



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**



**HUMERUS PROXİMAL UÇTAN YAPILAN İNTRAOSSEÖZ YOL
UYGULAMASINDA GÜVENLİ ALAN BELİRLENMESİNE
YÖNELİK RADYOANATOMİK ÇALIŞMA**

Dr. Mustafa Onursal ATMACA

**ACİL TIP ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Onur POLAT**

**ANKARA
2022**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**HUMERUS PROXİMAL UÇTAN YAPILAN İNTRAOSSEOZ YOL
UYGULAMASINDA GÜVENLİ ALAN BELİRLENMESİNE
YÖNELİK RADYOANATOMİK ÇALIŞMA**

Dr. Mustafa Onursal ATMACA

**ACİL TIP ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Onur POLAT**

**ANKARA
2022**

Ankara Üniversitesi

Tıp Fakültesi Dekanlığı'na,

Tıpta Uzmanlık Tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Humerus Proximal Uçtan Yapılan İntraosseöz Yol Uygulamasında Güvenli Alan Belirlenmesine Yönelik Radyoanatomik Çalışma” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımda yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Bu tez çalışmasıyla ilgili tüm süreçler Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul tarafından, 16/02/2022 tarihinde, İ02-92-22 numaralı kararla onaylanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Mustafa Onursal ATMACA

Tarih:

İmza:

ÖZGÜNLÜK RAPORU



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Mustafa Onursal Atmaca
Ödev başlığı: Dr. Mustafa Onursal Atmaca Tez
Gönderi Başlığı: Humerus Proximal Uçtan Yapılan İntraosseoz Yol Uygulaması...
Dosya adı: Dr.Onursal_Atmaca_Tez.docx
Dosya boyutu: 3.88M
Sayfa sayısı: 56
Kelime sayısı: 8,695
Karakter sayısı: 60,053
Gönderim Tarihi: 21-Şub-2022 10:40ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 1767421068



Humerus Proximal Uçtan Yapılan İntraosseoz Yol Uygulamasında Güvenli Alan Belirlenmesine Yönelik Radyoanatomik Çalışma

ORJİNALLİK RAPORU

%**9**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**8**

İNTERNET KAYNAKLARI

%**1**

YAYINLAR

%**3**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

KABUL VE ONAY SAYFASI

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN		
Adı, Soyadı	: Mustafa Onursal ATMACA	Sınav tarihi: 07 / 03 / 2022
Anabilim/Bilim Dalı	: Acil Tıp Anabilim Dalı	
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Omur POLAT	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: <i>Humerus Proximal Uçtan Yapılan İntraosseöz Yol Uygulamasında Güvenli Alan Belirlenmesine Yönelik Radyoanatomik Çalışma</i>	
Tezin Niteliği:	<input checked="" type="checkbox"/> Ana Dal Uzmanlık Tezi <input type="checkbox"/> Yan Dal Uzmanlık Tezi
Kaçıncı tez sınavı olduğu:	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3

III. KARAR	
Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak	
<input checked="" type="checkbox"/> Kabulüne	
<input type="checkbox"/> Reddine	
<input type="checkbox"/> Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine	
<input checked="" type="checkbox"/> Oy birliği <input type="checkbox"/> Oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

IV. AÇIKLAMALAR	
Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız	

Jüri Başkanı
Prof. Dr. Omur POLAT
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Acil Tıp Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Müge GÜNALP ENEYLİ
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Acil Tıp Anabilim Dalı

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Mehmet Ali KARACA
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Acil Tıp Anabilim Dalı

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimimin ilk gününden itibaren desteğini esirgemeyen, bu zorlu süreçte her daim kararlı tavrıyla motivasyon kaynağım olan değerli hocam, Anabilim Dalı başkanımız Prof. Dr. Onur POLAT'a;

Acil tıp uzmanı olarak rol modelim olan, hemen her gün manevi desteğini bizlerden esirgemeyen, bazen yakın bir arkadaş olup derdimi dinleyen, bazen sert bir hoca mizacına bürünüp yol gösteren, çoğu zaman biz asistanlarına annelik yapan Doç. Dr. Müge GÜNALP ENEYLİ'ye;

Asistanlık sürecimin öncesinden başlayarak acil tıp ve hayata dair bilgi ve tecrübelerini her daim bana aktarmaktan yorulmayan Dr. Öğr. Üyesi Sinan GENÇ'e;

Her daim babacan tavrıyla asistan sürecimi tamamlamamda desteklerini esirgemeyen Uzm. Dr. Serdar GÜRLER'E

Asistanlığımın ilk gününden itibaren bir abi olarak gördüğüm, meslek ve hayat ile ilgili görüşlerini hoşgörüyle paylaşan Uzm. Dr. Ahmet Burak OĞUZ'a;

Birlikte çalışmaktan keyif aldığım, birçok tecrübe kazanmamı sağlayan Uzm. Dr. Ayça KOCA'ya;

Eğitim sürecimde dost edindiğim, kardeş bildiğim, her sıkıntıya beraber göğüs gerdiğimiz Soner DEĞİRMENCİ, Çağatay YANIK, Ömer Yusuf ERDURMUŞ ve Burak ÇAKAR'a;

Evlatları olmaktan gurur duyduğum canım aileme; yaşamın tüm zorluklarını paylaştığım biricik eşim, sevgilim Nurten'e teşekkür ederim.

Dr. Mustafa Onursal ATMACA

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	i
Özgünlük Raporu	ii
Kabul ve Onay Sayfası	iii
Önsöz	iv
İçindekiler	v
Simgeler ve Kısaltmalar	viii
Şekiller Dizini	ix
Tablolar Dizini	x
1. TÜRKÇE ÖZET	1
2. ABSTRACT	3
3.GİRİŞ VE AMAÇ	5
4.GENEL BİLGİLER	6
4.1.Omuz Anatomisi	6
4.1.1.Kemik Yapılar	6
4.1.1.1. Klavikula	6
4.1.1.2. Skapula	7
4.1.1.3. Humerus	8
4.1.2. Omuz Bölgesi Eklemleri	8
4.1.2.1.Glenohumeral Eklem	8
4.1.2.2. Akromioklavikular Eklem	9
4.1.2.3. Sternoklavikular Eklem	9
4.1.3. Omuz Eklemi Kas Yapıları	9
4.1.3.1. Glenohumeral Kaslar	9
4.1.3.1.1. Rotator Manşet Kasları	9
4.1.3.1.2. Deltoid Kas	11
4.1.3.1.3. Teres Major Kası	11
4.1.3.2. Skapulotorasik Kaslar	11
4.1.3.2.1. Trapezius Kası	11
4.1.3.2.2. Levator Skapula Kası	11
4.1.3.2.3. Serratus Anterior Kası	11

4.1.3.2.4. Romboid Kaslar	12
4.1.3.2.5. Pectoralis Minor Kası	12
4.1.3.3. Multiple Eklemle İlişkili Kaslar	12
4.1.3.3.1. Biceps Humeri Kası	12
4.1.3.3.2. Latissimus Dorsi Kası	12
4.1.3.3.3. Pectoralis Major Kası	13
4.1.4. Omuz Eklemi Bursaları	13
4.1.5 Omuz Eklemi İlişkili Diğer Önemli Yapılar	14
4.1.5.1. Aksiller Sinir	14
4.1.5.2. A. circumflexi humeri	15
4.1.5.2.1. A. circumflexi humeri anterior	15
4.1.5.2.2. A. circumflexi humeri posterior	15
4.2. Omuz Görüntüleme Yöntemleri	16
4.2.1. Anteroposterior (AP) Grafi	16
4.2.2. Ultrasonografi (USG)	17
4.2.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	17
4.2.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR)	18
4.2.5. MR Artrografi	19
4.3.İntraosseoz Girişim Tanımı	19
4.4. İntraosseoz Girişimin Avantajları	19
4.5.İntraosseoz İşlem İçin Anatomik Uygulama Noktaları	20
4.6. İntraosseoz Girişimin Uygulanması	20
4.6.1. Manuel İntraosseoz İğneler	21
4.6.2. Mekanik İntraosseoz Cihazlar	22
4.7. İntraosseoz Girişimin Komplikasyonları	22
4.7.1. Kemik Kırığı	23
4.7.2. Kompartman Sendromu	23
4.7.3. Selülit	24
4.7.4. Osteomyelit	25
4.7.5. Subkutan Abse	27
4.8.Proximal Humerus ve Diğer Uygulama Noktalarının Kıyaslanması	29
5. GEREÇ ve YÖNTEM	30
5.1. Hastaların Seçilmesi	30
5.2. Verilerin Değerlendirilmesi	30
6. BULGULAR	31

7.TARTIŞMA	40
8. SONUÇ ve ÖNERİLER	44
9.KAYNAKLAR	45



SİMGELER VE KISALTMALAR

IO	: İntraosseoz
IOI	: İntraosseoz infüzyon
PHIG	: Proximal Humerus İntraosseoz Girişim
MR	: Manyetik Rezonans
AP	: Anteroposterior
AC	: Akromioclavicular
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
USG	: Ultrasonografi
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
FSE	: Fast Spin Echo
KPR	: Kardiyopulmoner Resüsitasyon
PALS	: Pediatrik Advanced Life Support
ATLS	: Advanced Trauvma Life Support
FAST	: First Access for Shock And Trauma
BIG	: Bone Injection Gun
NIO	: New Intraosseos Device
EZ-IO	: Easy Intraosseos Access Device
AKS	: Akut Kompartman Sendromu
TMP-SMX	: Trimetoprim Sulfametaksazol
MRSA	: Metisilin Rezistan Stafilokokkus Aureus
MSSA	: Metisilin Sensitif Stafilokokkus Aureus
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ICD-10	: International Classification of Diseases
ÖN	: Ölçüm Noktası
KKE	: Kişisel Koruyucu Ekipman
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Omuz Eklemi Kemikleri-Anterior	6
Şekil 4.2.	Skapula ve Humerus	7
Şekil 4.3.	Glenohumeral ve Akromioklavikular Eklem.....	8
Şekil 4.4.	Rotator Manşet Kasları	10
Şekil 4.5.	Brachial pleksus ve n.axillaris	14
Şekil 4.6.	A. circumflexi humeri	15
Şekil 4.7.	AP Omuz Grafisi.....	16
Şekil 4.8.	Anterior Glenohumeral Dislokasyon ve Hill-Sachs Lezyonu.....	17
Şekil 4.9.	Normal Omuz MRG.....	18
Şekil 4.10.	IO iğne boyutları	21
Şekil 4.11.	Çeşitli intraosseoz uygulama cihazları a: NIO, b: B.I.G, c: EZ-IO, d: Jamshidi iğnesi.....	22
Şekil 4.12.	Kompartman sendromu fizyopatoloji	24
Şekil 4.13.	T1 yağ baskılı görüntüde kalkaneusta osteomyelit uyumlu görünüm	26
Şekil 4.14.	Subkutan Abse	27
Şekil 4.15.	Humerus büyük tüberkül.....	32
Şekil 4.15.	Humerus büyük tüberkül.....	33
Şekil 4.16.	Friedman sıralı iki yönlü varyans analizi.....	36
Şekil 4.17.	Medulla Kalınlık Ortalamaları	37
Şekil 4.18.	Medulla/ Cilt-Korteks Oranı	38
Şekil 4.19.	A. circumflexi humeri anterior ve n. axillaris'e uzaklık.....	39

TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1. Selülit risk faktörleri.....	25
Tablo 4.2. Nekrotizan Yumuşak Doku Enfeksiyonları için Risk Faktörleri	28
Tablo 6.1. Akış Şeması.....	31
Tablo 6.2.	33
Tablo 6.3.	34
Tablo 6.4.	34
Tablo 6.5.	35



1. TÜRKÇE ÖZET

Amaç: İntraosseoz girişimler, resüsitasyon gerektiren hastalarda periferik vasküler yol bulunamadığı durumlarda gerekli olan hayat kurtarıcı işlemlerdir. İntraosseoz yol, intravenöz (IV) erişimin sağlanamadığı durumlarda ilaçların ve sıvıların hızlı uygulanması için en hızlı yoldur. Proximal humerustan yapılan intraosseoz girişimin rutinde uygulama yeri humerus büyük tüberkülünün palpasyonu ile tespit edilmektedir. Çalışmamızın amacı, rutin uygulama bölgesinin manyetik rezonans (MR) görüntüleri incelenerek, uygulama için en güvenli noktanın tespit edilmesidir.

Gereç ve Yöntem: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda 01.01.2021-31.12.2021 tarihleri arasında, S42.20 ve M75.1 ICD-10 kodları tanılarıyla Omuz MR'ı çekilen 89 hastanın görüntülerinin incelendiği tek merkezli retrospektif bir çalışma yapıldı. Çalışmaya 18 yaş ve üzeri hastalar dahil edildi. Humerus proximalinde malignitesi olan, geçirilmiş cerrahi öyküsü olan, onarılmamış fraktür hikayesi olan, anatomik malformasyonu olan, MR görüntülerinde yetersizlik ve uygun sekansları içermeyen hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Hastaların MR görüntüleri değerlendirilirken akromiyoklavikuler eklemin üst sınırı ile glenoid fossanın alt kenarı arası kesit kalınlığı 4 mm'yi aşmayacak şekilde (3-4 mm), T1 yağ baskılamalı sekansta koronal ve aksial kesitte oluşan görüntüler dört farklı noktadan incelendi. Her bir ölçüm noktasında, cilt-cilt altı dokular ve kemik korteks kalınlığı ile medulla kalınlığı ölçülerek ve ölçüm noktasının aksiller sinir ile circumflex artere olan mesafesi de kaydedildi. Görüntüler değerlendirilirken humerus tuberculum majus birinci ölçüm noktası olarak belirlenmiştir. Sonraki noktalar, birinci ölçüm noktasından distale doğru dört milimetrelik aralıklarla belirlendi ve ölçümler alındı. Elde edilen veriler Friedman tekrarlı varyans analiz testiyle değerlendirildi.

Bulgular: 150 hasta değerlendirilmiştir. 20 hasta Hill-Sachs Lezyonu, 9 hastanın üst extremité malignitesi olması, 32 hastanın rotator manşet kas patolojisi olması nedeniyle çalışmaya dahil edilmedi. Dışlama kriterlerini taşımayan 89 hasta ile çalışma yapıldı. Çalışmamıza katılan 89 hastanın 51(%57,2) i kadın, 38 (%43,8) i erkek olarak saptandı. Çalışmamıza katılan 89 hastanın yaş ortalaması $52,75 \pm 14,82$ (Medyan:56, min-max:18-81) idi. Humerus büyük tüberkülü birinci ölçüm noktası olarak belirlendi. Diğer ölçüm noktaları 4 mm distale doğru giderek belirlendi. Tespit edilen her bir ölçüm noktasından intraosseoz girişimin açısına uygun olacak şekilde ölçümler alındı. Girişim noktasından kemik medullasına kadar olan ölçüm, cilt-korteks kalınlığı olarak kaydedildi. Kemik medullasına girişimin sağlandığı noktadan medulla posterior duvarına kadara olan ölçüm, medulla

kalınlığı olarak kaydedildi. İntraosseoz işlemin yapılacağını tespit ettiğimiz ölçüm noktasından axiller sinire olan uzaklık ve arter circumflex humeri'ye olan mesafeler de kaydedildi. Medulla kalınlığının, cilt-korteks kalınlığına oranı hesaplandı. Her bir ölçüm noktasını medulla / cilt korteks kalınlığı oranları değerlendirildi. Ölçüm Noktası (ÖN)-1 için oran $2,29 \pm 0,65$, ÖN-2 için $2,25 \pm 0,66$, ÖN-3 için $2,07 \pm 0,62$, ÖN-4 için $1,80 \pm 0,61$ olarak hesaplandı. Ölçüm noktaları arasında istatiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,001$). Yaş ve cinsiyet değişkenleri ile ölçümler yeniden değerlendirildiğinde, 56 yaş üzeri ve erkeklerde büyük tüberkülün 4 mm altında tespit edilen ÖN-2 için medulla/ cilt korteks kalınlığı oranı $3,36 \pm 0,67$, ÖN-1 için $3,31 \pm 0,63$ olarak hesaplandı ve istatiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$). 56 yaş ve altındaki kişiler ve kadınlarda yapılan hesaplamalarda ÖN-1 istatiksel olarak anlamlı saptandı ($p < 0,001$).

Sonuç: Kadınlar ve 56 yaşından küçük erişkinlerde proximal humerustan intraosseoz girişim için ideal nokta büyük tüberkül üzeri iken, erkekler ve 56 yaş üzeri kişilerde uygulama için ideal nokta büyük tüberkülün 4 mm altı olarak tespit edildi. Bulgular değerlendirildiğinde ÖN-2'nin 56 yaş üzeri kişilerde ve erkeklerde güvenli girişim noktası olarak kullanımının önerilebileceği sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Proximal Humerus, intraosseoz erişim, intravasküler yol, manyetik rezonans görüntüleme, radyoanatomi

2. ABSTRACT

Aim: Intraosseous access is a lifesaving procedure required in cases where peripheral vascular access cannot be found in patients requiring resuscitation. Intraosseous access is the fastest way to provide access to the rapid administration of drugs and fluids in cases where intravenous (IV) access is not available. Intraosseous from proximal humerus is routinely detected by palpation of the large tubercle humerus. The aim of our study is to examine the magnetic resonance (MRI) images of the routine application region and determine the safest point for application.

Material and Methods: A single-center retrospective study was conducted between 01.01.2021-31.12.2021 in the Department of Radiology at Ankara University Faculty of Medicine, examining the images of eighty-nine patients who performed Shoulder MRI with the diagnoses of S42.20 and M75.1 ICD-10 codes. Patients aged eighteen and over were included in the study. Patients with malignancy in humerus proximal, a history of previous surgery, an untreated fracture history, and anatomical malformation were not included in the study. When evaluating mri images of patients, the section thickness between the upper boundary of the acromyoclavicular joint and the lower edge of the glenoid fossa should not exceed 4 mm (3-4 mm), and the images formed in the coronal and axial section in the T1 fat-suppressed sequence were examined from four different points. At each measuring point, the thickness of the subcutaneous tissues and bone cortex and the thickness of the medulla will be measured and the distance of the measuring point to the axillary nerve and circumflex artery was also recorded. Humerus tuberculum majus was designated as the first measuring point when evaluating the images. Subsequent points were determined at four-millimeter intervals from the first measuring point to the outsized and measurements were taken. The data obtained were evaluated by Friedman recurrent variance analysis test.

Results: 150 patients were evaluated. Twenty patients were not included in the study due to Hill-Sachs Lesion, nine patients had upper extremite malignation and thirty-two patients had rotator cuff muscle pathology. Studies were conducted with eighty-nine patients who did not meet the exclusion criteria. Of the eighty-nine patients who participated in our study, 51 (57.2%) were female and 38 (43.8%) were male. The mean age of the 89 patients who participated in our study was 52.75 ± 14.82 (Median:56, min-max:18-81). Humerus great tubercle was designated as the first measuring point. Other measuring points were determined by going towards 4 mm distale. Measurements were taken from each detected measuring point to match the angle of the intraosseous attempted. The measurement from the point of

intervention to the bone medulla was recorded as skin-cortex thickness. The measurement from the point of access to bone medulla to the medulla posterior wall was recorded as medulla thickness. Distances to the axillar nerve and distances to the arterial circumflex humeri were also recorded from the measuring point where we determined that the intraosseous procedure would be performed. The ratio of medulla thickness to skin-cortex thickness is calculated. Medulla / skin cortex thickness ratios were evaluated at each measuring point. The ratio for Measuring Point (MP)-1 is calculated as 2.29 ± 0.65 , 2.25 ± 0.66 for MP -2, 2.07 ± 0.62 for MP -3, 1.80 ± 0.61 for MP -4. Statistically significant difference was found between the measuring points ($p < 0,001$). When age and gender variables and measurements were re-evaluated, the medulla/ skin cortex thickness ratio for MP -2 detected under 4 mm below great tubercle in over-56s and men was calculated as 3.36 ± 0.67 , and for MP-1 3.31 ± 0.63 was calculated and found statistically significant ($p < 0.001$). It was concluded that MP-2 was used as an intervention point in people and men over the age of fifty-six. MP-1 was statistically significant in calculations of people and women aged 56 and under ($p < 0,001$).

Conclusion: The ideal point for intraosseous intervention from proximal humerus in women and adults under 56 years of age was over great tubercle, while in men and people over 56 years of age, the ideal point for application was determined as 4 mm below the large tubercle.

Keywords: Proximal Humerus, intraosseous access, intravascular access, magnetic resonance imaging, radioanatomy

3. GİRİŞ VE AMAÇ

İntraosseoz girişimler, resüsitasyon gerektiren hastalarda periferik vasküler yol bulunamadığı durumlarda gereken hayat kurtarıcı işlemlerdir(1).

İntraosseoz (IO) yolların periferik vasküler yapılar kadar güvenilir ve etkili olduğu çalışmalarda gösterilmiştir. Sternum, proximal humerus, tibia proximali gibi birçok kemik yapı bu girişim için etkin bir biçimde kullanılmaktadır(2). İntraosseöz infüzyon (IOI), vasküler erişimin zor olduğu acil durumlarda ilaçların ve sıvıların hızlı uygulanması için sistemik dolaşıma erişim sağlamanın en hızlı yoludur. Kristalloidler, kolloidler, kan ürünleri, resüsitasyon ilaçları ve antibiyotikler bu teknik kullanılarak güvenle uygulanabilir(3).

Pelvik, abdominal veya torasik travmalarda alt ekstremitelerden uygulanacak girişimlerin sistemik dolaşıma katılımı şüpheli hale gelmektedir. Humerus proximalinin, tibia ve femur gibi diğer uygulama noktalarına göre en önemli farkı ise uygulanan maddenin sistemik dolaşıma katılım hızının daha yüksek olmasıdır(4-6).

Proximal humerustan intraosseoz girişim (PHIG) için en uygun noktanın belirlenmesi için iki yöntem sık kullanılmaktadır. Birinci tercih olarak akromiyon palpe edilerek 2 cm altından girişim uygulanır. İkinci yöntem ise humerus büyük tüberkülü palpe edilmeye çalışılır ve doğrudan işlem o bölgeden uygulanır. Literatürde PHIG için net bir girişim noktası belirtmede eksiklikler bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, manyetik rezonans (MR) görüntüleri kullanılarak korteksin en ince, medullar kavitenin en geniş olduğu yeri bulmak ve bu noktanın axiller sinir ve humeral circumflex arter'e olan uzaklığı ölçülerek PHIG için ideal uygulama noktasını belirlemektir.

4. GENEL BİLGİLER

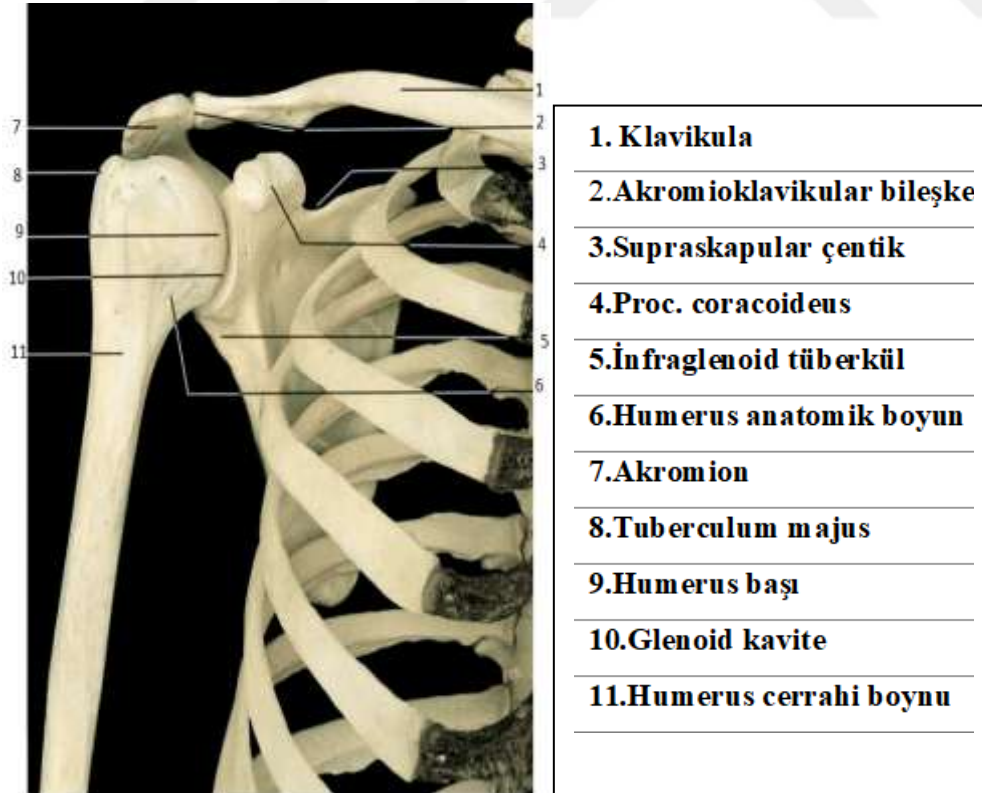
4.1. Omuz Anatomisi

Omuz eklemi, humerus, klavikula ve skapula olmak üzere üç adet kemik, glenohumeral, sternoklavikular ve akromioklavikular eklemler olmak üzere üç adet gerçek eklem ve bunların hareket ve stabilizasyonuna yardımcı olan kaslar ve bağlardan oluşur.

4.1.1. Kemik Yapılar

4.1.1.1. Klavikula

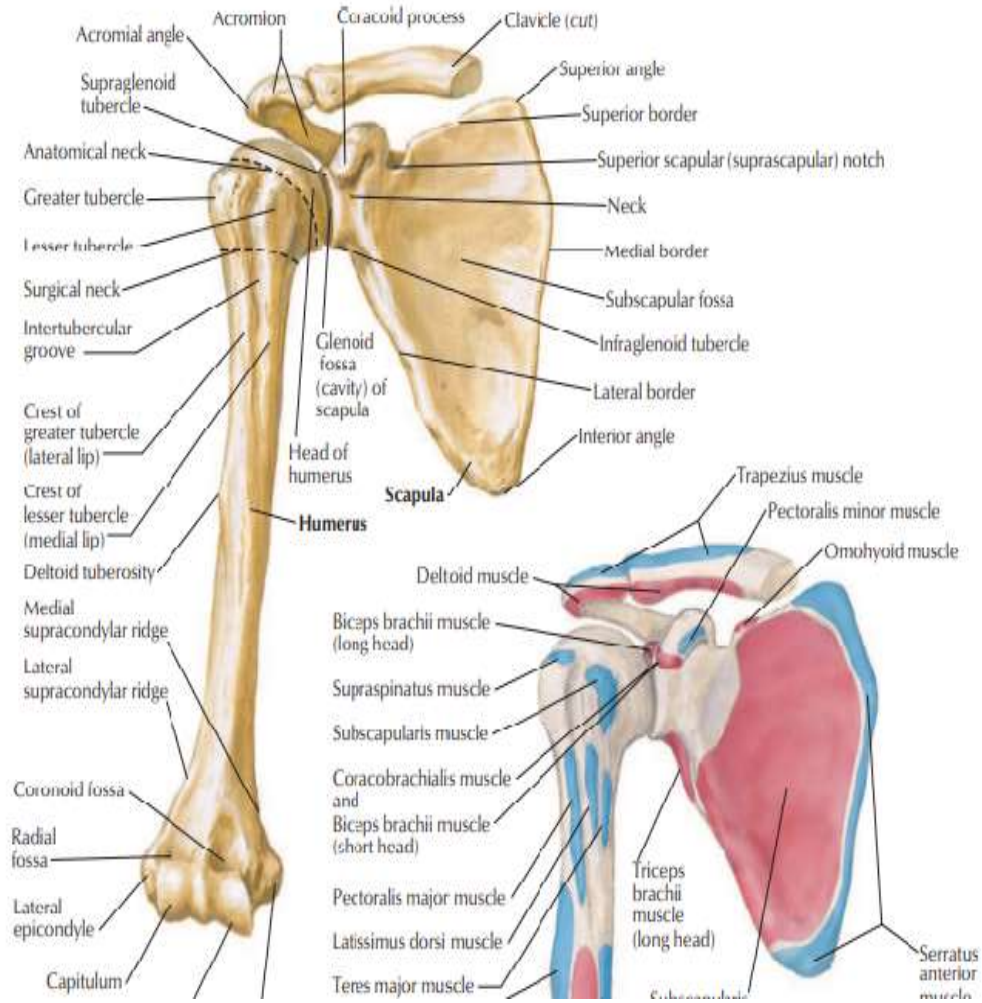
Klavikula, üst ekstremitiyi aksiyel iskelete bağlayan, birinci kostanın üzerinde yatay olarak seyreden, akromiyon ile sternum arasında bulunan kemiktir. Ossifikasyonu en erken başlayıp, en geç biten kemiktir. Pektoralis majör kası ön yüzünden orijin alırken, deltoid kas üst yüzünden ve sternohyoid kas arka-alt yüzünden orijin almaktadır. Klavikulanın beslenmesi, supraskapular ve torakoakromial arterlerin dalları ile sağlanmaktadır.



Şekil 4.1. Omuz Eklemi Kemikleri-Anterior(7)

4.1.1.2. Skapula

Skapula, 2. ve 7. kostalar hizasında, toraks posteriorunda yerleşimli üçgen şeklinde bir kemiktir. Glenoid, akromion, korokoid ve spina skapula adı verilen dört adet önemli çıkıntısı mevcuttur. Glenoid, humerus başı ve skapulanın eklem yaptığı kısımdır, retroversiyon açısı vardır. Bu açıdaki artış veya azalışlar omuz instabilitesinde rol oynamaktadır. Akromion ve beraberinde korakoakromiyal ligaman, humerusun yukarı kayma hareketini kısıtlayarak glenohumeral eklemi korumaktadır. Korakoid çıkıntı, skapula anatomik pozisyonundayken yukarı öne ve dış yana doğru yerleşmiştir. Klavikulanın lateralinde palpe edilebilir. Biceps kasının kısa başı ve korakobrakialis kası için başlangıç noktası, pektoralis minör kası için ise sonlanma noktasıdır. Spina skapula, trapezius kası için yapışma ve posterior deltoid kası için başlangıç yeridir.



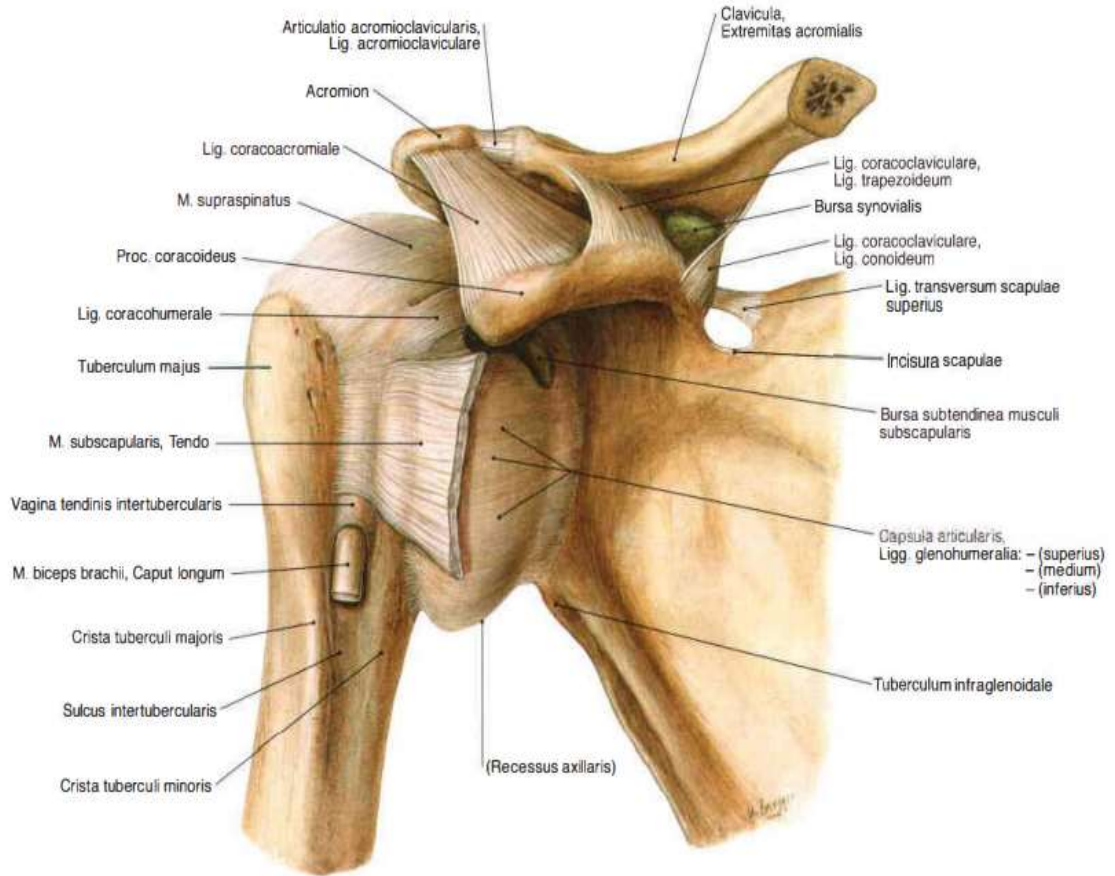
Şekil 4.2. Skapula ve Humerus(8)

4.1.1.3. Humerus

Proksimal ucu olan yarım küre şeklindeki caput humeri, glenoid fossaya yerleşerek omuz eklemine oluşturur. Tuberkulum majus ve minus isimli iki adet çıkıntısı vardır. Tuberkulum majusa supraspinatus, infraspinatus ve teres minör kasları yapışırken, tuberkulum minusa ise subskapularis kası yapışmaktadır.

4.1.2. Omuz Bölgesi Eklemleri

4.1.2.1. Glenohumeral Eklem



Şekil 4.3. Glenohumeral ve Akromioklavikular Eklem(9)

Humerus başı ile skapulanın glenoid yüzü arasında, eklem yüzleri hyalin kıkırdakla kaplı sferoid tipi eklemdir. Humerus başının glenoid boşluğa göre daha geniş olması geniş bir eklem hareket açıklığı sağlamaktadır. Eklem kapsülü, humerusun anatomik boynu ile glenoidin kenarı arasında bulunur. Eklem yüzeyleri sinoviyal bir membran ile kaplıdır. Bu

membranın görevleri sürtünmeyi azaltmak ve sinoviyal sıvı üretmektir. Kapsül, labrum, glenohumeral ve korakohumeral ligamanlar statik, rotator manşet kasları ise dinamik stabilizasyonu sağlamaktadır. Eklem ön yüzünde glenohumeral ligaman ve subskapularis tendonu, arka yüzünde infraspinatus ve teres minör tendonları, üstte ise korakohumeral ligaman stabiliteye yardım etmektedir.

4.1.2.2. Akromioklavikular Eklem

Skapulanın akromion çıkıntısı ile klavikula laterali arasında oluşan plana tipi bir eklemdir. Korakoid çıkıntı, akromion ve korakoakromiyal ligamandan oluşan korakoakromiyal ark önemli bir yapıdır. Korakoakromiyal ark, humerus başının yukarı dislokasyonunu önleyen en önemli yapıdır.

4.1.2.3. Sternoklavikular Eklem

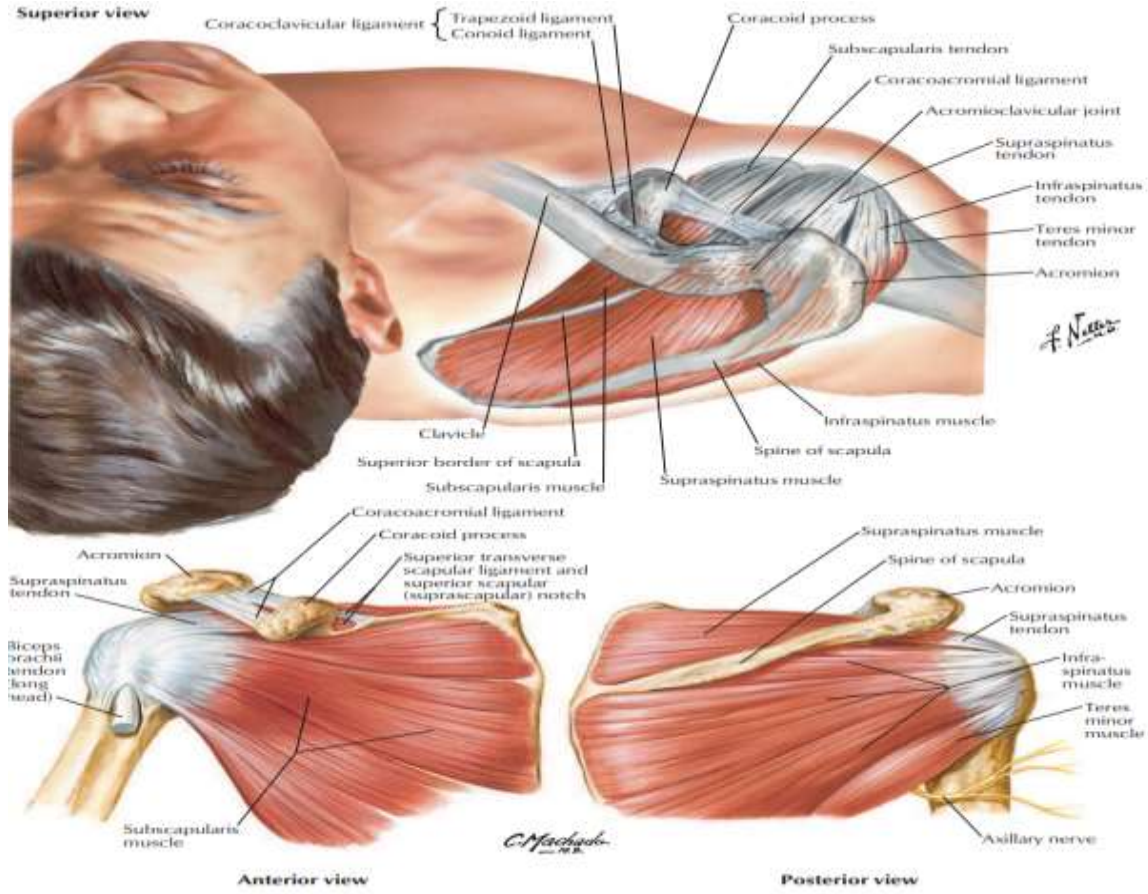
Sternoklavikular eklem, plana tipi eklem olup, sternum ile klavikulanın proksimali arasında oluşmaktadır. Üst ekstremitayı toraks aracılığıyla gövde iskeletine bağlayan tek eklemdir. Eklem boşluğunu ikiye ayıran ve eklem yüzlerinin birbirine uyumunu sağlayan artiküler disk bulunur. Eklem stabilizasyonunda, en önemli yapı posterior sternoklavikular ligamandır. İnterartiküler diskte bir ligament gibi eklem stabilizasyonuna ciddi katkı sağlar.

4.1.3. Omuz Eklemi Kas Yapıları

4.1.3.1. Glenohumeral Kaslar

4.1.3.1.1. Rotator Manşet Kasları

Supraspinatus, infraspinatus, teres minör ve subskapuler kastan oluşan bu kas grubu rotator manşet kasları olarak bilinirler. Bu dört kas, omuz eklem kapsülüne önden, arkadan, yukarıdan yapışarak eklemi güçlendirir ve humerus başının glenoid fossada kalmasına yardımcı olurlar.



Şekil 4.4. Rotator Manşet Kasları(10)

Supraspinatus kası: Skapulanın supraspinatus fossasından başlayıp, humerusun tuberculum majus'u üzerinde sonlanır. Omuz ekleminin ilk 15-20 derecelik abduksiyonunu yaptırır. Supraskapular sinir tarafından innerve edilir.

İnfraspinatus kası: Skapulanın altında infraspinatus fossadan başlayıp, dış yan ve yukarı yönelerek tuberculum majusta sonlanır. Omuz ekleminin ana dış rotator kasıdır. Supraskapular sinir tarafından innerve edilir.

Teres minör kası: Skapula lateralinden başlayarak dış yan ve yukarı doğru ilerleyerek tuberculum majusun arka alt ucunda sonlanır. Omuz eklemine dış rotasyon ve adduksiyon yaptırır. Aksiller sinirin posterior dalı tarafından innerve edilir.

Subskapularis kası: Skapulanın subskapular fossasından ve lateral kenarından başlayıp, dış yana doğru uzanarak humerusun tuberculum minusuna ve eklem kapsülüne yapışır. Omuz eklemine iç rotasyon yaptırır. Subskapular sinir tarafından innerve edilir.

4.1.3.1.2. Deltoid Kas

Akromion, skapula ve klavikulanın lateral 1/3'ünden başlayarak proximal humerusta sonlanır. Ön, orta ve arka deltoid olarak adlandırılan üç bölümü vardır. Ön deltoid kas, lateral 1/3 klavikuladan başlar ve humerusun deltoid tüberkülünde sonlanır. Omuz eklemine iç rotasyon, fleksiyon ve adduksiyon yaptırır. Orta deltoid kas, supraspinatus kasının başlattığı abduksiyonu devam ettiren kastır. Arka deltoid kas ise omuz eklemine adduksiyon yaptırır. Deltoid kas, axiller sinir tarafından innerve edilir. Omuz eklemine en güçlü abduktör kasıdır.

4.1.3.1.3. Teres Major Kası

Skapulanın alt dış kısmından başlayıp humerusun tuberculum minusu üzerinde sonlanır. İç rotasyon, adduksiyon ve ekstansiyon yaptırır. Subskapular sinir tarafından innerve edilir.

4.1.3.2. Skapulotorasik Kaslar

4.1.3.2.1. Trapezius Kası

C7-T12 vertebraların spinöz çıkıntılarından başlamaktadır. Üst lifler klavikulanın 1/3 dış kısmına, alt lifler spina skapulanın medialine, alt servikal-üst torakal lifler ise akromion ve spina skapulaya yapışmaktadır. Aksesuar sinirin spinal parçası innerve eder.

4.1.3.2.2. Levator Skapula Kası

C1-3 vertebralarının spinöz processlerinden başlayıp skapula üst medialinde sonlanır. Skapulayı yukarı ve içe çeker. Dorsal skapular sinir tarafından innerve edilir.

4.1.3.2.3. Serratus Anterior Kası

1.-8. Kostaların ön yüzünden başlar ve skapulanın kostal yüzüne yapışır. Trapezius kasıyla birlikte skapula lateralini yukarı kaldırır. Uzun torasik sinir tarafından innerve edilir.

4.1.3.2.4. Romboid Kaslar

Romboid majör kası; T2 ve T5 arası omurların spinöz proçeslerinden başlayıp, aşığı ve dış yana uzanarak skapulanın medial kenarı ve alt köşesinde sonlanır. Romboid minör kası ise lig. nuchae'nın alt kısmı ve C6 ve T1 arası omurların spinöz proçeslerinden başlayıp, aşığı ve dış yana uzanarak skapular üçgenin tabanında sonlanır. Romboidler skapulayı ie ve yukarı çeker. Dorsal skapuler sinir tarafından innerve edilir.

4.1.3.2.5. Pectoralis Minor Kası

Pectoralis majörün altında 3. ve 4. kostaların dış yüzünden başlayıp, yukarı ve dışa doğru uzanarak korakoid proçesinde sonlanır. Skapulayı öne ve aşığı çeker. Medial pektoral sinir tarafından innerve edilir.

4.1.3.3. Multiple Eklemle İlişkili Kaslar

4.1.3.3.1. Biceps Humeri Kası

Ana hareketlerini ön kola yaptırmasına rağmen uzun başının tendonunun omuz eklem kapsülüne yapışması nedeniyle omuz eklemine de katkısı vardır. Aynı zamanda omuz eklemi kaynaklı patolojilerden de etkilenmektedir. Uzun başı, supraglenoid tüberkülden başlayıp, omuz eklem kapsülünün iç yüzüne dayalı bir şekilde aşığı doğru iner ve intertüberküler sulcudan kendi kılıfı içinde yoluna devam eder. Kısa başı ise korakoid çıkıntıdan başlar. İki sonlanma noktası mevcuttur. Lateraldeki ana sonlanma noktası, radius proksimalindeki radial çıkıntıya yapışırken, medialde bir kısım lifler ön kol üst kısmında ie ve aşığıya uzanarak antebrakiyal fasyaya yapışır. Ön kolun en güçlü supinatörü olup ön kol sabit iken kola, kol sabitken de ön kola fleksiyon yaptırır. Uzun başı humerusu yukarı çekerek omuz eklemine kuvvetlendirir. Muskulokutan sinir tarafından innerve edilir.

4.1.3.3.2. Latissimus Dorsi Kası

T7 ve L5 vertebraların spinöz çıkıntılarından, crista iliacadan ve sakrumun küçük bir kısmından başlayıp, yukarı ve dışa doğru toplanarak uzanır ve humerus crista tuberculi minoris'te sonlanır. Kola iç rotasyon ve adduksiyon yaptırırken omuz eklemine ekstansiyon

yaptırır. Torakodorsal sinir tarafından innerve edilir.

4.1.3.3.3. Pectoralis Major Kası

Glenohumeral eklemin güçlü bir adduktörü olarak çalışmakta olan bu kas 3 kısımdan oluşmaktadır. Klavikular kısmı, deltooid kasın ön parçası ile fleksiyonda görevlidir. Sternoklavikular ve abdominal kısmı kola iç rotasyon ve adduksiyon yaptırır. Lateral ve medial pektoral sinirler tarafından innerve edilir.

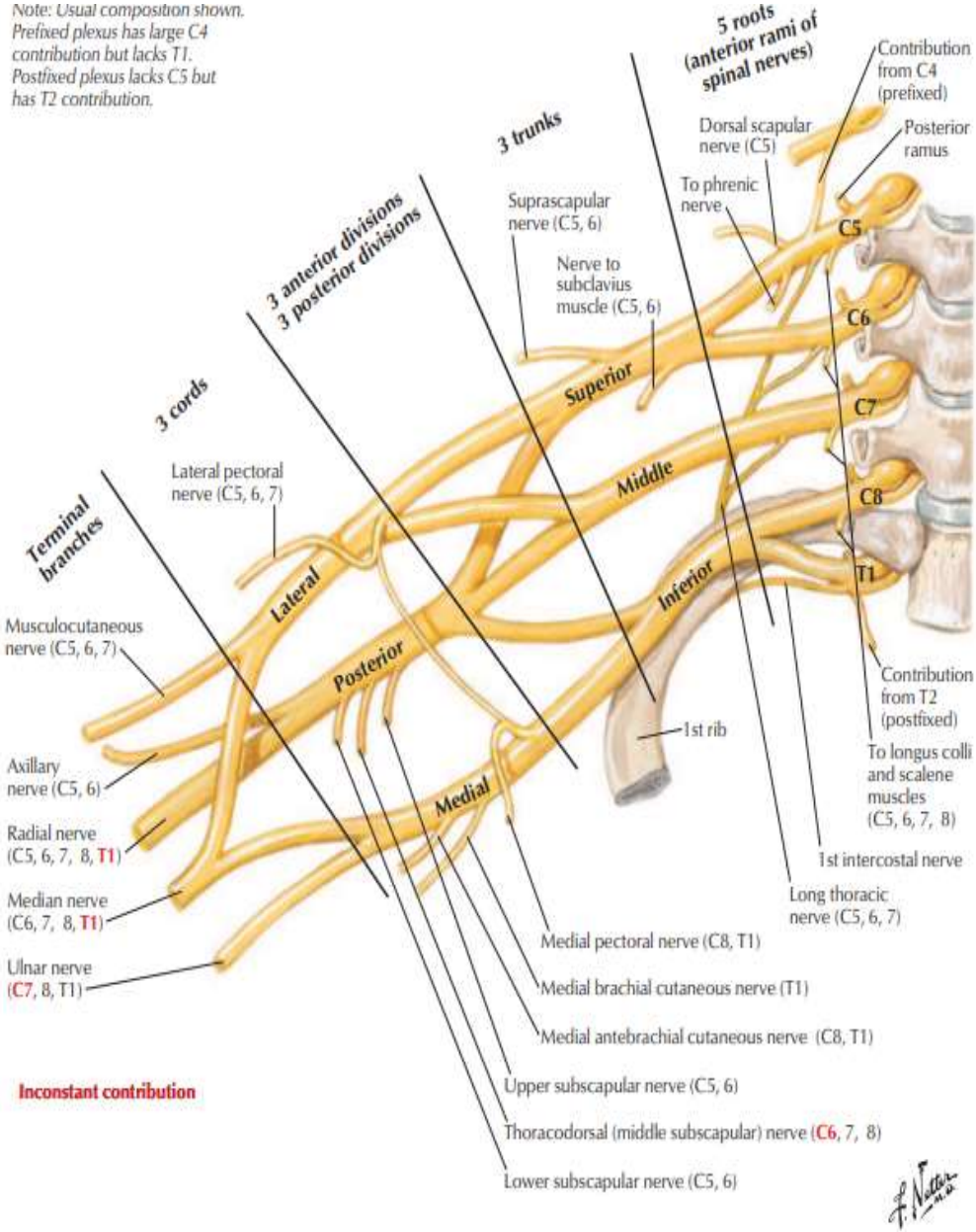
4.1.4. Omuz Eklemi Bursaları

Fasyal aralıkların birleşimi ile oluşan kese yapılarına bursa adı verilmektedir. Damar içermeyen ve yüzeyi kaygan olan bu yapılar, eklem hareketlerini kolaylaştırmaktadır. Özellikle sert dokular arasında, sıklıkla da tendon yapışma yerlerinde, kas ve kemik dokular arasında bulunurlar. Omuz eklemi pek çok bursa içermekte olup bunlar içinde en önemlileri; subakromiyal, subdeltooid, subskapular ve subkorakoid bursalardır.

4.1.5 Omuz Eklemi İlişkili Diğer Önemli Yapılar

4.1.5.1. Aksiller Sinir

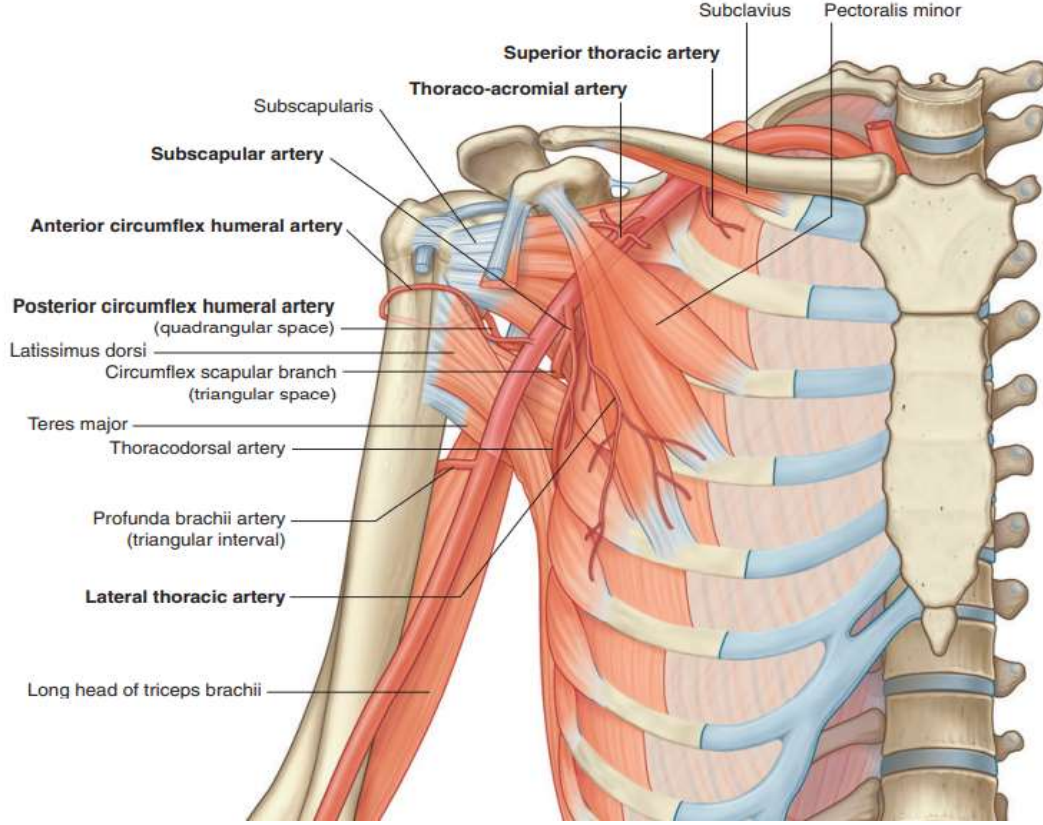
Aksiller sinir, pleksus brachialis'in superior truncus'unda C5-6 liflerini taşır ve oradan posterior fasiküle girerek terminal dal olarak humerus proximaline gelir. Teres Minör ve deltoid kası innerve eder. Omuz bölgesinin arka-üst taraf duyusunu taşır.



Şekil 4.5. Brachial pleksus ve n.axillaris(11)

4.1.5.2. A. circumflexi humeri

4.1.5.2.1. A. circumflexi humeri anterior



Şekil 4.6. A. circumflexi humeri (12)

Anterior circumflex humeral arter, posterior circumflex humeral artere göre daha küçüktür ve aksiller arterin üçüncü bölümünün lateral tarafından çıkar. Humerusun cerrahi boynunun önünden geçer ve posterior circumflex humeral arter ile anastomoz yapar. Bu anterior circumflex humeral arter, glenohumeral eklemi ve humerus başını içeren çevre dokulara dallar sağlar(12).

4.1.5.2.2. A. circumflexi humeri posterior

Posterior circumflex humeral arter, aksiller arterin üçüncü bölümünün lateral yüzeyinden, anterior circumflex humeral arterin orijininin hemen arkasından çıkar. Aksiller sinir ile triceps brachii kasının teres majör, teres minör ve uzun başı ile humerusun cerrahi boynu arasındaki boşluktan geçerek aksilladan ayrılır. Posterior circumflex humeral arter,

humerusun cerrahi boynu etrafında kıvrılır ve çevredeki kasları ve glenohumeral eklemi besler. Anterior circumflex humeral arter ve profunda brachii, supraskapular ve torako-akromiyal arterlerden gelen dallarla anastomoz yapar(12).

4.2. Omuz Görüntüleme Yöntemleri

4.2.1. Anteroposterior (AP) Grafisi



Şekil 4.7. AP Omuz Grafisi(13)

Düz grafi olarak da adlandırabileceğimiz AP grafi, omuz eklem görüntülemeleri içinde temel bir yere sahiptir. Özellikle akut travma sonucu oluşan birçok patolojinin tanısı AP grafi yardımıyla konulmaktadır. Klavikula, skapula ve proximal humerus fraktürleri, glenohumeral eklem ve akromioklavikular eklem dislokasyonlarının tanısı için tek başına yeterli olabilmektedir(14). Çoğu durumda, düz grafiler patolojik bir bulgu göstermiyorsa, daha fazla görüntüleme gerekli değildir. MRG, ligamentöz yaralanmanın teşhisinde önemli bir yöntemdir. Omuz ekleminin düz grafiler ile görüntülenmesinde iki yönlü grafiler tercih edilmelidir. AP grafiye ek olarak planlanacak lateral veya skapular-Y grafi ile humerus başı ile glenoid ilişkisinin daha net değerlendirilmesi sağlanacaktır. Bu durum özellikle glenohumeral eklem posterior dislokasyonlarının tanısında önemlidir.

4.2.2. Ultrasonografi (USG)

Omuz kompleks yapısı nedeniyle travmatik ve non-travmatik birçok mekanizma ile yaralanabilir. Eklem yapısına katılan rotator manşet kaslarının yüzeysel olması nedeniyle USG ile değerlendirilmeye uygundur. Rotator manşet kaslarına ait patolojilerin tanısında yaygın kullanılmaktadır (15). Glenoid labrum ve intraartiküler yapıların değerlendirilmesindeki teknik sınırlılıklar nedeniyle omuz eklemine bütüncül değerlendirilmesinde görüntüleme yöntemi olarak kullanılması tercih edilmez.

4.2.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

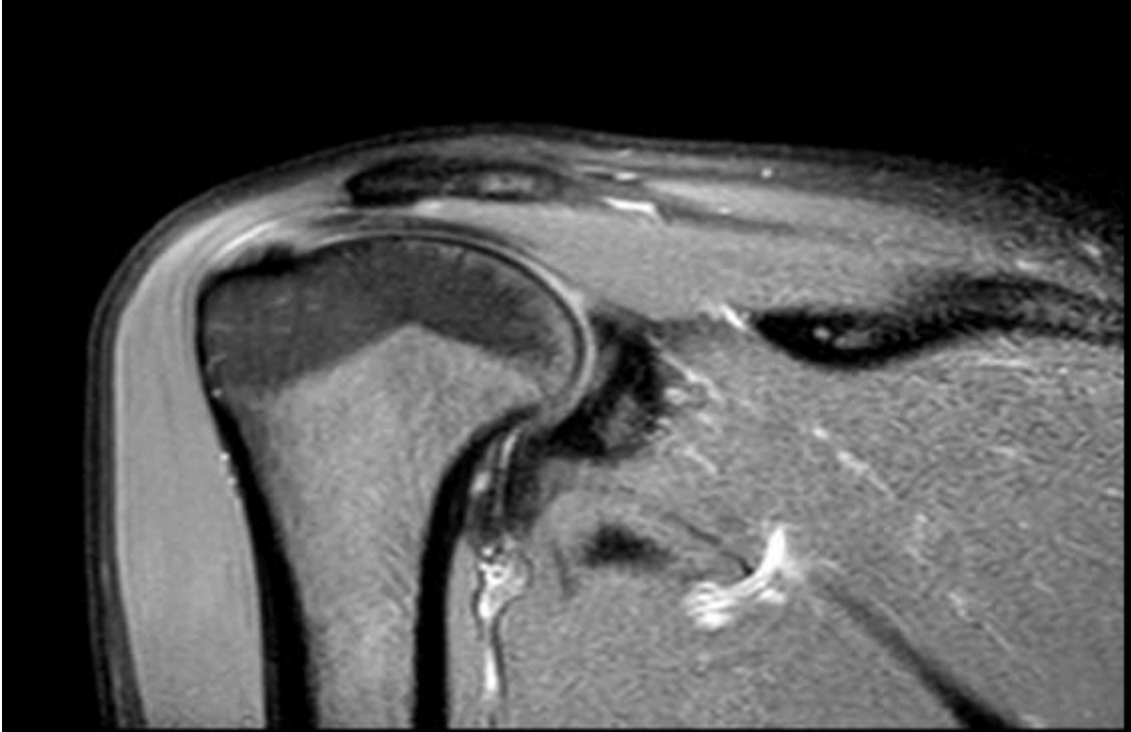
Kemik yapıların kesitsel değerlendirmesine uygun olduğu için direk grafilerden üstündür. Koronal, aksiyel ve sagittal kesitlerde görüntü oluşturarak, bankart lezyonları, glenoid kenar kırıkları, Hill-Sachs lezyonları, artrit ve neoplazmları direkt grafilerden daha iyi görüntüler(16). Ancak BT, kapsül ve labrum gibi yapıların değerlendirmesinde yetersiz kalmaktadır ve daha ileri inceleme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Direk grafilere oranla daha fazla radyasyon içermesi ve maliyeti dezavantajlarıdır.



Şekil 4.8. Anterior Glenohumeral Dislokasyon ve Hill-Sachs Lezyonu(17)

4.2.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR)

Yumuşak doku çözünürlüğü yüksek, multiplanar analiz yapabilen bir görüntüleme yöntemi olması nedeniyle omuz eklemine görüntüleme en etkili teknik MRG'dir. Hasta sırtüstü pozisyonda yatarken, kol hastanın vücuduna paralel ve hafif eksternal rotasyonda olacak şekilde aksiyel, koronal oblik ve sagittal oblik planlarda taranır. Yağ baskılı T2 sekans görüntülerde tendon içinde sıvı ile uyumlu yüksek sinyal intensitesi görülmesiyle rotator manşet yırtıklarının tanısı konabilir. Gradyent eko sekanslar, labrumda sıvılara ait yüksek sinyal intensitesi görülmesi ile labral dejenerasyonlar, yırtıklar ve avülsiyonlar ayırt edilebilir. Aksiyel yağ baskılamalı T2 ağırlıklı fast spin echo (FSE) sekans görüntülerde, subakromial sıvının değerlendirilmesi ve kas patolojilerinin görüntülenmesini sağlar. Sagittal oblik planda alınan görüntüler ile supraspinatus ve infraspinatusun ortak yapışma bölgesi değerlendirilir ve rotator manşet yırtıklarının boyutu ve lokalizasyonu belirlenebilir. Bu düzlem de ayrıca korakoakromial ark, rotator manşet ve glenohumeral eklem kapsülü ilişkisi değerlendirilebilir(18). İntraartiküler sıvının az olmasına bağlı olarak MRG ile bazı patolojilere tanı konmasını güçleştirir. Bu güçlüğü ortadan kaldırmak ve daha iyi görüntü elde etmek amacı ile MR artrografi tekniği uygulanmaktadır.



Şekil 4.9. Normal Omuz MRG (19)

4.2.5. MR Artrografi

MR artrografi son yıllarda yaygın olarak kullanılan bir tanısal görüntüleme yöntemidir. Bu tetkikte eklem içi sıvı miktarı serum fizyolojik veya seyreltilmiş gadolinyum bileşiği enjeksiyonu ile arttırılarak eklem kapsülünde distansiyon sağlanması ve intraartiküler yapıların daha iyi görüntülenmesi amaçlanmaktadır. İntra-artiküler kontrast madde enjeksiyonunu takiben yağ baskılamalı koronal oblik, sagittal oblik ve aksiyel planda kesitler alınır. Omuzun MR artrografisinin rotator manşet, biceps kası, labrum kompleks ve kapsüller ligamentöz kompleksin normal anatomisi ve patolojileri ve intraartiküler kitlelerin değerlendirilmesinde önemli yeri vardır. Ayrıca, özellikle rotator manşet onarımı ve kapsülolabral onarımlar olmak üzere, omuzun post operatif değerlendirilmesinde kullanılır(20).

4.3.İntraosseoz Girişim Tanımı

Dolaşıma erişimin sağlanması resüsitasyon için en kritik basamaklardan birisidir. Kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR) sırasında tercih edilecek venöz girişim noktası, resüsitasyonun kesilmesine gerek olmadan girişim uygulanacak en erişilebilir ve en geniş venöz yapı olmalıdır. Periferik venler kolayca görülüp, palpe edilebiliyorsa, diğer vasküler erişim biçimleri denenmeden önce periferik venöz girişim denir.

Intraosseoz infüzyon ilk olarak 1922 yılında vasküler bir girişim olarak tanımlanmıştır (1). 1980'lerde, çocuklarda ve hayvan modellerinde etkili kullanımına ilişkin çok sayıda klinik raporun yayınlanmasından sonra, IO infüzyon uygulaması artmıştır (21, 22). Günümüzde ise, standart venöz girişimin hızlı bir şekilde sağlanamadığı akut, hayati tehlike oluşturan veya tıbbi olarak gerekli durumlarda ilk seçenek vasküler girişim olarak kullanılmaktadır(23).

4.4. İntraosseoz Girişimin Avantajları

Resüsitasyon gerektiren kritik hastanın ivedilikle intravasküler erişime ihtiyacı vardır. Fakat bu erişim periferik yoldan her zaman sağlanamayabilir. Böyle bir durumda IO girişimin bir vasküler erişim noktası olarak kullanılması gerekebilmektedir. Elektrolitlerin ve diğer laboratuvar testlerinin değerlendirilmesi, acil durumlarda kritik olabilir. Araştırmacılar, kemik iliği biyopsisi yapılan çocukların venöz örneklemelerinden elde edilen laboratuvar testlerinin sonuçlarını, kemik iliği aspirasyonu yoluyla elde edilen eşzamanlı sonuçlarla karşılaştırmışlar,

serum ve kemik iliği elektrolitleri, hemoglobin, ilaç seviyeleri, kan grubu tiplmesi ve böbrek fonksiyon testleri arasında iyi derecede bir korelasyon saptamışlardır(24, 25).

4.5.İntraosseoz İşlem İçin Anatomik Uygulama Noktaları

Uzun kemiklerin medullasında bulunan sinüslerin drenajını sağlayan venöz yapıların olması intraosseoz girişimi mümkün kılmaktadır. Kemik matriks tarafından desteklenen bu venöz yapılar şok veya hipovolemi durumunda kollabe olmaz (2). Aşağıdaki listede IO erişim için sıklıkla kullanılan kemikler ve meduller sinüslerinin hangi venlere drene olduğu belirtilmiştir.

- Manibrium Sterni – İnternal mammarian ven ve azigos veni
- Humerus proximali – axiller ven
- Femur distali – femoral ven dalları
- Tibia proximali – popliteal ven
- Medial malleol – büyük safen ven

4.6. İntraosseoz Girişimin Uygulanması

İntraosseöz (IO) girişimin resüsitasyon sırasında acil bakım sağlayıcısı tarafından uygulanması muhtemeldir. Hastanın hayatı, klinisyenin vasküler erişim sağlama becerisine bağlı olabilir. Bu nedenle, acil hekimleri ve acil olarak IO girişimi yapması gerekebilecek diğer kişiler, acil ihtiyaçtan önce bu işlemi çok iyi yapmayı öğrenmelidir.

Eğitim simülasyon modelleri, hayvan kemikleri veya kadavra üzerinde yapılabilir. Pediatrik İleri Yaşam Desteği (PALS) ve İleri Travma Yaşam Desteği (ATLS) kurslarının bir parçası olarak intraosseoz girişim öğretilir. Bir saatlik teorik dersi takiben bir saat uygulamalı ders verilen kursiyerler, IO girişimlerde %93 ile %97 arası başarı göstermişlerdir(26).

Çoğu durumda, IO kanülasyon, yaşamı tehdit eden bir acil durum için bakımın bir parçası olarak gerçekleşir. Bu durumda işlem hakkında aydınlatılmış onam alınması beklenmez. Fakat bilinci açık yetişkin hastada, herhangi bir nedenle IO erişim gerekliliği oluştuysa, işlem detaylı bir şekilde anlatılmalı ve aydınlatılmış onam alınmalıdır.

Humerus büyük tüberkülü, adolosanlarda ve erişkinlerde IO girişim için uygun yer olarak belirlenmiştir. Klinisyen, aksiller pleksusun medial yapılarına zarar verme olasılığını azaltmak için üst kolu (el karın üzerinde olacak şekilde) adduksiyon yaptırmalı ve iç

rotasyona getirmelidir. Uygun pozisyon alındıktan sonra akromiyonun 2 santimetre altından veya doğrudan humerus büyük tüberkülü palpe edilerek girişim noktası belirlenmelidir. Tespit edilen girişim noktası klorheksidin veya povidon iyodin gibi antiseptik solüsyonlarla temizlendikten sonra First Access for Shock and Trauma (FAST1), the EZ-IO ve the Bone Injection Gun (BIG) gibi özel üretim cihazlar veya Jamshidi iğnesini ve Dieckmann modifiye iğnesini içeren IO girişim setleri steril olarak açılır. Uygun lokal anestezi uygulandıktan sonra IO iğne uygulama yerinin ön hattına 45 derece açı ile yerleştirilir. İğnenin yerinin doğrulanması için; kemikteki stabilitesi, salin ile yıkama sırasında direnç olmaması, sıvı akış hızının iyi olması, kemik iliği aspirasyonu değerlendirilmelidir. (27) İğnenin yerinin doğruluğundan emin olunduktan sonra iğne sabitlenir ve işlem sonlandırılır.

4.6.1. Manuel İntraosseöz İğneler

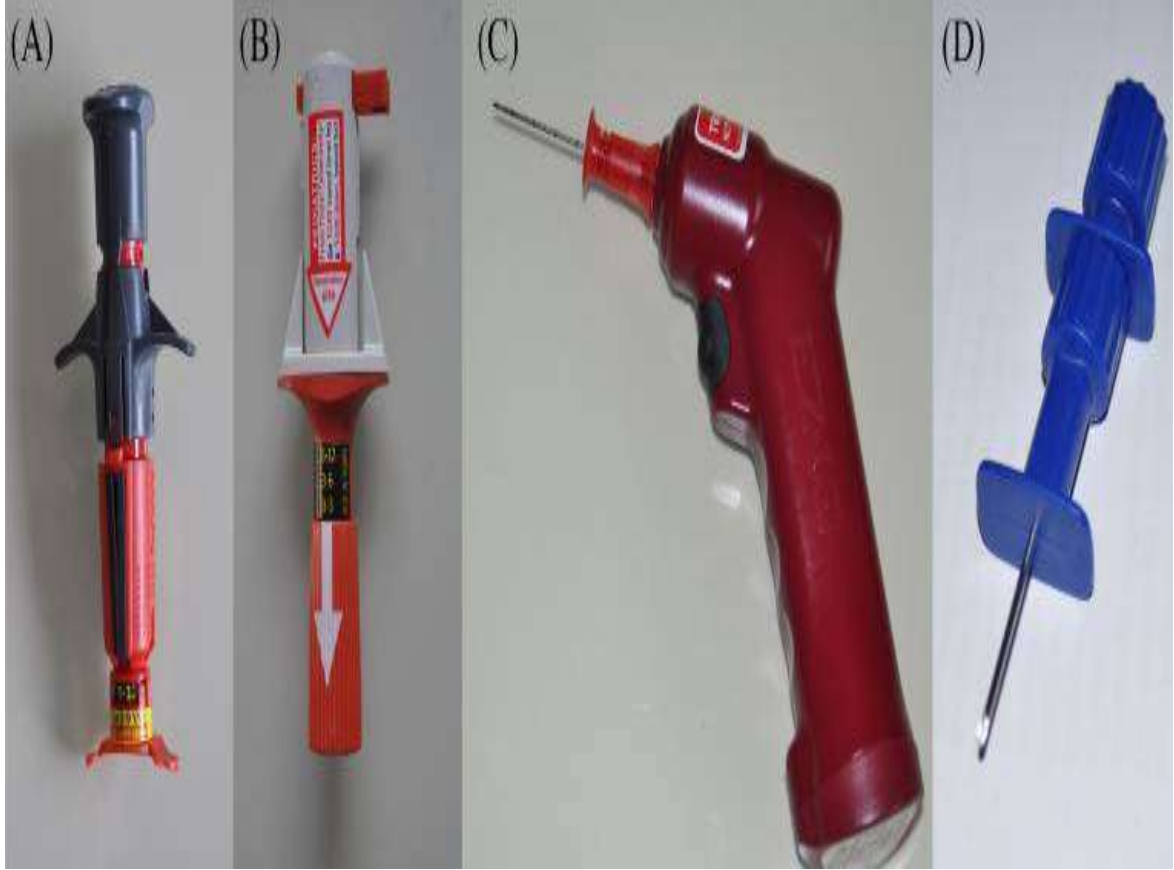
Jamshidi (Cardinal Health, McGaw Park, III), vidalı Sur-Fast iğne ve Dieckmann modifiye iğnesi (Cook Critical Care, Bloomington, Ind) en sık kullanılan manuel IO araçlardır. Tüm manuel ve otomatik cihazların kilo ve yaş sınırlarına göre uzunluğa sahip tipleri vardır.



Şekil 4.10. IO iğne boyutları

4.6.2. Mekanik İntraosseoz Cihazlar

Bone Injection Gun (BIG), New İntraosseous Device (NIO), Easy İntraosseous Access Device (EZ-IO) mekanik, yarı otomatik cihazlar içinde en sık kullanılmaktadır(28).



Şekil 4.11. Çeşitli intraosseoz uygulama cihazları a: NIO, b: B.I.G, c: EZ-IO, d: Jamshidi iğnesi

4.7. İntraosseoz Girişimin Komplikasyonları

IO girişimler yüzde 1'den daha az ciddi komplikasyon oranıyla nispeten güvenli olarak kabul edilir. Kemik kırığı, kompartman sendromu, selülit, osteomyelit ve subkutan abse IO girişimin komplikasyonları olarak görülebilir. Teorik olarak uzun vadeli komplikasyonlar arasında kemik iliği hasarı ve kemik büyümesinde bozulma ve ayrıca yağ embolisi bulunur.

4.7.1. Kemik Kırığı

Kırık, kemik korteks bütünlüğünün bozulması olarak tanımlanır. Kemiğin taşıma kapasitesini aşan ve yapısal bütünlüğünün kaybına yol açan bir yüke maruz kalması sonucu oluşur. Bu yük, künt veya penetran yolla kemik korteks bütünlüğünün bozulmasına yol açar. IO girişim sırasında korteks yapısının devamlılığı iatrojenik olarak bozular. Girişim ilişkili fraktür nadir görülen bir komplikasyondur (29, 30).

4.7.2. Kompartman Sendromu

Ekstremitelerdeki kas grupları fasyalar aracılığıyla kompartmanlara ayrılır. Fasyaların oluşturduğu etki nedeniyle kompartmanların esnekliği oldukça azdır. Akut ekstremitte kompartman sendromu (AKS) vakalarının çoğu, travma ve/veya vasküler bozukluklarla ilişkilidir, ancak çeşitli diğer durumlar artmış kompartman basıncına ve ekstremitte kompartman sendromuna yol açabilir. AKS acil cerrahi müdahale gerektiren bir durumdur(31). AKS patofizyolojisinde temel durum hücre sel anoksidir. Artan kompartman basıncı, arteriyovenöz basınç gradiyentini (düşük arteriyel basınç, artan venöz basınç) azaltarak lokal doku perfüzyonunu kısıtlar ve bu durum uzarsa, sinir ve kas dokularında hasara yol açan hücre sel anoksiye neden olur. Normal kompartman basıncı, 15 mmHg'nın altındadır. 30 mmHg üzerindeki kompartman basınç değerlerinde doku perfüzyonu bozular ve iskemi başlar.(32) Bir ekstremitte için AKS tanısı, öykü, muayene bulguları ve sıklıkla kompartman basınçlarının ölçümü temelinde konulur. Etkilenen bölgede beklenmedik şiddette ağrı, ekstremitede renk değişikliği, kapiller dönüşün bozulması, nabız alınamaması gibi durumlarda AKS düşünülmelidir. Erken tanı ve uygun tedaviyle ekstremitte fonksiyonları korunabilir. Etkilenen ekstremitteye dıştan bası varsa ortadan kaldırılmalıdır, klinik yakın takip edilerek fasyatomi için hazırlıklı olunmalıdır. Kompartman basıncını düşürmek için fasyatomi kesin tedavi yöntemidir. Gecikmiş fasyatomi amputasyon dahil morbiditelerin nedenidir(33). IO uygulamada tahmin edilen AKS nedeni ekstremitte olan sıvıların oluşturduğu basınç artışıdır(34). Bu nedenle IO girişim sonrasında iğnenin meduller kavite olduğundan emin olmalı ve stabilizasyonu doğru yapılmalıdır.



Şekil 4.12. Kompartman sendromu fizyopatoloji

4.7.3. Selülit

Selülit, derin dermis ve subkutan dokunun yaygın eritem, ısı artışı, hassasiyet ve şişlik ile kendini gösteren bir enfeksiyonudur. Selülit, yalnızca Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 650.000'den fazla başvuru ile yaygın bir küresel sağlık yüküdür(35). Deri, normal deri florasının ve diğer mikrobiyal patojenlerin subkutan dokuya ve lenfatik sisteme ulaşmasını engelleyen koruyucu bir bariyer görevi görür. Bu bariyerin herhangi bir nedenle bütünlüğünün bozulması sonucunda cilt florası elemanları veya diğer patojenler dermis ve subkutan dokuya yayılarak enfeksiyona neden olur. Selülit en yaygın olarak A grubu beta-hemolitik streptokok enfeksiyonundan kaynaklanır(36). Selülit semptomları ile başvuran hasta değerlendirilirken, şikayetlerin ne zaman başladığı, ilerleme olup olmadığı, ateş, halsizlik gibi sistemik semptomların varlığı sorgulanmalıdır. Hastalara, yakın zamanda seyahat edip etmediklerini, herhangi bir travma veya yaralanma geçirip geçirmediklerini, intravenöz ilaç kullanım öyküsü olup olmadığını ve/veya etkilenen bölgede böcek veya hayvan ısırığı olup olmadığını sormak önemlidir. Hastaları diyabetes mellitus, venöz staz, periferik vasküler hastalık, kronik tinea pedis ve lenfödem gibi selülitte yatkın hale getiren

olası kronik tıbbi durumları değerlendirmek için eksiksiz ve eksiksiz bir geçmiş tıbbi öykü yapılmalıdır (Tablo 4.1). Karakteristik olarak kötüleşen eritem, ödem, ısı artışı ve hassasiyet ile kendini gösterir. Tanı koymak için dört kriterden ikisi gereklidir. Rutin olarak görüntüleme yapmaya gerek yoktur. İmmünsüpresyonu olan, sistemik enfeksiyon bulguları olan, penetran travma sonrası selülit gelişen ve böcek ısırığı öyküsü olan hastalarda görüntüleme planlanmalı ve kan kültürleri alınmalıdır(37).

Tablo 4.1. Selülit risk faktörleri

Risk Faktörleri	Komorbiditeler
Cilt yaralanmaları	Diyabetes Mellitus
İntravenöz girişim denemeleri	Venöz yetmezlik
Ayak parmakları arasındaki çatlaklar	Periferik arter hastalığı
Böcek/Hayvan ısırıkları	Lenfödem
Başka bir cilt enfeksiyonu olması	

Sistemik semptomları olmayan non pürülan selülit için tedavide streptokok türlerini ve Metisin Duyarlı Staf. Aureus'u kapsayacak şekilde oral antibiyoterapi planlanmalıdır. Antibiyoterapinin süresi en az beş gün olmalıdır(38). Pürülan selülit, metisiline dirençli staph aureus kolonizasyonu, abse veya penetran yaralanma ile ilişkili selülit veya intravenöz ilaç kullanım öyküsü olan hastalara metisiline dirençli staph aureus'u da kapsayan antibiyotikler verilmelidir. MRSA risk faktörlerine sahip selülit, 6 saatte bir 500 mg sefaleksine ek olarak 5 gün boyunca günde iki kez 800 mg/160 mg TMP-SMX ile tedavi edilmelidir. Hastanın TMP-SMX alerjisi varsa, her 6 saatte bir 300 mg ila 450 mg klindamisin verilir. Sistemik enfeksiyon belirtileri olan, ayaktan tedaviye yanıt alınmamış olan, immünsüpresyonu olan, kalıcı medikal alet çevresinde semptomları olanlar parenteral tedavi için hospitalize edilmelidirler(39).

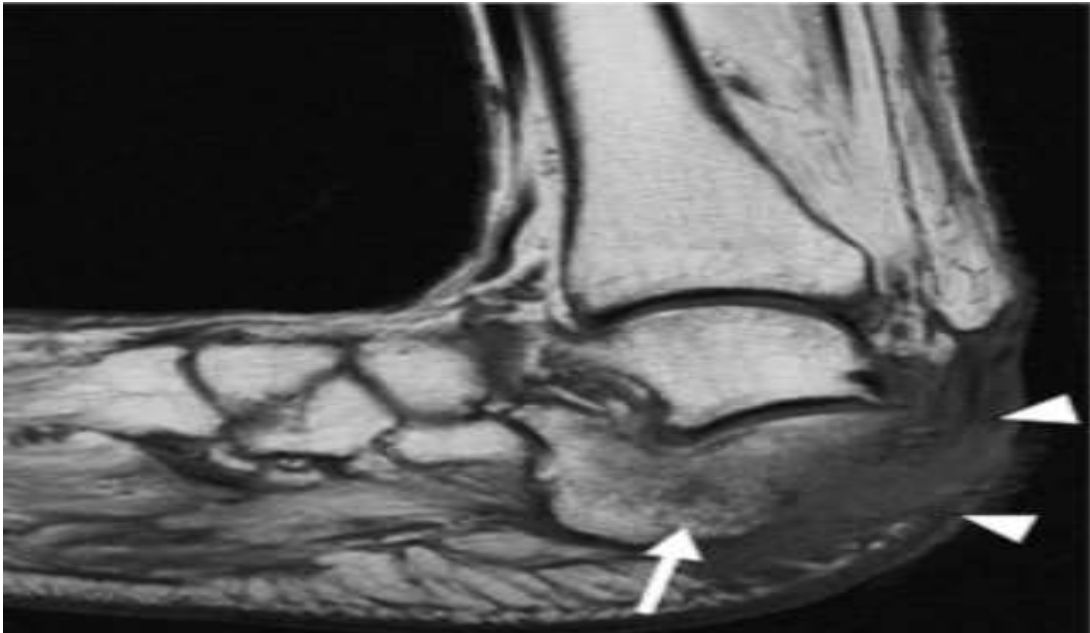
IO girişim öncesi uygulama alanının temizliğine dikkat edilmesi, işlem sonrasında iğnenin stabilizasyonun sağlanması işleme bağlı selülit riskini en aza indirecektir.

4.7.4. Osteomyelit

Osteomyelit, bir kemik enfeksiyonudur. Hastalık yayılımına göre; hematojen/non-

hematojen, semptomların başlangıç süresine göre; akut/kronik olarak ayrılır. (40) Akut osteomyelit tipik olarak birkaç gün veya hafta süren bir semptom süresi ile kendini gösterir. Kronik osteomyelit, aylar veya yıllar boyunca uzun süredir devam eden enfeksiyon ile karakterizedir. Akut/kronik ayrımında hastalığın süresi kadar radyografik olarak da tanısal özellikte farklılık vardır. Kronik osteomyelitte, sequestra adı verilen nekrotik kemik parçaları radyografilerde görülür. Non-hematojen osteomyelit, enfeksiyonun komşu yumuşak dokulardan ve eklemlerden kemiğe bitişik yayılmasının bir sonucu olarak veya etkenin kemiğe doğrudan inokulasyonu yoluyla (travma veya cerrahi sonucu) ortaya çıkabilir. Hematojen osteomyelit, bakteriyemi kaynaklı kemiğin enfekte olması sonucu görülür.

Non-hematojen osteomyelit için risk faktörleri, diyabet, periferik arter hastalığı, periferik nöropati gibi durumlardır. Non-hematojen osteomyelit polimikrobiyal veya monomikrobiyal olabilir. Staphylococcus aureus (metisiline dirençli S. aureus dahil), koagülaz negatif stafilokoklar ve aerobik gram negatif basiller en yaygın organizmalardır.(41) Osteomyelit şüphesi olan hastaların ilk değerlendirmesi, öykü ve fizik muayeneyi içerir; predispozan faktörler veya olaylar ortaya çıkarılmalıdır. (Altta yatan diyabet, vaskülopati, invaziv prosedürler veya enjeksiyon ilacı kullanımı gibi). Semptomları iki haftadan kısa süredir olan, direkt grafide patoloji izlenmeyebilir. Bu nedenle risk faktörleri bulunan hastalarda ileri görüntüleme yöntemleri planlanmalıdır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), osteomyelit tanısı için yüksek duyarlılığa sahiptir(42).



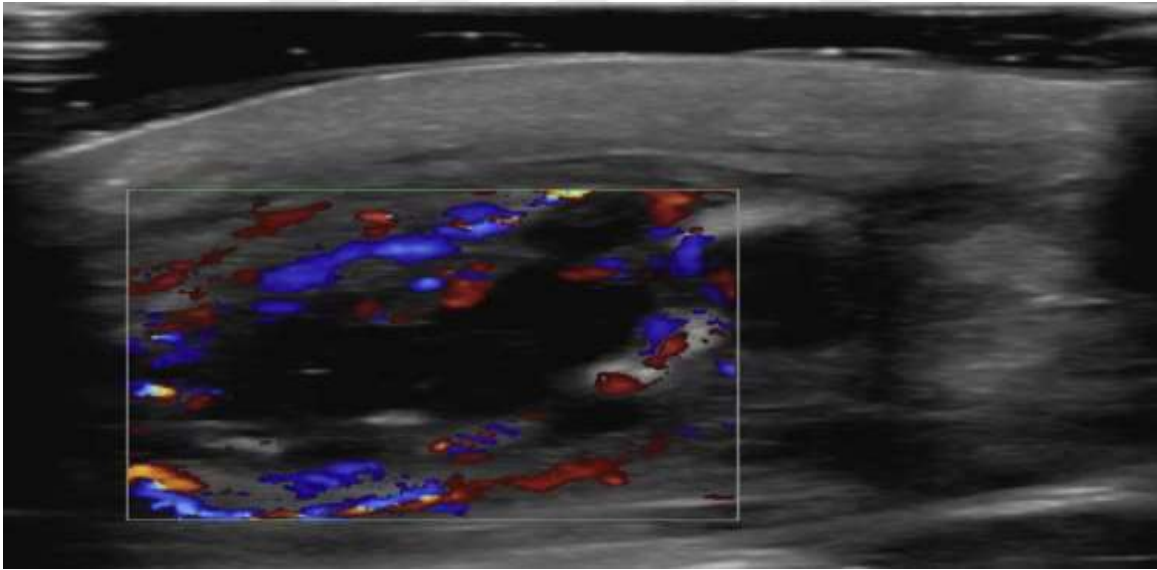
Şekil 4.13. T1 yağ baskılı görüntüde kalkaneusta osteomyelit uyumlu görünüm(43)

Kemik iliği anormalliği, selülit, miyozit ve/veya ülser oluşumu ve iskemi varlığının değerlendirilmesinin yanı sıra, osteomyelit karakteristlik kortikal destrüksiyon derecesini

betimleyen görüntülerin elde edilmesi için yararlıdır. BT kortikal ve trabeküler bütünlük, periost reaksiyonu, intraosseöz ve yumuşak dokudaki havayı göstermek için direkt grafiden daha duyarlıdır. MRG'nin kontrendike olduğu durumlarda 18F-FDG PET/CT, MRI ile benzer tanısal doğruluk sağlayabilirken, yüksek maliyeti rutin kullanımı engellemektedir. Genel yaklaşım olarak, non-hematojen osteomyelitin yönetimi, nekrotik materyalin çıkarılması için operatif debridman ve doku ve kemik kültürünün ardından enfeksiyonun eradikasyonu için antimikrobiyal tedaviden oluşur. Non-hematojen osteomyelitin ampirik tedavisi, metisiline dirençli Staphylococcus aureus (MRSA) ve gram negatif organizmalara karşı aktiviteye sahip antimikrobiyal tedaviden oluşmalıdır. Ampirik tedavi, vankomisin içermelidir. Post-operatif kültür sonuçlarına göre tedavi yeniden düzenlenmelidir(44).

Intraosseöz girişim nedenli osteomyelit, non-hematojen osteomyelit sınıfında değerlendirilip uygun tedavi düzenlenmelidir.

4.7.5. Subkutan Abse



Şekil 4.14. Subkutan Abse

Subkutan abse, dermis ve daha derin dokuları içinde organize pürülan birikim olarak tanımlanır. Ağrılı, hassas, fluktuan ve eritematöz nodüller şeklinde kendini gösterir (45). Metilin Resistan Stafilococcus Aeurus(MRSA), cilt ve yumuşak doku enfeksiyonlarının en sık etkenidir(46). Metisiline duyarlı stafilococcus aureus(MSSA), koagülaz negatif stafilokok ve çeşitli β -hemolitik streptokok türleri de etken olarak gösterilmiştir(47). Ultrasonografi (USG), cilt ve yumuşak doku apselerinin teşhisi için değerli bir yardımcı olabilir. Klinik olarak net olmayan vakalar arasında, apsenin doğru teşhisi için tek başına öykü ve muayene

yalnızca %44 sensitif ve %42 spesifik bulunurken, odaklanmış ultrasonografi ile %92 sensitif ve %77 spesifiktir(48). Abse, USG'de hipoekoik bir alanı net sınırlarla çevreleyen izo/hiperekoik alanlarla karakterize bir görüntüye sahiptir (Şekil 4.14) (49).

İnsizyon ve drenaj, kutanöz apseler için standart tedavidir. İğne ile aspirasyon, insizyon ve drenaja göre daha düşük tedavi başarı yüzdesine sahiptir ve tek başına tedavi yöntemi olarak kullanılması önerilmez(50). İnsizyon sonrası standart pansuman ile kapama yöntemleri yara iyileştirmesini geciktirdiği düşüncesiyle önerilmemektedir(51).

Loop Drenaj Tekniği, hasta için daha az ağrılı olan, kapama pansuman gerektirmeyen, kozmetik sonuçları daha iyi olan bir insizyon ve drenaj tekniğidir. Klinisyen absenin karşılıklı iki tarafından insizyon yaptıktan sonra hemostat ile cilt altından bir insizyon alanından öbür hatta kadar ilerler. Bu sırada abse drenajı için dışarıdan bası uygulanarak pürülan sıvının drenajı sağlanır. Steril bir ip veya bağlanabilecek herhangi bir steril materyal hemostat yardımıyla abse boşluğundan geçirilerek karşı taraftan çıkarılır. Cilt fazla gerilmeden halka şeklinde bağlama yapılır. Hastaya gün içinde ileri geri hareket ettirerek drenaja devam etmesi gerektiği açıklanır. Abse iyileştikten sonra düğüm kesilerek kolayca vücuttan uzaklaştırılır(52). Pürülan cilt absesi drene edilen, özellikle nekrotizan yumuşak doku enfeksiyon için risk faktörü veya abse için nüks riski taşıyan hastalarda (Tablo 4.2) hastalarda 7-10 gün arası antibiyotik kullanımı önerilmektedir(53). Ampirik oral antibiyoterapi için seçenekler arasında klindamisin, trimetoprim-sülfametaksazol (TMP-SMX) veya tetrasiklinler bulunur. İnfektif endokardit için risk faktörü taşıyan bireylere insizyondan bir saat önce klindamisin ile profilaksi önerilmektedir. Subkutan abse, IO girişim sonrası nadir görülen bir komplikasyon olup iğnenin yerinden çıkmasına bağlı olarak ekstremitelere uğrayan sıvı veya ilaçların etkisiyle yada işlem sırasında uygun alan temizliğine dikkat edilmemesinden kaynaklı bir cilt altı komplikasyon olarak ortaya çıkmaktadır(54).

Tablo 4.2. Nekrotizan Yumuşak Doku Enfeksiyonları için Risk Faktörleri

Tek abse > 2 cm
Multiple abse varlığı
Abse çevresinde selülit varlığı
İmmünsüpresyon veya yara iyileşmesini bozan komorbiditelerin varlığı
Sistemik enfeksiyon belirtilerinin varlığı (Ateş > 38.3, Hipotansiyon, Taşikardi)
Kalıcı tıbbi cihaz varlığı (Protez eklem, kalp pili, vasküler greft vb.)
Endokardit için risk faktörü varlığı (İnfektif endokardit öyküsü, protez kapak varlığı,

konjenital kalp hastalığı olması)

Rekürren abse öyküsü

4.8. Proximal Humerus ve Diğer Uygulama Noktalarının Kıyaslanması

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde özellikle hastane öncesi alanda IO girişim uygulamalarının artması üzerine, araştırmacılar uygulama bölgeleri arasından hangisinin daha efektif olduğunun ortaya çıkarılması için çalışmalar başlatmışlardır. 11 adet, 64-84 kilogram ağırlıkları olan domuz üzerinde yapılan çalışmada; araştırmacılar her bir domuza proximal humerus, proximal tibia ve distal femurda uygun anatomik noktadan IO yol açmıştır. Bu üç noktadan aynı anda 300 mmHg basınçla salin infüzyonuna başlanmış ve sıvıların akış hızları ölçülmüştür. İnfüzyon hızının azaldığı anlarda sıvılar üzerine uygulanan basınç arttırılmıştır. Ortalama ve maksimum basınçlar kaydedilmiştir.

Uygulama Alanı	Ortalama İnfüzyon Hızı(ml/dk)	Maksimum Basınç (mmHg)
Humerus	213 (SD 53,2)	499 (SD 59,2)
Femur	138 (SD 65,3)	553 (SD 61,7)
Tibia	103 (SD 48,1)	580 (SD 54,7)

Araştırmacılar, proximal humerustan yapılan IO sıvı infüzyonunun en hızlı şekilde ve en az basınçla gerçekleştirildiğini bildirmiştir. Resüsitasyon gereken hastalarda IO girişim yapılacak ise uygun alternatif olarak proximal humerusu önermektedirler (5).

2021 yılında ABD'de yapılan, IO girişim yeri olarak femur distalini öneren başka bir çalışmada ise proximal humerus, proximal tibia ve distal femur için yapılan uygulamalarda; sıvı akış hızı, ilk denemede girişim başarısı kıyaslanmıştır. Araştırmacılar, humerustan yapılacak sıvı infüzyon hızının daha yüksek olduğunu belirtmiş, ilk deneme başarı oranları arasında da farklılık saptamamışlardır. Proximal humerus IO girişim alanının göğüs duvarına yakın olması nedeniyle göğüs basıncı sırasında yerinden çıkabileceği öngörüsüyle femur distalinin IO yol olarak kullanılmasını önermektedirler (55).

5. GEREÇ ve YÖNTEM

5.1. Hastaların Seçilmesi

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda 01.01.2021-31.12.2021 tarihleri arasında, S42.20 ve M75.1 ICD-10 kodları tanılarıyla Omuz MR'ı çekilen 89 hastayla tek merkezli retrospektif bir çalışma yapıldı. Çalışmaya 18 yaş ve üzeri hastalar dahil edildi. Hastaların MR (Siemens Magnetom Verio 3T) görüntüleri değerlendirilirken akromiyoklavikuler eklemin üst sınırı ile glenoid fossanın alt kenarı arası kesit kalınlığı 4 mm'yi aşmayacak şekilde (3-4 mm), T1 yağ baskılamalı sekansta koronal ve aksiyel kesitte oluşan görüntüler dört farklı noktadan incelendi. Görüntüler değerlendirilirken humerus tuberculum majus birinci ölçüm noktası olarak belirlenmiştir. Sonraki noktalar, birinci ölçüm noktasından distale doğru dört milimetrelik aralıklarla belirlenmiştir. Her bir ölçüm noktasında, cilt-cilt altı dokular ve kemik korteks kalınlığı ile medulla kalınlığı ölçülecek ve ölçüm noktasının aksiller sinir ile circumflex artere olan mesafesi de kaydedilmiştir. Hastaların humerus proximalinde malignitesi olması, geçirilmiş cerrahi öyküsü olması, onarılmamış fraktür hikayesi olması, anatomik malformasyonu olması dışlama kriterleri olarak kabul edilmiştir.

5.2. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analiz

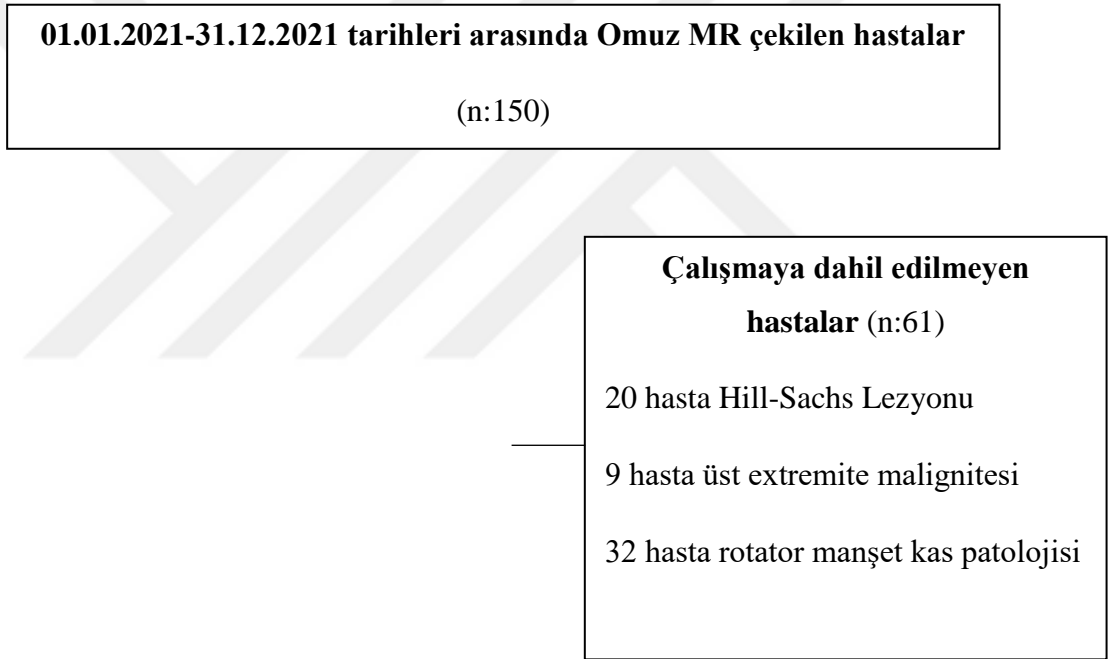
Bu çalışmada kullanılacak olan veriler etik kurul onayı sonrasında hastane bilgi yönetim sistemi kayıtlarındaki MR görüntülerinden ve hasta dosyalarından elde edilmiştir.

Hasta dosyaları üzerinden yaş, cinsiyet ve bilgi işlem numaraları saptanmıştır. Hastane bilgi yönetim sistemi üzerinden elde edilen MR görüntülerinden daha önceden belirlenen anatomik noktalardan cilt-cilt altı dokular ve korteks kalınlığı, medulla kalınlığı, aksiller sinir ile circumflex artere olan uzaklık ölçümleri yapılmış ve kaydedilmiştir.

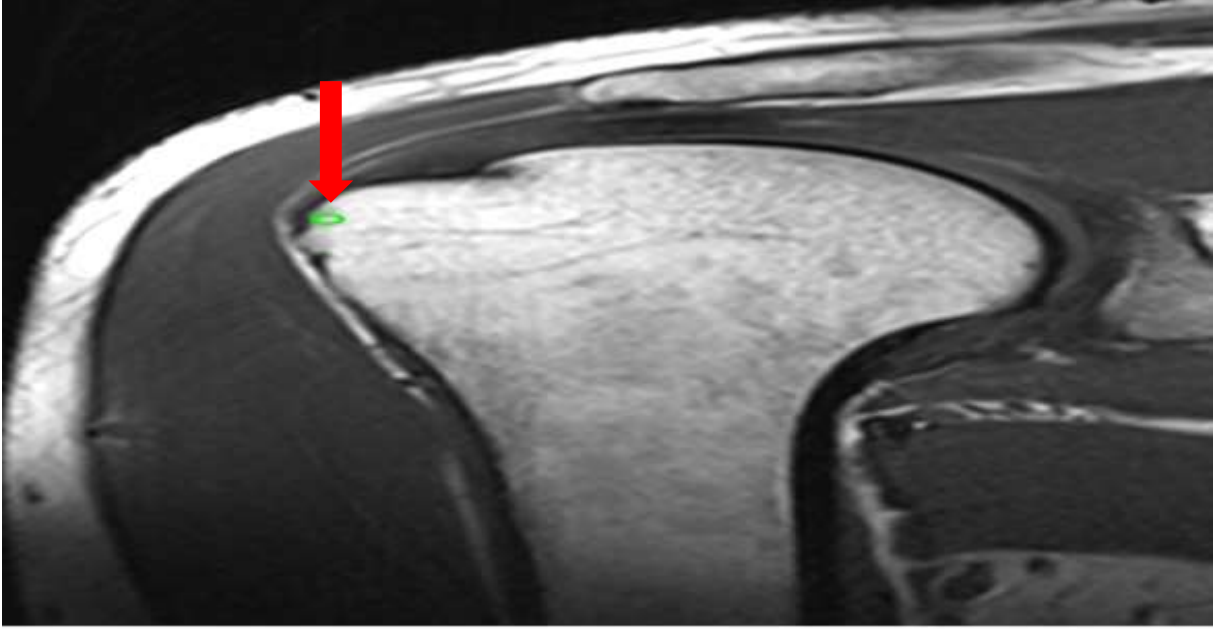
Verilerin değerlendirilmesinde 'IBM SPSS Statistics 26.0' programı kullanılmıştır. Humerus tuberculum majus birinci ölçüm noktası olmak üzere dört mm aralıkla distale doğru belirlenmiş üç noktadan daha (toplam dört farklı yerden) yapılacak ölçüm sonucunda elde edilen ortalamalar arasında 0.13 birimlik standart sapma (ölçüm ortalamaları: 2.25, 2.20, 2.01 ve 1.74 – etki büyüklüğü 0.35) olacağı varsayımı altında 89 hasta ile %80 güç ve %5 yanılma düzeyinde tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile değerlendirme yapılmıştır. Analizde grup-İçi karşılaştırma için Friedman testi kullanılmıştır.

6. BULGULAR

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanelerine 01.01.2021-31.12.2021 tarihleri arasında başvurup, omuz manyetik rezonans görüntülemesi yapılan 150 hasta değerlendirilmiştir. 20 hasta Hill-Sachs Lezyonu, 9 hastanın üst extremité malignitesi olması, 32 hastanın rotator manşet kas patolojisi olması nedeniyle çalışmaya dahil edilmedi. Dışlama kriterlerini taşımayan 89 hasta ile çalışma yapıldı. Çalışmamıza katılan 89 hastanın 51(%57,2) i kadın, 38 (%43,8) i erkek olarak saptandı. Çalışmamıza katılan 89 hastanın yaş ortalaması $52,75 \pm 14,82$ (Medyan:56, min-max:18-81) idi. Çalışmamız akış şeması Tablo 6.1'de belirtilmiştir.

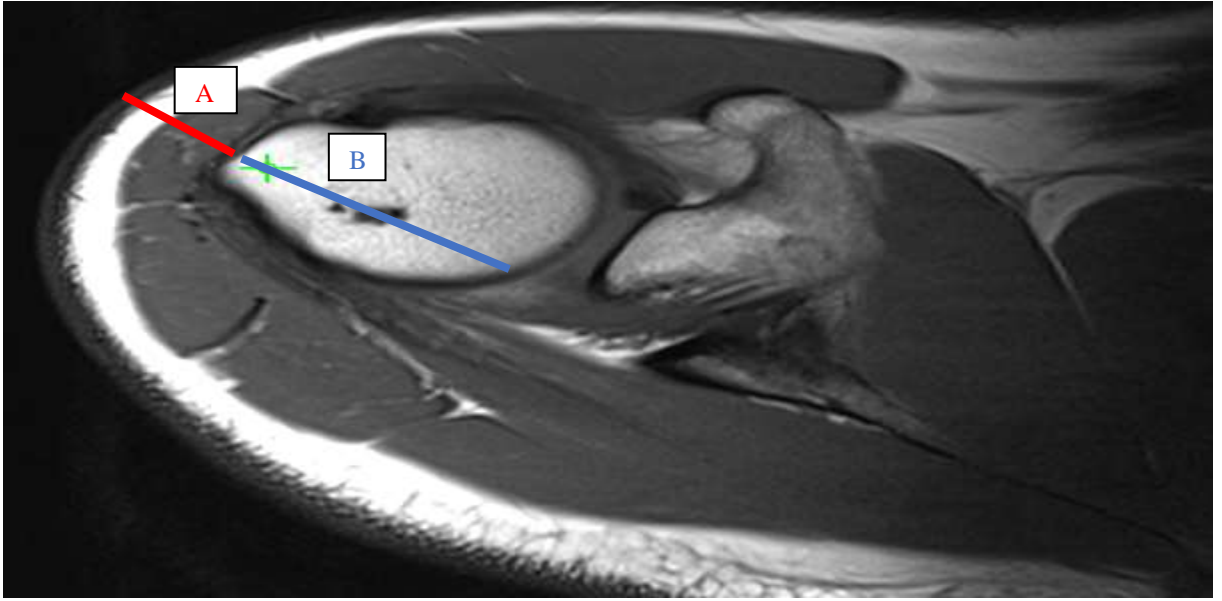


Tablo 6.1. Akış Şeması



Şekil 4.15. Humerus büyük tüberkül

Çalışmamızda incelenen hastaların, omuz eklemine yönelik çekilen manyetik rezonans (MR) görüntüleri dört farklı noktadan ölçümlenmiştir. Ölçüm noktalarının tespiti için her bir hastanın humerus büyük tüberkülü birinci ölçüm noktası olarak belirlenmiştir. İkinci ölçüm noktası, MR kesitlerine göre büyük tüberkülün 4 mm altından olacak şekilde belirlenmiştir. Diğer ölçüm noktaları da bir önceki ölçüm noktasının radyolojik olarak 4 mm distali olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen her bir ölçüm noktasından intraosseoz girişimin açısına uygun olacak şekilde ölçümler alınmıştır. Girişim noktasından kemik medullasına kadar olan ölçüm, cilt-korteks kalınlığı olarak kaydedilmiştir. Kemik medullasına girişimin sağlandığı noktadan medulla posterior duvarına kadara olan ölçüm, medulla kalınlığı olarak kaydedilmiştir. İntraosseoz işlemin yapılacağını tespit ettiğimiz ölçüm noktasından axiller sinire olan uzaklık ve arter circumflex humeri'ye olan mesafeler de kaydedilmiştir. Medulla kalınlığının, cilt-korteks kalınlığına oranı hesaplanmıştır.



A: Cilt, cilt altı ve korteks, B: Medulla

Şekil 4.15. Humerus büyük tüberkül

Humerus büyük tüberkül üzerinden yapılan ölçümlerde (Ölçüm Noktası-1) cilt-korteks kalınlığı, $20,65 \text{ mm} \pm 5,01$ (min-max:12-34,6) olarak ölçüldü. Medulla kalınlığı, $44,41 \text{ mm} \pm 4,86$ (min-max:34-56,5) olarak ölçüldü. Medulla/Cilt-Korteks oranı, $2,29 \pm 0,65$ (min-max:1,06-4,00) olarak hesaplandı. A. circumflexi humeri'ye uzaklık, $26,21 \text{ mm} \pm 3,73$ (min-max:17,2-36,3) olarak ölçüldü. Girişim noktasının n. axillaris'e mesafesi ise, $31,42 \text{ mm} \pm 4,40$ (min-max:22,6- 44,7) olarak ölçüldü (Tablo 6.2).

Tablo 6.2.

Ölçüm Noktası-1	Kalınlık (mm) (Ortalama \pm Standart Sapma)
Cilt-Korteks Kalınlığı	$20,65 \pm 5,01$ (min-max:12-34,6)
Medulla Kalınlığı	$44,41 \pm 4,86$ (min-max:34-56,5)
Medulla/Cilt-Korteks Oranı	$2,29 \pm 0,65$ (min-max:1,06-4,00)
A. circumflex humeriye uzaklık	$26,21 \pm 3,73$ (min-max:17,2-36,3)
N. axillaris'e uzaklık	$31,42 \pm 4,40$ (min-max:22,6- 44,7)

Ölçüm Noktası-1(ÖN-1)'in 4 mm altında tespit edilen nokta (Ölçüm Noktası-2) dan yapılan incelemede cilt-korteks kalınlığı, $21,65 \text{ mm} \pm 5,29$ (min-max:12,1-36,8) olarak

ölçüldü. Medulla kalınlığı, 45,7 mm \pm 4,37 (min-max:37,7-56,9) olarak ölçüldü. Medulla/Cilt-Korteks oranı 2,25 \pm 0,66 (min-max:1,05-4,33) olarak hesaplandı. Ölçüm Noktası-2'nin a. circumflexi humeri'ye uzaklığı, 22,21 mm \pm 3,73 (min-max:13,2-32,3) olarak ölçüldü. N. axillaris'e olan uzaklığı ise, 27,42 mm \pm 4,40 (min-max:18,6-40,7) olarak ölçüldü (Tablo 6.3).

Tablo 6.3.

Ölçüm Noktası-2	Kalınlık (mm) (Ortalama \pm Standart Sapma)
Cilt-Korteks Kalınlığı	21,65 \pm 5,29 (min-max:12,1-36,8)
Medulla Kalınlığı	45,7 \pm 4,37 (min-max:37,7-56,9)
Medulla/Cilt-Korteks oranı	2,25 \pm 0,66 (min-max:1,05-4,33)
A. circumflex humeriye uzaklık	22,21 \pm 3,73 (min-max:13,2-32,3)
N. axillaris'e uzaklık	27,42 \pm 4,40 (min-max:18,6-40,7)

Ölçüm Noktası-2'nin dört mm altında tespit edilip ölçüm yapılan nokta (Ölçüm Noktası-3) dan yapılan değerlendirmede cilt-korteks kalınlığı, 23,12 mm \pm 5,74 (min-max:13-39,5) olarak ölçüldü. Medulla Kalınlığı, 44,82 mm \pm 5,02 (min-max:31-57,10) olarak ölçüldü. Medulla/Cilt-Korteks oranı, 2,07 \pm 0,62(min-max:1,01-3,99) olarak hesaplandı. Ölçüm Noktası-3'ün a. circumflexi humeri'ye olan uzaklığı, 18,21mm \pm 3,73 (min-max:9,2-28,3) olarak ölçüldü. N. axillaris'e mesafesi ise, 23,42 mm \pm 4,4 (min-max:14,6-36,7) olarak ölçülmüştür (Tablo 6.4).

Tablo 6.4.

Ölçüm Noktası-3	Kalınlık (mm) (Ortalama \pm Standart Sapma)
Cilt-Korteks Kalınlığı	23,12 \pm 5,74 (min-max:13-39,5)
Medulla Kalınlığı	44,82 \pm 5,02 (min-max:31-57,10)
Medulla/Cilt-Korteks Oranı	2,07 \pm 0,62 (min-max:1,01-3,99)
A. circumflex humeriye uzaklık	18,21 \pm 3,73 (min-max:9,2-28,3)

N. axillaris'e uzaklık	23,42 ± 4,4 (min-max:14,6-36,7)
------------------------	---------------------------------

Ölçüm noktası-3'ün 4 mm altında tespit edilen nokta (Ölçüm Noktası-4) dan yapılan ölçümlerde cilt-korteks kalınlığı, 25,04 mm ± 6,23 (min-max:13,20-41,5) olarak ölçülmüştür. Medulla kalınlığı, 42,00 mm ± 6,47 (min-max:22,10-58,20) olarak ölçülmüştür. Medulla/Cilt-Korteks oranı, 1,80 ± 0,61 (min-max:0,8-3,8) olarak hesaplandı. Ölçüm Noktası-4'ün a. circumflexi humeri'ye uzaklığı, 14,21 mm ± 3,73 (min-max:5,20-24,30) olarak ölçüldü. N. axillaris'e uzaklık ise, 19,42 mm ± 4,40 (min-max:10,60-32,70) olarak ölçüldü (Tablo 6.5).

Tablo 6.5.

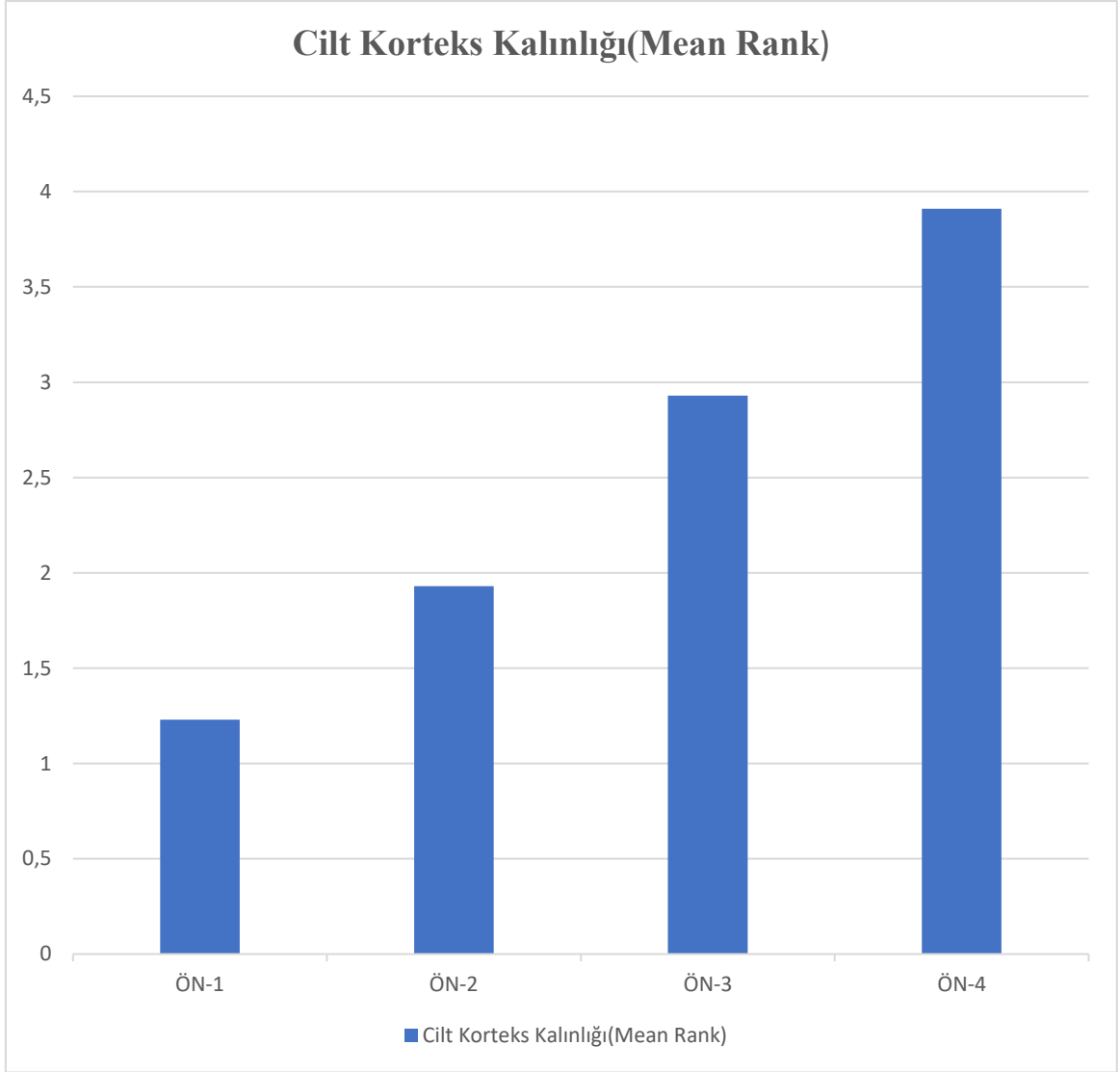
Ölçüm Noktası-4	Kalınlık (mm) (Ortalama ± Standart Sapma)
Cilt-Korteks Kalınlığı	25,04 ± 6,23 (min-max:13,20-41,5)
Medulla Kalınlığı	42,00 ± 6,47 (min-max:22,10-58,20)
Medulla/Cilt-Korteks Oranı	1,80 ± 0,61(min-max:0,8-3,8)
A. circumflex humeriye uzaklık	14,21 ± 3,73 (min-max:5,20-24,30)
N. axillaris'e uzaklık	19,42 ± 4,40 (min-max:10,60-32,70)

Ölçüm noktası (ÖN)-1, humerus proximalinde büyük tüberkül olarak saptanmış olup ölçümler bu anatomik nokta referans alınarak yapılmıştır. ÖN-1'in cilt-korteks kalınlığı 20,65 mm ± 5,01, ÖN-2'nin cilt korteks kalınlığı 21,65 mm ± 5,29 olup, ÖN-3'nin cilt korteks kalınlığı 23,12 mm ± 5,74, ÖN-4'ün cilt korteks kalınlığı 25,04 mm ± 6,23 tür.

Çalışmamıza katılan hastaların yaş ortalaması 52,75 ± 14,82 (Medyan:56) olarak saptanmıştır. Ölçümler yaşı 56 ve altında olanlar ile 56 yaş üzeri olanlar iki grup halinde değerlendirilmiştir. Cilt, cilt altı ve korteks kalınlığı, medulla genişliği ve nörovasküler yapılar uzaklığı benzer ölçümlere sahip iken medulla/cilt-korteks oranı değerlendirildiğinde 56 yaş üzeri popülasyonda ÖN-2 diğer ölçüm noktalarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık kazanmıştır (p<0,001).

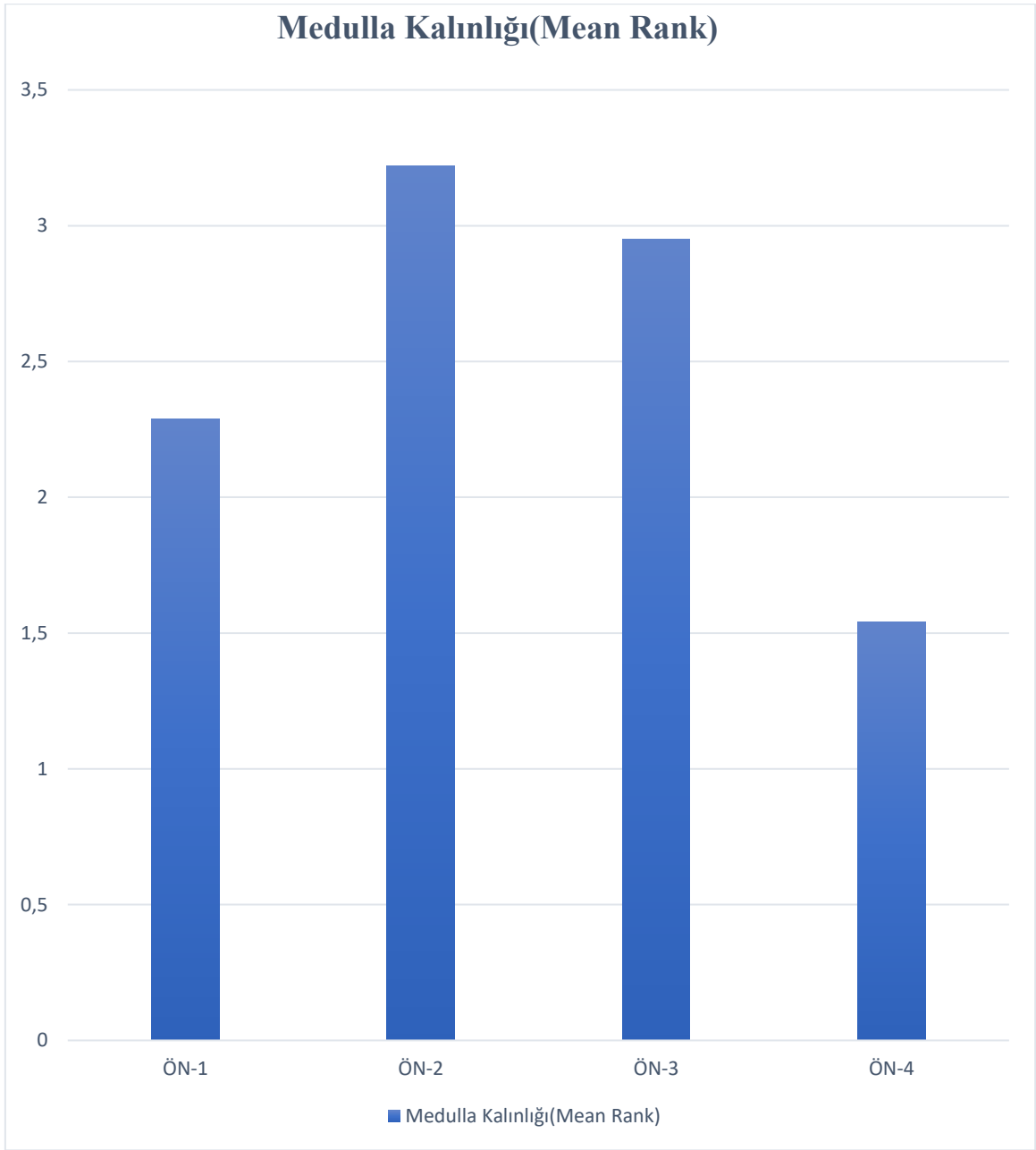
Örneklemimiz 36 erkek, 53 kadından oluşmaktadır. Kadın ve erkek olarak gruplandırılarak ölçümleri değerlendirdiğimizde; cilt, cilt altı ve korteks kalınlığı, medulla genişliği ve nörovasküler yapılar uzaklık ölçümleri, örneklem evreni ile cinsiyet grubu

arasında paralellik göstermiştir. Medulla/cilt-korteks oranına bakıldığında, ÖN-2'nin diğer ölçüm noktalarına göre anlamlı üstünlüğü saptanmıştır ($p<0,001$).



Şekil 4.16. Friedman sıralı iki yönlü varyans analizi

Friedman Testi ile cilt korteks kalınlıkları incelendiğinde, ölçüm noktalarının kalınlık ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,001$).



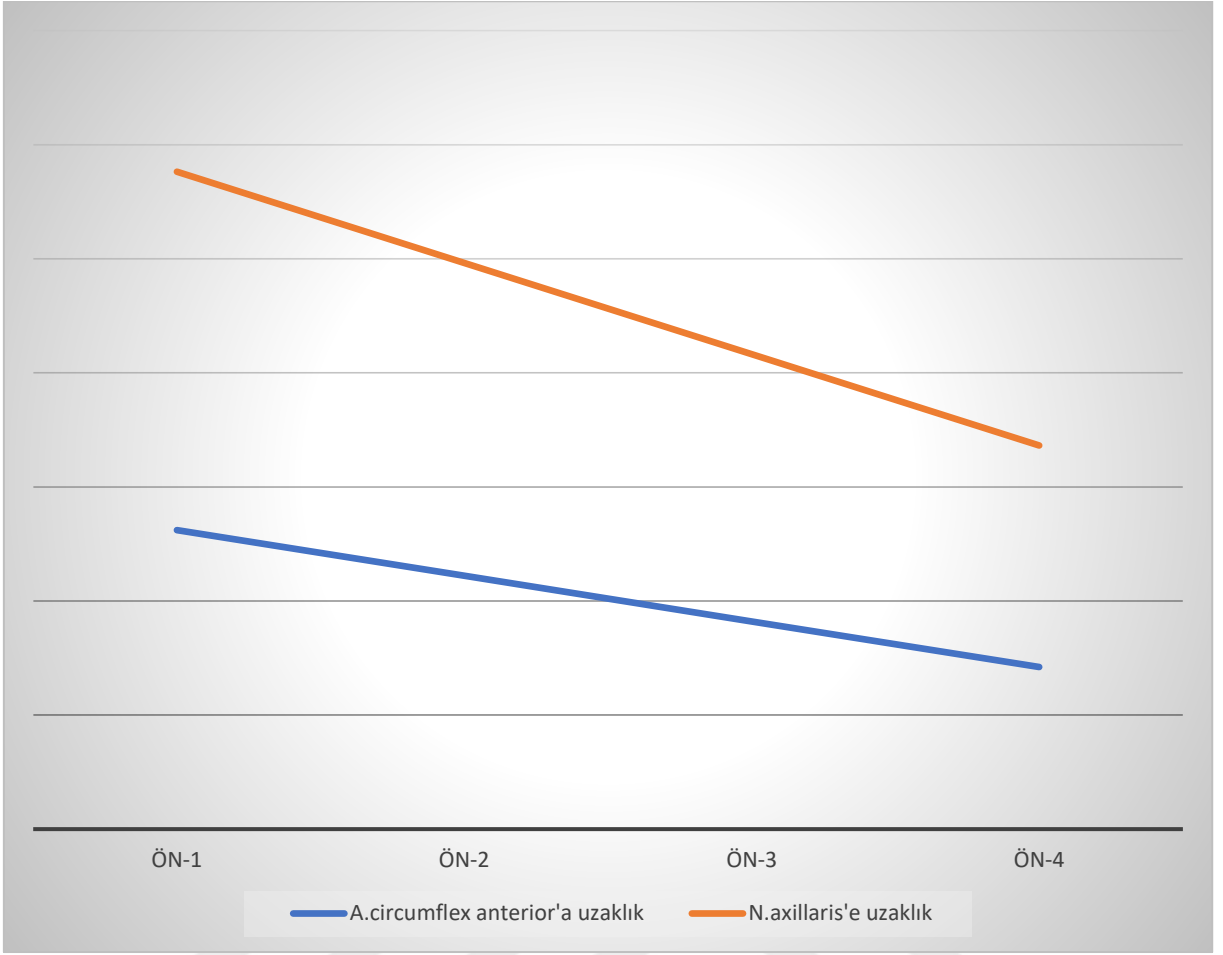
Şekil 4.17. Medulla Kalınlık Ortalamaları

Medulla kalınlıkları değerlendirildiğinde; ÖN-1 medulla kalınlığı $44,41 \text{ mm} \pm 4,86$, ÖN-2 medulla kalınlığı $45,7 \text{ mm} \pm 4,37$ olarak ölçülmüştür. ÖN-3 medulla kalınlığı $44,82 \text{ mm} \pm 5,02$, ÖN-4 medulla kalınlığı $42,00 \text{ mm} \pm 6,47$ olarak kaydedilmiştir. Friedman sıralı iki yönlü varyans analizi ile medulla kalınlıkları incelendiğinde, ÖN-2'nin medulla kalınlığı ile diğer ölçüm noktalarının ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0,001$).



Şekil 4.18. Medulla/ Cilt-Korteks Oranı

Medulla/Cilt-Korteks oranı değerlendirildiğinde; ÖN-1 bu oran ortalama 2,29, ÖN-2'de ise oran ortalama 2,25 olarak hesaplandı. ÖN-3'te ise oran ortalama 2,07 olarak hesaplandı. ÖN-4'te ise oran ortalama 1,80 olarak hesaplandı. Medulla/Cilt-Korteks oranları Friedman sıralı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirildi. Tüm ölçüm noktaları arasında anlamlı fark vardır. Birinci ölçüm noktasının ortalamaları ise diğer noktalara göre bariz üstündür ($p < 0,001$).



Şekil 4.19. A. circumflexi humeri anterior ve n. axillaris'e uzaklık

ÖN-1'in a. circumflexi humeri'ye uzaklığı $26,21 \text{ mm} \pm 3,73$, ÖN-2'nin ise $22,21 \text{ mm} \pm 3,73$ olarak ölçüldü. ÖN-3'nin ise $18,21 \text{ mm} \pm 3,73$ olup anlamlıdır. ÖN-4'nin ise $14,21 \text{ mm} \pm 3,73$ olup anlamlıdır. Friedman sıralı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirildi. Tüm ölçüm noktalarının birbiriyle değerlendirilmesinde anlamlı fark vardır ($p < 0,01$).

N. axillaris'in değerlendirilmesinde ise; ÖN-1'de uzaklık $31,42 \text{ mm} \pm 4,40$, ÖN-2'de ise $27,42 \text{ mm} \pm 4,40$ 'tır. ÖN-3'te ise $23,42 \text{ mm} \pm 4,40$ 'tür. ÖN-4'te ise $19,42 \text{ mm} \pm 4,40$ 'tır. Friedman sıralı iki yönlü varyans analizi ile değerlendirildi. Tüm ölçüm noktalarının birbiriyle değerlendirilmesinde anlamlı fark vardır ($p < 0,01$).

7. TARTIŞMA

İntraosseoz (IO) erişim sağlayacak girişimlerin yapılabilmesi, kritik hastalarda periferik vasküler erişim sağlanamadığı durumlarda hayati öneme sahiptir. IO yol, periferik vasküler yapılar kadar sistemik dolaşıma erişim açısından etkilidir. Başvuru anında resüsitasyon gerektiren travma veya başka bir nedenli dolaşım kollapsı durumunda, hızlı bir vasküler erişim sağlar. Hızlı, etkili ve güvenli bir yol olması nedeniyle vasküler erişimin periferden sağlanmasının zor olduğu kritik hastalarda, akılda bulundurulması gereken vasküler erişim aracı haline gelmiştir (56).

Kardiyopulmoner resüsitasyon, sadece ileri havayolunun sağlanması ve göğüs basısı yapılması değildir. Aynı zamanda birçok sıvı ve ilacın uygulanmasını da içeren bir prosedürdür. Vasküler erişimin IO olarak sağlandığı durumlarda da resüsitasyon ilaçlarının güvenle uygulanabileceği belirtilmektedir (57).

IO uygulama çeşitli anatomik bölgelerden uygulanabilmektedir(58). Proximal humerus'tan sağlanan vasküler erişim sonrasında verilen ilaç ve sıvıların sistemik dolaşıma daha hızlı katıldığı gösterilmiştir (5).

Çalışmamızda proximal humerustan yapılacak intraosseoz girişim için güvenli alanın radyoanatomik olarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla daha önce belirlenmiş anatomik noktalar belirlenerek ölçümler alınmış ve veriler literatürdeki verilerle kıyaslanmıştır.

Bustamante ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada kadavra proximal humerus kalınlıkları incelenmiştir (59). Altı farklı anatomik nokta tespit edilmiştir. Humerus shaft, cerrahi boyun, küçük tüberkül, intertüberküler oluk, büyük tüberkül ve girişim için tespit edilen hedef nokta olarak saptanmıştır. Yapılan ölçümlerde en ince nokta olarak büyük tüberkül $1,3 \text{ cm} \pm 0,5$ (0.5–3.2) ve girişim için tespit edilen hedef nokta ise $1,3 \text{ cm} \pm 0,5$ (0.5–3.5) olarak ölçülmüş olup iki nokta arasında istatistiksel farklılık saptanmamıştır ($p < 0,01$). Çalışmamıza dahil edilen hastaların humerus proximalinden yapılan ölçümlerde, büyük tüberkül üzerinde cilt, cilt altı dokular ve kemik korteks kalınlık toplamı değerlendirilmiş ve $20,65 \text{ mm} \pm 5,01$ (min-max:12-34,6) olarak saptanmıştır. Diğer ölçüm noktalarıyla karşılaştırdığımızda en ince nokta olarak büyük tüberkül üzeri tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Verilerimiz literatür ile örtüşmektedir (59). Ayrıca çalışmamızda medulla ölçümleri de yapılmış olup literatüre bu anlamda ek veri sağlamaktadır.

Intraosseoz uygulama iğnelerinin boyutları üreticiler tarafından hastaların ağırlığına

göre farklı boyutlarda üretilmiştir (Şekil 4.10). Al-Shibli ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, çocuklarda tuberositas tibia'dan yapılacak IO girişim öncesi uygun uzunlukta iğne boyunu belirlemek için USG ile yumuşak doku kalınlığı ölçülmüştür. Çalışmada yumuşak doku kalınlığı ile vücut kitle indeksi (VKİ) arasında anlamlı ilişki tespit edildiği belirtilmektedir (60). Erişkinde benzer bir çalışma Paxton ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (61). Çalışmada retrospektif olarak VKİ>30 olan ve IO uygulama yapılan hastalarda iğne boyutuna (25mm-68mm) göre girişim başarı oranı (%76,9-%100) ve uygulama sonrası IO erişim iğnesinin yerinden çıkması oransal olarak (%40-%20) incelenmiş olup VKİ>30 olanlarda uzun iğnenin kullanılmasını önermektedir. Bustamante ve arkadaşlarının çalışmasında ise hastalar vücut kitle indekslerine göre üç gruba ayrılmıştır. 18.5–25 kg/m², 30–35 kg/m² ve >40 kg/m² olarak sınıflandırılan hastaların ölçümlerinde cilt altı yumuşak doku kalınlığı ile VKİ arasında en güçlü korelasyon humerus shaftında (r = 0.80; 95% CI, 0.76–0.83) saptandı. En zayıf korelasyon ise büyük tüberkül üzerinden yapılan ölçümlerdeydi (r = 0.74; 95% CI, 0.70–0.77). Çalışmamızın kısıtlılıklarından birisi retrospektif olması nedeniyle, hastaların boy ve ağırlık bilgilerine sahip olmamamızdır. Bu nedenle hastalarımızın VKİ'ni hesaplayamadık. Hastalarımızın VKİ değerlerini bilmememize rağmen, büyük tüberkül üzerinden yaptığımız cilt, cilt altı ve korteksi içeren ölçümlerde diğer ölçüm noktalarına göre anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0,001). Çalışmamız verileri de göz önünde bulundurulduğunda, büyük tüberkül IO girişim için uygun nokta olarak değerlendirildiğinde piyasada bulunan 45 mm'lik standart iğnenin yeterli olduğu ortaya konulmuştur.

Polat ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada IO yol uygulamalarında kemik medulla genişliğinin önemi ilk defa vurgulanmıştır (62). Radyoanatomik (bilgisayarlı tomografi) olarak tibiadan yapılan IO uygulamada medulla kalınlığının genişliğini tespit etmek için tuberositas tibiadan 5 mm aşağıdan distale doğru toplamda on farklı noktadan ölçüm alınmıştır. Ölçümlerde korteksin en dar, medulla'nın en kalın olduğu yer tespit edilmiş ve girişim noktası için uygun anatomik nokta olarak önerilmiştir. Çalışmamız üst ekstremiteden yapılacak IO uygulamaları için bu bilgiyi veren ilk çalışma olarak literatüre geçmiştir. Medullanın en kalın olduğu nokta olarak, büyük tüberkülün dört milimetre altındaki noktayı tespit ettik (45,7 mm ± 4,37).

Literatürde arter circumflexi humeri ilişkili herhangi bir ölçüm ve/veya komplikasyon bildirilmemiştir. ÖN-1,2,3 ve 4'ten ölçümler (26,21 mm ± 3,73, 22,21 mm ± 3,73, 18,21 mm ± 3,73, 14,21 mm ± 3,73) yapılmış ve anatomik yerleşime bağlı beklentiyle uyumlu olduğu görülmüştür. ÖN-1 en proximalde bulunduğu için artere en uzak nokta olarak tespit edilmiş ve ÖN-4'e doğru giderek uzaklık azalmıştır. Çalışmamızdaki hasta sayısının azlığı nedeniyle

anatomik varyasyonlar değerlendirilememiştir.

Proximal humerustan yapılacak IO işlem için uygulama alanlarının nervus axillaris'e uzaklığı hakkında yapılmış bir çalışma yoktur. Çalışmamızda olası uygulama noktaları olarak tespit ettiğimiz dört ölçüm noktasının (ÖN1,2,3,4) axillar sinire olan uzaklığı değerlendirilmiştir (31,42 mm ± 4,40, 27,42 mm ± 4,40, 23,42 mm ± 4,4, 19,42 mm ± 4,40). Anatomik varyasyonun olmamasını örneklem boyutunun küçük olması ile açıklamaktayız. Yapılacak daha geniş ölçekli çalışmalar veya kadavra çalışmalarında arter ve sinire olan mesafenin ölçümü literatüre pratikte olan uygulama noktalarının uzaklıkları hakkında katkı sağlayabilir.

Suyama ve arkadaşları kişisel koruyucu ekipman (KKE) ile IO ve IV uygulamalarını maketler üzerinde test ettikleri çalışmasında(63), tuberositas tibiadan IO girişim süresinin IV uygulamaya göre daha hızlı olduğunu tespit etmişlerdir. KKE ile yapılan IO işlem için 12,8 saniye, IV girişim içinse 36,21 saniye harcanmıştır. Süreler iki işlem tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Bu süre farkını ise, IO işlem için anatomik belirteçlerin daha önceki çalışmalarda belirlenmiş olmasının olduğu vurgusu yapılmıştır. Çalışmamızda proximal humerustan yapılacak IO girişim için radyoanatomik olarak ideal noktanın belirlenmesi hedeflenmiş ve literatüre sunulmuştur. Çalışmamız, KKE ile proximal humerustan IO yol açılması gereken durumlarda uygulayıcılar için yol gösterici olacaktır.

Çalışmamızda ölçümlerimizi yaş değişkeni ile değerlendirdiğimizde genel çalışma popülasyonuna göre farklılıklar saptandı. Çalışmamız ideal girişim noktası olarak medulla/cilt-korteks oranının en büyük olduğu noktanın ideal işlem noktası olacağını öngörmektedir. 56 yaş ve altında olan hastalarda ideal girişim noktası olarak büyük tüberkül üzerinden (ÖN-1) yapılacak girişim önerilmekteyken, 56 yaş üzeri hastalarımızın verileri incelendiğinde ÖN-2'den yapılacak girişimin daha uygun olacağı sonucuna ulaştık. Medulla/cilt-korteks oranının 56 yaş üzeri hastalarda ÖN-2'de daha yüksek çıkmasını yaşla beraber azalan korteks kalınlığına bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Örneklem boyutu daha büyük olarak planlanacak çalışmalarda bu verinin daha anlamlı sonuçları olacağını düşünmekteyiz.

Verilerimizi cinsiyet ile karşılaştırmalı değerlendirdiğimizde ise genel popülasyon verileri ile erkek cinsiyet arasında farklılık saptadık. Kadınlarda tüm parametreler değerlendirildiğinde büyük tüberkül üzerinden yapılacak intraosseoz girişim uygun olacaktır. Erkeklerde ise büyük tüberkülün 4 mm altından yapılacak girişimin ideal olacağı sonucuna ulaştık. Kadın ve erkek olarak verilerimiz değerlendirildiğinde literatürdeki genel uygulama noktaları ile çalışmamızın önerdiği noktaların örtüştüğünü saptadık (64, 65).



8. SONUÇ ve ÖNERİLER

Medulla ile cilt, cilt altı ve korteksin oranı göz önünde bulundurularak intraosseoz işlem uygulama noktasının belirlenmesi, en uygulanabilir alandan işlem yapılmasını sağlayacaktır. İntraosseoz uygulama yapılan diğer tüm anatomik bölgeler için yapılacak çalışmalarda, medulla ile kemik korteksi dahil olmak üzere ciltten giriş noktasına kadar olan yumuşak dokuların oransal ölçümleri de yapılmalıdır.

Arter circumflexi humeri ve nervus axillaris'e olan uzaklıkların ölçümünün daha sağlıklı olması için kadavra çalışmaları bu yönde arttırılmalıdır.

Proximal humerustan intraosseoz işlem uygulaması için genel popülasyon üzerinden değerlendirme yaparak tek bir nokta belirlemektense, yaş ve cinsiyeti göz önünde bulundurularak uygulama alanının belirlenmesini önermekteyiz. 56 yaş üzeri ve erkek hastalarda büyük tüberkülün dört milimetre altından yapılacak işlemin en uygun olacağını düşünmekteyiz. Kadın hastalar ve 56 yaşından küçüklerde ise büyük tüberkülden yapılacak uygulamanın güvenli ve etkili alandan yapılmış olacağını düşünüyoruz. Daha büyük örneklem gruplarıyla yapılacak araştırmalarda yaş ve cinsiyet değişkenleri üzerine daha kesin veriler elde edilebilir.

9. KAYNAKLAR

1. Drinker CK, Drinker KR, Lund CC. THE CIRCULATION IN THE MAMMALIAN BONE-MARROW: With Especial Reference to the Factors Concerned in the Movement of Red Blood-Cells from the Bone-Marrow into the Circulating Blood as Disclosed by Perfusion of the Tibia of the Dog and by Injections of the Bone-Marrow in the Rabbit and Cat. American Journal of Physiology-Legacy Content. 1922;62(1):1-92.
2. Tobias JD, Ross AK. Intraosseous infusions: a review for the anesthesiologist with a focus on pediatric use. Anesth Analg. 2010;110(2):391-401.
3. Chreiman KM, Kim PK, Garbovsky LA, Schweickert WD. Blueprint for Implementing New Processes in Acute Care: Rescuing Adult Patients With Intraosseous Access. J Trauma Nurs. 2015;22(5):266-73.
4. Budach NM, Niehues SM. CT angiography of the chest and abdomen in an emergency patient via humeral intraosseous access. Emerg Radiol. 2017;24(1):105-8.
5. Lairet J, Bebart V, Lairet K, Kacprowicz R, Lawler C, Pitotti R, et al. A comparison of proximal tibia, distal femur, and proximal humerus infusion rates using the EZ-IO intraosseous device on the adult swine (*Sus scrofa*) model. Prehosp Emerg Care. 2013;17(2):280-4.
6. Miller L, Philbeck T, Montez D, Puga T. 467: A two-phase study of fluid administration measurement during intraosseous infusion. Annals of emergency medicine. 2010;56(3):S151.
7. W.Rohen J, Yokochi C, Lütjen-Drecoll E. Anatomy: A Photographic Atlas. 4 ed2016. 384 p.
8. FRANK H. NETTER M. Atlas of Human Anatomy. Hansen JT, editor2019. 409 p.
9. Sobotta Atlas of Human Anatomy. 14 ed2006. 162 p.
10. FRANK H. NETTER M. Atlas of Human Anatomy. Hansen JT, editor2019. 415 p.
11. FRANK H. NETTER M. Atlas of Human Anatomy. Hansen JT, editor2019. 420 p.
12. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. GRAY'S ANATOMY FOR STUDENTS, FOURTH EDITION: Elsevier Inc.; 2020. 724 p.
13. Lampignano JP, Kendrick LE. Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy: Elsevier; 2017.

14. Flatow E. Fractures of the proximal humerus. Bucholz RW, Heckman JD eds, Rockwood and Green's Fractures in Adults. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia; 2001.
15. Finnoff JT, Smith J, Peck ER. Ultrasonography of the shoulder. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2010;21(3):481-507.
16. Haapamaki VV, Kiuru MJ, Koskinen SK. Multidetector CT in shoulder fractures. *Emerg Radiol.* 2004;11(2):89-94.
17. Anterior glenohumeral dislocation with Hill-Sachs lesion. Case study. Shah, V2018.
18. Arkun R. [Diagnostic imaging of the rotator cuff]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2003;37 Suppl 1:13-26.
19. Normal shoulder MRI. Case study, Radiopaedia.org. Dixon, A2016.
20. Jensen J, Kristensen MT, Bak L, Kristensen SS, Graumann O. MR arthrography of the shoulder; correlation with arthroscopy. *Acta Radiol Open.* 2021;10(11):20584601211062059.
21. Spivey WH, Lathers CM, Malone DR, Unger HD, Bhat S, McNamara RN, et al. Comparison of intraosseous, central, and peripheral routes of sodium bicarbonate administration during CPR in pigs. *Ann Emerg Med.* 1985;14(12):1135-40.
22. Fiser DH. Intraosseous infusion. *N Engl J Med.* 1990;322(22):1579-81.
23. Gele V, Dufourmentelle L, Derkenne C, Hertgen P, Genotelle N, Jouffroy R, et al. [Use of the intraosseous infusion device in the resuscitation ambulances of the Paris fire brigade]. *Soins.* 2021;66(859):11-5.
24. Cervinski MA. Laboratory analysis of intraosseous blood: bad to the bone? *Clin Chem Lab Med.* 2014;52(8):e187-9.
25. Miller LJ, Philbeck TE, Montez D, Spadaccini CJ. A new study of intraosseous blood for laboratory analysis. *Arch Pathol Lab Med.* 2010;134(9):1253-60.
26. Horton MA, Beamer C. Powered intraosseous insertion provides safe and effective vascular access for pediatric emergency patients. *Pediatr Emerg Care.* 2008;24(6):347-50.
27. Dornhofer P, Kellar JZ. Intraosseous Vascular Access. *StatPearls.* Treasure Island (FL)2022.
28. Drozd A, Wolska M, Szarpak L. Intraosseous vascular access in emergency and trauma

- settings: a comparison of the most universally used intraosseous devices. *Expert Rev Med Devices*. 2021;18(9):855-64.
29. Hansen M, Meckler G, Spiro D, Newgard C. Intraosseous line use, complications, and outcomes among a population-based cohort of children presenting to California hospitals. *Pediatr Emerg Care*. 2011;27(10):928-32.
 30. La Fleche FR, Slepian MJ, Vargas J, Milzman DP. Iatrogenic bilateral tibial fractures after intraosseous infusion attempts in a 3-month-old infant. *Ann Emerg Med*. 1989;18(10):1099-101.
 31. McMillan TE, Gardner WT, Schmidt AH, Johnstone AJ. Diagnosing acute compartment syndrome-where have we got to? *Int Orthop*. 2019;43(11):2429-35.
 32. Heckman MM, Whitesides TE, Jr., Grewe SR, Rooks MD. Compartment pressure in association with closed tibial fractures. The relationship between tissue pressure, compartment, and the distance from the site of the fracture. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76(9):1285-92.
 33. Finkelstein JA, Hunter GA, Hu RW. Lower limb compartment syndrome: course after delayed fasciotomy. *J Trauma*. 1996;40(3):342-4.
 34. Taylor CC, Clarke NM. Amputation and intraosseous access in infants. *BMJ*. 2011;342:d2778.
 35. Raff AB, Kroshinsky D. Cellulitis: A Review. *JAMA*. 2016;316(3):325-37.
 36. Cranendonk DR, Lavrijsen APM, Prins JM, Wiersinga WJ. Cellulitis: current insights into pathophysiology and clinical management. *Neth J Med*. 2017;75(9):366-78.
 37. Stevens DL, Bisno AL, Chambers HF, Dellinger EP, Goldstein EJ, Gorbach SL, et al. Practice guidelines for the diagnosis and management of skin and soft tissue infections: 2014 update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis*. 2014;59(2):e10-52.
 38. Brown BD, Hood Watson KL. Cellulitis. *StatPearls*. Treasure Island (FL)2022.
 39. Fulton R, Doherty L, Gill D, Harney A, Harper C, Jenkinson H. Guidelines on the management of cellulitis in adults. Northern Ireland: CREST. 2005.
 40. Schmitt SK. Osteomyelitis. *Infect Dis Clin North Am*. 2017;31(2):325-38.
 41. Senneville E, Melliez H, Beltrand E, Legout L, Valette M, Cazaubiel M, et al. Culture of percutaneous bone biopsy specimens for diagnosis of diabetic foot osteomyelitis:

- concordance with ulcer swab cultures. *Clin Infect Dis*. 2006;42(1):57-62.
42. Alaia EF, Chhabra A, Simpfendorfer CS, Cohen M, Mintz DN, Vossen JA, et al. MRI nomenclature for musculoskeletal infection. *Skeletal Radiol*. 2021;50(12):2319-47.
 43. Donovan A, Schweitzer ME. Current concepts in imaging diabetic pedal osteomyelitis. *Radiol Clin North Am*. 2008;46(6):1105-24, vii.
 44. Gariani K, Pham TT, Kressmann B, Jornayvaz FR, Gastaldi G, Stafylakis D, et al. Three Weeks Versus Six Weeks of Antibiotic Therapy for Diabetic Foot Osteomyelitis: A Prospective, Randomized, Noninferiority Pilot Trial. *Clin Infect Dis*. 2021;73(7):e1539-e45.
 45. Marques SA, Abbade LPF. Severe bacterial skin infections. *Anais Brasileiros de Dermatologia*. 2020;95:407-17.
 46. Moran GJ, Krishnadasan A, Gorwitz RJ, Fosheim GE, McDougal LK, Carey RB, et al. Methicillin-resistant *S. aureus* infections among patients in the emergency department. *New England Journal of Medicine*. 2006;355(7):666-74.
 47. Talan DA, Krishnadasan A, Gorwitz RJ, Fosheim GE, Limbago B, Albrecht V, et al. Comparison of *Staphylococcus aureus* from skin and soft-tissue infections in US emergency department patients, 2004 and 2008. *Clinical Infectious Diseases*. 2011;53(2):144-9.
 48. Gottlieb M, Avila J, Chottiner M, Peksa GD. Point-of-care ultrasonography for the diagnosis of skin and soft tissue abscesses: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Emergency Medicine*. 2020;76(1):67-77.
 49. Schmitz GR, Gottlieb M. Managing a Cutaneous Abscess in the Emergency Department. *Ann Emerg Med*. 2021;78(1):44-8.
 50. Gaspari RJ, Resop D, Mendoza M, Kang T, Blehar D. A randomized controlled trial of incision and drainage versus ultrasonographically guided needle aspiration for skin abscesses and the effect of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Annals of emergency medicine*. 2011;57(5):483-91. e1.
 51. Pollack C. Cutaneous and subcutaneous abscesses. *Lacerations and Acute Wounds: An Evidence-based Guide Philadelphia, PA: FA Davis Company*. 2003:166.
 52. Gottlieb M, Peksa GD. Comparison of the loop technique with incision and drainage for soft tissue abscesses: A systematic review and meta-analysis. *The American journal of emergency medicine*. 2018;36(1):128-33.

53. Talan DA, Mower WR, Krishnadasan A, Abrahamian FM, Lovecchio F, Karras DJ, et al. Trimethoprim–sulfamethoxazole versus placebo for uncomplicated skin abscess. *N Engl J Med.* 2016;374:823-32.
54. Reades R, Studnek JR, Garrett JS, Vandeventer S, Blackwell T. Comparison of first-attempt success between tibial and humeral intraosseous insertions during out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care.* 2011;15(2):278-81.
55. Rayas EG, Winckler C, Bolleter S, Stringfellow M, Miramontes D, Shumaker J, et al. Distal femur versus humeral or tibial IO, access in adult out of hospital cardiac resuscitation. *Resuscitation.* 2022;170:11-6.
56. Majmudar A, Watts R, Raj J, Thiruvankatarajan V. Intraosseous access: An essential tool for general practitioners and anaesthetists in rural areas. *Aust J Rural Health.* 2022.
57. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, Halperin HR, Hess EP, Moitra VK, et al. Part 7: adult advanced cardiovascular life support: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation.* 2015;132(18_suppl_2):S444-S64.
58. Warren DW, Kisson N, Sommerauer JF, Rieder MJ. Comparison of fluid infusion rates among peripheral intravenous and humerus, femur, malleolus, and tibial intraosseous sites in normovolemic and hypovolemic piglets. *Annals of emergency medicine.* 1993;22(2):183-6.
59. Bustamante S, Bajracharya GR, Cheruku S, Leung S, Mao G, Singh A, et al. Point-of-Care Ultrasound to Identify Landmarks of the Proximal Humerus: Potential Use for Intraosseous Vascular Access. *J Ultrasound Med.* 2021;40(4):725-30.
60. Al-Shibli A, Lim R, Poonai N, Istasy V, Lin K, Kilgar J. Determination of the Pretibial Soft Tissue Thickness in Children: Are Intraosseous Infusion Needles Long Enough? *Pediatr Emerg Care.* 2020;36(1):39-42.
61. Paxton JH, Knuth TE, Klausner HA. Proximal Humerus Intraosseous Infusion: A Preferred Emergency Venous Access. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery.* 2009;67(3):606-11.
62. Polat O, Oguz AB, Eneyli MG, Comert A, Acar HI, Tuccar E. Applied anatomy for tibial intraosseous access in adults: A Radioanatomical Study. *Clin Anat.* 2018;31(4):593-7.
63. Suyama J, Knutsen CC, Northington WE, Hahn M, Hostler D. IO versus IV access

while wearing personal protective equipment in a HazMat scenario. *Prehosp Emerg Care*. 2007;11(4):467-72.

64. Petitpas F, Guenezan J, Vendevre T, Scepi M, Oriot D, Mimos O. Use of intra-osseous access in adults: a systematic review. *Crit Care*. 2016;20:102.
65. Vascular Access. In: Wyatt C, Tintinalli JE, Stapczynski JS, Ma OJ, Yealy DM, Meckler GD, et al., editors. *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide*, 9e. McGraw-Hill Education 2020.

