonel bir sorundan çok kozmetik bir sorundur ve obez bir kolda genellikle belirgin değildir.

Humerus shaft kırığında cerrahi endikasyon kriterleri McKee tarafından (Şekil 9) kırığa, ilişkili yaralanmalara ve hastaya bağlı faktörler olarak 3 gruba ayrılmıştır (46,56).



Şekil 9. Yetişkin Humerus Shaft Kırığı Cerrahi Endikasyonlar (46,56)

Bazı endikasyonlar diğerlerine göre daha değerlidir. Konservatif tedavinin başarısız olması, patolojik kırık, yer değiştirmiş eklem içi uzanım olması, vasküler yaralanma ve brakial

pleksus yaralanması neredeyse her zaman ameliyat gerektirir. Diğer durumlar, minimal yer değiştirmiş segmental kırıklar ve obezite, sadece göreceli endikasyonlardır.

Humerus shaft kırıklarının operatif tedavisinin amacı, erken harekete ve ideal olarak kırık ekstremitte üzerinde erken ağırlık taşımaya izin veren stabil fiksasyon ile uzunluğu, hizalanmayı ve rotasyonu yeniden sağlamaktır. Fiksasyon seçenekleri arasında plak osteosentezi, intramedüller çivileme ve eksternal fiksasyon yer alır. Eksternal fiksasyon genellikle yüksek enerjili ateşli silah yaralanmaları, önemli yumuşak doku yaralanmaları olan kırıklar ve masif kontaminasyonlu kırıklarda kullanılır.

Suzuki ve arkadaşları, erken plak fiksasyonunu engelleyen çoklu yaralanmaları veya ciddi yumuşak doku yaralanmaları olan hastalarda, 2 hafta içinde plak fiksasyonuna planlı dönüşüm ile acil eksternal fiksasyonun humerus shaft kırıklarının tedavisi için güvenli ve etkili bir strateji olduğunu öne sürmüşlerdir; ancak, her ikisi de açık kırıklı olan 17 hastalarından ikisinde, eksternal fiksasyondan plaklamaya dönüşümden sonra derin enfeksiyonlar gelişmiştir (57).

Plak osteosentezi, humerus shaft kırıkları için altın standart fiksasyon olmaya devam etmektedir. Plaklama, proksimal ve distal uzantılı kırıklar ve açık kırıklar için kullanılabilir (46).

Açık redüksiyon ve internal fiksasyon için birden çok yaklaşım tekniği mevcuttur. Cerrahin tecrübesinin yanı sıra kırık paterni, yumuşak doku yaralanmaları veya radial siniri açığa çıkarma ihtiyacı gibi faktörlere dayalı olarak uygun cerrahi yaklaşım seçilebilir. Yaklaşımların çoğu, omuz ve dirsek çevresindeki eşlik eden kırıkları ele almak için genişletilebilir. Anterolateral yaklaşım, bicepsin lateral tarafı boyunca deltopektoral yaklaşımın distal bir uzantısıdır. Biceps mediale alındıktan sonra, derin diseksiyon brakialisi humerusun ön tarafındaki kas göbeğinin orta ve lateral üçte biri arasında bölerek bu kasın ikili innervasyonundan yararlanır. Lateral antebrakial sinir, biceps ve brakialis arasından çıkarken distalde korunmalıdır, ayrıca radial sinir de brakialis ve brakioradialis arasında korunmalıdır. Bu yaklaşım, proksimal ve orta humerus shaftının mükemmel bir şekilde ortaya çıkarılmasını sağlar.

Distal kırıklar için, posterior yaklaşım hem shaftı hem de dirseği açığa çıkarmak için daha avantajlı olabilir. Posterior yaklaşım ayrıca radial sinirin proksimalde görüntülenmesini sağlayarak proksimal fiksasyon gerektiğinde spiral olukta sinirin altına materyal yerleştirme olanağı sağlar. Posterior yaklaşımla birkaç derin girişim çeşidi vardır, ancak çoğu zaman medial

ve lateral paratrisipital pencerelerle yapılır veya triseps lifleri ve tendonu doğrultusunda bölünür. Paratrisipital pencereler distal fragmanın mükemmel bir şekilde ortaya çıkarılmasını sağlar, distal humerusun periartiküler fiksasyonuna izin verir ve triseps kas göbeğine diseksiyonu önlediği için sıklıkla tercih edilir (58).

Gerwin ve ark. radial sinir mobilize edilmeden paratrisipital ekspozur kullanılarak distal humerusun %55'inin görüntülenebildiğini bulmuştur. Trisepsin mediale ekarte edilmesi, mükemmel proksimal ve distal açıklık sağlayarak humerusa ulaşma oranını %94'e çıkarmıştır. Radial sinir, spiral oluktan çıkıp intramüsküler septumu delerken tanımlanmalı ve ardından triseps mediale ekarte edilmeden önce mobilize edilmeli ve korunmalıdır. Triseps içinden yapılan yaklaşım, trisepsin uzun ve lateral başı arasında gerçekleştirilir ve medial baş ve humerus shaftına derinlemesine ulaşmaya izin verir. Bu, radial sinirin daha sonra korunabileceği spiral oluşun doğrudan ortaya çıkmasını sağlar. Triseps-splitting yaklaşımı ile humerusun %76'sı radyal sinir mobilizasyonu ile görüntülenebilmektedir (59).

Plak fiksasyonu doğrudan redüksiyon ve kompresyona izin verir, ancak intramedüller fiksasyon, periosteal kan akışını korurken ve kırık bölgesindeki biyolojinin bozulmasını en aza indirirken yük paylaşımı bir implant sağlama avantajlarına sahiptir. Kilitli intramedüller çivilerin plak fiksasyonuna benzer kaynama oranlarına ve aynı zamanda benzer radial sinir felci oranlarına sahip olduğu gösterilmiştir (60,61).

Çocuklarda humerus cisim kırıkları nadirdir ve çocuklarda görülen tüm humerus kırıklarının %10'undan azını oluşturur. Çoğu ya 3 yaşından küçük ya da 12 yaşından büyük çocuklarda görülür ve bu yaralanmaların neredeyse tamamı, humerusun yeniden şekillenme potansiyeli ve glenohumeral eklemin herhangi bir rezidüel malalignment için uyum sağlama yeteneği nedeniyle ameliyatsız olarak tedavi edilebilir. 5 yaşından küçük çocuklarda 70 dereceye kadar açılanma ve 12-13 yaş arası çocuklarda 30 dereceye kadar açılanma kabul edilebilir. Distal kırıklarda, özellikle de varusta olanlarda, kolun istenmeyen kozmetik görünümü nedeniyle daha az açılanma kabul edilebilir. Kapalı tedavi genellikle koaptasyon ateli, breys veya hanging arm alçısı kullanımından oluşur.

Plaklama veya TEN(Titanyum Elastik Nail) kullanımından oluşan operatif tedavinin iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Plaklama yetişkinlerdekine benzer şekilde anterolateral, anterior ve posteriordan 3.5 veya 4.5 mm plak ile yapılabilir. Eksternal fiksasyon, ciddi yumuşak doku yaralanmalarının mevcut olduğu nadir durumlarda kullanılabilir. Operatif tedavi endikasyonları arasında mobilizasyonu ve üst ekstremitte ağırlık taşımaya hızlandırmak için politravmalı

hastalar, yüzen dirsek, patolojik bir lezyon ve iskelet olgunluğuna yakın ergenler yer alır. Radial sinir sıkışması, özellikle kapalı redüksiyon manevralarından sonra distal kırıklarda meydana gelebilir. Kapalı redüksiyondan sonra radial sinir fonksiyonunun kaybı, sinirin kırık fragmanları arasında potansiyel olarak sıkıştığını gösterir ve acil sinir eksplorasyonu ve internal fiksasyon gerektirir (46).

Suprakondiler Kırık

Suprakondiler humerus kırıkları en sık görülen pediatrik dirsek kırıklarıdır ve tüm çocuk kırıklarının %3'ünü oluşturur. En yaygın yaralanma yaşı 3 ile 10 yaş arasındadır (62). Neredeyse tamamı (%98) ekstansiyon tipi yaralanmalardır ve genellikle uzanmış bir elin üzerine düşme sonucu meydana gelir. Fleksiyon tipi kırıklar, daha nadir görülmekle birlikte, azaltılması daha zordur, daha kötü sonuçlara sahiptir ve ulnar sinir hasarı ile ilişkilidir. Çocukların yaklaşık %5 ila %10'unda eşlik eden ipsilateral distal radial kırık vardır. En yaygın kullanılan sınıflandırma Gartland'ın tip I kırıkların yer değiştirmedeği, tip II kırıkların sağlam bir arka menteşeye sahip olduğu ve tip III kırıkların tam yer değiştirdiği sınıflandırmadır. Anterior ve posterior periosteal menteşenin tamamen kaybolduğu ve hem fleksiyon hem de ekstansiyonda stabil olmayan bir tip IV yaralanma tanımlanmıştır. Tip IV kırıklar genellikle yüksek enerjili yaralanmanın sonucudur. Tip III bir kırığı redükte ederken periosteal menteşenin yırtılmasını önlemek için dikkatli olunmalıdır, bu da onu tip IV bir yaralanma haline getirir. Çoğu vakada tanı düz radyografiler kullanılarak konulabilir. BT gibi ileri görüntüleme yöntemleri, distal fragmanda koronal bir ayrılma veya T-kondiler kırık konusunda endişeler olduğunda adölesanlarda kullanılabilir (46).

Anterior interosseöz sinir (AIN) yaralanması suprakondiler kırıklarda en sık görülen sinir yaralanmasıdır ve ekstansiyon tipi kırıklarda görülür; genellikle nörapaksi şeklinde gelişir. Ulnar sinir yaralanması genellikle medial pinleme nedeniyle iyatrojenik olur ve aynı zamanda fleksiyon tipinden kaynaklanan en yaygın sinir yaralanmasıdır. Radial sinir hasarı posteromedial angülasyon ile ilişkilidir. (AIN felcinden sonra ikinci en yaygın nöropraksi). Posterolateral açılma brakial arter ve median sinir hasarı ile ilişkilidir (63).

Sinir yaralanmalarının çoğu nöropraksinin bir sonucudur ve 6-12 hafta içinde düzelir. Üç ay içinde sinir fonksiyonunda geri dönüş olmazsa elektromiyografi endikasyonu vardır. Yakın zamanda yapılan uzun süreli bir takip çalışması, ortalama 8 yıllık bir takipte çoğu hastanın mükemmel fonksiyona sahip olduğunu göstermiştir; radyal sinir hastalarının %100'ü,

median sinir hastalarının %88'i ve ulnar sinir yaralanması olan hastaların sadece %25'i tamamen iyileşmiştir (63).

Ekstremitenin vasküler durumunun acilen değerlendirilmesi de komplikasyonları en aza indirmek için gereklidir. Tip III kırığı olan hastaların %10 ila %20'sinde tipik olarak brakial arterde olmak üzere vasküler yaralanma meydana gelebilir. Dirsek çevresindeki zengin kollateral kan akımı nedeniyle, brakial arter tamamen parçalanırsa bile el iyi perfüze olabilir. Uzun vasküler durumu normal-nabızsız ancak sıcak pembe (perfüze) el veya nabızsız-soluk (perfüze olmayan) el olarak sınıflandırılabilir. Nabızsız sıcak eli olan hastaların tedavisi, brakial arter eksplorasyonu ihtiyacı açısından tartışmalıdır. Nabız olmayan bir suprakondiler kırık, reperfüzyon hasarını ve Volkmann iskemik kontraktürüne yol açan kompartman sendromunu önlemek için cerrahi bir acil durumdur.

Kompartman sendromu, suprakondiler humerus kırığı olan hastaların yaklaşık %0,1 ila %0,3'ünde görülür ve eş zamanlı ön kol veya el bileği kırığı ile daha sık görülür.

Vasküler yaralanma tehlikesi olan hastalarda, ameliyathanede acil redüksiyon yapılmalı ve elin vasküler durumu değerlendirilmelidir. Politravmalı hastalarda vasküler yaralanma seviyesi belirsiz olmadıkça arteriyografi kullanılmamalı ve suprakondiler humerus kırığının kapalı redüksiyonu asla geciktirilmemelidir. Perfüzyon yeniden sağlanamazsa, brakial arterin acil eksplorasyonu ve sıkışan yapıların serbest bırakılması ve gerekirse ven grefti ile doğrudan onarım, küçük damarların onarımında deneyimli bir cerrah tarafından yapılmalıdır. Uzamış iskemik süresi olan hastalarda profilaktik önkol ve el fasyotomileri gereklidir. Bu, özellikle kompartman sendromunu klinik olarak tespit etme yeteneğinin bozulduğu, eşlik eden sinir yaralanmaları olan hastalarda önemlidir. Radial nabız yokluğunda bile perfüzyonun yeniden sağlandığı (pembe el) hastaların çoğunun gözlemlenen uzun vadeli sonuçları iyidir.

Suprakondiler humerus kırıklarının tedavisi Gartland tipine göre yapılır. Tip I kırıklar 3 hafta boyunca uzun kol alçı immobilizasyonu ve ardından kısa süreli korumalı aktivite ile tedavi edilir. Radyografilerde posterior yağ yastığı bulgusu bulunan hastalarda tip I kırık olduğu varsayılmalı ve bu şekilde tedavi edilmelidir. Tip II yaralanmaların tedavisi tartışmalı olsa da genelde cerrahi tercih edilir. Tip III kırıklar kapalı redüksiyon ve pinleme ile tedavi edilir(46).

Perkütan pinleme komplikasyonları hastaların yaklaşık %5'inde görülür; pin migrasyonu veya irritasyon en yaygın olanıdır ve bunu enfeksiyon (%1) ve dirsek eklem sertliği takip eder. İdeal pin konfigürasyonu hala tartışmalıdır; ancak, çapraz medial ve lateral pinler in

vitro olarak iki lateral pinden daha stabil olsa da, iki veya üç lateral pinin kullanımı in vivo olarak çapraz pinlere eşit görünmektedir.

Medial pin kullanılıyorsa, küçük bir insizyon yapmak ve ulnar siniri korumak için ekartörler kullanmak ve bu kırıkları maksimal dirsek fleksiyonunda pinlemekten kaçınmak, ulnar sinir yaralanması oranını azaltabilir. Periosteal menteşelerin kaybı nedeniyle tip IV kırıkların redüksiyonunu sürdürmek zordur. Bu nedenle, kolu döndürmek yerine kolu sabit tutmak ve görüntüleme için C-kolunu döndürmek gerekebilir. Yaklaşık %10 oranında görülen açık redüksiyon endikasyonları arasında redükte edilemeyen kırıklar, açık kırıklar ve şüpheli veya doğrulanmış nörovasküler yaralanmaları olanlar yer alır.

Açık redüksiyon ihtiyacı olan kırıklarda lateral veya anterior yaklaşım kullanılabilir. Anterior yaklaşımda antekubital boşluk üstünden transvers bir insizyon yapılır; bu insizyon proksimale ve distale uzatılabilir. Biseps ve brakialis mediale, brakioradialis laterale alınır. Radial sinir ve PİN korunur (46).

Lateral yaklaşımda lateral koche yaklaşımı uygulanır; diseksiyon tipik olarak doğrudan lateral kondile giden brakioradialisin izi ile kolaylaştırılır. İnsizyonun üçte ikisi proksimalde ve üçte biri dirsek ekleminin distalinde olacak şekilde 5 ila 6 cm'lik eğrisel bir insizyon kullanılır. Aralık, brakioradialis ve triseps arasında lateral humeral kondile kadardır. Dirsek ekleminin anterior eklem yüzeyi, proksimalden distale doğru çalışılarak ve antekübital fossanın yumuşak dokuları anteriora çekilerek ortaya çıkarılır. Kırık hematomu belirgin kas düzlemlerini gizleyebilse de, brakioradialis aponevrozundaki bir yırtık doğrudan kırık bölgesine yol açabilir. Diseksiyon anteriorda tutulur. Yumuşak dokular anterior distal humerustan kaldırılırken, kırık fragmanının posteriorundan herhangi bir yumuşak dokunun sıyrılmamasına dikkat edilmelidir, çünkü burası lateral kondil epifizinin vasküler kaynağını içerir. Radial sinir risk altında olduğundan anterior ekartör yerleştirilirken dikkatli olunmalıdır. Kırığın trohlear veya medial boyutu anteriordan değerlendirilebildiğinde yaklaşım tamamlanmıştır (64).

Monteggia Kırıklı Çıkığı

Monteggia kırıklı çıkığı radiokapitellar eklemden çıkık ve proksimal radioulnar eklemden bozulma ile birlikte ulna kırığını tanımlamıştır. Sıklıkla yetişkinlerdeki benzerleriyle birlikte gruplandırılmalarına rağmen, pediatrik popülasyondaki Monteggia kırıklı çıkıkları, tanı ve yönetimde özel dikkat ve değerlendirme gerektiren benzersiz yaralanma paternlerine sahip olabilir. Tedavinin odak noktası, tipik olarak ulnanın anatomik redüksiyonu ile yönlendirilen radiokapitellar eklemin stabil redüksiyonudur.

Bununla birlikte, çocukların olgunlaşmamış kemiklerindeki kırıkların doğası, tedaviyi etkileyebilecek çeşitli yaralanma modelleriyle sonuçlanır. Tam olmayan veya plastik olarak deforme olmuş kırıklar genellikle daha stabildir ve alçıda anatomik redüksiyonun korunmasına izin verebilir. Bu nedenle, çocuklarda operatif müdahale parçalanmış veya instabil kırıklarda yapılır. Tanı ve uygun tedavi akut ortamda gerçekleştirildiğinde, önkol ve dirsek hareketinin iyileşmesi ve kırık kaynaması ile sonuçlar genellikle tatmin edicidir. Yetişkinlerde ise çoğu pediatrik hastanın aksine ulnanın açık redüksiyonu ve internal fiksasyonu gerekmektedir. Radius başı çıkığı veya sublüksasyonu tanınmaz veya yeterince tedavi edilmezse, ilerleyici instabilite, deformite, hareket kaybı ve gecikmiş ulnar ve/veya radial sinir felçlerine yol açabilir (65). Ayrıca akut çıkıklarda Radius başı çıkığının sinire basısı sebebiyle %10 radial PİN arazi görülmektedir. PİN arazi çoğunlukla 2-3 ay içerisinde spontan olarak geçmektedir (11). Üstünden 4 haftadan daha uzun vakit geçmiş olan yaralanmalar Kronik Monteggia lezyonu olarak kabul edilir ve daha karmaşık cerrahi rekonstrüksiyonlar gerektirse ve daha az öngörülebilir sonuçlarla ilişkili olsa da, ulnar uzunluğu ve radiokapitellar stabiliteyi geri kazanma ilkeleri devam etmektedir (66).

Bado'nun radius başı çıkığının yönüne ve ilişkili ulna kırığının apeksinin yönüne dayanan orijinal sınıflandırması, Monteggia kırıklı çıkıklarını kategorize etmek için en yaygın kullanılan yöntem olmaya devam etmektedir (Tablo 1). Dört gerçek Monteggia tipini tanımlayan bu sistem, daha sonra benzer yaralanma mekanizmasına dayanan çeşitli Monteggia eşdeğeri lezyonları tanımlayan çok sayıda vaka raporunun yayınlanmasıyla genişletilmiştir. Bu eşdeğer lezyonlar, iskeletsel olarak olgunlaşmamış kemiğin esnekliği ve ilişkili kemik kırığı olasılığı nedeniyle özellikle çocuklarda önemlidir. Bu sınıflandırma, çocuklarda plastik deformasyon veya ulnanın tam olmayan kırığı varlığında radius başı çıkığı olasılığını vurgulamıştır.

Tablo 1. Bado Sınıflandırması (11)

Tip I (%60)	Anterior radius başı çıkığı ve apeks anterior proksimal 1/3 ulna kırığı
Tip II (%15)	Posterior radius başı çıkığı ve apeks posterior proksimal 1/3 ulna kırığı Annüler ligament yaralanmıştır
Tip III	Lateral radius başı çıkığı ve proksimal ulnar metafizyal kırık
Tip IV	Anterior radius başı çıkığı ve proksimal 1/3 radius ve ulna kırığı
Monteggia eşdeğeri veya varyantı	Radius başı çıkığı yerine kırığı olması

RADIAL SINİR VE DALLARININ İYATROJENİK YARALANMALARI

Radial sinir, sekiz humerus şaft kırığının birinde yaralanmasına rağmen, cerrahi tedavi sırasında da risk altındadır (67). Özellikle iki bölgede humerus kırığı ile yaralanma ihtimali fazladır. Yaklaşık 6 cm'lik bir mesafe boyunca humerusun periostu ile doğrudan temas halinde olduğu orta şaftın posterior bölgesinde ve lateral intermusküler septumu deldiği bölge (68). Özellikle anterolateral yaklaşımda radial sinir doğrudan yaralanabilir veya konulan plağın altında sıkışabilir.

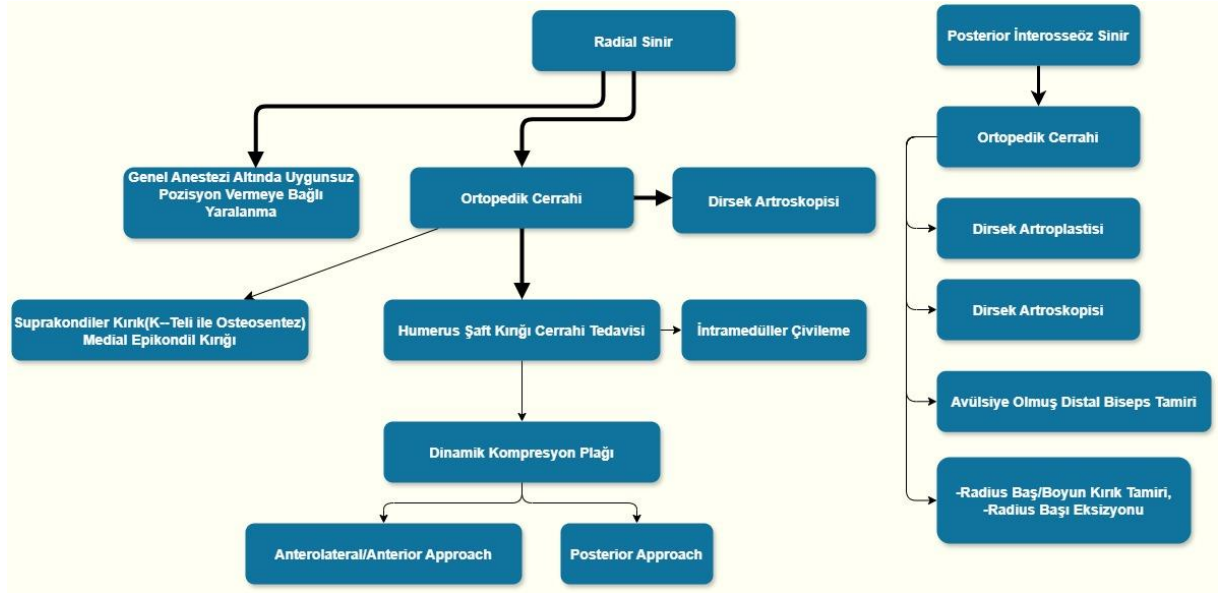
Semptomlar yaralanmanın yerine ve ciddiyetine bağlıdır ancak düşük el olsun ya da olmasın kutanöz duyu bozukluklarını ve brakioradialis ve parmak ekstansörlerinde güçsüzlüğü içerir. Nöroma oluşumu güçsüzlük ve ağrı ile ilişkili olabilir (69).

Diğer üst ekstremité sinirleri gibi kolun kol tahtası veya ameliyathane masasının kenarı gibi sert bir yapıya sıkıştırılması durumunda, genel anestezi altında kötü konumlandırmadan kaynaklanan sıkışmaya karşı savunmasızdır. Ameliyat sırasında otomatik izleme cihazına takılan bir tansiyon manşetinden kaynaklanan nöropati de bildirilmiş olmasına karşın, bu yaralanmaların çoğu yalnızca geçici palsiye neden olmaktadır (70).

Posterior interosseöz sinir dirsek artroplastisi, radius başı ve boynu kırıklarının operatif onarımı, sinovektomi, radius başı eksizyonu ve Şekil 10'da listelenenler dahil olmak üzere dirsek bölgesindeki ortopedik prosedürler sırasında iyatrojenik yaralanma riski altındadır. Vakaların yarısında semptomlar kalıcı olmaktadır. Posterior interosseöz sinirin izole yaralanmaları tipik olarak el bileği ve parmak ekstansiyonunda zayıflık (ancak düşük el görülmez çünkü ekstansör karpi radialis longus radial sinir tarafından innerve edilir), başparmağın ekstansiyon ve abdüksiyonunda zayıflık ve derin bir önkol ağrısı ile kendini gösterir (71).

Pediyatrik dirsek bölgesi kırıklarında medial kondilden yapılan pinleme/vidalama ile de iyatrojenik radial sinir hasarına sebep olabilir. Babal ve ark. tarafından suprakondiler kırıklar üstüne yapılan bir çalışmada iyatrojenik nöropraksiler pin konfigürasyonuna göre gruplandırmış ve sadece lateral pinleme yapılan 476 hastada %3,4 ve en az 1 medial pin ile tedavi edilen 827 hastada %4,1'lik bir oran bulmuşlardır. Metaanalizde, iyatrojenik nöropraksiye en sık karışan sinir ulnar (%3,2), ardından medyan (%1,8) ve radial (%1,6) sinir olmuştur (72). Yayınlanan bir vaka raporunda da medial epikondil kırığında bikortikal vidalama sonrası radial sinir palsisinin geliştiği bildirilmiştir (73).

Şekil 10’da radial sinir ve PİN yaralanmasına sebep olan iyatrojenik sebepler sıralanmıştır.



Şekil 10. Radial Sinir ve PİN İyatrojenik Yaralanma Etyolojileri

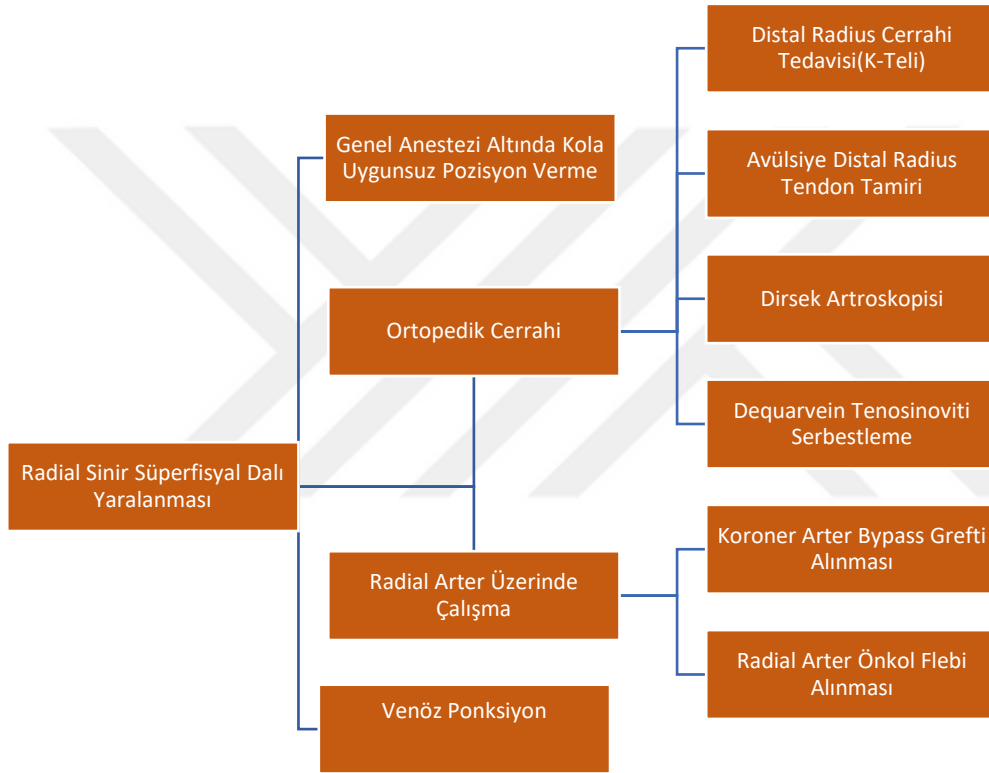
Radial sinirin süperfisyal dalı, çeşitli ortopedik ve vasküler prosedürlerde nispeten sık yaralanır (74). RSSD veya dalları, deplase olmuş bir distal radius kırığının redüksiyonunu sağlamak için Kirschner tellerinin yerleştirilmesi gibi radial stiloid yakınındaki operasyonlar sırasında hasar görebilir. RSSD, radial stiloidden ortalama olarak sadece 4 mm uzaklıktadır (75).

Deneyimli bir ortopedi cerrahının 92 kadavrada el bileğine perkütan olarak K-telleri yerleştirdiği bir çalışmada, vakaların %14'ünde süperfisyal radial sinir yaralanmıştır (76). De Quervain tenosinovitinde, abdükör pollisis longus ve ekstansör pollisis brevis tendonları ekstansör retinakulumun ilk kompartmanı içinde inflame olur. Konservatif tedavi başarısız olduğunda, tendonların cerrahi olarak serbest bırakılması endikedir; cerrahi yapılacaksa radial sinirin süperfisyal dalına zarar verme riski, longitudinal bir insizyon kullanılarak en aza indirilebilir (69,77).

RSYD ile el bileğindeki sefalik ven arasındaki yakın ilişki göz önüne alındığında, ven ponsiyonu sırasında sinir yaralanabilir. Bu durum, girişim pozisyonu olan önkol pronasyonda ve el bileği fleksiyonda olduğunda sinirin mobilizasyonun azalması sebebi ile olabilir (78). Bu durum, bazı yazarların venöz erişim için önkol distalindeki sefalik venden kaçınılması

gerektiğini önermesine neden olmuştur (69,79). Bununla birlikte, bu bölgeden venöz kanülasyon yaygındır ve semptomlar tipik olarak geçicidir.

Radial arter ön kol flebi, serbest fasyo-kutanöz flep olarak alınabilir; sefalik venden kaçınmanın RSYD'e zarar verme insidansını azalttığı görülmektedir (80). Şekil 11'de RSYD'nin iyatrojenik sebeplere dayalı yaralanma sebepleri gösterilmiştir.



Şekil 11. Radial Sinir Süperfisyal Dalı İyatrojenik Yaralanma Etyolojileri

RADIAL SİNİR VE DALLARININ YARALANMA RİSKİ OLAN CERRAHİ YAKLAŞIMLAR

Humerusa Anterolateral Yaklaşım

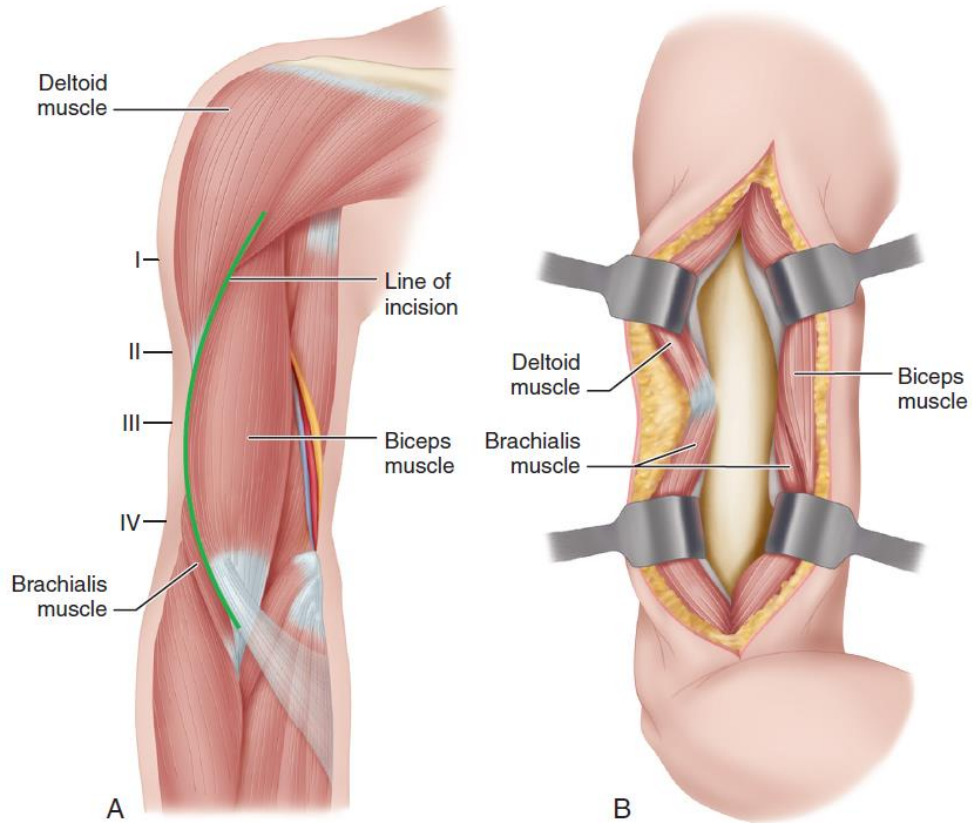
- Aralık: Proksimalde deltoid (aksiller sinir) ve pektoralis major (medial ve lateral pektoral sinirler) ile lateral biceps başı, midhumerusta brakialis (radial ve muskulokutanöz sinirler) lifleri arasında ve distalde brakialis (radial ve muskulokutanöz sinirler) ve brakioradialis (radial sinir) arasında (Şekil 12).

- Alternatif olarak, humerus brakialis ve biceps arasında açığa çıkarılabilir, ancak bu yaklaşım distale uzatılmaz.

- Volar Henry yaklaşımı ile birleştirildiğinde önkolun distaline uzatılabilir.

- Radial ve aksiller sinirler, esas olarak kuvvetli retraksiyon nedeniyle yaralanma riski altındadır. Radial sinir de spiral oluk içinde seyrederken vida penetrasyonu veya retraksiyon kompresyonu nedeniyle yaralanabilir.

- Distal açılım için, alana giren lateral antebrakiyal kutanöz sinire (biceps tendonunun altında mediallyden laterale doğru seyrederek) ve radyal sinire (brakioradialis kasının altında seyrederek) karşı dikkatli olunmalıdır (11).



Şekil 12. Humerusa Anterolateral Yaklaşım (46)

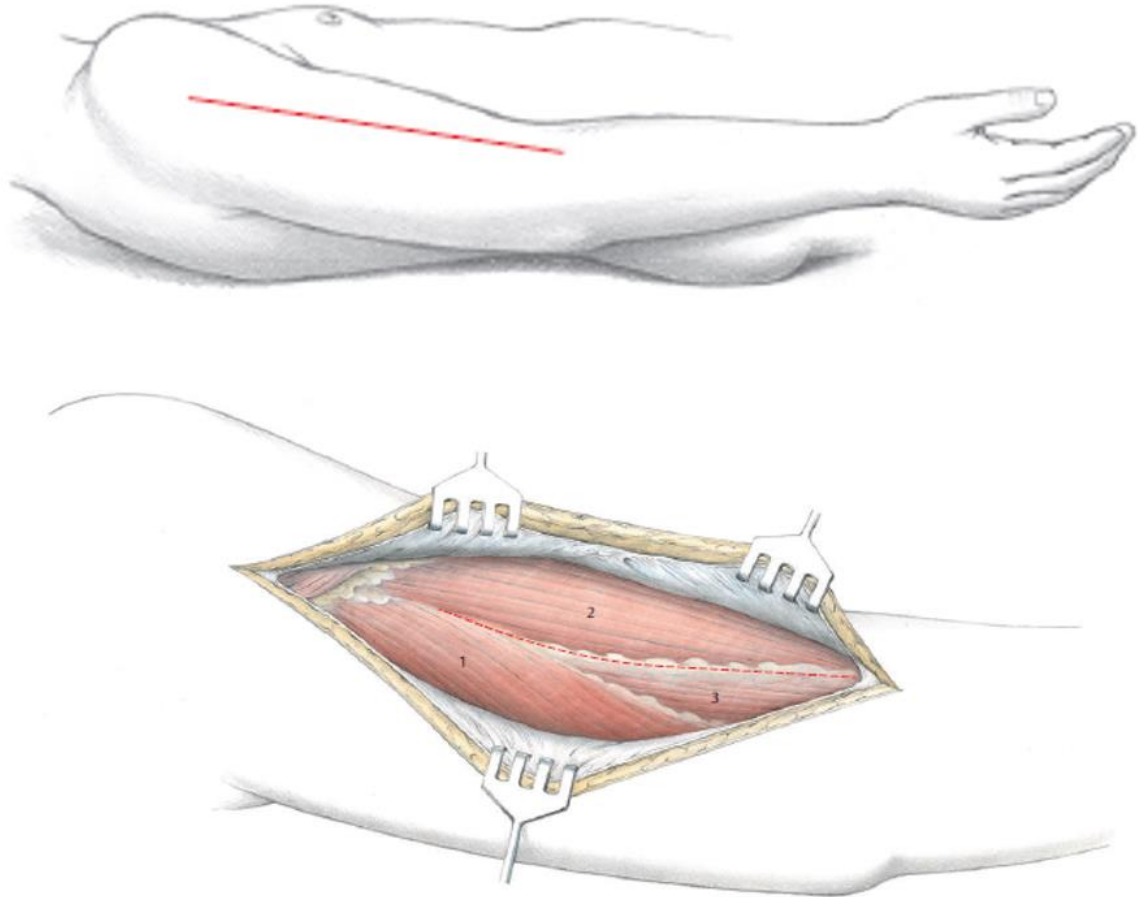
Humerusa Lateral Yaklaşım

-Cilt insizyonu deltoid insersiyosunun iki parmak proksimalinden başlar ve brakioradialisin palpe edilebildiği dirsekteki en distal noktaya kadar devam ettirilebilir.

-Fasya geçildikten sonra bir yanda brakialis lifleri arasından diğer tarafta ise brakioradialis ile triseps arasından girilir (Şekil 13).

-Radial sinir yaklaşımının distalinde brakialis ve brakioradialis arasında bulunabilir (81).

-Humerusa lateral ve anterolateral yaklaşım literatürde iki farklı yaklaşım olarak değerlendirilmemiş olup, bazı kaynaklar anterolateral yaklaşıma bazı kaynaklar ise lateral yaklaşıma yer vermiştir (11,46,64,81).



Şekil 13. Humerusa Lateral Yaklaşım.1:Triceps,2:Brakialis,3:Brakioradialis (81)

Humerusa Posterior Yaklaşım

- Kas aralığı yoktur. Diseksiyon trisepsi split keserek veya triseps mediale kaydırılarak(lateral triseps kaydırma) yapılabilir.

- Radial sinir bu yaklaşımın ve dirseğe posterior yaklaşımın proksimal uzantısını sınırlar.Radial sinir bu yaklaşımın proksimalinde medialden laterale geçer.

- Triseps split yaklaşımıyla, radial sinir mobilize edilerek posterior humerusa erişim %55'ten %76'ya çıkarılabilir.

- Yaklaşımın distalinde alana giren lateral antebrakiyal kutanöz sinire (biceps tendonunun altında medialden laterale doğru seyreder) ve radial sinire (brakioradialis kasının altında seyreder) karşı dikkatli olunmalıdır. Ulnar sinir, humerusun subperiosteal diseksiyonu titizlikle yapılmazsa tehlikeye girer (11).

Dirseğe Lateral (Kaplan) Yaklaşım

- Aralık: Ekstansör karpi radialis brevis (radial/PIN) ve ekstansör digitorum communis (PIN) arasında

- Diseksiyonda annüler ligament split kesilirken; lateral ulnar kolleteral ligamentin anteriorunda kalınır. PIN'i anteriora ve radiale hareket ettirmek için kol pronasyona getirilir (11).

Dirseğe Posterolateral (Kocher) Yaklaşım

- Aralık: Ankoneus (radial sinir) ile ekstansör karpi ulnaris (PIN) arasında

- Diseksiyonda PIN'i anteriora ve radiale hareket ettirmek için kol pronasyona getirilir ve proksimal supinator lifler arasından radial başa ulaşılır.

- Bu yaklaşımın annüler ligamentin distaline uzatılması PIN'in yaralanma riskini artırır (11).

Ön Kola Anterior (Henry) Yaklaşım

-Aralık: Proksimalde brakioradialis (radial sinir) ile pronator teres ve distalde FCR (median sinir) ile brakioradialis arasında

-Yaklaşımın proksimal kısmında önkolun supinasyona alınması PIN'i lateral ve posteriora çekerek korumaya alır. PIN derin diseksiyon sırasında yaralanabilir.

- Radial sinirin yüzeysel dalı brakioradialis ile birlikte ekarte edilerek korunmalıdır (laterale doğru geri çekilmelidir).

- Radial arter, biceps tendonunun medialinde seyrettiği için proksimalde ve brakioradialisin retraksiyonu ile distalde yaralanma riski altındadır (11).

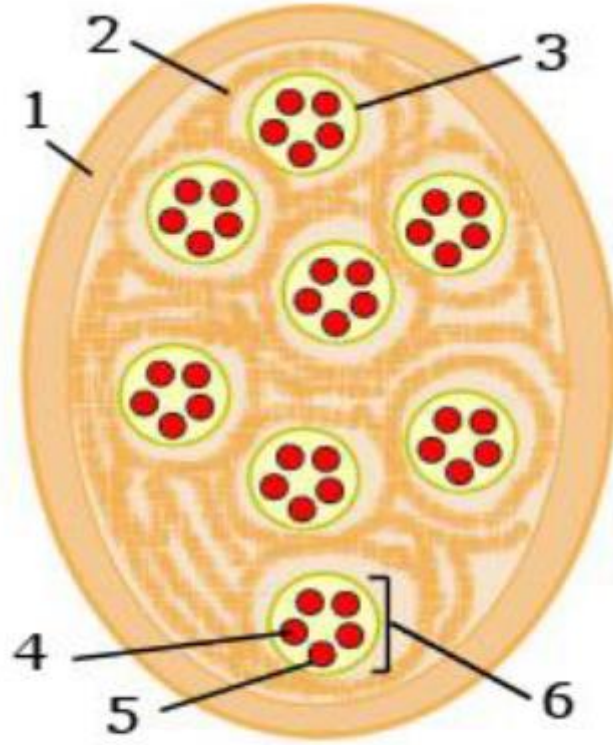
Ön kola Posterior (Thompson) Yaklaşım

- Aralık: Ekstansör karpi radialis brevis (radial sinir/PIN) ile ekstansör digitorum communis veya ekstansör pollisis longus distali (PIN) arasında

- Önkol supinasyona getirilmeden önce supinatörden çıkarken PİN tanımlanmalı ve korunmalıdır. Supinatör kası proksimal radiusun ön yüzeyinden diseke edilmelidir.
- Distalde, radiusun orta ve distal kısımlarına erişim sağlamak için abduktor pollisis longus ve ekstansör pollisis brevis ekarte edilmelidir (11).

PERİFERİK SİNİR MİKROANATOMİSİ VE YARALANMALARININ PATOFİZYOLOJİSİ

Periferik sinir yapısı ve yaralanmaya verdiği yanıtın anlaşılması önemlidir çünkü bu bilgi tanısal testlerin yorumlanmasını ve tedaviyi etkileyecektir (53). Her bir akson endonöryum adı verilen bir bağ dokusu matriksi ile kaplıdır. Aksonlar daha sonra perinöryum tarafından çevrelenen bir fasikül halinde gruplanır. İnterfasiküler doku iç epinöral tabakadır ve periferik sinirin en dış kılıfı dış epinöryumdur (Şekil 14). Perinöryum bir sinirin gerilme gücünün kaynağıdır; iç epinöryal katman ise bir miktar kompresif koruma da sağlar. Bu nedenle, iç epinöryumu daha az olan sinirler, kompresyon hasarına en yatkın olanlardır. Kan damarları epinöryum ve perinöryumun her iki katmanı boyunca uzunlamasına uzanır (82).



- 1 = dış perinöryum
- 2 = iç perinöryum
- 3 = epinöryum
- 4 = akson
- 5 = endonöryum
- 6 = fasikül

Şekil 14. Periferik Sinir Yapısı (83)

Periferik sinirler monofasiküler ya da polifasiküler olabilir. Genel bir prensip olarak, distal sinirler daha polifasiküler hale gelir ve her fasikül, özellikle dallanma noktalarının yakınında, duyu ve motor bir işleve karşılık gelir (84,85).

Periferik sinirlerin içindeki duyu ve motor dalların yerleşimi sinire ve sinirin farklı bölgelerinde farklılık gösterebilir. Anterior interosseöz sinir(AİS) dalı oluşmadan önce median sinir içinde, AİS'e karşılık gelen motor lifler posteriodadır (86). AİS dallanma noktasından sonra, median sinirin motor fasikülleri radial tarafta lokalize olur. Ulnar sinir için önkolun ortasında motor sinir lifleri, dış dorsal ve volar duyu fasiküller arasında merkezi olarak bulunur (84).

Sinir hasarının en yaygın kullanılan iki sınıflandırması Seddon ve Sunderland tarafından geliştirilmiştir. Nöropraksi veya Sunderland'ın birinci derece yaralanması, yapısal hasarın olmadığı geçici lokalize iletim bloğu yaralanmasını tanımlar (85,87).

Sunderland'ın ikinci derece yaralanması olan aksonotmezis, izole aksonal ve miyelin yaralanması ile ortaya çıkar ancak endonöryum sağlam kalmıştır. Sunderland'ın üçüncü ve dördüncü derece yaralanmaları, aksonotmezisin giderek daha şiddetli biçimleridir; çünkü yaralanma artık fibrozise ve kılavuz endonöryal tüplerin kaybına neden olan endonöryal hasarla ilişkilidir. Aksonların, endonöryumun ve perinöryumun tüm fasikül boyunca tamamen kesilmesi, Sunderland'ın dördüncü derece yaralanmaları işaret eder. Sunderland'ın beşinci derece yaralanması olan nörotmezis, epinöryum dahil tüm periferik sinirin tamamen transeksiyonu ile meydana gelir. Sunderland'ın altıncı derece (modifiye) yaralanması, yaygın karışık derecelerde sinir yaralanmasıyla sonuçlanan (kısmi rejenerasyonla sonuçlanabilen) bir ezilme veya traksiyon yaralanmasını tanımlar (55,84,85). Tablo 2'de Sunderland ve Seddon sınıflamaları ve beklenen iyileşme gösterilmiştir.

Tablo 2.Sunderland ve Seddon Sınıflaması

Sunderland Sınıflaması	Seddon Sınıflaması	Zarar Gören Yapılar	Beklenen İyileşme
I	Nöropraksi	İletim Bloğu +/- myelin yaralanması	Tam iyileşme
II	Aksonotmezis	Derece I + akson devamlılığının kaybı	Çok iyi/İyi
III	Aksonotmezis	Derece II + endonöryum devamlılığının kaybı	Değişken
IV	Aksonotmezis	Derece III + perinöryum devamlılığının kaybı	Değişken/Zayıf
V	Nörotmezis	Derece IV + epinöryum devamlılığının kaybı	Hiç iyileşmez
VI	Nörotmezis	Diffüz farklı derecede yaralanma	Zayıf

Geleneksel olarak sinir rejenerasyon hızı günde 1 mm olarak belirtilse de, hücre gövdesinden uzaklaştıkça büyüme hızı azaldığı için bu hız aslında değişkendir. Yenilenen sinirlerin remiyelinizasyon ve aksonal çapta progresif artıştan oluşan olgunlaşması, aksonal büyümeden daha yavaş bir hızda gerçekleşir. Motor sinirlerde, kasın kendisi fonksiyonel reinnervasyonu destekleme yeteneğini yavaş yavaş kaybeder. Bu süreç yaklaşık 18 ay sürer (87,88).

Reinnervasyonun ardından intakt aksonlar denerve bölgelere ilerler ve bunun sonucunda reinnerve kas lif grupları tipik olarak yaralanma öncesi motor ünitelerden daha büyük ve daha az organize olur (88). Birinci ve ikinci derece yaralanmalar genelde konservatif tedavi ile iyileşebilirken, bazı üçüncü derece ve dördüncü, beşinci, altıncı derece yaralanmaların tümü en iyi fonksiyonel iyileşme şansını elde etmek için cerrahi müdahale gerektirir (84). Fizik muayene ve tanısal testlerden ilgili tüm veriler elde edildikten sonra, cerrahinin endike olup olmadığına karar vermek cerrahin takdirine bağlıdır.

RADIAL SINİR YARALANMALARINDA TANI, TAKİP VE TEDAVİ

Travmatik durumlarda, kırığın üstündeki ve altındaki eklemler de dahil olmak üzere tüm kemiğin radyografik olarak görüntülenmesi önerilir. İpsilateral uzuv kırıklarını veya humerus kırığı ile birlikte proksimal radius ve ulna kırığı gibi yüzen bir dirseği ekarte etmek önemlidir. Elektromiyografi (EMG) ve sinir iletim hızı (NCV) çalışmaları, radial sinir yaralanması için hem tanısal hem de takip araçları olarak kullanılabilir (55). Nörofizyolojik NCV testi, etkilenen sinir dallarının belirlenmesine yardımcı olabilir ve EMG stimülasyonuna distal kas yanıtı ile birlikte, bir sinir boyunca sinyal iletiminin gerçekleşip gerçekleşmediğini belirlemeye yardımcı olabilir. NCV demiyelinizasyonu aksonal kayıptan ayırır ve EMG nöropaksi ile aksonotmesis veya nörotmesis arasında ayırım yapar. Bu iğne elektrotlarından alınan elektriksel aktivite bilgileri bir araya getirildiğinde, patoloji iletim yavaşlaması, demiyelinizan iletim bloğu veya iletim yetersizliği olarak sınıflandırılabilir (55).

Yaralanmadan sonraki 10 gün içinde başlangıç olarak yapılan erken EMG/NCV testi, sinir devamlılığı bilinmediğinde, sinirin transekte veya kontüze olup olmadığını belirlemek için kullanılabilir, bu da sağlam ancak yavaşlamış iletimi gösterebilir. Küçük çocuklar genellikle iğne çalışmalarını tolere etmekte zorlanırlar, bu nedenle anksiyolitik ilaç veya bilinçli sedasyon kullanılabilir. Radial sinir iyileşmesinin ilerlemesini izlemek ve cerrahi müdahaleyi planlamak

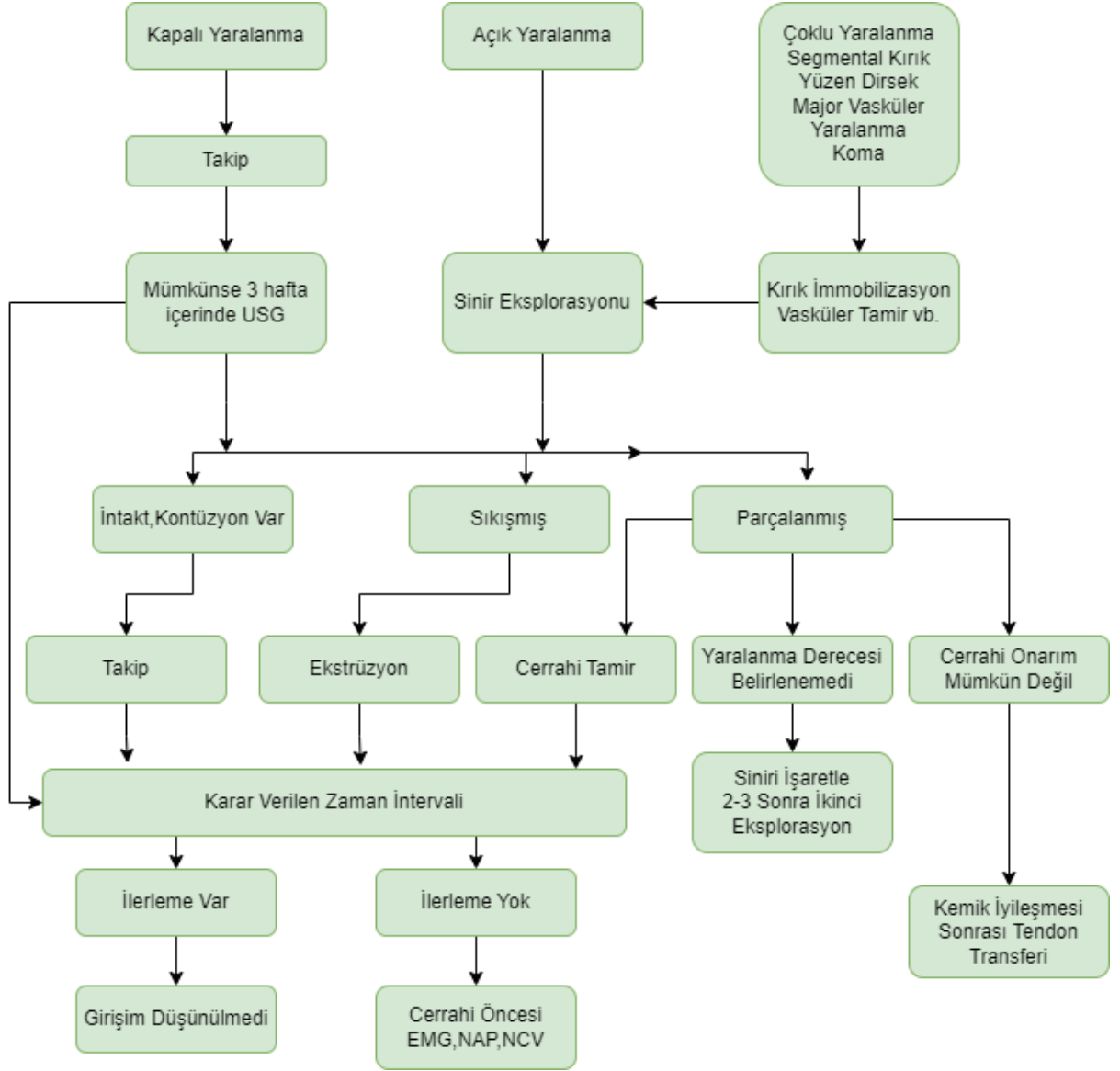
için yaralanmadan 6 hafta sonra karşılaştırmalı bir elektrodiagnostik çalışma tekrarlanabilir (55).

Sonucu etkileyen faktörler arasında hastanın yaşı, yaralanma mekanizması, yaralanmanın anatomik seviyesi, tıbbi komorbiditeler ve kapalı kafa travması gibi diğer ilişkili yaralanmalar yer alır. Splint immobilizasyonu ve anti-enflamatuar ilaçlarla destekleyici tedavi, esnek hareket aralığını korumak için fizik tedavi ile birlikte, hasta bir terapistle birlikte katılabildiğinde faydalıdır (89). Radial sinir felci tedavisi, tekrarlayan el bileği fleksiyonu ve dirsek ekstansiyonunun sınırlandırılmasına odaklanır ve el bileği ve parmakların pasif ekstansiyonunun sürdürülmesini vurgular (53).

Splintleme statik, dinamik veya her ikisinin bir kombinasyonu olabilir. Fonksiyonel splintlerin amacı hareket açıklığını korumak, eklem kontraktürlerini önlemek ve sinir iyileşmesi kademeli olarak ilerlerken motor fonksiyona yardımcı olmaktır. Radial sinir felci sırasında, el bileğinin fleksörleri ve ekstansörleri arasındaki normal karşılıklı tenodez kaybolur, bu nedenle ideal bir splint, el bileği ekstansiyonu ile parmak fleksiyonunu ve el bileği fleksiyonu ile parmak ekstansiyonunu yeniden oluşturmalıdır (89).

Radial sinir parezisi çözülürken terapi ve splintleme gibi destekleyici tedavilerin kullanılması faydalıdır, ancak bazı çocuklar terapötik egzersizlere katılmak için çok küçüktür veya hantal dinamik splintleri tolere edemezler, bu nedenle bazı doktorlar statik splintleme ve gözlem ile daha az agresif bir yaklaşımı tercih eder (53).

Kırıklarda radial sinir hasarının erken cerrahi tedavisine karşı beklenti konusunda önemli tartışmalar olmuştur, ancak Shao ve arkadaşları tarafından yapılan sistematik bir inceleme, nonoperatif ve operatif tedavi ile sinir iyileşme oranında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmamıştır. Çalışmaya dahil edilen 35 makale içinde humerus kırığı olan toplam çocuk hasta sayısının az olduğunu tespit etmelerine rağmen, hem yetişkin hem de çocuk hastalar için bu kırıklarda, radial sinir felcinin erken tedavisine konservatif bir yaklaşım önermişlerdir. Yazarlar humerus cisim kırıklarında radial sinir felci için Şekil 15'te gösterilen bir tedavi algoritması önermişlerdir (67).



Şekil 15. Humerus Kırığına Bağlı Radial Sinir Palsisinde Tedavi Algoritması (67)

Radial sinir felçlerinin çoğunda cerrahi olmayan bir yaklaşım uygulanabilir; çünkü nörolojik iyileşme günde yaklaşık 1 mm oranında 3-6 ay içinde gerçekleşir (90). Radial sinir en sık traksiyon veya kontüzyon mekanizmaları ile yaralanır ve nöropraksi yaralanmasına neden olur, ancak radial sinir dağılımında güçsüzlük ve duyu kaybı ile sonuçlanan üst ekstremiteye penetran travma veya açık kırıklar akut cerrahi eksploasyonu ve sinir onarımını gerektirir. 6 aydan sonra radial sinir fonksiyonel iyileşmesinin olmaması, olası nöroliz ve sinir onarımı ile cerrahi keşif yapılmasını gerektirir, çünkü tedavi edilmemiş radial sinir felcinin 12 aydan sonra iyileşmesi olası değildir (91).

Dikkatli bir cerrahi planlama gereklidir ve cerrah, ameliyat sırasında sinir grefti veya sinir transferlerini seçenek olarak kullanmaya hazır olmalıdır. İkincil sinir prosedürlerinden sonra motor iyileşmenin başarısız olması, duyu kaybının uzun vadeli bir sorun olarak kabul edilerek tendon transferlerinin yapılmasını gerektirebilir. Neyse ki, çocuklar radial sinir yaralanmasından fonksiyonel olarak yetişkinlerden daha iyi iyileşme eğilimindedir (53).



GEREÇ VE YÖNTEMLER

ARAŞTIRMADA KULLANILAN YÖNTEM, YAPILDIĞI YER VE TARİH

Bu çalışma 01/10/24 ile 01/12/24 tarihleri arasında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Hastanesi'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışma 3 ile 13 yaş arasında olan 48 sayıda kadın ve 57 erkek cinsiyette çocuk ile yapılmıştır. Ölçümler katılımcıların sağ kolundan yapılmıştır. Ölçümler için 4 referans nokta seçildi ve ultrason görüntüleme (USG) ile bu noktalar tespit edilip cilt üzerinden cerrahi işaretleme kalemi ile bu noktalar işaretlendi. Referans noktalar arasındaki mesafeler mezura ile ölçüldü.

Çalışmada referans alınan noktalar:

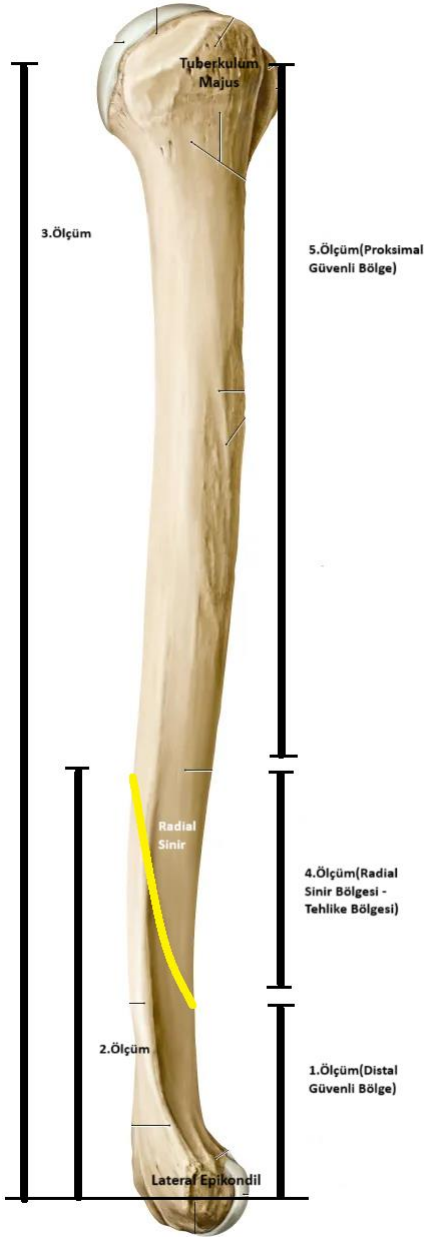
- 1.Humerus tuberkulum majusu
- 2.Humerus lateral epikondili
- 3.Radial sinirin humerusun posteriorundan lateraline geçtiği nokta
- 4.Radial sinirin humerusun lateralinden anterioruna geçtiği nokta

Çalışmada ölçülen uzunluklar:

- 1.Ölçüm: Humerus lateral epikondili ile radial sinirin humerusun lateralinden anterioruna döndüğü nokta arası uzaklık. Bu bölge radial sinir için distalde güvenli bölgedir.
- 2.Ölçüm: Humerus lateral epikondili ile radial sinirin humerusun posteriorundan lateraline geçtiği nokta arası uzaklık.
- 3.Ölçüm: Humerus lateral epikondili ve humerus tuberkulum majusu arasındaki uzaklık.

4.Ölçüm: Radial sinirin humerusun posteriorundan lateraline geçtiği nokta ile lateralinden anterioruna geçtiği nokta arasındaki uzaklık. Bu bölge radial sinirin humerusun lateralinde bulunduğu ve lateralden yapılacak işlemler için yaralanma tehlikesinin bulunduğu bölgedir.

5.Ölçüm: Humerus tuberkulum majusu ile radial sinirin humerus posteriorundan humerusun lateraline geçtiği bölge arasındaki uzaklık. Bu bölge radial sinir için proksimalde güvenli bölgedir (Şekil 16).



Şekil 16. Ultrasonografide referans alınan noktalar ve bu noktalar arasından yapılan ölçümler

KATILIMCILARIN SEÇİMİ

Ölçüm yapılan katılımcılar daha önce sağ üst ekstremitede herhangi bir kırık, derin kesi öyküsü, derin doku enfeksiyonu, metabolik hastalığı, kas iskelet sistemini etkileyen sendromu olmayan çocuklardan seçildi.

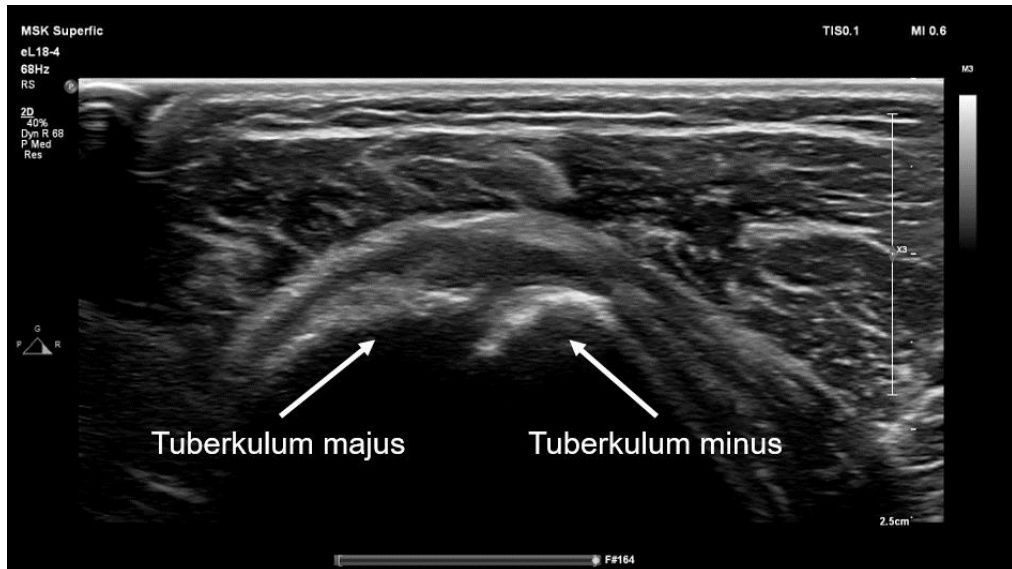
Katılımcılara ve ailelerine çalışmanın amacı ve içeriği hakkında sözel olarak ayrıntılı bilgi verildikten sonra, çalışmaya katılmayı kabul eden katılımcı ailelerine “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” esas alınarak yazılı bilgi verildi ve katılımcıların onamları alındı.

Çalışma öncesinde Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Etik Kurulu’ndan proje için onay alındı.

USG İLE NOKTALARIN BELİRLENMESİ VE ÖLÇÜM

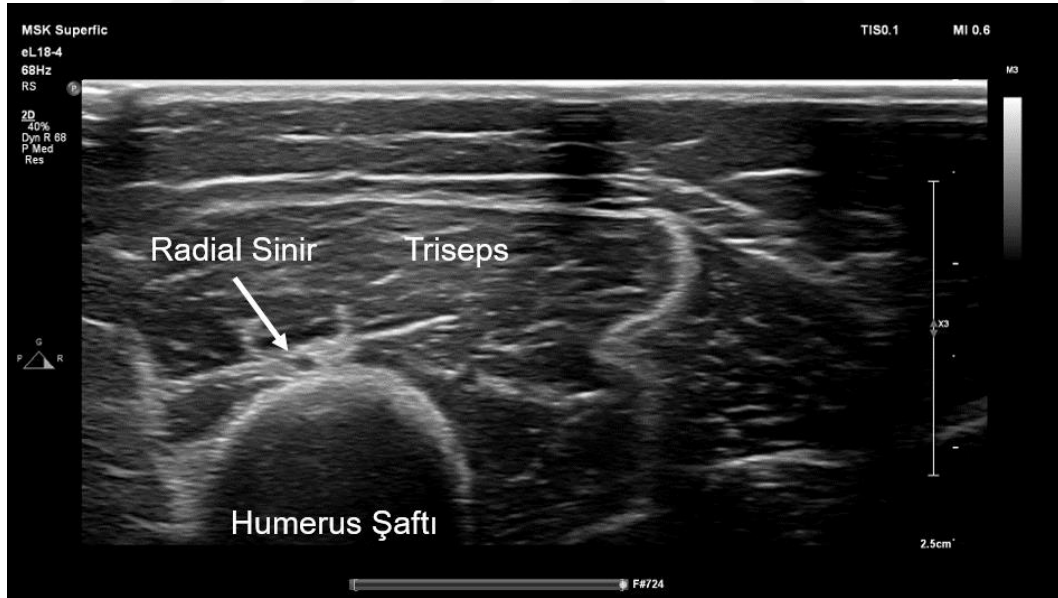
Ultrasonografik değerlendirmeler, yüksek çözünürlüklü bir ultrasonografi cihazı (EPIQ 7, Philips Healthcare, Amsterdam, Hollanda) ve yüksek frekanslı lineer prob (eL18-4) kullanılarak gerçekleştirildi. Olgular oturur pozisyonda, ön kol diz üzerinde dinlenir vaziyette sağ koldan yapılan standart incelemelerde kas-iskelet ön-seti ile radial sinir ve daha önce belirlenen referans noktalar mümkün olan en yüksek frekans ayarı ile detaylı olarak değerlendirildi.

Öncelikli olarak humerus tuberkulum majusu USG ile bulundu ve cerrahi işaretleme kalemi ile cilt üzerinde işaretlendi (Şekil 17).



Şekil 17. Tuberkulum majus düzeyinden geçen kesitin sonografik görüntüsü.

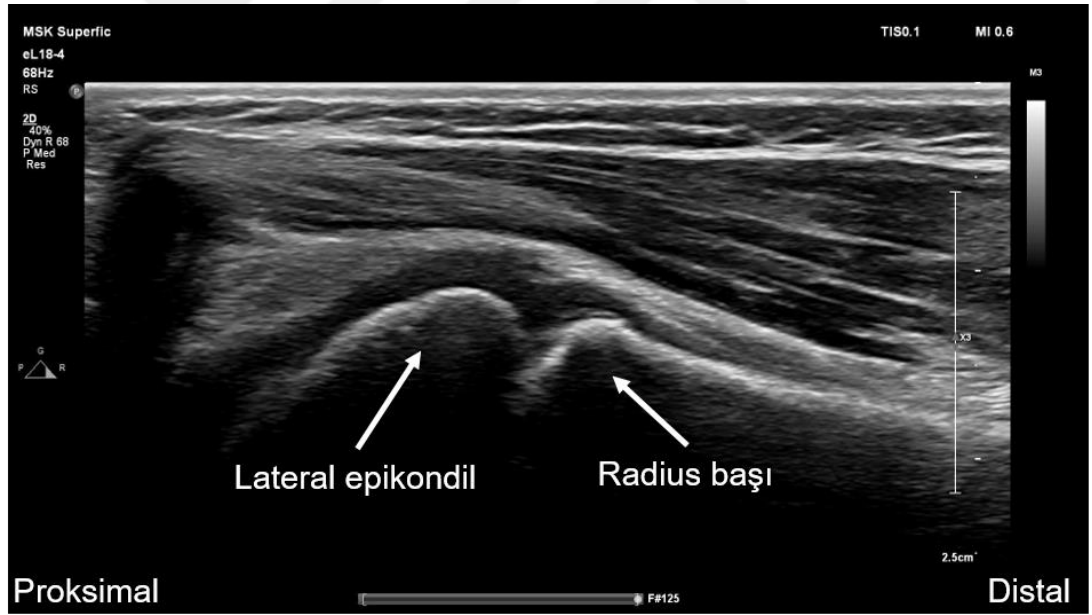
Radial sinir, hipoekojenik fasiküller ve çevresindeki hiperekojenik bağ dokusu ile tipik "petek" yapısı göstererek tanımlandı. Sinirin belirlenmesini takiben, aksiyel sonogramlar eşliğinde proksimal ve distal yönde izlenerek anatomik konfigürasyonu ve komşu dokularla ilişkisi değerlendirildi. Elevator tekniği kullanılarak sinirin daha uzun bir segment boyunca takibi sağlandı. Longitudinal sonogramlar rutin olarak alınmadı, ancak kontralateral karşılaştırma özellikle radial sinir trasesi açısından şüpheli olgularda ek değerlendirme amacıyla kullanıldı. Ayrıca, Renkli Doppler ultrasonografi (RDUS) kullanılarak sinir etrafındaki vasküler yapılar belirlendi ve anatomik belirteç olarak kullanıldı (92). Belirlenen diğer referans noktaları (radial sinirin humerusun posteriorundan lateraline geçtiği nokta ile lateralden anteriora geçtiği noktalar ve lateral epikondiler düzey) USG ile belirlendikten (Şekil 18-20) sonra, ölçüm yapılması amacıyla cerrahi işaretleme kalem ile cilt üzerinde işaretlendi. Tüm sonografik incelemeler, 9 yıllık deneyime sahip tek bir radyolog tarafından gerçekleştirildi.



Şekil 18. Radial sinirin humerusun posteriorundan lateraline geçtiği noktanın aksiyel sonografi görüntüsü.



Şekil 19. Radial sinirin humerusun lateralinden anterioruna geçtiği noktanın sonografik olarak belirlenmesi.

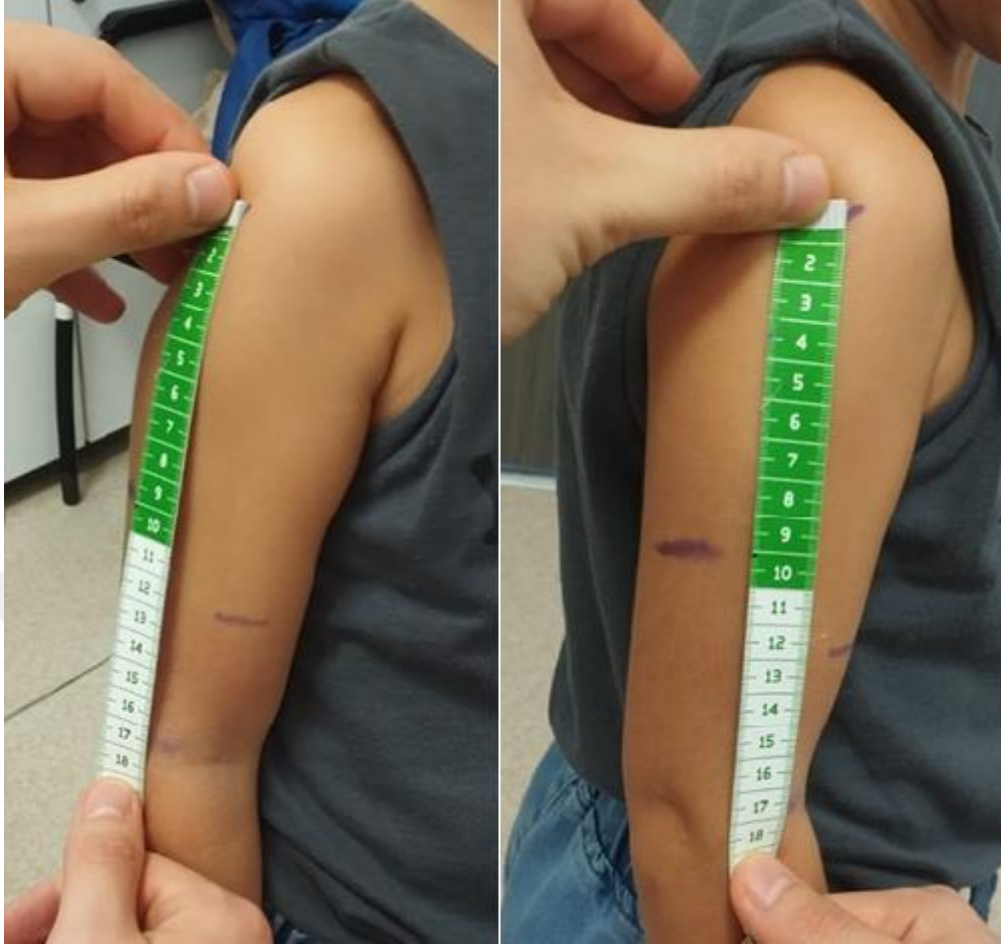


Şekil 20. Lateral epikondil düzeyinden geçen longitudinal sonografi görüntüsü

USG ile belirlenen referans noktalar (Şekil 21) cilt üzerinden işaretlenerek referans noktalar arası mesafe mezura yardımı ile ölçüldü (Şekil 22).



Şekil 21. USG eşliğinde referans noktalarının tespiti



Şekil 22. Cilt üzerinden yapılan işaretlenen referans noktalar arası mesafelerin ölçümü

İSTATİKSEL ANALİZ

İstatistiksel analizler SPSS (IBM SPSS Statistics 27) adlı paket program kullanılarak yapılmıştır. Bulguların yorumlanmasında frekans tabloları ve tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır.

Normal dağılıma uygun ölçüm değerleri için parametrik yöntemler kullanılmıştır. Parametrik yöntemlere uygun şekilde, iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Independent Sample-t” test (t-tablo değeri) yöntemi kullanılmıştır.

Normal dağılıma uygun olmayan ölçüm değerleri için parametrik yöntemler kullanılmıştır. Parametrik olmayan yöntemlere uygun şekilde, iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Mann-Whitney U” test (Z-tablo değeri); üç veya daha fazla

bağımsız grubun karşılaştırılmasında “Kruskal-Wallis H” test (χ^2 -tablo değeri) yöntemi kullanılmıştır.

Normal dağılıma sahip olmayan iki nicel değişkenin ilişkilerinin incelenmesinde “Spearman” korelasyon katsayısı kullanılmıştır.



BULGULAR

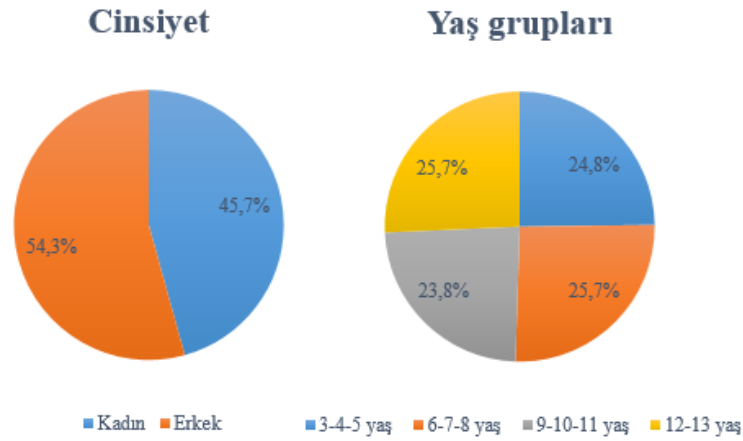
Çalışmada 3-13 yaş grubundaki 105 farklı erkek ve kız çocukta ultrasonografik ölçüm yapılmıştır. USG ile belirlenen 4 farklı noktanın birbirine göre uzaklıkları ölçülmüş ve 5 farklı uzunluk ölçümü istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Bu çocuklar 3-4-5,6-7-8,9-10-11,12-13 yaş grupları halinde değerlendirilmiştir.

Tablo 3. Araştırmaya ilişkin tanıtıcı özelliklerin dağılımı

Değişken (N=105)	n	%
Cinsiyet		
Kadın	48	45,7
Erkek	57	54,3
Yaş sınıfları [$\bar{X} \pm S.S. \rightarrow 8,36 \pm 3,33$ (yıl)]		
3-4-5 yaş	26	24,8
6-7-8 yaş	27	25,7
9-10-11 yaş	25	23,8
12-13 yaş	27	25,7

Kişilerin yaş ortalamasının $8,36 \pm 3,33$ (yıl) olduğu tespit edilmiştir. 48 kişinin (%45,7) kadın ve 57'sinin (%54,3) erkek olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).



Şekil 23. Cinsiyet ve yaş sınıflarının dağılımı

Cinsiyet ve yaş sınıflarının dağılımı Şekil 23'te verilmiştir.

Tablo 4. Çalışmaya ilişkin tanımlayıcı istatistiklerin dağılımı

Değişken (N=105)	Ortalama	S.S.	Medyan	Min.	Max.
1. Ölçüm – Distal Güvenli Bölge	52,09	18,34	49,0	8,0	103,0
2. Ölçüm	94,83	26,39	98,0	17,0	150,0
3. Ölçüm	196,57	45,66	209,0	49,0	309,0
4. Ölçüm - Radial Sinir Bölgesi(Tehlike Bölgesi)	42,74	13,04	44,0	3,0	69,0
5. Ölçüm – Proksimal Güvenli Bölge	101,83	26,13	102,0	32,0	192,0

Çalışmaya ilişkin tanımlayıcı istatistiklerin dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 5. Yaş sınıflarına göre nicel bulguların karşılaştırılması

Yaş sınıfları	3-4-5 yaş (n=26) ⁽¹⁾		6-7-8 yaş (n=27) ⁽²⁾		9-10-11 yaş (n=25) ⁽³⁾		12-13 yaş (n=27) ⁽⁴⁾		İstatistiksel analiz* Olasılık
	$\bar{X} \pm S.S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S.S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S.S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S.S.$	Medyan [IQR]	
1. Ölçüm – Distal Güvenli Bölge	32,03±9,3 8	33,0 [11,3]	49,37±13, 61	46,0 [22,0]	56,12±12, 94	55,0 [22,0]	70,74±10, 99	70,0 [8,0]	$\chi^2=63,74$ 3 p<0,001 [1,2,3-4] [1-2,3]
2. Ölçüm	64,03±16, 74	68,0 [11,0]	90,14±21, 87	90,0 [32,0]	105,20±14 ,65	105,0 [23,5]	119,19±13 ,97	117,0 [20,0]	$\chi^2=65,37$ 6 p<0,001 [1-2,3,4] [2-3,4] [3-4]
3. Ölçüm	135,65±30 ,39	138,0 [40,5]	189,14±20 ,34	189,0 [30,0]	222,96±15 ,72	225,0 [20,5]	238,22±23 ,89	230,0 [24,0]	$\chi^2=81,14$ 4 p<0,001 [1-2,3,4] [2-3,4]

Tablo 5. Yaş sınıflarına göre nicel bulguların karşılaştırılması (devamı)

4.Ölçüm - Radial Sinir Bölgesi(Teh like Bölgesi)	32,00±10, 81	30,5 [11,3]	40,78±15, 29	45,0 [13,0]	49,08±10, 02	50,0 [11,0]	48,44±10, 76	48,0 [16,0]	$\chi^2=32,96$ 9 p<0,001 [1-2,3,4] [2-3]
5.Ölçüm – Proksimal Güvenli Bölge	71,62±17, 96	69,0 [22,5]	99,00±15, 81	97,0 [13,0]	117,76±16 ,48	120,0 [14,5]	119,03±21 ,12	115,0 [10,0]	$\chi^2=63,91$ 9 p<0,001 [1-2,3,4] [2-3,4]

*Normal dağılıma sahip olmayan verilerde üç veya daha fazla bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Kruskal-Wallis H” test (χ^2 -tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

Yaş gruplarına göre 1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($\chi^2=63,743$; $p<0,001$). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar sonucunda; 3-4-5 yaş, 6-7-8 yaş ve 9-10-11 yaş grubunda olanlar ile 12-13 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 12-13 yaş grubunda olanların 1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge) değerleri, 3-4-5 yaş, 6-7-8 yaş ve 9-10-11 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde, 3-4-5 yaş grubunda olanlar ile 6-7-8 yaş ve 9-10-11 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 6-7-8 yaş ve 9-10-11 yaş grubunda olanların 1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge) değerleri, 3-4-5 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

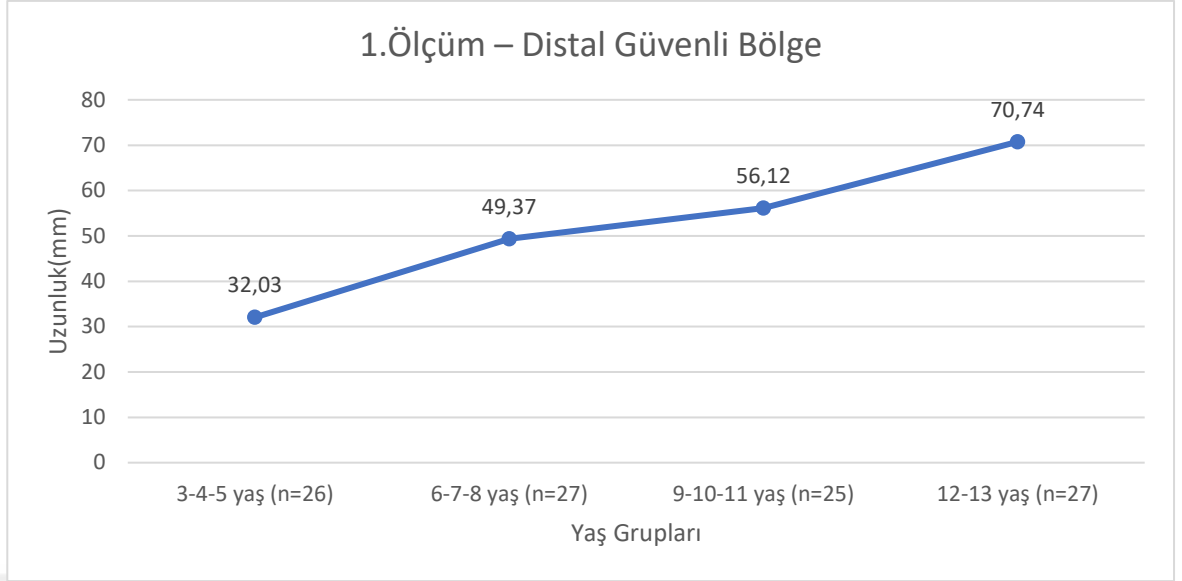
Yaş gruplarına göre 2.Ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($\chi^2=63,743$; $p<0,001$). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar sonucunda; 3-4-5 yaş grubunda olanlar ile 6-7-8 yaş, 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 6-7-8 yaş, 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanların 2.Ölçüm değerleri, 3-4-5 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde, 6-7-8 yaş grubunda olanlar ile 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanların 2.Ölçüm değerleri, 6-7-8 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak, 9-10-11 yaş grubunda olanlar ile 12-13 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 12-13 yaş grubunda olanların 2.Ölçüm değerleri, 9-10-11 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yaş gruplarına göre 3.Ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($\chi^2=81,144$; $p<0,001$). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit

etmek için yapılan Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar sonucunda; 3-4-5 yaş grubunda olanlar ile 6-7-8 yaş, 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 6-7-8 yaş, 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanların 3.Ölçüm değerleri, 3-4-5 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde, 6-7-8 yaş grubunda olanlar ile 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanların 3.Ölçüm değerleri, 6-7-8 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

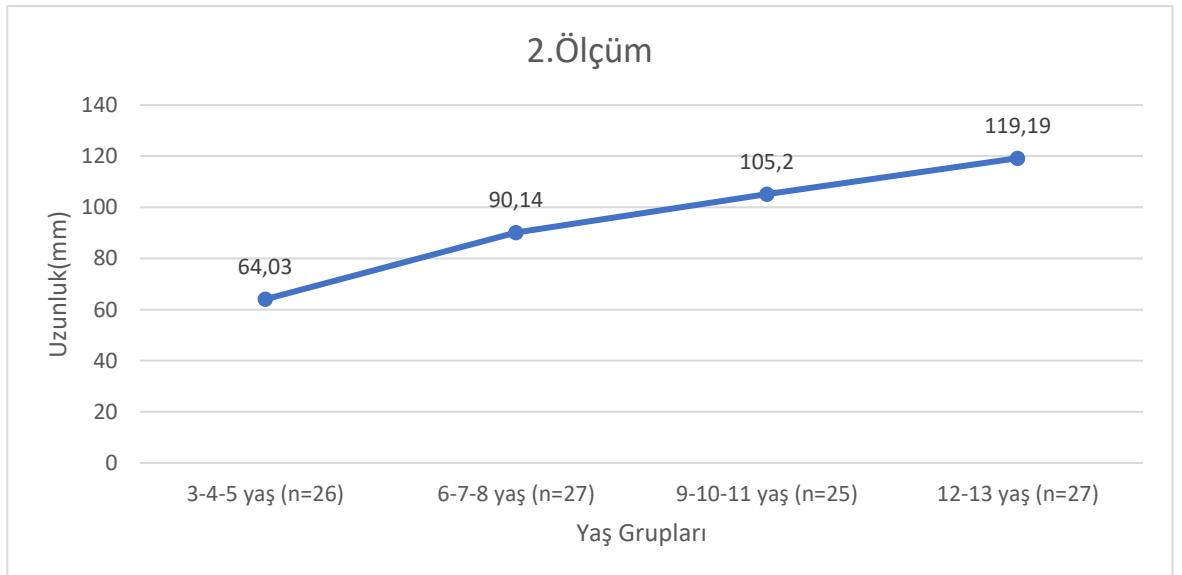
Yaş gruplarına göre 4.Ölçüm(Radial Sinir Bölgesi) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($\chi^2=32,969$; $p<0,001$). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar sonucunda; 3-4-5 yaş grubunda olanlar ile 6-7-8 yaş, 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 6-7-8 yaş, 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanların 4.Ölçüm(Radial Sinir Bölgesi) değerleri, 3-4-5 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde, 6-7-8 yaş grubunda olanlar ile 9-10-11 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 9-10-11 yaş grubunda olanların 4.Ölçüm(Radial Sinir Bölgesi) değerleri, 6-7-8 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yaş gruplarına göre 5.Ölçüm(Proksimal Güvenli Bölge) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($\chi^2=63,919$; $p<0,001$). Anlamlı farkın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar sonucunda; 3-4-5 yaş grubunda olanlar ile 6-7-8 yaş, 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 6-7-8 yaş, 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanların 5.Ölçüm(Proksimal Güvenli Bölge) değerleri, 3-4-5 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde, 6-7-8 yaş grubunda olanlar ile 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanlar arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 9-10-11 yaş ve 12-13 yaş grubunda olanların 5.Ölçüm(Proksimal Güvenli Bölge) değerleri, 6-7-8 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



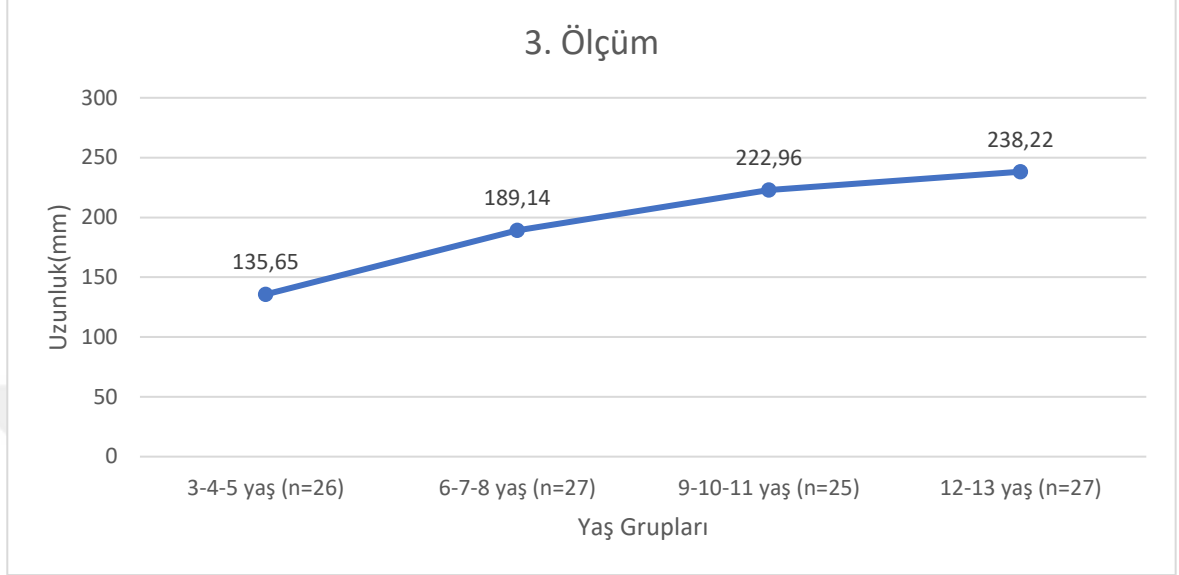
Şekil 24. Yaş Gruplarına Göre 1.Ölçüm-Distal Güvenli Bölge Ortalamaları

1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge) değerinin ortalaması 3-4-5 yaş grubunda 32,03 mm, 6-7-8 yaş grubunda 49,37 mm, 9-10-11 yaş grubunda 56,12 mm ve 12-13 yaş grubunda 70,74 mm olarak ölçülmüştür(Şekil 24).



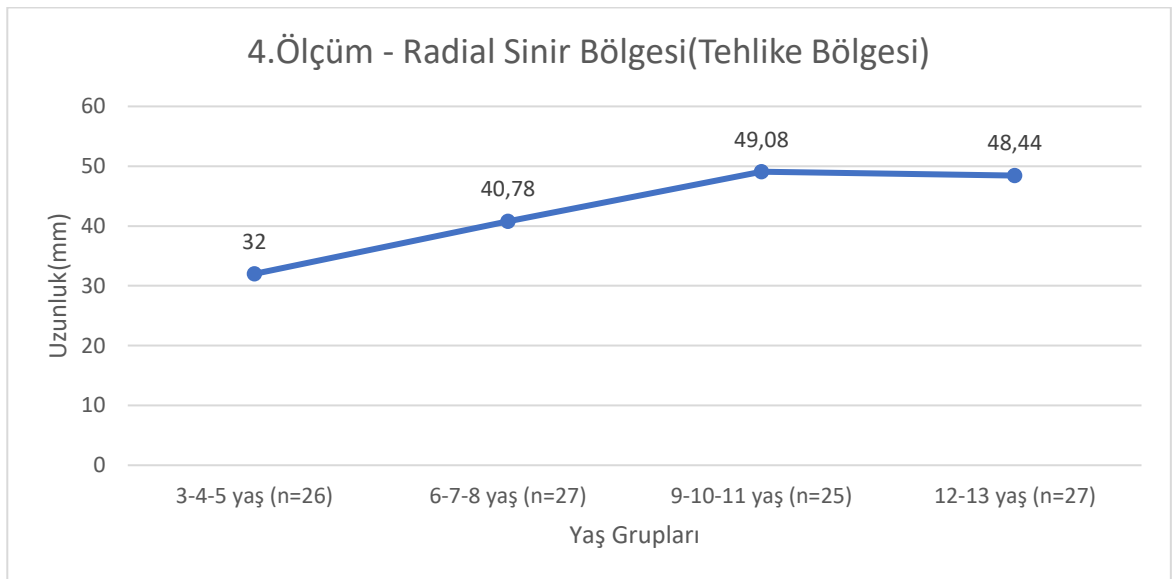
Şekil 25. Yaş Gruplarına Göre 2.Ölçüm Ortalamaları

2.Ölçüm değerinin ortalaması 3-4-5 yaş grubunda 64,03 mm, 6-7-8 yaş grubunda 90,14 mm, 9-10-11 yaş grubunda 105,2 mm ve 12-13 yaş grubunda 119,19 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 25).



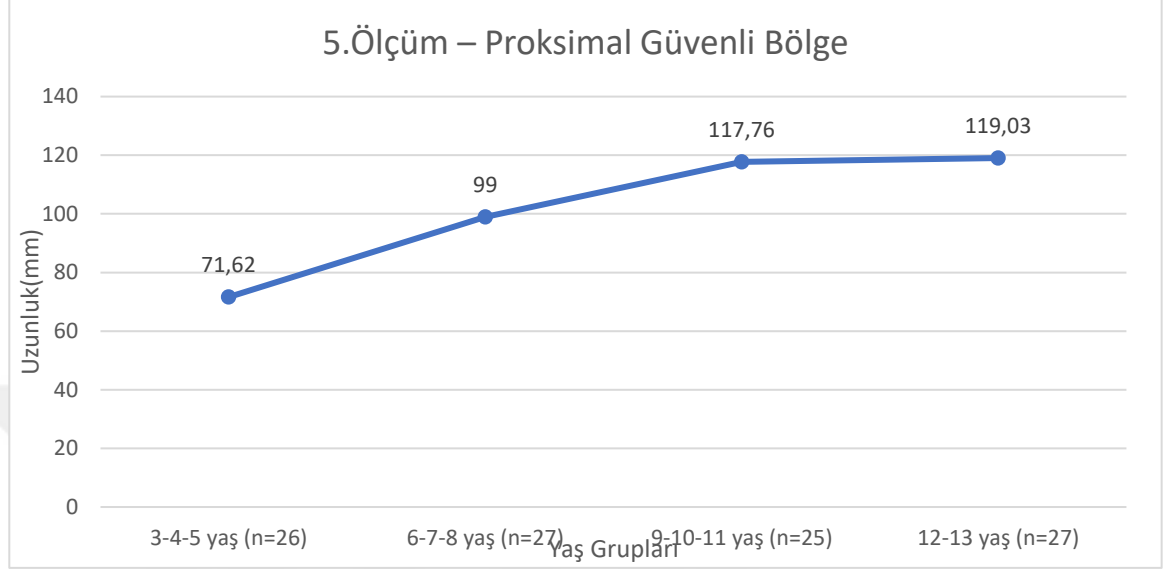
Şekil 26. Yaş Gruplarına Göre 3.Ölçüm Ortalamaları

3.Ölçüm değerinin ortalaması 3-4-5 yaş grubunda 135,65 mm, 6-7-8 yaş grubunda 189,14 mm, 9-10-11 yaş grubunda 222,96 mm ve 12-13 yaş grubunda 238,22 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 26).



Şekil 27. Yaş Gruplarına Göre 4.Ölçüm – Radial Sinir Bölgesi(Tehlike Bölgesi) Ortalamaları

4.Ölçüm – Radial Sinir Bölgesi(Tehlike Bölgesi) değerinin ortalaması 3-4-5 yaş grubunda 32 mm, 6-7-8 yaş grubunda 40,78 mm, 9-10-11 yaş grubunda 49,08 mm ve 12-13 yaş grubunda 48,44 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 27).



Şekil 28. Yaş Gruplarına Göre 5.Ölçüm – Proksimal Güvenli Bölge Ortalamaları

5.Ölçüm – Proksimal Güvenli Bölge değerinin ortalaması 3-4-5 yaş grubunda 71,62 mm, 6-7-8 yaş grubunda 99 mm, 9-10-11 yaş grubunda 117,76 mm ve 12-13 yaş grubunda 119,03 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 28).

Tablo 6. 3-4-5 yaş grubundakilerin cinsiyete göre nicel bulguların karşılaştırılması

Yaş sınıfları	Cinsiyet	Kadın		Erkek		İstatistiksel analiz* Olasılık
		$\bar{X} \pm S. S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S. S.$	Medyan [IQR]	
3-4-5 yaş						
1.Ölçüm – Distal Güvenli Bölge		30,89±9,19	30,0 [14,0]	32,65±9,70	37,0 [10,0]	Z=-0,514 p=0,607
2.Ölçüm		68,11±17,92	70,0 [14,5]	61,88±16,21	67,0 [11,5]	Z=-1,514 p=0,130
3. Ölçüm		138,22±34,05	140,0 [38,5]	134,29±29,29	138,0 [39,0]	Z=-0,864 p=0,387
4.Ölçüm - Radial Sinir Bölgesi(Tehlike Bölgesi)		37,22±11,96	39,0 [17,0]	29,23±9,37	30,0 [11,0]	Z=-1,927 p=0,054
5.Ölçüm – Proksimal Güvenli Bölge		70,11±18,80	70,0 [24,5]	72,41±18,03	68,0 [24,5]	t=-0,305 p=0,763

*Normal dağılıma sahip olan verilerde iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Independent Sample-t” test (t-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan verilerde iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Mann-Whitney U” test (Z-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

3-4-5 yaş grubunda cinsiyete göre 1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge), 2.Ölçüm, 3.Ölçüm, 4. Ölçüm(Radial Sinir Bölgesi) ve 5.Ölçüm(Proksimal Güvenli Bölge) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$). 3-4-5 yaş grubunda cinsiyet belirtilen özellik açısından benzerdir (Tablo 6).

Tablo 7. 6-7-8 yaş grubundakilerin cinsiyete göre nicel bulguların karşılaştırılması

Yaş sınıfları	Cinsiyet	Kadın		Erkek		İstatistiksel analiz* Olasılık
		$\bar{X} \pm S. S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S. S.$	Medyan [IQR]	
6-7-8 yaş						
1.Ölçüm – Distal Güvenli Bölge		49,00±12,74	47,5 [24,0]	49,00±15,74	46,0 [17,5]	Z=-0,267 p=0,789
2.Ölçüm		86,79±23,14	85,0 [34,8]	94,53±18,23	92,0 [28,0]	t=-0,962 p=0,345
3. Ölçüm		188,29±23,17	187,5 [31,5]	190,08±17,68	189,0 [32,5]	t=-0,224 p=0,824
4.Ölçüm - Radial Sinir Bölgesi(Tehlike Bölgesi)		37,79±15,91	40,5 [16,0]	45,54±7,84	45,0 [9,0]	t=-1,585 p=0,125
5.Ölçüm – Proksimal Güvenli Bölge		102,21±18,65	98,5 [13,0]	95,54±11,84	97,0 [11,0]	Z=-0,753 p=0,452

*Normal dağılıma sahip olan verilerde iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Independent Sample-t” test (t-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan verilerde iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Mann-Whitney U” test (Z-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

6-7-8 yaş grubunda cinsiyete göre 1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge), 2.Ölçüm, 3.Ölçüm, 4.Ölçüm(Radial Sinir Bölgesi) ve 5.Ölçüm(Proksimal Güvenli Bölge) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$). 6-7-8 yaş grubunda cinsiyet belirtilen özellik açısından benzerdir (Tablo 7).

Tablo 8. 9-10-11 yaş grubundakilerin cinsiyete göre nicel bulguların karşılaştırılması

Yaş sınıfları	Cinsiyet	Kadın		Erkek		İstatistiksel analiz* Olasılık
		$\bar{X} \pm S. S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S. S.$	Medyan [IQR]	
9-10-11 yaş						
1.Ölçüm – Distal Güvenli Bölge		50,76±10,71	48,0 [20,0]	61,92±13,03	62,5 [20,8]	t=-2,344 p=0,028
2.Ölçüm		101,46±9,43	100,0 [16,5]	109,25±18,35	114,0 [29,0]	t=-1,318 p=0,206
3. Ölçüm		223,85±14,39	223,0 [23,0]	222,00±17,64	226,0 [20,8]	t=0,288 p=0,776
4.Ölçüm - Radial Sinir Bölgesi(Tehlike Bölgesi)		50,69±9,60	54,0 [11,0]	47,33±10,58	49,0 [13,3]	Z=-0,630 p=0,529
5.Ölçüm – Proksimal Güvenli Bölge		122,38±10,87	120,0 [11,5]	112,75±20,27	109,5 [20,5]	Z=-1,803 p=0,071

*Normal dağılıma sahip olan verilerde iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Independent Sample-t” test (t-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan verilerde iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Mann-Whitney U” test (Z-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

9-10-11 yaş grubunda cinsiyete göre 1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($t=-2,344$; $p=0,028$). Erkeklerin 1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge) değerleri, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 8).

9-10-11 yaş grubunda cinsiyete göre 2.Ölçüm, 3.Ölçüm, 4.Ölçüm(Radial Sinir Bölgesi) ve 5.Ölçüm(Proksimal Güvenli Bölge) açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$). 9-10-11 yaş grubunda cinsiyet belirtilen özellik açısından benzerdir.

Tablo 9. 12-13 yaş grubundakilerin cinsiyete göre nicel bulguların karşılaştırılması

Yaş sınıfları	Cinsiyet	Kadın		Erkek		İstatistiksel analiz* Olasılık
		$\bar{X} \pm S. S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S. S.$	Medyan [IQR]	
12-13 yaş						
1.Ölçüm – Distal Güvenli Bölge		70,00±4,76	69,0 [7,0]	71,33±14,34	70,0 [15,0]	$t=-0,308$ $p=0,761$
2.Ölçüm		120,16±14,38	121,0 [23,8]	118,40±14,09	113,0 [10,0]	$Z=-0,465$ $p=0,642$
3. Ölçüm		229,41±11,41	229,0 [21,5]	245,27±28,94	235,0 [40,0]	$t=-1,941$ $p=0,067$
4.Ölçüm - Radial Sinir Bölgesi(Tehlike Bölgesi)		50,16±21,34	51,5 [16,5]	47,06±9,52	45,0 [10,0]	$t=0,737$ $p=0,468$
5.Ölçüm – Proksimal Güvenli Bölge		109,25±10,13	111,5 [8,0]	126,87±24,50	118,0 [21,0]	$Z=-2,278$ $p=0,023$

*Normal dağılıma sahip olan verilerde iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Independent Sample-t” test (t-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan verilerde iki bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında “Mann-Whitney U” test (Z-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

12-13 yaş grubunda cinsiyete göre 1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge), 2.Ölçüm, 3.Ölçüm ve 4.Ölçüm(Radial Sinir Bölgesi) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$). 12-13 yaş grubunda cinsiyet belirtilen özellik açısından benzerdir (Tablo 9).

12-13 yaş grubunda cinsiyete göre 5.Ölçüm(Proksimal Güvenli Bölge) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($Z=-2,278$; $p=0,023$). Erkeklerin uzaklık değerleri, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 10. Yaş (yıl) ile nicel bulguların ilişkilerinin incelenmesi

Değişken	Yaş (yıl)	
	<i>r</i>	<i>p</i>
1.Ölçüm – Distal Güvenli Bölge	0,802	<0,001
2.Ölçüm	0,810	<0,001
3. Ölçüm	0,899	<0,001
4.Ölçüm - Radial Sinir Bölgesi(Tehlike Bölgesi)	0,515	<0,001
5.Ölçüm – Proksimal Güvenli Bölge	0,749	<0,001

*Normal dağılıma sahip olan iki nicel değişkenin ilişkilerinin incelenmesinde “Pearson” korelasyon katsayısı; en az birinin normal dağılım göstermediği durumlarda ise “Spearman” korelasyon katsayısı kullanılmıştır.

Yaş (yıl) ile 1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge), 2.Ölçüm, 3.Ölçüm, 4.Ölçüm(Radial Sinir Bölgesi) ve uzaklık değerleri arasında pozitif yönde, sırasıyla yüksek, yüksek, yüksek, orta ve orta derecede olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$). Yaş (yıl) arttıkça, 1.Ölçüm(Distal Güvenli Bölge), 2.Ölçüm, 3.Ölçüm, 4.Ölçüm(Radial Sinir Bölgesi) ve 5.Ölçüm(Proksimal Güvenli Bölge) değerleri artacaktır (Tablo 10).

Tablo 11. Ölçümler arasındaki nicel bulguların ilişkilerinin incelenmesi

		Ölçüm_1_Distal Güvenli_Alan	Ölçüm_2	Ölçüm_3	Ölçüm_4_Tehlike_ Alanı	Ölçüm_5_Proksim al_Güvenli_Alan
Ölçüm_1 Distal_Gü venli_Ala n	Pearson Correlation	1	,891**	,811**	,398**	,513**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000
	N	105	105	105	105	105
Ölçüm_2	Pearson Correlation	,891**	1	,875**	,771**	,512**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000
	N	105	105	105	105	105
Ölçüm_3	Pearson Correlation	,811**	,875**	1	,630**	,863**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000
	N	105	105	105	105	105

Tablo 11. Ölçümler arasındaki nicel bulguların ilişkilerinin incelenmesi (devamı)

Ölçüm_4_ Tehlike_Alanı	Pearson Correlation	,398**	,771**	,630**	1	,314**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,001
	N	105	105	105	105	105
Ölçüm_5_ Proksimal_ Güvenli Alan	Pearson Correlation	,513**	,512**	,863**	,314**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,001	
	N	105	105	105	105	105

** . Korelasyon $p < 0.01$ düzeyinde anlamlıdır.

Ölçüm 1 ve Ölçüm 2 arasında güçlü düzeyde pozitif($r=0,89$) ve anlamlı($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur. Ölçüm 1 ve Ölçüm 3 arasında güçlü düzeyde pozitif($r=0,81$) ve anlamlı($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur. Ölçüm 1 ve Ölçüm 4 arasında orta düzeyde pozitif($r=0,39$) ve anlamlı($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur. Ölçüm 1 ve Ölçüm 5 arasında güçlü düzeyde pozitif($r=0,51$) ve anlamlı($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur (Tablo 11).

Ölçüm 2 ve Ölçüm 3 arasında güçlü düzeyde pozitif($r=0,87$) ve anlamlı($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur. Ölçüm 2 ve Ölçüm 4 arasında güçlü düzeyde pozitif($r=0,77$) ve anlamlı($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur. Ölçüm 2 ve Ölçüm 5 arasında güçlü düzeyde pozitif($r=0,51$) ve anlamlı($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur.

Ölçüm 3 ve Ölçüm 4 arasında güçlü düzeyde pozitif($r=0,63$) ve anlamlı($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur. Ölçüm 3 ve Ölçüm 5 arasında güçlü düzeyde pozitif($r=0,86$) ve anlamlı($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur.

Ölçüm 4 ve Ölçüm 5 arasında orta düzeyde pozitif($r=0,31$) ve anlamlı($p < 0.01$) bir ilişki bulunmuştur.

Bu sonuçlar radial sinirin humerusun lateralinde 3-13 yaş aralığında, proksimal(1.Ölçüm) ve distaldeki güvenli alanının (5.ölçüm) uzunluğunun ve radial sinirin kolun lateralindeki seyir uzunluğunun (4.Ölçüm) kolun uzunluğu ile ilişkili olduğunu göstermiştir.

TARTIŞMA

Radial sinir humerusun distalinde lateralden yapılacak cerrahi işlemlerde ve suprakondiler kırıkta olduğu gibi dirseğin medialinden yapılan pinleme ile yaralanmaya açıktır. Radial sinirin humerusun lateralinde korunmasını sağlamak için bir güvenli alan oluşturmaya yönelik birçok çalışma mevcuttur.

Yapılan bir çalışmada Simone ve arkadaşları radial sinirin yetişkinlerde pratik olarak lateral epikondilin 4 parmak proksimalinde kaldığını ve bu aralığın güvenli alan olduğunu savunmuşlardır (93). Fleming ve ark. ise humerusun distal ve mid 1/3'lük alanının birleşim noktasının radial sinirin lateral muskuler septuma giriş yeri olarak kabul edilebileceğini belirtmişlerdir (94).

Radial sinir için güvenli alan belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar bulunmakla birlikte, pediatrik yaş grubunda bu konuda yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Pediatrik yaş grubunda yapılan bu çalışma ile, bu konu diğer çalışmalardan farklı bir metod ile ele alınmış ve literatüre katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

Güvenli bir cerrahi bölge belirlenmesi için yetişkinlerde yapılan diseksiyon çalışmaları mevcut olsa da(94–96) pediatrik yaş grubunda bu tip bir çalışma mevcut değildir. Bu konuda diseksiyon çalışması yapılmaması, çocuklarda diseksiyon için etik onayı alınması ve/veya aile rızası alınmasındaki zorluklardan kaynaklanabilir.

Pediatrik grupta radial sinir için güvenli alan araştırmak için yapılan bazı çalışmalarda(3,97–99) görüntüleme yöntemi olarak MRG kullanılmıştır. Nielsen ve ark. tarafından yapılan bir MRG çalışmasında 6 yaş altındaki çocuklarda radial sinir için distalde güvenli alan olarak, distal humeral fizisten yaş x 1cm uzaklık olarak kabul edilmiştir. 6 yaş ve

üstü çocuklarda güvenli bölgenin ise yetişkinlerdeki sonuçlarla benzer olduğu belirtilmiş ve 6 cm güvenli bölge olarak kabul edilmiştir (99). Distal humeral fizisin, çalışmamızda referans alınan lateral epikondilden daha distalde olduğu göz önüne alınarak değerlendirme yapıldığında, aldığımız sonuçlarda güvenli aralık daha dar bulunmakla birlikte; yetişkinlerle aynı güvenli alana sahip olduğu kabul edilen 6-7-8 ve 9-10-11 yaş aralığında güvenli alan ortalaması 6 cm'den az bulunmuştur. Bu noktada aldığımız sonuçlar Koshinski'nin Nielsen'e yaptığı eleştiriyi destekler niteliktedir.

Koshinski ve ark. tarafından yapılan MRG çalışmasında 0-18 yaş aralığındaki hastalar yaş gruplarına ayrılarak, lateral epikondil ile radial sinirin spiral oluktan çıktığı nokta arasındaki uzaklık ölçümü yapılmıştır (98). Bu noktada referans alınan noktaların tayini açısından tarafımızca yapılan çalışmayla da benzerlik taşımaktadır. Çalışmamızda distalde güvenli alan için proksimal referans noktası olarak radial sinirin humerusun lateralinden, humerusun anterioruna geçtiği nokta referans alınması sebebiyle, distal güvenli alan uzunluğunun bu çalışmadakinden daha kısa ölçülmesi olasıdır. Çalışmamızda yaş grupları farklı alınmış olsa da Koshinski ve ark.'nın çalışmasında 6-10 yaş aralığında olarak 55.8 mm olarak ölçülen distal güvenli aralığın, çalışmamızda 6-7-8 yaş grubunda 49,37 mm olarak ölçülmesi iki çalışma arasındaki sonuçlarda da benzerlik olduğunu göstermektedir.

O'Shea ve ark. ise lateral epikondil ile radial sinirin humerusun lateralinden geçtiği bölge arası uzaklık ölçümünü yaparak formülize etme yoluna gitmişlerdir ($0.545 \times \text{kol uzunluğu} - 1.493$). Burada kol uzunluğu akromion lateral kenarı ile humerus lateral epikondili arasındaki mesafe olarak kabul edilmiştir (97). Bu noktada bu çalışma, 1. ve 3. Ölçüm'ün proksimal referansını farklı bir noktadan almış olsa da, çalışmamızdaki 1. Ölçüm ile 3. Ölçüm'e uyan uzunluklar arasında bir korelasyon kurma yoluna gitmiştir. Çalışmamızda da Ölçüm 1 ile Ölçüm 3 arasında güçlü düzeyde pozitif ($r=0,81$) ve anlamlı ($p<0.01$) bir ilişki bulunması çalışmayı destekler niteliktedir.

Çalışmanın istatistiksel çalışması Ölçüm 5'in diğer tüm ölçümlerle arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu da bize O'Shea'nın çalışmasındaki distal güvenli alanın yanında proksimaldeki güvenli alanın ve diğer ölçümlerin de kol uzunluğu ile arttığını göstermektedir.

Pediyatrik hastalarda humerus lateralinde beklenen güvenli alan ölçülerinin yetişkinlerin seviyesine geldiği yaş olarak Koshinski ve ark. 14 yaşını (98), Nielsen ve ark. ise 6 yaşını (99) belirtmişlerdir. Bizim çalışmamız 13 yaşına kadar çocuklarla yapılmıştır ve her yaş grubunda

ölçümlerin anlamlı olarak arttığı görülmüştür. Daha büyük çocuklarla yapılan çalışmalar sonucunda önceki çalışmaları destekleyen veya onlardan farklı sonuçlar elde edilebilir.

Periferik sinirlerde güvenli bölge bulunması için USG'nin de kullanıldığı farklı çalışmalar mevcuttur (100–102). Suprakondiler kırık cerrahisi öncesinde radial sinirin korunması için pre-op USG ile işaretleme yapılabileceğini gösteren bir çalışma da mevcuttur (103). Literatürdeki periferik sinirler üzerinde yapılan USG çalışmaları çoğunlukla sinir blokları üzerine yapılmıştır.

Biz çalışmamızı MRG yerine USG ile yapmayı tercih ettik. MRG ile yürütülen diğer çalışmalarda MRG çekimi, üst ekstremitede bilinen bir travması olan veya yumuşak doku-kemikte bir patolojiden şüphelenilen hastalara yapılmış olup; yaptığımız çalışmada ölçülen ekstremitede kırık, tümör, derin doku enfeksiyonu, derin kesi hikayesi, metabolik hastalığı, kas iskelet sistemini etkileyen sendromu olan katılımcılar çalışmaya alınmamıştır. Bu tercih anatomisi bozulmamış bireylerde daha sağlıklı ölçüm yapabilmemizi ve daha fazla sayıda katılımcıda ölçüm yapılabilmesini mümkün kıldı.

Pediyatrik hastalarda distalde güvenli alan mevcut mu sorusuna cevap arayan başka çalışmalarda proksimalde akromiyonu (97,98) referans alan, distalde distal humeral fizisi (99), yetişkinde yapılan bir çalışmada da distalde dirsek eklemi rotasyon merkezini referans alan (95) yayınlar mevcuttur. Yapılan ölçümler için bu çalışmada, 2 kemik noktası ile 2 sinir noktası USG ile tespit edilip cilt üzerinden işaretlenerek referans alınmıştır. Kemik noktalar olarak palpasyonla cerrahın da bulabileceği proksimalde tuberkulum majus, distalde ise lateral epikondil seçilmiştir. Akromion, morfolojisinin kişiden kişiye farklılık göstermesi sebebiyle proksimal kemik noktası olarak referans alınmamıştır.

Çalışmamızda yaş aralığı olarak suprakondiler kırıkların sık olarak görülmeye başladığı 3 yaş ile dirsekte fizislerin kapandığı 13 yaş tercih edildi (62).

Çalışmamızın güçlü yönlerine bakılacak olursa diğer çoğu çalışmanın aksine sadece distalde bir güvenli alan aranmamış, hem proksimalde hem de distalde radial sinir için güvenli bir alan aranmış ayrıca, radial sinirin humerus lateralinde bulunmasının beklendiği bir bölge aranmıştır. Ayrıca örneklem büyüklüğü, konuyla ilgili yapılan diğer çalışmalardan daha büyüktür. Çalışmamızın bu açıdan literatüre yeni bir bakış açısı getirebileceğini öngörmekteyiz.

Çalışmamızın zayıf yönü, USG'nin görüntülemeyi yapan kişiye göre değişiklik gösterebilmesidir. Bu noktada insan faktörüne bağlı hatayı en aza indirmek için ölçümler kas sinir sistemi görüntülenmesi üzerine deneyimli bir radyolog hekim tarafından yapılmıştır.

Çalışmamızda radial sinirin konumu, cerrahi işlemlerde iyatrojenik yaralanma riskini en aza indirmek için belirlenmiş kemik noktalara olan uzaklığı araştırılmıştır. Elde edilen veriler yol gösterici olma potansiyeline sahip olsa da literatür henüz genel geçer, güvenilir ve pratik bir çözüme sahip değildir. Radial sinirin konumunu ve güvenli cerrahi alanları belirlemeye yönelik daha büyük örneklem sayılı çalışmalara ihtiyaç vardır.



SONUÇ

Yetişkinlerde üst ekstremite periferik sinirlerinin cerrahi anatomisi yapılan çalışmalar ile iyi tanımlanmıştır. Pediatrik hastalarda, periferik sinirlerin belli kemik noktalarla arasındaki ilişkiler belirsizliğini korumaktadır.

Çalışmada 3-13 yaş popülasyonunda, humerus distaline yapılacak cerrahi işlemlerde iyatrojenik radial sinir yaralanmasını önlemek ve çocuklarda radial sinirin yerini doğru bir şekilde tahmin etmek için, USG eşliğinde 105 çocuğa ölçüm yapılmıştır.

Radial sinirin, humerus tuberkulum majus ve lateral epikondiline uzaklıklarına göre güvenli bölge ve tehlike bölge ölçüm ortalamaları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar önceden yapılan çalışma sonuçları ile kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Benzer ve farklı sonuçlara ulaşan yayınların mevcut olduğu görülmüştür.

Radial sinirin pediatrik hastalardaki humerus ile olan ilişkisi kesin olarak belirlenemese de yapılan çalışmanın sinirin bulunmasının beklendiği bölge açısından yol gösterici olduğunu düşünmekteyiz.

ÖZET

Radial sinir, üst ekstremitede dirsek, el bileği ve parmakların ekstansörlerini inerve etmenin yanı sıra geniş duyu inervasyonu sağlaması ile klinik olarak önemli bir sinirdir. Radial sinir palsisi özellikle radial şaft kırıklarına bağlı olmakla birlikte cerrahiye bağlı olarak iyatrojenik olarak da gelişebilmektedir.

Radial sinir, özellikle humerusun distalinde lateralden yapılacak cerrahi işlemlerde ve pediatrik hastalarda dirsek kırığı cerrahilerinde iyatrojenik yaralanmaya açıktır. İyatrojenik yaralanmayı önlemek için birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen pediatrik hasta grubu için oldukça kısıtlı çalışma bulunmaktadır.

Daha önceden pediatrik hastalarda radial sinir için güvenli bir alan oluşturmaya yönelik yapılan çalışmalarda Manyetik Rezonans Görüntüleme kullanılmıştır. Bu çalışmada Ultrasonografi kullanılarak daha büyük bir katılımcı sayısına ulaşılmıştır. Radial sinir için humerusun lateralinden yapılacak işlemler için hem proksimalden hem de distalden güvenli bir alan oluşturulmaya çalışılmış olması da bu çalışmayı, önceki çalışmalardan farklı kılmaktadır.

Yapılan bu çalışmada 3-13 yaş grubunda 105 çocukta tuberkulum majus, radial sinirin humerusun posteriorundan lateraline geçtiği nokta, radial sinirin humerusun lateralinden anterioruna geçtiği nokta ve humerus lateral epikondili USG ile tespit edilmiştir. Kemik noktalar ile radial sinirin işaretlendiği noktalar arası uzaklıklar ölçülerek radial sinir için proksimalde ve distalde bir güvenli alan oluşturulmaya çalışılmıştır.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildi ve önceden yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldı. Diğer yayınlarla benzer ve farklı yönleri tartışılarak literatüre katkıda bulunulmaya çalışıldı.

Anahtar Kelimeler: Radial Sinir, USG, İyatrojenik Yaralanma, Pediatrik , Suprakondiler

**DETERMINATION OF SAFE AREA AND DANGER AREA BY
ULTRASONOGRAPHIC EXAMINATION OF RADIAL NERVE FOR
SURGICAL INTERVENTIONS TO BE PERFORMED FROM LATERAL
OF HUMERUS IN DIFFERENT AGE GROUPS IN PEDIATRIC
PATIENTS
SUMMARY**

The radial nerve is a clinically important nerve in the upper extremity. It provides extensive sensory innervation and innervates the extensors of the elbow, wrist, and fingers. Although radial nerve palsy is especially associated with radial shaft fractures, it may also develop iatrogenically due to surgery.

The radial nerve is particularly vulnerable to injury in surgical procedures performed from the lateral aspect of the distal humerus and in elbow fracture surgeries in pediatric patients. Although many studies have been performed to prevent iatrogenic injury, there are very limited studies for the pediatric patient group.

Magnetic Resonance Imaging has been used in previous studies to create a safe area for the radial nerve in pediatric patients. In this study, a larger number of participants was reached using Ultrasonography. The fact that a safe area was tried to be created both proximally and distally for the procedures to be performed from the lateral aspect of the humerus for the radial nerve makes this study different from previous studies.

In this study, the tuberculum majus, the point where the radial nerve passes from the posterior to the lateral aspect of the humerus, the point where the radial nerve passes from the lateral to the anterior aspect of the humerus and the lateral epicondyle of the humerus were determined by USG in 105 children aged 3-13 years. The distances between the bony points and the points where the radial nerve was marked and measured and a safe area was created proximally and distally for the radial nerve.

The results obtained were evaluated and compared with previous studies. The similarities and differences with other publications were discussed and an attempt was made to contribute to the literature.

Keywords: Radial Nerve, USG, Iatrogenic Injury, Pediatrics, Supracondylar

KAYNAKLAR

1. Węgiel A, Karauda P, Zielinska N, Tubbs RS, Olewnik Ł. Radial nerve compression: anatomical perspective and clinical consequences. *Neurosurg Rev.* 13 Şubat 2023;46(1):53.
2. Wegmann K, Lappen S, Pfau DB, Neiss WF, Müller LP, Burkhart KJ. Course of the radial nerve in relation to the center of rotation of the elbow--the need for a rational safe zone for lateral pin placement. *J Hand Surg.* Haziran 2014;39(6):1136-40.
3. Bloom T, Zhao C, Mehta A, Thakur U, Koerner J, Sabharwal S. Safe Zone for Superolateral Entry Pin Into the Distal Humerus in Children: An MRI Analysis. *Clin Orthop Relat Res.* Aralık 2014;472(12):3779-88.
4. Simone JP, Streubel PN, Sánchez-Sotelo J, Steinmann SP, Adams JE. Fingerbreadths Rule in Determining the Safe Zone of the Radial Nerve and Posterior Interosseous Nerve for a Lateral Elbow Approach: An Anatomic Study. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.* Şubat 2019;3(2):e005.
5. Theeuwes HP, van der Ende B, Potters JW, Kerver AJ, Bessems JHJM, Kleinrensink GJ. The course of the radial nerve in the distal humerus: A novel, anatomy based, radiographic assessment. *PloS One.* 2017;12(10):e0186890.
6. Wind WM, Schwend RM, Armstrong DG. Predicting ulnar nerve location in pinning of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop.* 2002;22(4):444-7.
7. Erez O, Khalil JG, Legakis JE, Tweedie J, Kaminski E, Reynolds RAK. Ultrasound evaluation of ulnar nerve anatomy in the pediatric population. *J Pediatr Orthop.* Eylül 2012;32(6):641-6.
8. Tubbs RS, Loukas M, Apaydin N, Cossey TD, Yalçın B, Shoja MM, vd. Correlation between the lengths of the upper limb and cubital tunnel: potential use in patients with proximal ulnar nerve entrapment. *Surg Radiol Anat SRA.* Mart 2010;32(3):239-42.
9. Leinberry CF, Wehbé MA. Brachial plexus anatomy. *Hand Clin.* 01 Şubat 2004;20(1):1-5.
10. Orebaugh SL, Williams BA. Brachial Plexus Anatomy: Normal and Variant. *Sci World J.* 2009;9(1):102937.

11. dokumen.pub [Internet]. [a.yer 16 Ağustos 2024]. Miller's Review of Orthopaedics [8th Edition] 9780323609791, 9780323609807. Erişim adresi: <https://dokumen.pub/millers-review-of-orthopaedics-8th-edition-9780323609791-9780323609807.html>
12. Tubbs RS, Goodrich D, Watanabe K, Loukas M. Chapter 43 - Anatomic Landmarks for Selected Nerves of the Head, Neck, and Upper and Lower Limbs. İçinde: Tubbs RS, Rizk E, Shoja MM, Loukas M, Barbaro N, Spinner RJ, editörler. Nerves and Nerve Injuries [İnternet]. San Diego: Academic Press; 2015 [a.yer 14 Ağustos 2024]. s. 575-88. Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124103900000457>
13. Upper Limb | Clinical Gate [İnternet]. [a.yer 20 Ağustos 2024]. Erişim adresi: <https://clinicalgate.com/upper-limb-3/>
14. Skalski M. Radiopaedia. [a.yer 20 Ağustos 2024]. Radial nerve anatomy (illustrations) | Radiology Case | Radiopaedia.org. Erişim adresi: https://radiopaedia.org/cases/radial-nerve-anatomy-illustrations-1?case_id=radial-nerve-anatomy-illustrations-1&lang=us
15. Bodner G, Buchberger W, Schocke M, Bale R, Huber B, Harpf C, vd. Radial Nerve Palsy Associated with Humeral Shaft Fracture: Evaluation with US—Initial Experience. Radiology. 01 Haziran 2001;219(3):811-6.
16. Morvan G, Vuillemin V. Ultrasound Radial Nerve of the Elbow. İçinde: Aparad T, Brasseur JL, editörler. Ultrasonography for the Upper Limb Surgeon [İnternet]. Cham: Springer International Publishing; 2022. s. 101-12. Erişim adresi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-84234-5_9
17. Cho H, Lee HY, Gil YC, Choi YR, Yang HJ. Topographical anatomy of the radial nerve and its muscular branches related to surface landmarks. Clin Anat. 2013;26(7):862-9.
18. Qawasmi F, Dasari SP, Safadi H, Yari SS, Grindel SI. Is the radial groove a myth? Is the radial nerve in direct contact with the posterior humerus? Surg Radiol Anat SRA. Mayıs 2023;45(5):581-6.
19. Carlan D, Pratt J, Patterson JMM, Weiland AJ, Boyer MI, Gelberman RH. The Radial Nerve in the Brachium: An Anatomic Study in Human Cadavers. J Hand Surg. 01 Ekim 2007;32(8):1177-82.

20. Becciolini M, Pivec C, Raspanti A, Riegler G. Ultrasound of the Radial Nerve: A Pictorial Review. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med*. Aralık 2021;40(12):2751-71.
21. Chang KV, Mezian K, Naňka O, Wu WT, Lou YM, Wang JC, vd. Ultrasound Imaging for the Cutaneous Nerves of the Extremities and Relevant Entrapment Syndromes: From Anatomy to Clinical Implications. *J Clin Med*. Kasım 2018;7(11):457.
22. Laulan J. High radial nerve palsy. *Hand Surg Rehabil*. 01 Şubat 2019;38(1):2-13.
23. Konjengbam M, Elangbam J. Radial nerve in the radial tunnel: Anatomic sites of entrapment neuropathy. *Clin Anat*. 2004;17(1):21-5.
24. Deep Branch of the Radial Nerve Entrapment | SpringerLink [İnternet]. [a.yer 14 Ağustos 2024]. Erişim adresi: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-27482-9_35
25. Seroussi RE, Singh V, Karl HW. Deep Branch of the Radial Nerve Entrapment. İçinde: Trescot AM, editör. *Peripheral Nerve Entrapments: Clinical Diagnosis and Management* [İnternet]. Cham: Springer International Publishing; 2016 [a.yer 14 Ağustos 2024]. s. 349-58. Erişim adresi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-27482-9_35
26. Knutsen EJ, Calfee RP. Uncommon Upper Extremity Compression Neuropathies. *Hand Clin*. 01 Ağustos 2013;29(3):443-53.
27. Clavert P, Lutz JC, Adam P, Wolfram-Gabel R, Liverneaux P, Kahn JL. Frohse's arcade is not the exclusive compression site of the radial nerve in its tunnel. *Orthop Traumatol Surg Res*. 01 Nisan 2009;95(2):114-8.
28. Bianchi S, Martinoli C. Elbow. İçinde: Bianchi S, Martinoli C, editörler. *Ultrasound of the Musculoskeletal System* [İnternet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2007 [a.yer 14 Ağustos 2024]. s. 349-407. Erişim adresi: https://doi.org/10.1007/978-3-540-28163-4_8
29. Ay S, Apaydin N, Acar H, Akinci M, Piskin A, Tekdemir I, vd. Anatomic pattern of the terminal branches of posterior interosseous nerve. *Clin Anat*. 2005;18(4):290-5.
30. Suematsu N, Hirayama T. Posterior Interosseous Nerve Palsy. *J Hand Surg*. 01 Şubat 1998;23(1):104-6.

31. Posterior Interosseous Nerve - Anatomy - Orthobullets [İnternet]. [a.yer 31 Ağustos 2024]. Erişim adresi: <https://www.orthobullets.com/anatomy/10104/posterior-interosseous-nerve>
32. Smith J, Rizzo M, Finnoff JT, Sayeed YA, Michaud J, Martinoli C. Sonographic Appearance of the Posterior Interosseous Nerve at the Wrist. *J Ultrasound Med.* 2011;30(9):1233-9.
33. Martinoli C, Bianchi S. Forearm. İçinde: Bianchi S, Martinoli C, editörler. *Ultrasound of the Musculoskeletal System* [İnternet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2007 [a.yer 14 Ağustos 2024]. s. 409-23. Erişim adresi: https://doi.org/10.1007/978-3-540-28163-4_9
34. Abrams RA, Brown RA, Botte MJ. The superficial branch of the radial nerve: An anatomic study with surgical implications. *J Hand Surg.* 01 Kasım 1992;17(6):1037-41.
35. Meng S, Tinhofer I, Weninger WJ, Grisold W. Anatomical and ultrasound correlation of the superficial branch of the radial nerve. *Muscle Nerve.* 2014;50(6):939-42.
36. Samarakoon LB, Lakmal KC, Thillainathan S, Bataduwaarachchi VR, Anthony DJ, Jayasekara RW. Anatomical relations of the superficial sensory branches of the radial nerve: a cadaveric study with clinical implications. *Patient Saf Surg.* 04 Kasım 2011;5(1):28.
37. Anatomic characteristics and clinical importance of the superficial branch of the radial nerve | Surgical and Radiologic Anatomy [İnternet]. [a.yer 14 Ağustos 2024]. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00276-004-0256-9>
38. Gupta R, Aggarwal A, Sahni D, Harjeet K, Barnwal M. Anatomical survey of terminal branching patterns of superficial branch of radial nerve in fetuses. *Surg Radiol Anat.* 01 Temmuz 2012;34(5):415-20.
39. Bianchi S, Becciolini M, Urigo C. Ultrasound Imaging of Disorders of Small Nerves of the Extremities: Less Recognized Locations. *J Ultrasound Med.* 2019;38(11):2821-42.
40. Kenhub [İnternet]. [a.yer 15 Ağustos 2024]. Radial nerve. Erişim adresi: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/radial-nerve>
41. The Radial Nerve - Course - Motor - Sensory - TeachMeAnatomy [İnternet]. [a.yer 20 Ağustos 2024]. Erişim adresi: <https://teachmeanatomy.info/upper-limb/nerves/radial-nerve/>

42. Chalk C. Chapter 7 - Radial neuropathy. İçinde: Chalk C, editör. Handbook of Clinical Neurology [İnternet]. Elsevier; 2024 [a.yer 15 Ağustos 2024]. s. 127-34. (Focal Neuropathies; c. 201). Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323901086000156>
43. Radial Nerve Palsy (Wrist Drop) [Internet]. Neuromuscular and Electrodiagnostic Clinic. 2019 [a.yer 20 Ağustos 2024]. Erişim adresi: <https://davydhooper.com/nerve-and-muscle-diseases/radial-nerve-palsywrist-drop/>
44. Shao YC, Harwood P, Grotz MRW, Limb D, Giannoudis PV. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br*. Aralık 2005;87(12):1647-52.
45. Ekholm R, Ponzer S, Törnkvist H, Adami J, Tidermark J. The Holstein-Lewis humeral shaft fracture: aspects of radial nerve injury, primary treatment, and outcome. *J Orthop Trauma*. 2008;22(10):693-7.
46. MD FMA, MD STC, MD JHB. Campbell's Operative Orthopaedics, 4-Volume Set. 13th edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2016. 4776 s.
47. Lanzetta M, Foucher G. Entrapment of the superficial branch of the radial nerve (Wartenberg's syndrome). A report of 52 cases. *Int Orthop*. Aralık 1993;17(6):342-5.
48. Radial Nerve Entrapment: Practice Essentials, Anatomy, Pathophysiology. 12 Nisan 2024 [a.yer 15 Ağustos 2024]; Erişim adresi: <https://emedicine.medscape.com/article/1244110-overview?form=fpf>
49. Read by QxMD [İnternet]. [a.yer 15 Ağustos 2024]. Radial tunnel syndrome. A ten-year surgical experience. Erişim adresi: <https://read.qxmd.com/read/3581572/radial-tunnel-syndrome-a-ten-year-surgical-experience>
50. Read by QxMD [İnternet]. [a.yer 15 Ağustos 2024]. A unified approach to radial tunnel syndrome and lateral tendinosis. Erişim adresi: <https://read.qxmd.com/read/17159475/a-unified-approach-to-radial-tunnel-syndrome-and-lateral-tendinosis>
51. Spinner RJ, Poliakoff MB, Tiel RL. The origin of "Saturday night palsy"? *Neurosurgery*. Eylül 2002;51(3):737-41; discussion 741.
52. Caviglia H, Garrido CP, Palazzi FF, Meana NV. Pediatric Fractures of the Humerus. *Clin Orthop Relat Res*. Mart 2005;432:49.

53. Abzug JM, Kozin SH, Zlotolow DA, editörler. The Pediatric Upper Extremity [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2015 [a.yer 16 Ağustos 2024]. Erişim adresi: <https://link.springer.com/10.1007/978-1-4614-8515-5>
54. Shao YC, Harwood P, Grotz MRW, Limb D, Giannoudis PV. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br.* Aralık 2005;87(12):1647-52.
55. Hosalkar HS, Matzon JL, Chang B. Nerve palsies related to pediatric upper extremity fractures. *Hand Clin.* Şubat 2006;22(1):87-98.
56. Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM, Rockwood CA, Green DP. Rockwood and Green's fractures in adults [Internet]. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006 [a.yer 17 Ağustos 2024]. 2 s. Erişim adresi: <http://catdir.loc.gov/catdir/toc/ecip061/2005028856.html>
57. Suzuki T, Hak DJ, Stahel PF, Morgan SJ, Smith WR. Safety and efficacy of conversion from external fixation to plate fixation in humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma.* Temmuz 2010;24(7):414-9.
58. Updegrave GF, Mourad W, Abboud JA. Humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 01 Nisan 2018;27(4):e87-97.
59. Gerwin M, Hotchkiss RN, Weiland AJ. Alternative operative exposures of the posterior aspect of the humeral diaphysis with reference to the radial nerve. *J Bone Joint Surg Am.* Kasım 1996;78(11):1690-5.
60. Gottschalk MB, Carpenter W, Hiza E, Reisman W, Roberson J. Humeral Shaft Fracture Fixation: Incidence Rates and Complications as Reported by American Board of Orthopaedic Surgery Part II Candidates. *J Bone Joint Surg Am.* 07 Eylül 2016;98(17):e71.
61. Kurup H, Hossain M, Andrew JG. Dynamic compression plating versus locked intramedullary nailing for humeral shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 15 Haziran 2011;(6):CD005959.
62. Ibrahim S. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics: from the Texas Scottish Rite Hospital for Children. *Malays Orthop J.* Mart 2015;9(1):53.
63. M. D. Boyer MI, editör. *Comprehensive Orthopaedic Review 2. Study Guide edition.* Rosemont, IL: Amer Academy of Orthopaedic; 2014. 1560 s.

64. Wiesel SW. Operative Techniques in Orthopaedic Surgery. Lippincott Williams & Wilkins; 2012. 11401 s.
65. David-West KS, Wilson NIL, Sherlock DA, Bennet GC. Missed Monteggia injuries. Injury. Ekim 2005;36(10):1206-9.
66. Foran I, Upasani VV, Wallace CD, Britt E, Bastrom TP, Bomar JD, vd. Acute Pediatric Monteggia Fractures: A Conservative Approach to Stabilization. J Pediatr Orthop. Eylül 2017;37(6):e335-41.
67. Shao YC, Harwood P, Grotz MRW, Limb D, Giannoudis PV. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: A Systematic Review. J Bone Joint Surg Br. 01 Aralık 2005;87-B(12):1647-52.
68. Carlan D, Pratt J, Patterson JMM, Weiland AJ, Boyer MI, Gelberman RH. The radial nerve in the brachium: an anatomic study in human cadavers. J Hand Surg. Ekim 2007;32(8):1177-82.
69. Robson AJ, See MS, Ellis H. Applied anatomy of the superficial branch of the radial nerve. Clin Anat N Y N. Ocak 2008;21(1):38-45.
70. Zhang J, Moore AE, Stringer MD. Iatrogenic upper limb nerve injuries: a systematic review. ANZ J Surg. Nisan 2011;81(4):227-36.
71. Kim DH, Murovic JA, Kim YY, Kline DG. Surgical treatment and outcomes in 45 cases of posterior interosseous nerve entrapments and injuries. J Neurosurg. Mayıs 2006;104(5):766-77.
72. Babal JC, Mehlman CT, Klein G. Nerve injuries associated with pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis. J Pediatr Orthop. 2010;30(3):253-63.
73. Marcu DM, Balts J, McCarthy JJ, Kozin SH, Noonan KJ. Iatrogenic radial nerve injury with cannulated fixation of medial epicondyle fractures in the pediatric humerus: a report of 2 cases. J Pediatr Orthop. Mart 2011;31(2):e13-16.
74. Zhang J, Moore AE, Stringer MD. Iatrogenic upper limb nerve injuries: a systematic review. ANZ J Surg. 2011;81(4):227-36.
75. Auerbach DM, Collins ED, Kunkle KL, Monsanto EH. The radial sensory nerve. An anatomic study. Clin Orthop. Kasım 1994;(308):241-9.

76. Glanvill R, Boon JM, Birkholtz F, Meiring JH, van Schoor AN, Greyling L. Superficial radial nerve injury during standard K-wire fixation of uncomplicated distal radial fractures. *Orthopedics*. Temmuz 2006;29(7):639-41.
77. Scheller A, Schuh R, Hönle W, Schuh A. Long-term results of surgical release of de Quervain's stenosing tenosynovitis. *Int Orthop*. Ekim 2009;33(5):1301-3.
78. Sheu JJ, Yuan RY. Superficial radial neuropathy following venepuncture. *Int J Clin Pract*. 2001;55(6):422-3.
79. Vialle R, Pietin-Vialle C, Cronier P, Brillu C, Villapadierna F, Mercier P. Anatomic relations between the cephalic vein and the sensory branches of the radial nerve: How can nerve lesions during vein puncture be prevented? *Anesth Analg*. Ekim 2001;93(4):1058-61.
80. Grinsell D, Theile D. Radial nerve morbidity in radial artery free flaps: harvest of cephalic vein versus venae comitantes. *ANZ J Surg*. Temmuz 2005;75(7):542-5.
81. Barton NJ. *Operative Approaches in Orthopedic Surgery and Traumatology* R. Bauer, F. Kerschbaumer and S. Poisel 593 Colour Illustrations, Index. George Thieme, 1987, Price: \$199. *J Hand Surg*. 01 Şubat 1991;16(1):117-117.
82. Feinberg JH, Nadler SF, Krivickas LS. Peripheral nerve injuries in the athlete. *Sports Med Auckl NZ*. Aralık 1997;24(6):385-408.
83. [a.yer 20 Ağustos 2024]. Erişim adresi: https://www.tuncaycentel.com/neur_ev/neur_evTR1.htm
84. Kaufman Y, Cole P, Hollier L. Peripheral nerve injuries of the pediatric hand: issues in diagnosis and management. *J Craniofac Surg*. Temmuz 2009;20(4):1011-5.
85. Sunderland S. The anatomy and physiology of nerve injury. *Muscle Nerve*. Eylül 1990;13(9):771-84.
86. Chin DHCL, Meals RA. Anterior interosseous nerve syndrome. *J Am Soc Surg Hand*. 01 Kasım 2001;1(4):249-57.
87. Burnett MG, Zager EL. Pathophysiology of peripheral nerve injury: a brief review. 01 Mayıs 2004 [a.yer 16 Ağustos 2024]; Erişim adresi: <https://thejns.org/focus/view/journals/neurosurg-focus/16/5/foc.2004.16.5.2.xml>

88. Lee DH, Claussen GC, Oh S. Clinical nerve conduction and needle electromyography studies. *J Am Acad Orthop Surg*. 2004;12(4):276-87.
89. Colditz JC. Splinting for radial nerve palsy. *J Hand Ther*. 01 Ekim 1987;1(1):18-23.
90. Waters PM, Bae DS. *Pediatric Hand and Upper Limb Surgery: A Practical Guide*. Lippincott Williams & Wilkins; 2012. 673 s.
91. Shergill G, Bonney G, Munshi P, Birch R. The radial and posterior interosseous nerves. Results fo 260 repairs. *J Bone Joint Surg Br*. Temmuz 2001;83(5):646-9.
92. Becciolini M, Pivec C, Raspanti A, Riegler G. Ultrasound of the Radial Nerve: A Pictorial Review. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med*. Aralık 2021;40(12):2751-71.
93. Simone JP, Streubel PN, Sánchez-Sotelo J, Steinmann SP, Adams JE. Fingerbreadths Rule in Determining the Safe Zone of the Radial Nerve and Posterior Interosseous Nerve for a Lateral Elbow Approach: An Anatomic Study. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. Şubat 2019;3(2):e005.
94. Fleming P, Lenehan B, Sankar R, Folan-Curran J, Curtin W. One-third, two-thirds: relationship of the radial nerve to the lateral intermuscular septum in the arm. *Clin Anat NY N*. Ocak 2004;17(1):26-9.
95. Wegmann K, Lappen S, Pfau DB, Neiss WF, Müller LP, Burkhart KJ. Course of the radial nerve in relation to the center of rotation of the elbow--the need for a rational safe zone for lateral pin placement. *J Hand Surg*. Haziran 2014;39(6):1136-40.
96. Theeuwes HP, van der Ende B, Potters JW, Kerver AJ, Bessems JHJM, Kleinrensink GJ. The course of the radial nerve in the distal humerus: A novel, anatomy based, radiographic assessment. *PloS One*. 2017;12(10):e0186890.
97. O'Shea R, Panwar J, Chu Kwan W, Stimec J, Camp MW, Gargan M. Establishing Safe Zones to Avoid Nerve Injury in the Approach to the Humerus in Pediatric Patients: A Magnetic Resonance Imaging Study. *J Bone Joint Surg Am*. 04 Aralık 2019;101(23):2101-10.
98. Jessica K, Mark M, Max C, Mark S. Advanced Imaging of Pediatric Radial and Axillary Nerve Anatomy for Intraoperative Use. *Adv Tech Musculoskelet Surg [Internet]*. 04 Temmuz 2021 [a.yer 26 Ekim 2024];6(1). Erişim adresi: <https://scholars.direct/Articles/muskuloskeletal-surgery/atms-6-013.php?jid=muskuloskeletal-surgery>

99. Nielsen E, Andras LM, Skaggs DL. Quantifying the Location of the Radial Nerve in Children for Intraoperative Use. *J Pediatr Orthop*. 2018;38(5):e292-5.
100. Meiling JB, Hollman JH, Shin AY, Brault JS. Passive wrist deviation to increase the ultrasound identified procedural safe zone in carpal tunnel syndrome: A retrospective cohort study. *PM R*. Temmuz 2023;15(7):847-52.
101. Kang BH, Woo SR, Park HJ, Chung SY, Kang S, Jeong SH, vd. Ultrasonographic Assessment of the Safe Zone for Carpal Tunnel Intervention: A Comparison Between Healthy Individuals and Patients With Carpal Tunnel Syndrome. *Ann Rehabil Med*. Aralık 2022;46(6):284-91.
102. Erez O, Khalil JG, Legakis JE, Tweedie J, Kaminski E, Reynolds RAK. Ultrasound evaluation of ulnar nerve anatomy in the pediatric population. *J Pediatr Orthop*. Eylül 2012;32(6):641-6.
103. Kılınc S, Pazarcı O, Altunışık MY, Aydın B, Aktı S. Ultrasound-Guided Lateral Crossed-Pin Fixation in Pediatric Supracondylar Humerus Fractures. *Cumhur Med J*. 30 Eylül 2024;46(3):191-7.

EKLER

EK 1: ETİK KURUL KARAR FORMU



TEKİRDAĞ NAMİK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU



BAŞVURU BİLGİLERİ	Araştırmanın Açık Adı	Pediyatrik Hastalarda Farklı Yaş Gruplarında Humerusun Lateralinden Yapılacak Cerrahi Müdahaleler İçin Radial Sinir Ultrasonografik İncelemesi ile Güvenli Alan ve Tehlike Alanı Belirlenmesi		
	Koordinatör / Sorumlu Araştırmacı	Doç. Dr. Mehmet Ümit Çetin		
	Etik Kurul Toplantı Tarihi	24.09.2024		
	Araştırma Protokol Numarası	2024.261.09.11		
	Araştırmanın Türü	Prospektif <input type="checkbox"/>	Retrospektif <input checked="" type="checkbox"/>	Diğer:
	Araştırmanın Destekleyicisi	TÜBİTAK <input type="checkbox"/>	TNKÜ BAP <input type="checkbox"/>	Araştırmacı <input checked="" type="checkbox"/> Diğer:
	Araştırmanın Bütçesi	250 b		
Araştırmanın Merkezi	Tek Merkezli <input checked="" type="checkbox"/>	Çok Merkezli <input type="checkbox"/>		
KARAR BİLGİLERİ	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik bilimsel sakınca bulunmadığına, toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının oy birliği ile karar verilmiştir.			

ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Araştırma ile İlgili		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Ali Rıza KIZILAR	Biyofizik	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Savaş GÜZEL	Tıbbi Biyokimya	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Sibel ÖZKAN GÜRDAL	Genel Cerrahi	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Ayşin NALBANTOĞLU	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Sonat Pınar KARA	İç Hastalıkları	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Birol TOPÇU	Biyostatistik	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Berna ERDAL	Tıbbi Mikrobiyoloji	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Mehmet Ümit ÇETİN	Ortopedi ve Travmatoloji	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Aliye ÇELİKKOL	Tıbbi Biyokimya	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Zeynep KURTULUŞ TOSUN	İç Hastalıkları Hemşireliği	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Ayhan ŞAHİN	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Meltem ÖZNUR	Tıbbi Patoloji	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Naile Esra SAKA	Adli Tıp	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Hilal GÖLGEZEN AYDIN	Protetik Diş Tedavisi	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Hadi SASANI	Radyoloji	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

*: Toplantıda bulunma.

Etik Kurul Başkanı

Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ali Rıza KIZILAR

İmza: