



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ



**OTURUR VE YÜZÜSTÜ POZİSYONLARDA UYGULANAN
İNTERSKAPULAR ALAN TETİK NOKTA ENJEKSİYONLARINDA
PNÖMOTORAKS RİSKİNİ AZALTABİLECEK GÜVENLİ MESAFENİN
ULTRASONOGRAFİ REHBERLİĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Büşra KIDAM ŞAHİN

**ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

DANIŞMANLAR

**Prof. Dr. Güngör Enver ÖZGENCİL
Doç. Dr. Süheyla KARADAĞ ERKOÇ**

**ANKARA
2025**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

OTURUR VE YÜZÜSTÜ POZİSYONLARDA UYGULANAN
İNTERSKAPULAR ALAN TETİK NOKTA ENJEKSİYONLARINDA
PNÖMOTORAKS RİSKİNİ AZALTABİLECEK GÜVENLİ MESAFENİN
ULTRASONOGRAFİ REHBERLİĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Büşra KIDAM ŞAHİN

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMANLAR
Prof. Dr. Güngör Enver ÖZGENCİL
Doç. Dr. Süheyla KARADAĞ ERKOÇ

ANKARA
2025

Ankara Üniversitesi
Tıp Fakültesi Dekanlığı'na,

Tıpta Uzmanlık Tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Oturur ve Yüzüstü Pozisyonlarda Uygulanan İnterskapular Alan Tetik Nokta Enjeksiyonlarında Pnömotoraks Riskini Azaltabilecek Güvenli Mesafenin Ultrasonografi Rehberliğinde Değerlendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanlarım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımca yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Bu tez çalışmasıyla ilgili tüm süreçler Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından, 25.03.2025 tarihinde, İ03-262-25 numaralı kararla onaylanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Dr. Büşra KIDAM ŞAHİN

Tarih:

İmza:

ÖZGÜNLÜK RAPORU



Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen:	Büşra Kıdam Şahin
Ödev başlığı:	OTURUR VE YÜZÜSTÜ POZİSYONLARDA UYGULANAN İNTERSK...
Gönderi Başlığı:	tez14.04.docx
Dosya adı:	tez14.04.docx
Dosya boyutu:	11.07M
Sayfa sayısı:	85
Kelime sayısı:	16,344
Karakter sayısı:	116,451
Gönderim Tarihi:	15-Nis-2025 09:45ÖS (UTC+0300)
Gönderim Numarası:	2646055620

OTURUR VE YÜZÜSTÜ POZİSYONLARDA UYGULANAN İNTERSKAPULAR ALAN TETİK NOKTA ENJEKSİYONLARINDA PNÖMOTORAKS RİSKİNİ AZALTABİLECEK GÜVENLİ MESAFENİN ULTRASONOGRAFİ REHBERLİĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

% **11**

BENZERLİK ENDEKSİ

% **10**

İNTERNET KAYNAKLARI

% **6**

YAYINLAR

% **3**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

KABUL ONAY SAYFASI

Düzenleme tarihi: 24/12/2014

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN	
Adı, Soyadı	: DR. BÜŞRA KIDAM ŞAHİN
Anabilim/Bilim Dalı	: ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON A.D.
Tez Danışmanı	: PROF.DR.GÜNGÖR ENVER ÖZGENCİL
Sınav tarihi:	
07/05/2025	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Tezin Başlığı: "Oturur ve Yüzüstü Pozisyonlarda Uygulanan İnterskapular Alan Tetik Nokta Enjeksiyonlarında Pnömotoraks Riskini Azaltabilecek Güvenli Mesafenin Ultrasonografi Rehberliğinde Değerlendirilmesi"	
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.NEŞELİHAN ALKIŞ
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.

Jüri Üyesi
PROF.DR.GÜNGÖR ENVER ÖZGENCİL
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.

Jüri Üyesi
DOÇ.DR.SÜHREYLA KARADAĞ ERKOÇ
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca tüm bilgi ve mesleki deneyimlerini benimle paylaşan başta sayın Prof. Dr. Neslihan ALKIŞ olmak üzere tüm Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Uzmanlık tezi sürecimde her daim yanımda olan ve bu süreci benim için hep kolaylaştıran, her zaman desteğini hissettiğim abim, hocam, tez danışmanım Prof. Dr. Güngör Enver ÖZGENCİL'e,

Asistanlık eğitimimde hem hekimliği hem kişiliği ile bana örnek olan, tez sürecim boyunca desteğini esirgemeyen, stresli anlarımda anlayışla beni karşılayan, ablam gibi sevdiğim hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Süheyla KARADAĞ ERKOÇ'a,

Tanıdığım günden beri beni bir kardeşi gibi görüp tüm içtenliği ile desteğini benden esirgemeyen, her sıkıştığımda kapısını çaldığım, tez sürecimdeki tüm zorlukları aşarken yanımda olan, çok sevdiğim ablam Dr. Öğr. Üyesi Hanzade Aybüke ÜNAL'a,

Yoğun bakım rotasyonum sırasında bana bir babadan farksız davranıp, bilgi birikimi ve tecrübesini aktaran değerli hocam Prof. Dr. Mustafa Kemal BAYAR'a,

Hekimliğini örnek aldığım, bu mesleğe olan inancımı her zaman artıran, bilgi ve tecrübesine hayran kaldığım hocam Prof. Dr. Menekşe ÖZÇELİK'e,

Asistanlık sürecindeki zorlu süreçleri birlikte aştığım, her koşulda desteklerini hissettiğim, yolun sonuna birlikte geldiğim, sevgi ve dostluklarıyla bana hep güç veren sevgili eş kıdemlerim Dr. Zeynep Altınbaş, Dr. Tuğçe Ata, Dr. Bekir Can Derinöz başta olmak üzere tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Berber çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm anestezi tekniker ve hemşirelerine, yoğun bakım hemşire ve personellerine, algoloji hemşire ve personellerine,

Hayatım boyunca her zaman çocukları olduğum için gurur duyacağım, fedakarlıklarıyla ve sevgileriyle bugünlere gelmemde büyük emekleri olan çok sevdiğim canım annem ve babama,

Son olarak en büyük teŖekkürü, tıp fakültesi sıralarından başlayarak asistanlık sürecimin ve hayatımın her anında en büyük destekçim olan, aldığım her kararda yanımda olan, sevgisiyle iyileŖtiğim, her Ŗikayetime bir çözüml bulan, eŖi olmaktan gurur duyduğum, hayatımın en güzel parçası ve yol arkadaŖım, canım eŖim Uzm. Dr. Tahir ŖAHİN'e

Tüm kalbimle teŖekkür ederim.

Dr. BüŖra Kıdam ŖAHİN

Nisan, 2025



İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Özgünlük Raporu	iii
Kabul Onay Sayfası	iv
Önsöz	iv
İçindekiler	vii
Simgeler ve Kısaltmalar	ix
Şekiller Dizini	x
Tablolar Dizini	xi
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT	3
3. GİRİŞ VE AMAÇ	5
4. GENEL BİLGİLER	7
4.1. İnterskapular Alan Anatomisi	7
4.2. Ağrının Tanımı	9
4.3. Ağrının Sınıflandırılması	9
4.3.1. Bölgesine Göre Sınıflandırma	10
4.3.2. Etiyolojik Sınıflandırma	10
4.3.3. Yoğunluğuna Göre Sınıflandırma	10
4.3.4. Ağrının Başlama Süresine Sınıflandırma	10
4.3.5. Ağrının Nörofizyolojisine Göre Sınıflandırma	11
4.4. Ağrı Yolakları	11
4.6. Miyofasiyal Ağrı Sendromu	13
4.6.1. Tanımı	13
4.6.2. Tarihçesi	14
4.6.3. Epidemiyoloji	14
4.6.4. Etiyolojisi	15
4.6.5. Patofizyolojisi	16
4.6.5.1. Enerji Krizi Teorisi	16
4.6.5.2. Motor Son Plak Teorisi	17
4.6.5.3. Kas Ağrıları için Radikülopatik Model	18
4.6.5.4. Kas İğciği Teorisi	18
4.6.5.6. Histolojisi	18
4.7. Klinik Semptom ve Bulgular	19
4.7.1. Klinik Semptomlar	19
4.7.1.1. Ağrı	19
4.7.1.2. Hareket Kısıtlılığı ve Tutukluk	20
4.7.1.3. Psikolojik Semptomlar	21
4.7.1.5. Diğer Semptomlar	21
4.7.2. Klinik Bulgular	21
4.7.2.1. Tetik Noktalar	21
4.7.2.2. Gergin Bant	22
4.7.2.3. Lokal Seğirme Yanıtı (LTR)	23
4.7.2.4. Sıçrama Belirtisi	23
4.8. Miyofasial Ağrı Sendromu Tanısı	24
4.8.1. Tanı Kriterleri	24
4.8.2. Tanıda Kullanılacak Testler	24

4.8.3. Diğer Tetikler	25
4.8.4. Ayırıcı Tanı	26
4.8.5. Tedavi	27
4.8.5.1. Farmakolojik Tedavi	28
4.8.5.2. Kullanılan Diğer Tedavi Yöntemleri	28
4.9. Tetik Nokta Enjeksiyonları	29
4.9.1. Tetik Nokta Enjeksiyonlarında Oluşabilecekler Komplikasyonlar	31
4.9.4. Geleneksel Palpasyon Tekniği ile Tetik Nokta Uygulamaları	31
4.9.5. Ultrasonografi Rehberliğinde Tetik Nokta Enjeksiyonları	32
4.10. Ultrasonografi Hakkında Genel Bilgiler	33
5. GEREÇ VE YÖNTEM	35
5.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	35
5.2. Çalışmadan Dışlama Kriterleri	35
5.3. Çalışmanın Tasarımı	35
5.3.1. Oturur Pozisyonda Yapılacak Ultrasonografik Görüntüleme ve Ölçümler ile İlgili Prosedür	36
5.3.2. Yüzüstü Pozisyonda Yapılacak Ultrasonografik Görüntüleme ve Ölçümler ile İlgili Prosedür	37
5.4. Örneklem Büyüklüğü	39
5.5. İstatistiksel Analiz	39
6. BULGULAR	40
6.1. Katılımcı Pozisyonlarına ve Solunum Fazlarına Göre Mesafe Analizleri	40
6.2. Oturur Pozisyonda Solunum Durumuna ve Cinsiyete Göre Analizler	43
6.3. Yüzüstü Pozisyonda Solunum Durumu ve Cinsiyete Göre Mesafe Analizleri	47
6.4. Oturur Pozisyonda Solunum Durumu ve VKİ'ne göre Mesafe Analizi	50
6.5. Yüzüstü Pozisyonda Solunum ve VKİ'ne Göre Mesafe Analizi	53
6.6. Farklı Solunum Fazlarında Toraks Çevresi ile Mesafelerin Analizi	56
7. TARTIŞMA	57
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	66
9. KAYNAKLAR	68

SİMGELER VE KISALTMALAR

MAS	: Miyofasiyal Ağrı Sendromu
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
TENS	: Transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu
IASP	: Uluslararası Ağrı Araştırmaları Birliği
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
VAS	: Vizüel Analog Skala
TN	: Tetik Nokta
TNE	: Tetik Nokta Enjeksiyonu
ECM	: Ekstraselüler matriks
LTR	: Lokal Seğirme Yanıtı
ATP	: Adenozin trifosfat
CGRP	: Kalsitonin-Gen İlişkili Peptit
SERCA	: Sarkoplazmik/Endoplazmik Retikulum Kalsiyum ATPaz
Ca	: Kalsiyum
Ach	: Asetilkolin
Aδ	: A-Gama
TSH	: Tiroid Stimulan Hormon
CRP	: C-Reaktif Protein
CK	: Kreatin Kinaz
LDH	: Laktat Dehidrogenaz
MRE	: Manyetik Rezonans Elastografi
FMS	: Fibromiyalji Sendromu
NSAİİ	: Non-Steroidal Antiinflamutar İlaç
TAD	: Trisiklik Antidepresan
EMG	: Elektromiyelografi
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
Kg	: Kilogram
Cm	: Santimetre
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
USG	: Ultrasonografik Görüntüleme
IFC	: İnterferansiyel Akım Terapisi
Mhz	: Megahertz

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1:	İnterskapular Alan Yüzeyel Kasları	7
Şekil 4.2:	Arka Toraks Duvarı Kaslar ve Kosta İlişkisi	8
Şekil 4.3:	Ağrının Sınıflandırılması.....	10
Şekil 4.4:	Ağrı İletimi	13
Şekil 4.5:	Enerji Krizi Teorisi.....	17
Şekil 4.6:	MAS Patofizyolojisinde Yer Alan Motor Son Plak Teorisi	18
Şekil 4.7:	Sık Gözüken Tetik Noktalar ve Yansıyan Ağrı Bölgeleri (#).....	20
Şekil 4.8:	Tetik Noktaların Sıklıkla Gözüktüğü Vücut Bölgeleri (x).....	22
Şekil 4.9:	Tetik Nokta Gergin Bant Kompleksi.....	23
Şekil 4.10:	Palpasyon Yoluyla Tespit Edilen Tetik Nokta Enjeksiyonu	32
Şekil 5.1:	Oturur Pozisyon ve Ölçüm Yapılan Alan Görüntüsü.....	37
Şekil 5.2:	Yüzüstü Pozisyon ve Ölçüm Yapılan Alan Görüntüsü	38
Şekil 5.3:	Ölçüm Yapılan Yapıların Örnek Ultrasonografi Görüntüsü	39
Şekil 6.1:	Solunum Fazına ve Gönüllü Pozisyonuna Göre Mesafelerin Değişimi	43
Şekil 6.2:	Oturur Pozisyonda Solunum Fazına ve Cinsiyete Göre Mesafelerin Değişimi	46
Şekil 6.3:	Yüzüstü Pozisyon Pozisyonda Solunum Fazı ve Cinsiyete Göre Mesafeler	49
Şekil 6.4:	Oturur Pozisyonda Solunum Fazına ve VKİ'ne Göre Mesafelerin Değişimi	52
Şekil 6.5:	Yüzüstü Pozisyonda Solunum Fazına ve VKİ'ne Göre Mesafelerin Değişimi	55

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 4.1: MAS etiyojijisinde yer alan faktörler.....	15
Tablo 4.2: Miyofasiyal Ağrı Sendromu Tanı Kriterleri	24
Tablo 4.3: Ayırıcı Tanılar.....	26
Tablo 4.4: Mas Tedavisinde Kullanılan Yöntemler	27
Tablo 4.5: Tetik Nokta Enjeksiyonları için Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar	30
Tablo 4.6: TNE Sırasında Oluşabilecek Komplikasyonlar	31
Tablo 6.1: Katılımcılara Ait Demografik Veriler ve Toraks Çevresi Değerleri.....	40
Tablo 6.2: Normal Ekspiryum, Derin İnspiryum, Derin Ekspiryum ve Katılımcı Pozisyonuna Göre Mesafelerin Değişimleri	41
Tablo 6.3: Oturur Pozisyonda Solunum Fazına ve Cinsiyete Göre Mesafelerin Değişimi.....	45
Tablo 6.4: Yüzüstü Pozisyonda Solunum Fazına ve Cinsiyete Göre Mesafelerin Değişimi.....	48
Tablo 6.5: Oturur Pozisyonda Solunum Fazına ve VKİ'ne Göre Mesafelerin Değişimi.....	51
Tablo 6.6: Yüzüstü Pozisyonda Solunum Fazına ve VKİ'ne Göre Mesafelerin Değişimi.....	54
Tablo 6.7: Farklı Solunum Fazlarında Toraks Çevresi ile Mesafeler Arasındaki İlişki	56

1. ÖZET

Oturur ve Yüzüstü Pozisyonlarda Uygulanan İnterskapular Alan Tetik Nokta Enjeksiyonlarında Pnömotoraks Riskini Azaltabilecek Güvenli Mesafenin Ultrasonografi Rehberliğinde Değerlendirilmesi

Amaç: Miyofasiyal ağrı sendromu tedavisinde tetik nokta enjeksiyonları, özellikle interskapular bölgede uygulandığında plevra ve akciğer gibi yapılara yakın anatomik komşuluk nedeniyle pnömotoraks gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilmektedir. Ultrasonografi rehberliğinde güvenli enjeksiyon mesafesinin belirlenmesi, bu riski azaltmaya katkı sağlayabilir. Bu çalışmada oturur ve yüzüstü pozisyonlarda, normal ekspiryum, derin inspiryum ve derin ekspiryum sonunda ultrasonografi ile ölçülen mesafeleri değerlendirerek, geleneksel palpasyona dayalı kör uygulamalarda pnömotoraks riskini azaltabilecek güvenli mesafenin belirlenmesi için ideal hasta pozisyonunun ve solunum fazının belirlenmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamız, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'ndan onay (Karar No: İ03-262-25) alındıktan sonra, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İbni Sina Hastanesi Algoloji Kliniği'nde 01.07.2024–30.12.2024 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Çalışmaya, 18 yaş üstü ve miyofasiyal ağrı sendromu dışında sistemik hastalığı bulunmayan 220 gönüllü dahil edildi. Katılımcıların demografik verileri ve solunum fazlarına göre toraks çevresi ölçümleri kaydedilmiştir. Oturur ve yüzüstü pozisyonlarda, normal ekspiryum, derin inspiryum ve derin ekspiryum sonunda, T1–T2 spinöz çıkıntı hizasının 2–3 cm lateralinden ultrasonografi ile T1-T2 interskapular alandan cilt, cilt altı, trapezius, rhomboid kası, kosta ve plevraya olan mesafeler ile interkostal mesafe ölçülmüştür. Elde edilen veriler, oturur ve yüzüstü pozisyona ve belirlenen solunum fazlarına göre değerlendirilmiş; cinsiyet, vücut kitle indeksi (VKİ) ve toraks çevresi ile olan ilişkileri istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Bulgular: Oturur ve yüzüstü pozisyonlarda ve belirlenen solunum fazlarında, erkeklerde cilt ile plevra arasındaki mesafe kadınlara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla bulunmuştur ($p<0,05$). VKİ arttıkça cilt-plevra mesafesi artmıştır, normal kilolu katılımcılara kilolu ve obez katılımcılara göre cilt-plevra mesafesi anlamlı derecede daha az bulunmuştur ($p<0,05$) Toraks çevresi ile ölçülen tüm mesafeler arasında ise anlamlı ve pozitif korelasyon saptanmıştır. Ultrasonografi ile ölçülen cilt-plevra mesafesi oturur pozisyonda sırasıyla normal ekspiryum sonu $3,12\pm 0,60$ cm, derin inspiryum sonu $3,08\pm 0,59$ cm, derin

ekspiryum sonu $3,22\pm 0,61$ cm idi. Yüzüstü pozisyonda ise sırasıyla bu mesafe normal ekspiryum $3,20\pm 0,57$ cm idi. Solunum fazları açısından değerlendirildiğinde, yüzüstü pozisyonda derin ekspiryum sonunda ölçülen cilt-plevra mesafesi ($3,29\pm 0,60$ cm), derin inspiyum sonunda ölçülen değere ($3,10\pm 0,58$ cm) göre anlamlı derecede fazlaydı ($p<0,05$). Oturur pozisyonda benzer eğilim gözlenmiş ancak fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). İnterkostal mesafe açısından hem oturur hem yüzüstü pozisyonlarda derin inspiyum sonunda ölçülen değerler, normal ve derin ekspiryum fazlarına kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Tüm solunum fazlarında, oturur pozisyonda ölçülen interkostal mesafe yüzüstü pozisyona göre artmıştır, derin inspiyum sonunda yapılan ölçümler arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Sonuç: Tetik nokta enjeksiyonlarında erkek cinsiyet, yüksek VKİ ve artan toraks çevresi ile güvenli enjeksiyon mesafesinin anlamlı düzeyde artırdığı görüldü. Yüzüstü pozisyon ve derin ekspiryum sonunda, cilt-plevra mesafesinin arttığı ve pnömotoraks riskini azaltabileceği belirlendi. İnterkostal mesafenin de yüzüstü pozisyonda, normal ve derin ekspiryum sonunda daha düşük olması iğnenin temas edebileceği alanı azaltarak güvenli enjeksiyonu kolaylaştırabilir.

Anahtar Kelimeler: Pnömotoraks, Tetik noktası enjeksiyonu, Ultrasonografi, Oturma pozisyonu, Yüzüstü pozisyon, Solunum

2. ABSTRACT

Ultrasound-Guided Evaluation of Safe Injection Depth to Reduce Pneumothorax Risk During Interscapular Trigger Point Injections in Sitting and Prone Positions

Objective: Trigger point injections are frequently used in the treatment of myofascial pain syndrome. However, when performed in the interscapular region, there is a risk of serious complications such as pneumothorax due to the anatomical proximity of the pleura and lungs. Determining a safe injection depth under ultrasound guidance may help mitigate this risk. This study aimed to evaluate the distances measured via ultrasonography at the end of normal expiration, deep inspiration, and deep expiration in both sitting and prone positions to determine the ideal patient position and respiratory phase that may reduce pneumothorax risk during traditional palpation-based blind injections.

Materials and Methods: Following approval by the Ethical Committee for Human Research of Ankara University Faculty of Medicine (Decision No: İ03-262-25), this study was conducted at the Algology Clinic of Ankara University İbni Sina Hospital between July 1, 2024, and December 30, 2024. A total of 220 volunteers over the age of 18, without any systemic disease other than myofascial pain syndrome, were included in the study. Demographic data and thoracic circumference measurements during different respiratory phases were recorded. In both sitting and prone positions, ultrasound was used to measure the distances from the skin to the pleura — including the skin, subcutaneous tissue, trapezius, rhomboid muscle, and costae — as well as the intercostal space at the T1–T2 interscapular region, approximately 2–3 cm lateral to the spinous processes, at the end of normal expiration, deep inspiration, and deep expiration. The data were analyzed by position and respiratory phase, and their relationships with sex, body mass index (BMI), and thoracic circumference were statistically evaluated.

Results: Across all positions and respiratory phases, the skin-to-pleura distance was significantly greater in male participants compared to females ($p < 0.05$). As BMI increased, the skin-to-pleura distance also increased; this distance was significantly shorter in normal-weight individuals compared to overweight and obese participants ($p < 0.05$). A significant positive correlation was observed between thoracic circumference and all measured distances.

In the sitting position, the skin-to-pleura distance measured by ultrasound was 3.12 ± 0.60 cm at the end of normal expiration, 3.08 ± 0.59 cm at the end of deep inspiration, and 3.22 ± 0.61

cm at the end of deep expiration. In the prone position, the distance at the end of normal expiration was 3.20 ± 0.57 cm. In terms of respiratory phases, the skin-to-pleura distance measured in the prone position at the end of deep expiration (3.29 ± 0.60 cm) was significantly greater than the value measured at the end of deep inspiration (3.10 ± 0.58 cm) ($p < 0.05$). A similar trend was observed in the sitting position, though the difference was not statistically significant ($p > 0.05$).

Regarding intercostal space, the measurements taken at the end of deep inspiration were significantly greater than those obtained during normal and deep expiration in both positions ($p < 0.05$). In all respiratory phases, intercostal distances measured in the sitting position were greater than those in the prone position, with a statistically significant difference found in deep inspiration ($p < 0.05$).

Conclusion: Male sex, higher BMI, and greater thoracic circumference were associated with significantly increased safe injection depth during trigger point injections. The prone position and deep expiration phase increased the skin-to-pleura distance, potentially reducing the risk of pneumothorax. Additionally, the narrower intercostal space observed in the prone position during normal and deep expiration may reduce the area the needle can reach, thereby facilitates safer injections.

Key Words: Pneumothorax, Trigger point injection, ultrasonography, sitting position, prone position, respiration

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Miyofasiyal ağrı sendromu (MAS), kronik ağrıya sebep olan ve yaygın görülen bir kas iskelet hastalığı olup yaşam boyu görülme sıklığı yaklaşık %30-%85'tir. [1, 2] MAS kaslarda palpe edilen miyofasiyal tetik noktaların varlığı ile karakterizedir. Tetik nokta tanımı, Travell ve Simons tarafından "kas içinde palpe edilebilen gergin banttaki hassas nodül" olarak tanımlanmıştır. [2, 3] Tetik noktalar, kişilerde ağrı ve hassasiyet dışında, eklem hareket açıklığında kısıtlılık ve fonksiyonellikte azalma, tutukluk, yorgunluk, otonomik disfonksiyonlar ve depresyon gibi duygudurum değişikliklerine neden olabilir. Bu semptomların varlığı hastalarda iş gücü kaybına, tanı koyulamadığı ve tedavi edilemediği durumlarda sağlık alanında maliyet artışlarına neden olabilmektedir. [1, 4]

MAS tedavisinde farmakolojik ajanlar, fizik tedavi ve rehabilitasyon tedavi modalitelerinden olan yüzeysel sıcak uygulama, transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), ultrason, lazer, masaj, interferansiyel akım, iskemik kompresyon, egzersiz ve invaziv tedavi seçeneklerinden olan kuru iğneleme, akupunktur ve lokal anestetik madde, lokal kortikosteroid, nörolitik ajan, serum fizyolojik, botillum toksin-A enjeksiyonu gibi maddelerin kullanıldığı tetik nokta enjeksiyonları da yaygın olarak uygulanmaktadır.[1-3] MAS'ın neden olduğu ağrı ve diğer semptomların hızlı kontrol altına alınması gerektiğinde invaziv yöntemler tercih edilmektedir. [4]

Tetik nokta enjeksiyonları günümüzde sıklıkla kullanılan tedavi yaklaşımlarının başında gelmektedir. Tetik nokta enjeksiyonlarının yapılma amaçları hastaların ağrısının giderilmesi, kaslarda mevcut olan tutukluğun azaltılması, bozulan postürde düzelme ve eklem hareket açıklığında artış sağlanması ve hastanın fizik tedavi ve rehabilitasyon tedavilerine uyumunun artırılmasıdır. [5] Bu amaçla yapılan tetik nokta enjeksiyonları sıklıkla geleneksel palpasyon yöntemiyle kör olarak uygulandığı gibi ultrasonografi rehberliğinde de uygulanabilmektedir. [5-7]

Ultrasonografi rehberliğinde uygulanan tetik nokta enjeksiyonlarının ağrı kontrolünde etkin olması, daha az enjeksiyon ve ek seans ihtiyacı olabileceğine dair yapılan çalışmalarda kanıtlar bulunmaktadır. Ultrasonografi rehberliğinde yapılan tetik nokta enjeksiyonları sırasında uygulama bölgesinin eşzamanlı görünümünün elde edilmesi, anatomik olarak önemli yapıların fark edilebilmesi ve iğnenin gerçek ve eş zamanlı görülebilmesi nedeniyle, tetik nokta

enjeksiyonları sırasında oluşabilecek komplikasyonları sınırlandırmada etkilidir. [8-11] Literatürde görüldüğü kadarıyla tetik nokta enjeksiyonları, akupunktur ve kuru iğneleme sonrası pnömotoraks komplikasyonu bildirilmiştir. [12-15] Bu önemli komplikasyonu engellemek için ultrasonografi rehberliğinde invaziv girişimlerin yapılması önerilmektedir. [16-18]

Ultrasonografi cihazına erişimin kısıtlı olduğu bölgelerde, ultrasonografi rehberliğinde tetik nokta enjeksiyonu uygulamaları konusunda uygulayıcı tecrübesinin az olduğu durumlarda tetik nokta enjeksiyonları palpasyona dayalı geleneksel yöntemle kör olarak uygulanabilmektedir. Tetik nokta uygulamaları için uygulama pozisyonu konusunda bilindiği kadarıyla yine bir fikir birliği bulunmamaktadır. Birçok çalışmada yüzüstü pozisyonda ya da oturur pozisyonda uygulandığı görülmektedir. Uygulama pozisyonunun hasta konforu, hastanın genel durumu ve uygulayıcı tecrübesine göre seçilmesi olası olasıdır.

Geleneksel palpasyon yöntemi ile uygulanacak tetik nokta enjeksiyonları için güvenli mesafenin öngörülebilmesi, ultrasonografi cihazına erişimin kısıtlı olduğu ve uygulayıcının ultrasonografi rehberliğinde girişim tecrübesinin olmadığı durumlarda pnömotoraks riskini azaltabilir. Bu yüzden çalışmamız oturur ve yüzüstü pozisyonlarda tetik nokta enjeksiyonu uygulanmasında, hangi pozisyonun pnömotoraks riskini azaltabilecek daha güvenli bir uygulama mesafesine sahip olduğunun ultrasonografi rehberliğinde değerlendirilerek güvenli mesafe hakkında uygulayıcılara fikir vermeyi hedeflemektedir.

Bu çalışmanın birincil amacı, oturur ve yüzüstü pozisyonlarda uygulanan tetik nokta enjeksiyonlarında pnömotoraks riskini azaltabilecek güvenli mesafenin ve uygulamalar için uygun pozisyonun ultrasonografi rehberliğinde belirlenmesidir.

İkincil amaçları ise oturur ve yüzüstü pozisyonlarda uygulanan tetik nokta enjeksiyonlarında pnömotoraks riskini azaltabilecek güvenli mesafenin ultrasonografi rehberliğinde değerlendirilerek bu mesafeleri etkileyebilecek faktörlerin belirlenebilmesidir.

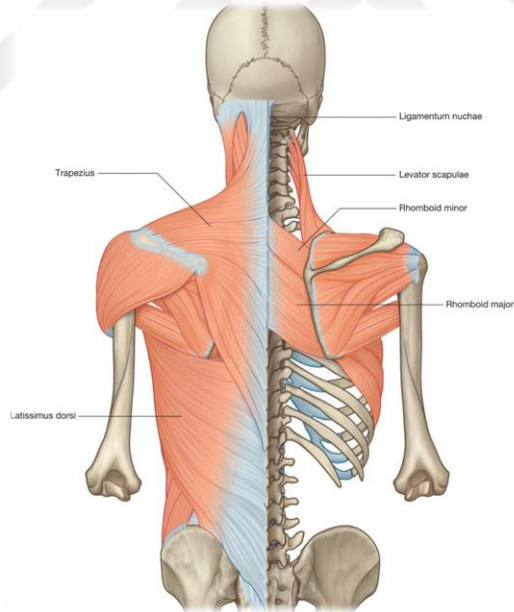
4. GENEL BİLGİLER

4.1. İnterskapular Alan Anatomisi

İnterskapular alan, torasik vertebral kolonun posteriorunda, skapulalar arasında uzanan ve T2-T7 seviyelerini arasındaki anatomik bir alandır. Bu alan, üst kol hareketleri, duruşun dengede kalması ve nefes alma mekanizmasında önemli olan kaslar, sinir ve damar yapıları, fasya katmanları ile kaburgalar ve plevra gibi göğüs yapılarıyla yakından bağlantılıdır.

İnterskapular alanın süperior sınırını spina scapulae ve M. trapezius kasının alt lifleri; inferior sınırını M. latissimus dorsi kasının üst sınırı; medial sınırını torasik vertebraların spinöz prosesleri, lateral sınırını ise skapula margo vertebralis oluşturur. [19]

İnterskapular alanın yüzeysel kasları M. Trapezius ve M. Rhomboides major ve minör, derin kas yapıları ise M.Erector spinae ve M. Serratus posterior superiorudur. [20]



Şekil 4.1: İnterskapular Alan Yüzeysel Kasları

M. Trapezius, skapula retraksiyonu ve elevasyonundan sorumludur; servikal ve torasik bölge arasında biyomekanik köprü görevi görür.

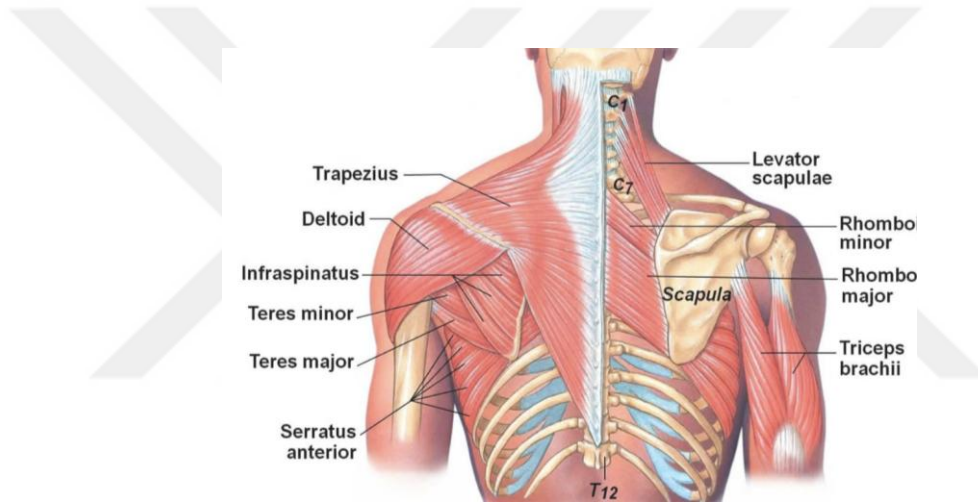
M. Rhomboideus major/minor, T1-T4 spinous processeslerinden başlar, skapulanın medial kenarına yapışır.

M.Rhomboideus minör, C6-C7 spinöz proseslerinden başlar, skapulanın medial kısmına yapışır. N. dorsalis skapuladan innerve olurlar. Skapulayı mediale çekerek vertebral kolon ile senkronize hareket sağlar.

M.erector spinae, spinal ekstansiyon ve postüral kontrolü destekler. [21]

M. serratus posterior superior, T2-T5'ten köken alarak 2.-5. 2.-5.kostalara tutunur; inspirasyonda kostaları yükseltir.

İkinci ve yedinci kostalar, torasik vertebralara artiküle olarak interskapular bölgenin derin katmanlarını oluşturur. Toraklumbal fasya ise kostaları saran endotorasik fasyaya bağlanır, torasik duvar stabilitesine destek verir.



Şekil 4.2: Arka Toraks Duvarı Kaslar ve Kosta İlişkisi

Eksternal interkostal kaslar, 11 çift halinde bulunur ve üstteki kostadan alttakine doğru aşağı ve öne uzanır. Normal solunumda kaburgaları stabilize eder. Zorlu inspirasyon sırasında kaburgaları yükselterek torasik hacmi artırır. T1-T11 intercostal sinirler ile inerve olur.

İnternal interkostal kaslar, dış interkostal kasların derininde yer alır. Üstteki kostadan alttakine aşağı ve arkaya uzanır ve normal solunumda stabilizasyon sağlar. Zorlu ekspirasyon sırasında kaburgaları aşağı çekerek torasik hacmi azaltır. T1-T11 interkostal sinirleri ile inerve edilirler.

Parietal plevra, kostaların internal yüzeyini döşeyen akciğerin koruyucu zarıdır.[21]

4.2. Ağrının Tanımı

Ağrı, insanlık tarihinin en eski ve en karmaşık sağlık sorunlarından biridir. Halen milyonlarca insanın yaşamını derinden etkileyen ağrı hem fiziksel hem de psikolojik açıdan bireylerin işlevselliğini kısıtlayan ve tıbbi müdahaleye en fazla ihtiyaç duyulan durumlardan biridir. [19]

Uluslararası Ağrı Araştırmaları Birliği (IASP), ağrıyı şu şekilde tanımlamaktadır:

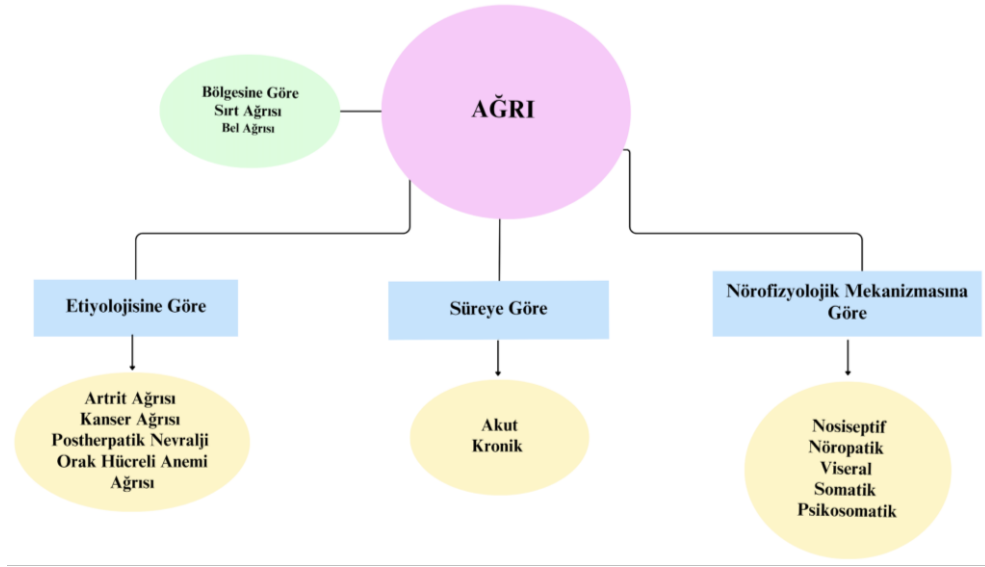
"Ağrı, gerçek veya potansiyel doku hasarı ile ilişkili hoş olmayan duyuşsal ve duygusal bir deneyimdir." [20]

IASP, 2020 yılında bu tanımı güncelleyerek, ağrının "kişinin geçmiş deneyimlerini, bilişsel süreçlerini ve duygusal durumunu da içeren bir deneyim" olduğunu belirterek ağrı tanımının sadece fiziksel hasarla sınırlı olmadığını belirtmiştir. [21]

Bu tanım, ağrının sadece fiziksel bir his olmadığını, duygusal ve psikolojik bileşenleri de olan karmaşık bir durum olduğunu göstermektedir. Ağrı, öznel bir deneyimdir ve kişinin kendi ifadesine dayanır. Bu nedenle, ağrının değerlendirilmesi ve tedavisi, hastanın bireysel deneyimini anlamayı gerektirir.

4.3. Ağrının Sınıflandırılması

IASP, ağrının nörofizyolojik mekanizmalarını anlamak ve tedavileri standardize etmek amacıyla ağrıyı beş eksene göre sınıflandırmıştır. Pratikte kullanılan diğer bir ağrı sınıflandırması ise Raj tarafından yapılan sınıflandırılma olup ağrı 4 başlık altında sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma nörofizyolojik mekanizma, süre, bölge ve etyolojiye göre sınıflandırılmasıdır. Raj sınıflandırılması referans alınarak yapılan ağrı sınıflandırması Şekil-4.3'de gösterilmiştir. [19, 20]



Şekil 4.3: Ağrının Sınıflandırılması

4.3.1. Bölgesine Göre Sınıflandırma

Sıklıkla pratikte kullanılan, ağrının hissedildiği vücut bölgesine göre yapılan sınıflandırmadır. Sırt ağrısı, bel ağrısı gibi örnekler verilebilir.

4.3.2. Etiyolojik Sınıflandırma

Ağrıya neden olan durumların belirtilerek yapılan sınıflandırmadır. Travma, geçirilmiş cerrahi, malignite gibi etiyolojik sınıflandırma için verilebilecek örneklerdir.

4.3.3. Yoğunluğuna Göre Sınıflandırma

Vizuel Analog Skala (VAS) gibi pratikte kullanılan ölçekler ile ağrının yoğunluğu belirlenerek, belirlenen bu veriye dayanan sınıflandırma sistemidir.

4.3.4. Ağrının Başlama Süresine Sınıflandırma

Ağrı süresine göre akut ağrı ve kronik ağrı olarak sınıflandırılır.

Akut ağrı, ani başlangıçlı ve genellikle kısa süreli, genellikle belirgin bir nedene bağlı olan ve bu neden ortadan kalktığında veya nedene olan maruziyet azaldığında azalan ağrı türüdür. Etkili ve zamanında tedavi edilmezse akut ağrının, kronikleşme ihtimali yüksektir.

Kronik ağrı, genellikle 3 aydan uzun sürelidir. Fiziksel bir nedene bağlı olabileceği gibi, bazen psikolojik veya nörolojik faktörlerden de kaynaklanabilir. Bu tür ağrı, kişinin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir ve günlük aktivitelerini kısıtlayabilir. Depresyon, anksiyete, uyku bozuklukları ve kişinin yaşam kalitesinin bozulmasına neden olur. Kronik ağrının tedavisi, akut ağrıya göre daha zorlu olabilir ve tedavisinde multidisipliner bir yaklaşıma ihtiyaç duyulabilir. [21, 22]

4.3.5. Ağrının Nörofizyolojisine Göre Sınıflandırma

Ağrı, nörofizyolojisine göre nosiseptif ağrı, nöropatik ağrı ve idiopatik ağrı olarak sınıflandırılır.

Nosiseptif ağrı, vücuttaki doku hasarı veya potansiyel doku hasarına yanıt olarak ortaya çıkan bir ağrı türüdür. Merkezi sinir sistemi haricinde diğer dokularda bulunan nosiseptif reseptörler tarafından algılanan mekanik ve kimyasal uyarılar, merkezi sinir sistemine iletilerek ağrı olarak algılanır. Somatik ve visseral olmak üzere sınıflandırılır.

Somatik nosiseptif ağrılar, deri, kas, kemik veya bağ dokusundan kaynaklanan, çoğunlukla iyi lokalize edilebilen, keskin, batıcı veya zonklayıcı şekilde hissedilmektedir.

Visseral nosiseptif ağrılar ise iç organlardan kaynaklanmakta olup daha derin, künt ve yaygın, lokalize edilmekte zorlanılan bir ağrı şeklinde hissedilmektedir.

Nöropatik ağrı, somatosensoriyal sistemin yapısını ve fonksiyonelliğini değiştiren lezyonlar tarafından tetiklenir. Böylelikle ağrı kendiliğinden ortaya çıkar. Zararlı ve zararsız uyarılara verilen tepkiler patolojik olarak çoğaltılmaktadır. Nöropatik ağrı uyuşma, karıncalanma, yanma, batma, elektrik çarpması gibi hissedilebilir. [22, 23]

İdiopatik ağrı ise, genelde altta yatan belirgin bir patolojik neden olmaksızın ortaya çıkan ve kronik seyirli olabilen ağrı türüdür. Fibromiyalji, irritabl barsak sendromu bu ağrı türüne örnek verilebilir. [24]

4.4. Ağrı Yolakları

Ağrı, nosisepsiyon süreciyle başlayarak periferden merkezi sinir sistemine kadar uzanan karmaşık bir yol izleyen bir süreçtir.

Nosiseptif uyarı ile başlayan ağrı sinyalleri ilk taşıyıcıları olan primer afferent nöronlar, hücre gövdeleri spinal kordun dorsal kök gangliyonunda bulunan sinir hücreleridir. Bu nöronların aksonları, innerve ettikleri dokulardan (deri, kas, eklem vb.) nosiseptif uyarıları alır ve bu sinyalleri spinal kordun dorsal boynuzuna iletir.

Spinal kordun dorsal boynuzunda, primer afferent nöronlar, ikinci sıra nöronlarla sinaps yapar. İkinci sıra nöronların aksonları, spinal kordu kontralateral olarak geçer ve spinotalamik yol adı verilen yolu kullanarak yukarı doğru ilerler. Bu yol, ağrı sinyallerini talamusa taşır.

Talamus, ağrı sinyallerinin entegrasyonunda ve kortikal yapılara iletilmesinde önemli bir rol oynar. Talamusta, ikinci sıra nöronlar, üçüncü sıra nöronlarla sinaps yapar. Üçüncü sıra nöronlar, aksonlarını internal kapsül ve corona radiata aracılığıyla somatosensoriyel korteks iletir. Bu projeksiyon, ağrı algısının bilinç düzeyine taşınmasını ve ağrının lokalizasyonunun belirlenmesini sağlar. [23-26]

Ağrı iletimi, organizmada çok aşamalı ve dinamik bir biyolojik süreç olarak işler. Bu süreçte, transdüksiyon, kondüksiyon, transmisyon, persepsiyon ve modülasyon gibi birbirini tamamlayan mekanizmalar rol oynar. Her bir evre, periferik dokulardaki uyarının merkezi sinir sistemi (MSS) tarafından algılanmasına kadar geçen süreçte kritik bir işleve sahiptir. Bu mekanizmaların anlaşılması, ağrı yönetimi ve terapötik müdahalelerin geliştirilmesinde temel oluşturur.

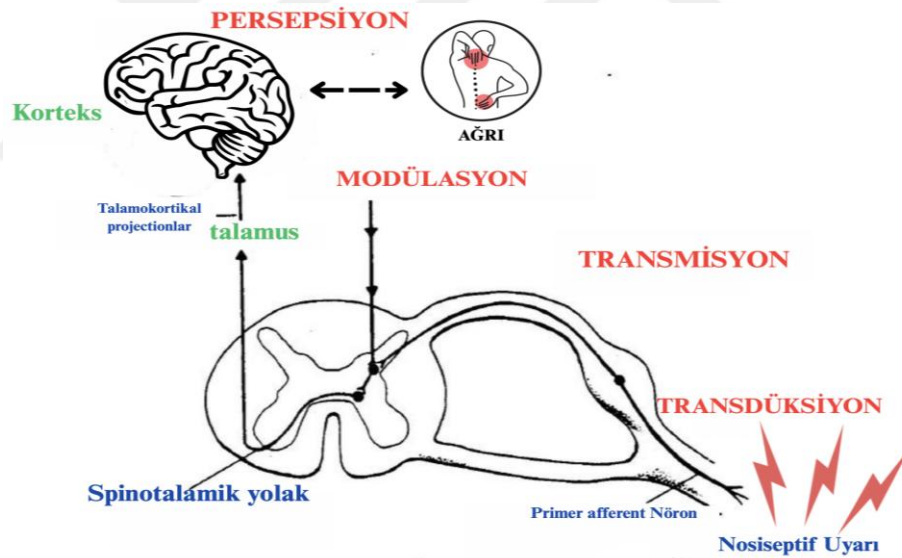
Transdüksiyon, nosiseptif uyarıların elektrokimyasal sinyallere dönüştürüldüğü ilk aşamadır. Nosiseptörler, mekanik basınç, termal değişimler veya doku hasarı sonucu salınan prostaglandinler, bradikinin gibi kimyasal mediatörler gibi uyarıyı algılar. Bu uyarılar, hücre zarındaki iyon kanallarını aktive ederek iyon akışını değiştirir ve aksiyon potansiyeli oluşumunu tetikler. Böylece, periferik uyarılar sinir sistemine iletilmek üzere kodlanır.

Kondüksiyon aşamasında, transdüksiyonla oluşan elektriksel sinyaller, A δ ve C tipi primer afferent lifler aracılığıyla omuriliğin dorsal boynuz bölgesine taşınır. A δ lifleri hızlı ileti sağlarken (akut, keskin ağrı), C lifleri yavaş iletiyle (kronik, yanıcı ağrı) ilişkilidir. Dorsal boynuzda, bu sinyaller ikinci nöronlara sinaptik bağlantıyla aktarılır.

Transmisyon, ağrı sinyallerinin omurilikten talamus ve kortekse ulaşmasını sağlayan süreçtir. Spinothalamik yol, nosiseptif bilgiyi talamusa taşıyarak buradan somatosensoryel kortekse iletilmesini sağlar. Bu yol, ağrının lokalizasyonu ve niteliğinin belirlenmesinde rol oynar. Ayrıca, limbik sistemle olan bağlantılar, ağrının duygusal bileşenlerini düzenler.

Persepsiyon, MSS'nin nosiseptif sinyalleri bilinçli bir deneyim olarak yorumladığı aşamadır. Somatosensoryel korteks, ağrının şiddetini ve konumunu analiz ederken, anterior singulat korteks ve amigdala gibi limbik yapılar, ağrıya eşlik eden duygusal tepkileri modüle eder. Bu süreç, bireysel farklılıklardan ve psikolojik faktörlerden etkilenir.

Modülasyon, ağrı sinyallerinin şiddetinin ve algısının düzenlendiği geri bildirim mekanizmasıdır. Endorfinler ve enkefalinler gibi endojen opioid sistemin maddeleri, ağrı iletimini inhibe ederek analjezik etki sağlar. Ayrıca, spinal kapı kontrol teorisi, omurilikteki inhibitör internöronların aktivasyonu ile ağrı sinyallerinin beyne iletimini engeller. Bu mekanizmalar, farmakolojik ve non-farmakolojik tedavilerin hedef noktalarını oluşturur. [27, 28]



Şekil 4.4: Ağrı İletimi

4.6. Miyofasiyal Ağrı Sendromu

4.6.1. Tanımı

Miyofasiyal ağrı sendromu (MAS), dokunularak hissedilebilen gergin kas bantlarında içerisinde lokalize tetik noktaların varlığıyla tanımlanan, bölgesel ağrı veya bu tetik noktalardan

kaynaklanan yansıyan ağrı özelliği gösteren, hareket kısıtlılığı, güçsüzlük, psikosomatik semptomların eşlik ettiği kronik ağrı sendromudur.[3]

4.6.2. Tarihçesi

Miyofasiyal ağrı sendromunun tarihsel gelişimi, klinik tanımlamaların evrimini yansıtan çok aşamalı bir süreç izlemiştir. Antik Çağ'da Hipokrat ve Galen gibi hekimler, kas kökenli ağrıları geniş bir çerçevede, romatizmal hastalıklar kategorisinde değerlendirmiş; ancak dönemin patofizyolojik mekanizmalara dair yetersiz bilgisi, MAS'a özgü tanımlanmasını engellemiştir [28, 29].

19. yüzyılda klinik gözlemler detaylandırılmış, 1816'da Balfour'un kas dokusunda saptadığı lokal kalınlaşmalar ve nodüler yapıların bölgesel ağrı ile ilişkisini ortaya koyması, modern anlayışın ilk ipuçlarını oluşturmuştur. [28, 30] Valleix'in 1841'de "les points douloureux (ağrılı noktalar)" olarak adlandırdığı hassas noktaları klinik olarak tanımlaması ise tetik nokta kavramının temelini atmıştır [2].

19. yüzyıla kadar miyalji, fibrozit ve yumuşak doku romatizması gibi genel terimlerle anılan bu patoloji, 1942'de Janet G. Travell tarafından ilk kez sistematik olarak tanımlanmıştır. Sendromun klinik ayırıcı tanı kriterleri 1975'te netleştirilmiş, 1983'te Travell ve Simons ve ekibinin multidisipliner çalışmalarıyla güncel terminoloji ve tanı protokolleri standartlaştırılmıştır. [28, 31, 32]

21. yüzyılda IASP, MAS'ı fibromiyaljiden ayrı klinik tablo olarak sınıflandırmış; tanıda palpabl tetik noktaların varlığı, karakteristik ağrı yayılım paternleri ve elektrofizyolojik bulguların rolünü vurgulamıştır. [33, 34]

Güncel araştırmalar, periferik nosiseptif uyarımların santral sinir sisteminde nöroplastisite ile ilişkili sensitizasyon süreçlerini tetikleme üzerine odaklanmakta olup, bu mekanizmaların aydınlatılması terapötik yaklaşımlara yön vermeyi amaçlamaktadır [35].

4.6.3. Epidemiyoloji

MAS, kas-iskelet sistemi kaynaklı ağrılar arasında önemli bir yer tutan ve toplumda yaygın olarak görülen bir klinik durumdur. Genel popülasyonda MAS'ın prevalansı %30-85

arasında değişmekte olup, bu oran kas-iskelet sistemi şikayetleriyle sağlık kuruluşlarına başvuran hastalarda daha da artmaktadır. [31, 32]

Özellikle 30–60 yaş aralığında ve kadınlarda daha sık rastlanmaktadır; bazı çalışmalarda kadınlarda %65, erkeklerde ise %37 oranında bildirilmektedir. Türkiye’de yapılan sınırlı sayıda çalışmada, özellikle ağrı polikliniklerine başvuran hastaların yaklaşık üçte birinde MAS tanısı konduğu bildirilmiştir. Türkiye’de yapılan araştırmalar, MAS’ın özellikle 30-49 yaş aralığında daha yüksek prevalansa sahip olduğunu göstermektedir. [32]

4.6.4. Etiyolojisi

MAS’ın etiyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte çok faktörlüdür. MAS’a yol açabilecek birçok faktör bulunmaktadır; bunlar arasında kaslara ani yüklenme sonucu meydana gelen akut hasar, tekrarlayan mikro travmalar, genetik etkenler, yorgunluk ve stres en önemli nedenler arasında yer almaktadır. [28]

MAS etiyojisinde yer alabilecek faktörler Tablo 4.1’de detaylandırılmıştır.

Tablo 4.1: MAS etiyojisinde yer alan faktörler

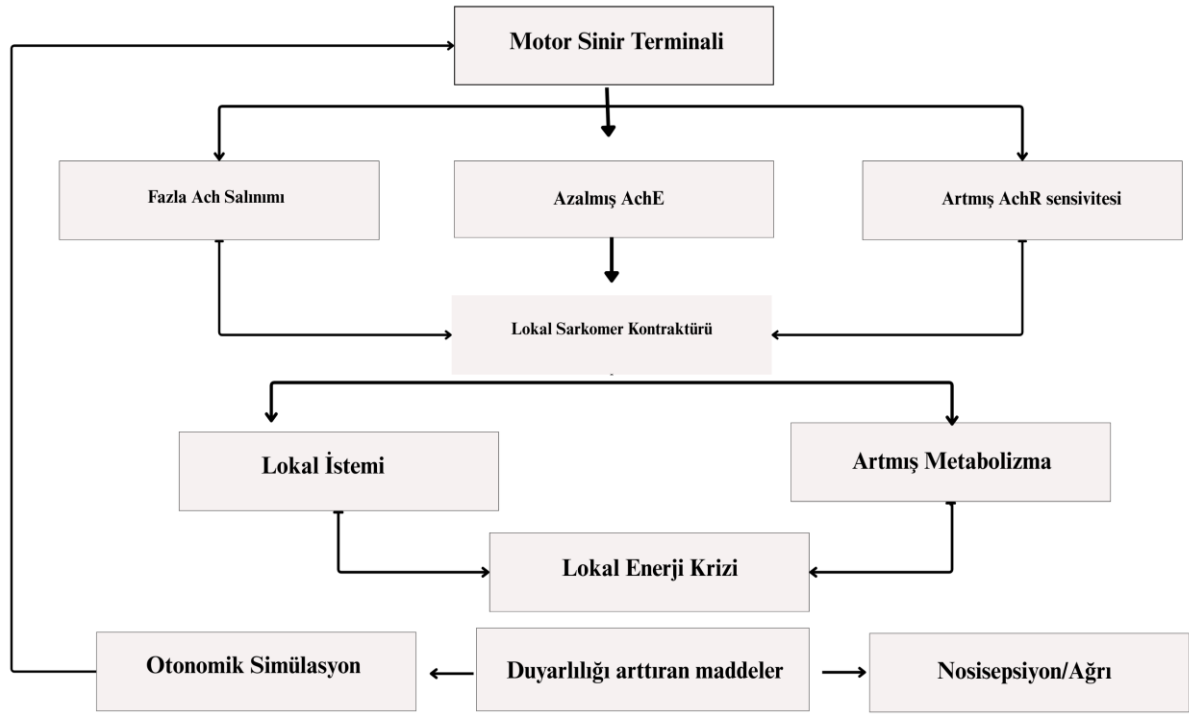
1.Mekanik faktörler - Yanlış ve bozulmuş postür - Uzun süren immobilitate - Yapısal asimetriiler	5.Nörolojik hastalıklar - Radikülopati - Tuzak nöropati - Periferik polinöropati - Multipl skleroz
2.Beslenme yetersizliği - Vitamin eksikliği B grubu vitaminleri, folik asit eksikliği - Mineral eksikliği Magnezyum, demir, kalsiyum ve potasyum eksikliği	6.Romatizmal hastalıklar - Romatoid artrit - Sistemik lupus eritematozus - Osteoartrit
3.Metabolik faktörler - Hipotiroidizm - Hipoglisemi - Hiperürisemi - Östrojen eksikliği	7.Kronik enfeksiyonlar
4. Uyku Bozuklukları	8.Psikososyal Faktörler

4.6.5. Patofizyolojisi

Miyofasiyal ağrı sendromu patogenezi için enerji krizi teorisi, motor son plak teorisi, kas ağrısı için radikülopatik model, kas iğciği modeli kullanılmaktadır. [29]

4.6.5.1 Enerji Krizi Teorisi

MAS'ın en yaygın kabul gören patofizyolojik mekanizması enerji krizi teorisidir. Enerji kriz modeline göre, tetikleyici noktalarda kas hücrelerinde kalsiyum dengesi bozulduğunda ve mitokondriler düzgün çalışmadığında, kas liflerinde kasılma benzeri yapılar oluşur. Kasta oluşan bir travma sonrası sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum (Ca) salınır. Serbest kalan Ca, ATP ile etkileşerek kas liflerinin kontrolsüz kasılmasına yol açar. Bu süreçte, kasılan bölgede histamin, serotonin, substans P gibi ağrı mediatörleri açığa çıkarak lokal hassasiyet ve ağrı tetiklenir. Aynı zamanda, vazokonstriksiyon nedeniyle kas dokusuna giden kan akımı azalır. Bu durum, ATP üretimini engelleyerek kas gevşemesini bozar. Yetersiz ATP, kalsiyumun geri emilememesine ve sürekli kasılmaya neden olur. ATP tüketimi nedeniyle "Sarkoplazmik/Endoplazmik Retikulum Kalsiyum ATPaz (SERCA) pompasının yetersiz çalışmasının lokal iskemi ve laktat birikimine yol açtığını vurgulamıştır. Böylece spazm-iskemi-ağrı döngüsü oluşarak miyofasiyal ağrı kronikleşme sürecine girdiği düşünülmektedir. [29]. Proton manyetik rezonans spektroskopisi (H-MRS) çalışmaları, tetik nokta bölgelerinde pH düşüklüğü ve yüksek laktat seviyelerini doğrulayarak bu teoriyi desteklemektedir. [30]



Şekil 4.5: Enerji Krizi Teorisi

4.6.5.2. Motor Son Plak Teorisi

Miyofasiyal tetik noktaların patogeneğinde nöromüsküler kavşak disfonksiyonu kritik rol oynamaktadır. Motor sinir terminal dallanmalarının sonlandığı motor son plak bölgelerinde, asetilkolin (ACh) salınım ve gerilim fizyolojinde oluşan bozukluklar patolojik süreci başlatmaktadır. Güncel literatürde, bu bölgelerde gözlenen aşırı ACh salınımının; presinaptik voltaj kapılı kalsiyum kanallarındaki genetik polimorfizmler, nikotik ACh reseptör upregülasyonu, ve sarkoplazmik retikulumdaki ryanodin reseptör disfonksiyonuna bağlı kalsiyum homeostazı bozukluklarından kaynaklandığı öne sürülmektedir.[30, 31]

Bu anormal nöromüsküler iletim, lokal kas lifi kontraksiyonlarına ve karakteristik taut band oluşumuna yol açmaktadır. Tetik nokta bölgesinde biriken substans P, bradikinin gibi ağrı mediatörleri, grup III-IV nosiseptif afferent lifleri sensitize ederek A-delta ve C lifleri yoluyla merkezi sinir sistemine ağrı iletimini başlatır. Botulinum toksin uygulamalarının klinik etkinliği, bu patofizyolojik kaskatta ACh aracılı mekanizmaların merkezi rolünü desteklemektedir. [32-34]



Şekil 4.6: MAS Patofizyolojisinde Yer Alan Motor Son Plak Teorisi

Ancak, tetik nokta oluşumunda mekanik stres, inflamasyon gibi çevresel faktörlerin nöromüsküler iletiyi nasıl modüle ettiği halen aktif araştırma konusudur. [33, 34]

4.6.5.3. Kas Ağrıları için Radikülopatik Model

Radikülopatik model, denervasyon sonrası gelişen aşırı duyarlılığı temel alır. Tedavi edilmeyen kas dokusu, medulla spinalisteki duysal nöronlar yoluyla kronik ağrı döngüsünü tetikleyebilir. Sürekli ağrılı uyaranlar, spinal yollarda sinaptik amplifikasyon ve nosiseptif nörotransmitter salınımını artırarak spinal segmental sensitizasyona yol açar.

4.6.5.4. Kas İğciği Teorisi

Araştırmacılar tarafından çok kabul görmeyen bu hipotezin temelinde, kas iğciklerindeki intrafuzal liflerin uzamış veya kronik geriliminin tetik noktalara neden olduğu yatmaktadır. Kas iğcikleri, ağrı ve basınca duyarlıdır. Servikal ve aksiyal kaslarda daha fazla bulunur. Bu hipoteze göre kas travması nedeniyle kas iğciğinin sempatik hiperaktivitesi, alfa adrenerjik stimülasyon sonucu tetik noktaların kronikleştiği varsayılmaktadır.

4.6.5.6. Histolojisi

MAS, tetik noktaların (TN) histolojik yapısı, sarkomer düzeyindeki patolojik değişiklikler ve ekstrasellüler matriksin (ECM) mekanik bozulmasıyla karakterizedir.

Histolojik incelemeler, TN'lerde normal kas lifleri arasında kısalıp uzamış sarkomerlerin anormal dizilimiyle oluşan kontraksiyon düğümlerinin varlığını ortaya koymaktadır. [34]. Bu düğümler, sarkoplazmik retikulumdan Ca^{2+} sızıntısı ve ATP kullanımında bozulma nedeniyle kasılı kalan segmenti temsil eder. [35] Ayrıca, elektron mikroskobu çalışmaları, endomisyumda mikro çatlaklar ve ECM'de hyaluronik asit birikimi gibi yapısal bozulmalar olduğunu göstermiştir. Bu değişiklikler, TN'ların ultrasonografide heterojen hipoekoik nodüller olarak görülmesinin histopatolojik temelini oluşturur. [34]

Özellikle, kontraksiyon düğümlerinin çevresinde biriken substans P, Kalsitonin-Gen İlişkili Peptit (CGRP) gibi biyolojik olarak aktif moleküller ve glikozaminoglikanlar, nosisepsiyonu artırarak yansıyan ağrı paternlerini tetikler. [36] Bu bulgular, MAS patogenezinde yalnızca kas lifi anormalliklerinin değil, aynı zamanda fasiyal bağ dokunun dinamik etkileşiminin de önemli bir rol oynadığını desteklemektedir.

4.7. Klinik Semptom ve Bulgular

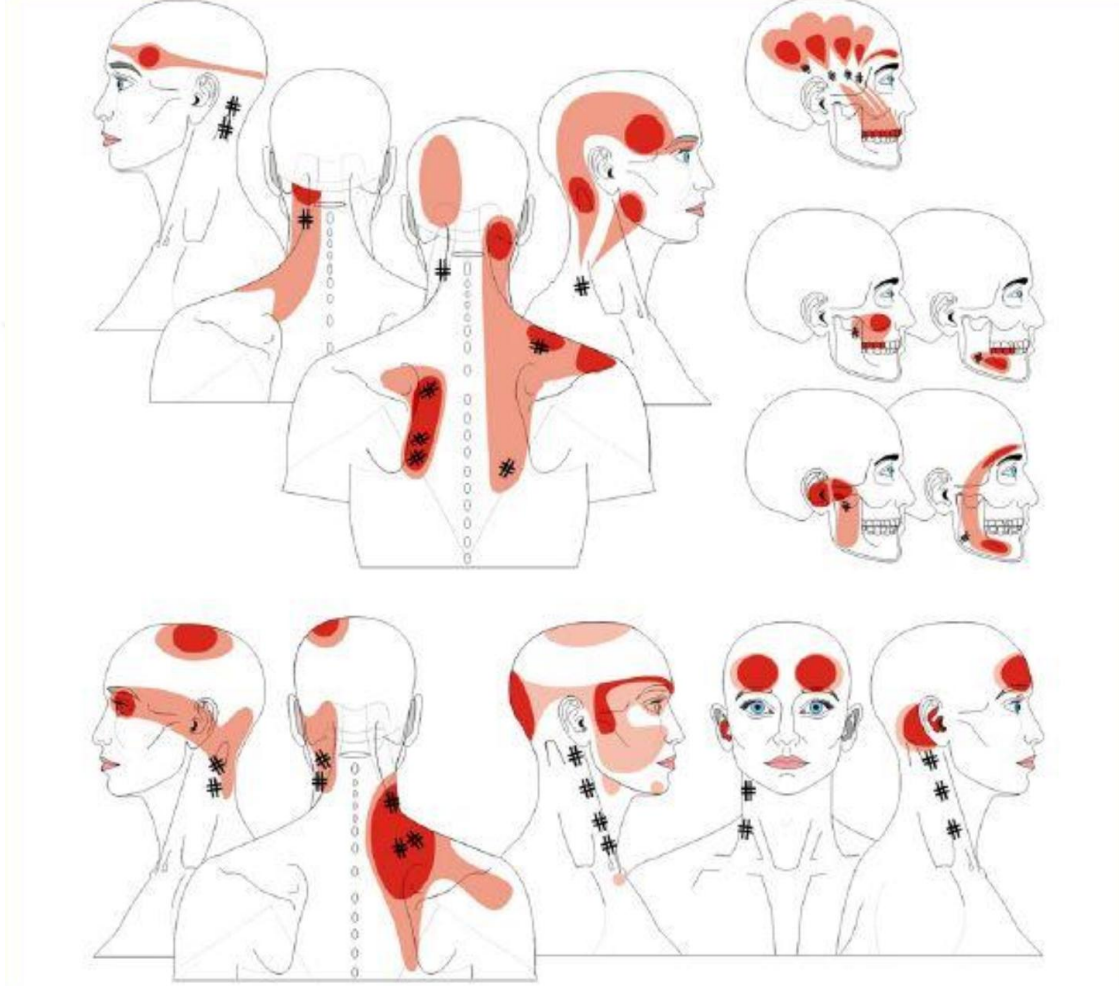
4.7.1. Klinik Semptomlar

4.7.1.1. Ağrı

Hastaların büyük çoğunluğunda ön planda olan ağrı semptomu yer alır. Ağrının başlangıç dinamikleri, klinik değerlendirmede ayırıcı tanı için önem taşır: Akut başlangıçlı ağrılarda, ağrının başlangıç anı ve ani travma, aşırı yüklenme gibi tetikleyici faktörler hastalar tarafından net bir kronolojik çerçevede tanımlanabilirken, kronik olanlarda ise semptomların başlangıç zamanı ve nedeni belirsizlik gösterebilir. Tekrarlayan kas mikro travmaları, sistemik enfeksiyonlar, organ patolojileri veya psikosomatik stres faktörleri ön plana çıkabilir. Ağrı karakteri, persistan veya epizodik olabilmekle birlikte, tipik olarak lokalize bir bölgede yoğunlaşır ve tetik nokta palpasyonu ile provoke edilebilir.

Tetik nokta üzerine uygulanan mekanik basınç, ağrının ya lokal alanda şiddetlenmesine ya da yansıma fenomeni adı verilen tetik noktadan uzak anatomik bölgelere ekstremitelere, baş boyun bölgesine yayılan atipik bir ağrı paternine yol açabilir. Bu yansıyan ağrı, periferik sensitizasyon ve merkezi sinir sisteminde nöral plastisite ile ilişkili olup, dermatomal dağılımdan bağımsız bir seyir izler.

Her kas grubunun tetik noktaları, spesifik referans ağrı haritaları ile ilişkilidir; örneğin trapezius kasındaki bir tetik nokta, temporal bölgeye yansıyan ağrıya neden olabilir. Bu karakteristik ağrı haritalaması, klinisyenlere tetik noktanın anatomik lokalizasyonunu belirlemede yol gösterici bir rol oynar. [29] Tetik noktalar ve yansıyan ağrı bölgeleri Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7: Sık Gözükten Tetik Noktalar ve Yansıyan Ağrı Bölgeleri (#)

4.7.1.2. Hareket Kısıtlılığı ve Tutukluk

Ağrı, tutukluk, gergin bantların anormal gerilimine bağlı olarak izlenmektedir. Sabah saatlerinde daha şiddetli olan hareket kısıtlılığı ve tutukluk semptomu görülebilir. Gün boyunca aşırı hareket veya immobilizasyon periyodları sonrasında bu semptomlar şiddetlenir veya tekrarlamaktadır.

4.7.1.3. Psikolojik Semptomlar

Ağrı, hareket kısıtlılığı, tutukluk, güçsüzlük gibi Őikayetlere ek olarak psikolojik semptomlarda görülebilir. Bu psikolojik semptomlardan en sık görülenen depresyon olup anksiyete bozuklukları ikinci sıradadır. MAS'ta görülen bu semptomların görülme sıklığı diğer kronik ağrı durumlarıyla görülme sıklığıyla benzerlik göstermektedir.

4.7.1.5. Diğer Semptomlar

Miyofasiyal ağrı sendromu (MAS), otonom sinir sistemi disfonksiyonuna bağlı olarak anormal terleme, lakrimasyon artışı, yüzeysel vazodilatasyon bağlı kızarıklık ve bölgesel vazomotor instabilite gibi semptomlarla kendini gösterebilir. TN'dan kaynaklanan sempatik hiperaktivasyonun sonucu, periferik sensitizasyon ve nörojenik inflamasyonun termoregülatuar kontrolü bozduğu hipotezi, son dönemde yapılan deneysel çalışmalarla desteklenmektedir.[35]

Kraniyoservikal bölgeye lokalize MAS olgularında ise gerilim tipi baş ağrısı, temporomandibuler eklem disfonksiyonu, postüral dengesizlik, persistan vertigo, kulak çınlaması ve fotofobi, bulanık görme gibi oküler semptomlar gelişebilir. [36]

4.7.2. Klinik Bulgular

4.7.2.1. Tetik Noktalar

Miyofasiyal TN, gergin kas bandı içinde lokalize olan ve anormal kontrakte sarkomer kümelerinden oluşan hiperirritabl odaklardır. [30] Bu yapılar, motor son plak bölgesine yakın konumlanır ve mekanik uyarılarla segmental veya referans ağrı paternlerini tetikleyebilir. Belirli bir dermatoma yayılım göstermeyen ağrı paterni mevcuttur. [36]

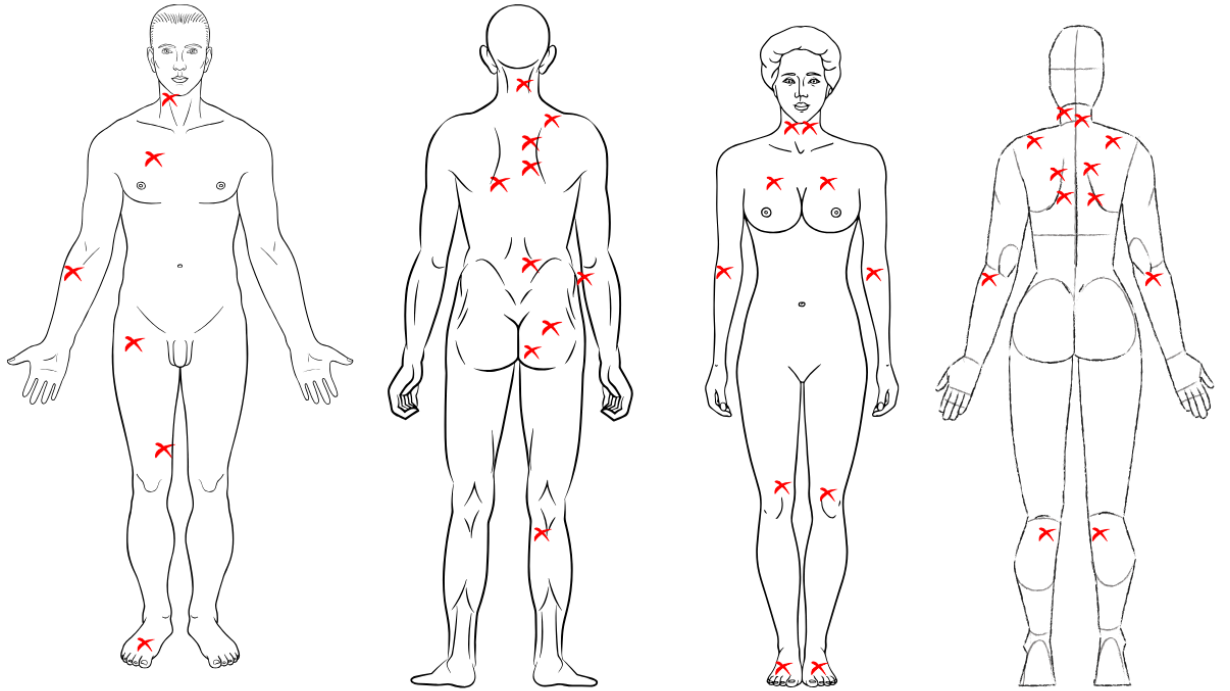
Travell ve Simons'un tanımlamalarına göre, TN 2-5 mm çapında, kas fasya düzlemine yerleşen ve spontan olarak gelişen patolojik oluşumlardır. [30] Tetik nokta fenomeni tanımlanırken üç önemli kriter ağrı, lokal hassasiyet ve gergin bant varlığıdır. Lokal seğirme yanıtı ve yansıyan ağrıya tanıyı destekleyen diğer faktörlerdir.

TN, klinik olarak aktif ve latent olarak görülebilirler. Aktif tetik noktaları, genellikle ağrıya neden olan kasların içinde bulunur ve bu durum hastanın hareketlerini kısıtlayabilir. Latent tetik noktaları ise, belirgin bir ağrıya yol açmadan varlıklarını sürdürebilirler, ancak

uygun bir tetikleyici ile aktive olduklarında benzer belirtiler gösterebilirler. Aktif TN çoğunlukla hem dinlenme halinde hem de hareketle ağrılıdır. Yansıyan ağrıya neden olan TN, genellikle servikal ve lomber bölgede yer alır ve bulunduğu kasın boyunun uzamasına engel olmaktadır. Latent TN ise genellikle istirahatte ağrıya neden olmazken mekanik bir baskı ile aktif TN gibi bulgu verebilir. Aktif TN'lara göre daha sık görülmekle birlikte çoğu kişide latent tetik nokta bulunabilir.

Merkezi tetik nokta, nosiseptörlerin uyarılmasıyla ilgili kasta gerilim oluşur; motor son plağa yakındır. Aksesuar tetik noktalar ise merkezi tetik noktaların neden oldukları gerilimin entez bölgesinde oluşan TN'dır. Anahtar tetik nokta, başka kaslarda da tetik noktalar oluşturan aktif TN olup, anahtar TN çevresinde oluşan TN ise uydu TN olarak isimlendirilir. [37, 38]

Tetik noktaların en sık gözüktüğü bölgeler, boyun, omuz ve pelvik kuşak bölgelerinde yer alan üst trapezius, skalenus, sternokleidomastoid, levator skapula ve quadratus lumborum gibi kaslardır. Şekil 4.8 En sık tetik nokta bulunan lokalizasyonlar gösterilmiştir.

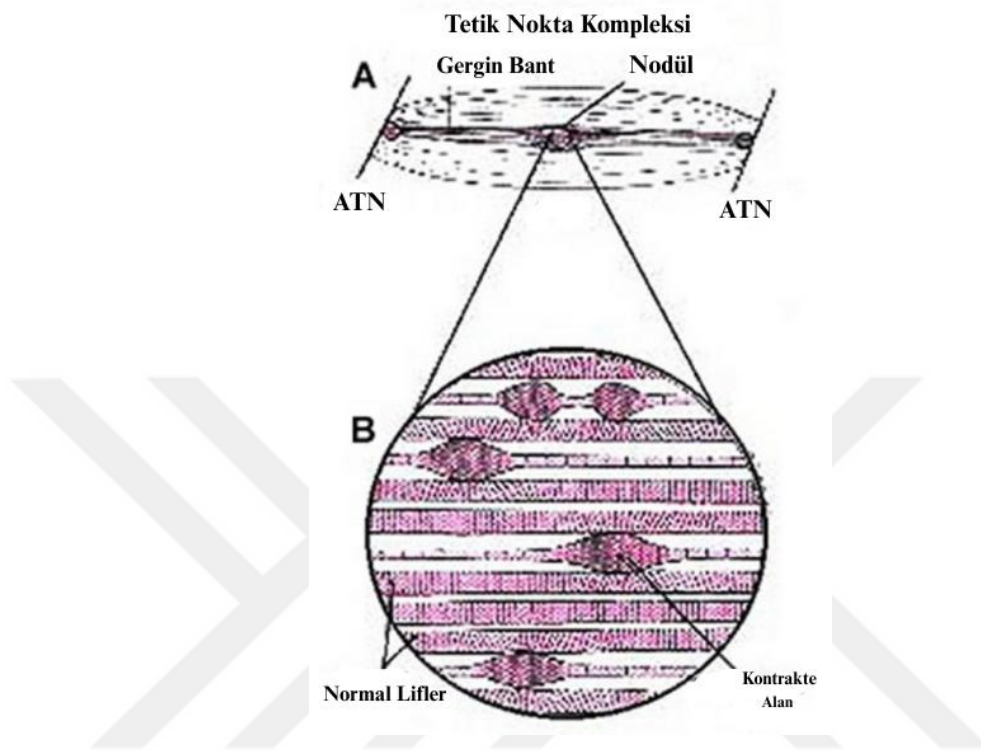


Şekil 4.8: Tetik Noktaların Sıklıkla Gözüktüğü Vücut Bölgeleri (x)

4.7.2.2. Gergin Bant

Gergin bant, kas dokusunda palpasyonla fark edilebilen, ağrılı ve kontrakte kas liflerinden oluşan lokal bir yapıdır. Bu durum, tüm kası etkilemez ve elektrofizyolojik incelemelerde

herhangi bir anormal bulguya rastlanmaz. Gergin bantlar, genellikle kasın aşırı yüklenmesi veya yeterli dinlenme olmadan tekrarlayan zorlayıcı hareketlere maruz kalması sonucu ortaya çıkar. Gergin bantların muayenesi, cilt ve cilt altı dokunun kas dokuya dik bir açıyla kaydırılarak yapılmalıdır.



Şekil 4.9: Tetik Nokta Gergin Bant Kompleksi

4.7.2.3. Lokal Sığırma Yanıtı (LTR)

Tetik noktanın mekanik bir uyarı ile kas liflerinin ani, kısa süreli ve istemsiz kasılması olarak tanımlanır. Bu yanıt sadece tetik nokta içeren gergin bantların uyarılmasıyla ortaya çıkar. LTR yanıtının gücü, uyarının tetik noktaya yakınlığı ile ilişkilidir. Aynı zamanda LTR, MAS tanısında kullanılan ve elektromiyografi ile kanıtlanabilen bir bulgudur.

4.7.2.4. Sıçrama Belirtisi

Sıçrama belirtisi, tetik nokta muayenesinde hastanın ani ağrı tepkisiyle karakterize olup miyofasiyal ağrının teşhisinde önemli bir klinik bulgudur. Tetik noktadaki aşırı duyarlılık, periferik sinirlerin ve merkezi sinir sisteminin aşırı uyarılmasına yol açar. Ani ağrı, spinal refleksleri tetikleyerek hastanın sıçramasına neden olur.

4.8. Miyofasial Ağrı Sendromu Tanısı

4.8.1. Tanı Kriterleri

Miyofasial ağrı sendromunun tanısında Simons ve Travell tarafından önerilen klinik kriterler, 5 majör ve 5 minör kriter olarak iki gruba ayrılmıştır. Tanı için 5 major kriterin hepsinin ve minör kriterlerden en az 1 tanesinin bulunması gerektiği bildirilmiştir (7).

Tanı kriterleri Tablo 4.2’de gösterilmektedir.

Tablo 4.2: Miyofasial Ağrı Sendromu Tanı Kriterleri

Majör Kriterler
1. Bölgesel ağrı şikâyeti varlığı
2. Miyofasial tetik noktadan refere olan bölgede ağrı şikâyeti ya da duyu değişikliği
3. Ulaşılabilir bir bölgede bulunan kastaki palpe edilebilir gergin bant yapısının bulunması
4. Gergin bantta bir veya daha fazla hassas nokta bulunması
5. Etkilenmiş alanda eklem hareket açıklığının kısıtlı olması
Minör Kriterler
1. Hassas nokta üzerine basınçla klinik olarak ağrının üretilmesi (tetik nokta)
2. Hassas noktada transvers palpasyon vuruşlarıyla veya iğneyle hassas noktadaki gergin banta giriş yapılmasıyla lokal seğirme yanıtının oluşması
3. Kası germek ya da hassas nokta enjeksiyonu ile ağrının azalması
4. Hassas noktaya basınç uygulandığında hastada sıçrama bulgusunun oluşması
5. Klasik bölgesinde olan tetik nokta varlığı

4.8.2. Tanıda Kullanılacak Testler

MAS tanısı öncelikle klinik muayene ve tetik noktaların tespitiyle konulsa da altta yatan sistemik nedenleri ekarte etmek veya komorbidite durumlarını belirlemek için laboratuvar testleri kullanılabilir.

Hipotiroidi için Tiroid Stimulan Hormon (TSH), serbest T4 hormon, D vitamini eksikliği için 25-OH vitamin D seviyesi, demir eksikliği için ferritin, tam kan sayımı gibi metabolik ve endokrin bozuklukların tanısı için kullanılabilir testlerdir. Bu bozuklukları MAS’ı tetikleyebilir veya ağrıyı şiddetlendirebilir. Ayrıca, C-Reaktif Protein (CRP), sedimantasyon gibi inflamatuvar belirteçler veya Kreatin kinaz (CK), Laktat dehidrogenaz (LDH) kas enzimleri gibi testler ayırıcı tanıda kullanılabilir.

Laboratuvar bulguları MAS'ın tanısını tek başına kesinleştirmez. Tedavi yöntemlerini belirlemek ve altta yatan nedenleri ekarte etmekte önemli bir rol oynar. [1, 39]

4.8.3. Diğer Tetikler

MAS tanısında radyolojik görüntülemenin rolü sınırlı olmakla birlikte, bazı özel durumlarda tanıyı destekleyici olarak kullanılabilir. Standart manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi konvansiyonel yöntemlerin MAS tanısındaki rolü daha çok ayırıcı tanıyla sınırlıdır. [31]

Ultrasonografinin tanıdaki yeri ise iki açıdan önem taşımaktadır: birincisi, tetik noktaların görselleştirilmesi; ikincisi ise enjeksiyon prosedürlerine kılavuzluk etmesidir. Bubnov ve Wang tarafından yapılan çalışma, ultrason kılavuzluğunda yapılan tetik nokta enjeksiyonlarının geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğunu ve komplikasyon oranlarını azalttığını ortaya koymuştur. [8]

Chen ve ark. tarafından yapılan çalışmada, manyetik rezonans elastografinin (MRE) miyofasiyal tetik noktaların sertlik özelliklerini objektif olarak değerlendirmede etkili olduğu gösterilmiştir. Bu yöntem, geleneksel palpasyon yöntemlerine kıyasla daha kantitatif veriler sunabilmektedir. [32].

Elektrofizyolojik incelemelerde iğne elektromiyelografi (EMG) tekniğiyle yapılan çalışmalarda tutarsız sonuçlar bildirilmiştir. Normal kas dokusunda tam istirahat halinde elektriksel aktivite gözlenmezken, miyofasiyal ağrı sendromlu hastalarda tetik nokta bölgelerinde karakteristik EMG bulgular tespit edilmiştir. Özellikle 1-2 mm'lik alanlarda spontan elektriksel aktivite gözlenmiş olup, latent tetik noktalarda düşük amplitüdü aksiyon potansiyelleri, aktif tetik noktalarda ise diken dalgalar gibi patolojik bulgular kaydedilmiştir. Bu elektriksel aktivitenin kaynağı konusunda farklı görüşler mevcuttur; bazı araştırmacılar disfonksiyonel motor son plak sorumlu tutarken, diğerleri intrafuzal kas liflerindeki anormallikleri öne sürmüştür. [27, 29]

Termografik değerlendirmeler, miyofasiyal ağrı sendromunun tanısında non-invaziv bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yöntemle yapılan incelemelerde, tetik noktaların bulunduğu bölgelerde cilt yüzeyinde 5-10 cm çapında lokal ısı artışı tespit edilmiştir. Termal görüntüleme tekniği, yumuşak doku patolojilerinin değerlendirilmesinde giderek artan bir klinik kullanım

alanı bulmuştur. Özellikle tetik noktaların lokalizasyonu ve bölgesel dolaşım değişikliklerinin belirlenmesinde yardımcı bir tanı aracı olarak kullanılabilir [39, 61].

Sonuç olarak, mevcut kanıtlar MAS tanısında radyolojik görüntülemenin ancak sınırlı ve seçilmiş durumlarda yardımcı olabilir. Tanıda asıl odak noktası klinik değerlendirme ve fizik muayene olmalıdır.

4.8.4. Ayırıcı Tanı

MAS'ın ayırıcı tanısında birçok durum göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar Tablo 4.3'te detaylandırılmıştır.

Tablo 4.3: Ayırıcı Tanılar

	Hastalık/Durum	Ayırıcı Özellikler	MAS ile Farklılıkları
Kas-İskelet	Fibromiyalji Sendromu (FMS)	Yaygın ağrı Hassas noktalar Yorgunluk Uyku bozukluğu	MAS'ta tetik noktalar bulunur; FMS'de yaygın hassasiyet vardır.
	Kronik Yorgunluk Sendromu	Egzersiz sonrası kötüleşen yorgunluk Bilişsel disfonksiyon	Ağrıdan çok bitkinlik ön plandadır.
	Tendinit/Bursit	Lokalize ağrı Hareketle artan inflamasyon bulguları	MAS'ta tetik nokta ve yansıyan ağrı gözlenir.
Miyopatiler	Polimiyozit / Dermatomyozit	Proksimal kas güçsüzlüğü CK yüksekliği Dermatomyozitte cilt bulguları	MAS'ta güçsüzlük nadirdir; kas enzimleri genellikle normaldir.
Artritler	Romatooid Artrit (RA)	Simetrik eklem tutulumu Sabah tutukluğu (>1 saat), Romatooid faktör(RF) pozitifliği	MAS'ta kas kaynaklı ağrı vardır; eklem tutulumu gözlenmez.
	Gut Artriti	Ani başlangıç, kızamık ve eklem şişliği Ürik asit yüksekliği.	MAS'ta inflamasyon nadiren bulunur.
Nörolojik	Tuzak Nöropatiler (Karpal Tünel)	Uyuşma Karıncalanma EMG'de sinir iletim bozukluğu	MAS'ta nörolojik defisit görülmez.
Visseral	Peptik Ülser	Yemekle ilişkili epigastrik ağrı Endoskopik olarak ülser varlığı	MAS'ta ağrı, tetik nokta palpasyonu ile tetiklenir.
Enfeksiyöz	Viral Miyozit (İnfluenza)	Kas ağrısı ile birlikte ateş Halsizlik Pozitif viral seroloji	MAS'da enfeksiyon bulguları mevcut değildir.
Neoplazm	Paraneoplastik Sendromlar	Kilo kaybı Gece terlemesi Kanser öyküsü, Paraneoplastik antikorlar pozitifliği	MAS'de sistemik semptomlar izlenmez.
Psikolojik	Somatoform Bozukluk	Organik neden saptanamaz, psikolojik stresle ilişkilidir.	MAS'da objektif olarak tetik noktalar saptanabilir.

4.8.5. Tedavi

Miyofasiyal ağrı sendromunda tedavi yaklaşımı çok yönlü ve bütüncül olmalıdır. Tedavinin temel hedefleri şunlardır: [1, 40, 41]

Tetik nokta odaklı tedavi: Ağrının kaynağı olan tetik noktaların inaktivasyonu tedavinin merkezinde yer alır. Bu noktaların tedavisi, kaslardaki gergin bantların çözülmesini ve ağrının kronikleşmesinin önüne geçmeyi hedeflemektedir.

Yapısal Dengeleme: Tetik noktalarının oluşumuna zemin hazırlayan postüral bozukluklar, kas dengesizlikleri ve mekanik stres faktörlerinin düzeltilmesi tedavinin kalıcılığı açısından kritik öneme sahiptir.

Otonomik ve Psikolojik Faktörlerin Yönetimi: Sempatik sinir sistemindeki düzensizlikler ve emosyonel durumun tedavi planına mutlaka dahil edilmelidir. Ağrı-stres döngüsünün kırılması için bu faktörlerde gözünde tutulmalıdır.

Miyofasiyal ağrı sendromunun standart tedavi yöntemleri arasında analjezikler, düşük doz antidepressanlar, antiepileptikler gibi farmakolojik ajanlar, splint, soğuk sprey, boyunluk, istirahat, sıcak uygulama, lazer, ultrason, interferansiyel terapi, kısa dalga diatermi, traksiyon gibi çeşitli fizik tedavi teknikleri, egzersiz, masaj, kuru iğneleme, lokal anestezi tetik nokta enjeksiyonu, akupunktur gibi invaziv işlemler, çeşitli tamamlayıcı terapiler, psikolojik danışmanlık, bilişsel davranışsal tedavi ve ağrı yönetimi için hasta eğitimi yer almaktadır. [1, 2, 42]

MAS tedavisinde kullanılan yöntemler Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4: Mas Tedavisinde Kullanılan Yöntemler

Miyofasiyal Ağrı Sendromunda Tedavi Modaliteleri	
1. Hastalığa katkıda bulunan faktörlerin eliminasyonu	9. İskemik kompresyon
2. Tetik nokta enjeksiyonları	10. Masaj
3. Kuru iğneleme	11. Biofeedback
4. Ultrason	12. Lazer
5. TENS	13. İnterferansiyel akımlar
6. Yüzeysel ısı uygulaması (Sıcak torba-Hot Pack)	14. Farmakolojik ajanlar
7. Egzersiz	15. Akupunktur
8. Germe ve sprey tekniği	

4.8.5.1. Farmakolojik Tedavi

Miyofasiyal ağrı sendromu tedavisinde birçok farmakolojik ajanlar kullanılabilir. Nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAİİ), opioidler, non-opioid analjezikler, kas gevşeticiler ve trisiklik antidepresanlar (TAD) yer alır. Her bir ilaç grubunun etki mekanizması, endikasyonları ve potansiyel yan etkileri farklılık gösterir, bu nedenle tedavi planı hastaya özgü şekilde düzenlenmelidir.

NSAİİ'ler, ağrı ve inflamasyonun giderilmesinde yaygın olarak tercih edilse de uzun süreli kullanımda böbrek hasarı ve gastrointestinal yan etkiler riski nedeniyle dikkatli kullanılmalıdır.

Opioidler ise şiddetli ağrılarda kısa süreli ve düşük dozda kullanılmalıdır, çünkü uzun süreli kullanım bağımlılık ve ilaç kötüye kullanımı riskini artırabilir.

Kas gevşeticiler, özellikle kas spazmlarına bağlı ağrılarda etkili olmakla birlikte sedasyon gibi yan etkilere yol açabilir.

Benzodiazepin türevi kas gevşeticilerin ise bağımlılık potansiyeli nedeniyle kontrollü kullanımı önerilir.

TAD, miyofasiyal ağrı sendromuna eşlik eden uykusuzluk, dizestezi ve otonom disfonksiyon gibi semptomların tedavisinde yardımcı olabilir. Ancak özellikle yaşlı hastalarda antikolinergik ağız kuruluğu, kabızlık, idrar retansiyonu gibi antikolinergik etkileri ve aritmi, hipotansiyon gibi kardiyovasküler yan etkiler açısından dikkatli olunmalıdır.

Son yıllarda, topikal lidokain uygulamasının tetik nokta enjeksiyonları kadar etkili olabileceği gösterilmiştir. Bu yöntem, minimal sistemik yan etki profiliyle özellikle lokalize ağrılar için güvenli bir alternatif sunmaktadır.

4.8.5.2. Kullanılan Diğer Tedavi Yöntemleri

Kuru İğneleme: Kuru iğneleme, tetik noktalarına ince bir iğne ile müdahale ederek lokal seğirme yanıtı oluşturmayı hedefleyen minimal invaziv bir yöntemdir. Sistemik bir derlemede, kuru iğnelemenin ağrı yoğunluğunu azaltmada ve fonksiyonel iyileşme sağlamada etkili olduğu

belirtilmiştir. Ancak, bazı çalışmalarda lidokain enjeksiyonları gibi alternatif tedavilerle karşılaştırıldığında sonuçların tutarsız olduğu da vurgulanmıştır.

Akupunktur Akupunktur, vücuttaki belirli noktalara iğneler yerleştirilerek uygulanan geleneksel bir tedavi yöntemidir. MAS tedavisinde tetik noktalarını hedef alan akupunkturun, tek bir seans sonrasında bile ağrıyı azalttığı ve kas iritabilitesini düşürdüğü gösterilmiştir. Geleneksel akupunktur noktalarının ise benzer etkiyi göstermediği bildirilmiştir.

TENS: TENS, deri üzerine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla ağrılı bölgelere elektriksel uyarı verilmesini içerir. Bu yöntemin, motor son plakta asetilkolin konsantrasyonunu normalleştirerek kas gerginliğini azalttığı düşünülmektedir. MAS tedavisindeki etkinliği konusunda sınırlı veri bulunmakla birlikte, olumlu sonuçlar bildiren çalışmalar mevcuttur.

İnterferansiyel Akım Terapisi (IFC): IFC, orta frekanslı alternatif akımlar kullanarak kan akışını artırmayı ve ağrıyı azaltmayı amaçlar. TENS'e kıyasla daha derin dokulara nüfuz edebilme avantajına sahiptir. Ancak, etkinliği konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Miyofasial Salınım: Bu teknik, patolojik fasial yapışıklıkları çözerek kas sertliğini azaltmayı hedefler. Doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekilde uygulanabilir. Kısa dönemli takiplerde ağrıyı azalttığı ve fonksiyonu iyileştirdiği gösterilmiştir, ancak klinik olarak anlamlı etki için daha fazla kanıt gereklidir.

Biyogeribildirim (Biofeedback): Hastaların kas tonusu gibi biyolojik bilgileri gerçek zamanlı olarak izleyerek davranışlarını düzenlemelerine yardımcı olur. MAS tedavisindeki rolü henüz tam olarak aydınlatılamamış olsa da özellikle psikolojik ve davranışsal bileşenlerin yönetiminde faydalı olabileceği düşünülmektedir.

4.9. Tetik Nokta Enjeksiyonları

Tetik nokta enjeksiyonları, miyofasial ağrı sendromu tedavisinde yıllardır uygulanan invaziv yöntemlerden biridir. Sıklıkla tetik noktanın inaktivasyonu ve var olan semptomların hızlıca kontrol altına alınması amaçlanmaktadır. [18]

Tablo 4.5'de tetik nokta enjeksiyonları için endikasyonlar ve kontrendikasyonlar detaylandırılmıştır. [31]

Tablo 4.5: Tetik Nokta Enjeksiyonları için Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar

<p>Klinik Endikasyonlar</p> <p>Akut ağrıyı azaltmak. Kronik ağrının alevlenmesini azaltmak. Fizik tedaviyi kolaylaştırmak. Hastanın yatışı yapılmadan takibini sağlamak. Analjezik gereksinimini azaltmak. Cerrahi tedavileri geciktirmek veya engelleyebilmek Hastanın fizik tedavi sürecine kooperasyonunu sağlamak.</p>
<p>Genel Kontraendikasyonlar</p> <p>Lokal ya da sistemik enfeksiyon varlığı. Enjekte edilen materyale karşı alerji bulunması. Kanama bozukluğu bulunması. Antikoagülan ilaç kullanımı. Makrotravma sonrası yumuşak doku kontüzyonu ya da kanama bulunması.</p>

Scott ve ark. yaptığı bir derleme çalışmasında tetik nokta enjeksiyonlarının tedavideki etkinliğini kanıtlamış olup TN enjeksiyonlarının fizik tedavi modaliteleriyle birlikte uygulanmasıyla daha etkili tedavi sağlandığını belirtmişlerdir. [43]

En sık baş boyun bölgesindeki tetik noktalar için uygulanmaktadır. Üst trapezius, sternokleidomastoid ve temporalis kasları genellikle kronik boyun ağrısı ve gerginlik tipi baş ağrısı için tetik noktası enjeksiyonları ile tedavi edilir.[36, 44]

Tetik nokta enjeksiyonunun etki mekanizması, nöromüsküler fonksiyonun düzenlenmesi, lokal iskeminin azaltılması ve santral sensitizasyonun kırılması gibi çok yönlü süreçlere dayanır. [31] TNE sırasında kullanılacak enjekte edilen maddeden bağımsız girişiminin mekanik etkisinin, ağrının giderilmesinde etkin olduğu düşünülmektedir. [45]

Tetik nokta enjeksiyonları sırasında lokal anestezipler, kortikosteroidler, serum fizyolojik, botilium toksin-A, nörolitik ajanlar gibi maddeler kullanılabilir. [46, 47]

Çalışmalar, lidokain gibi lokal anestezipler ile yapılan tetik nokta enjeksiyonlarının kuru iğnelemeye kıyasla daha hızlı analjezi sağladığını, ancak uzun dönemde her iki yöntemin de benzer etkinlik gösterdiğini belirtmektedir [48]. Steroid enjeksiyonlarının inflamasyonun eşlik ettiği vakalarda faydalı olabileceği öne sürülse de, rutin kullanımı tartışmalıdır. [43]

Botulinum toksininin ise kaslarda spastisiteye bağlı kronik tetik noktalar üzerinde etkili olabileceği, ancak yüksek maliyeti ve yan etki profili nedeniyle seçici olarak kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır.[46, 49, 50]

Serum fizyolojik enjeksiyonlarının ilaç enjeksiyonlarına üstünlüğü net olmamakla birlikte, farmakolojik yan etkilerden kaçınmak istenilen durumlarda alternatif olabileceği düşünülmektedir. [51]

Sonuç olarak, tetik nokta enjeksiyonlarında enjekte edilmek için kullanılacak madde seçimi hasta özelliklerine, klinik bulgulara ve etkinlik-maliyet analizine göre bireyselleştirilmelidir

4.9.1. Tetik Nokta Enjeksiyonlarında Oluşabilecekler Komplikasyonlar

Tetik nokta enjeksiyonları sıklıkla deneyimli kişiler tarafından uygulanması durumunda güvenli prosedürlerdir. Hastadan doğru bir tıbbi öykü alınarak, kullanılan ilaçların ve alerji bilgisinin sorgulanması, işlem öncesi fizik muayenenin yapılması, uygulama sırasında uygun sterilizasyona dikkat edilmesi ve tetik nokta enjeksiyonu bölge anatomisinin bilinmesi veya işlemin ultrasonografi rehberliğinde yapılması olası komplikasyonlarının görülme olasılığını azaltabilir. [44]

TNE sırasında oluşabilecek komplikasyonlar Tablo 4.6’da detaylandırılmıştır. [31]

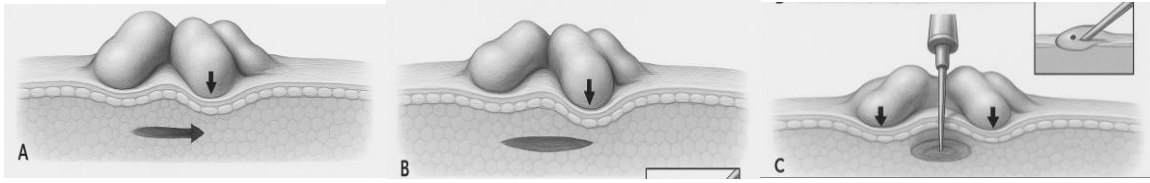
Tablo 4.6: TNE Sırasında Oluşabilecek Komplikasyonlar

Lokal Komplikasyonlar	Anatomik Bölgelere Özgü Komplikasyonlar	Sistemik Komplikasyonlar
Enjeksiyon bölgesinde ağrı ve hassasiyet Hematom Enfeksiyon Kas hasarı	Pnömotoraks Sinir Hasarı İntravasküler Enjeksiyonlar Enjeksiyon Sonrası Geçici kas güçsüzlüğü Ağrı artışı reaksiyonu	Vazovagal senkop Alerjik reaksiyon Lokal anestezi toksisitesi

4.9.4. Geleneksel Palpasyon Tekniği ile Tetik Nokta Uygulamaları

Tetik nokta enjeksiyonlarında temel uygulama enjeksiyonun yapılacağı tetik noktanın palpasyon ile tespitine dayanmaktadır. Muayene sırasında hissedilen gergin bant içerisindeki tetik nokta iki parmak arasına sıkıştırılarak iğne, tetik noktaya ulaşıncaya kadar hassas bölgeye doğru ilerletilir; bu noktada hem lokal hem de yansıyan ağrı hissedilirken, kas liflerinde gözlenen lokal seğirme yanıtı, tetik noktanın doğru şekilde iğnelendiğini doğrular. [31, 52, 53]

Şekil 4.10'da kör teknikle tetik nokta enjeksiyonunun yapılma şekilde gösterilmiştir.



Şekil 4.10: Palpasyon Yoluyla Tespit Edilen Tetik Nokta Enjeksiyonu

4.9.5. Ultrasonografi Rehberliğinde Tetik Nokta Enjeksiyonları

Ultrasonografi rehberliğinde gerçekleştirilen tetik nokta enjeksiyonları, miyofasiyal ağrı sendromu başta olmak üzere kas-iskelet sistemine bağlı kronik ağruların yönetiminde giderek önem kazanan, görüntüleme destekli bir girişimsel tedavi yöntemidir.

Yüksek frekanslı ultrason dalgaları sayesinde kas dokusunun gerçek zamanlı dinamik görüntülenmesine olanak tanıyarak, tetik noktaların lokalizasyonu, boyutları ve çevre dokularla olan ilişkisinin invaziv olmayan bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır. [54]

Özellikle derin yerleşimli veya palpasyonla tanımlanması zor olan tetik noktalarda, ultrasonografi kılavuzluğu enjeksiyonun doğruluğunu ve güvenliğini artırmaktadır. Aynı zamanda tetik noktanın tanımlanmasında aktif ve latent tetik noktalarının değerlendirilmesinde kullanılabilir. [55, 56] Kumbhare ve ark. tarafından 31 çalışmayı dahil edilerek yapılan bir incelemede, iki çalışmada ultrasonografi kullanılarak yapılan tetik nokta enjeksiyonlarında ağrıyı kontrol etmede daha etkin sonuçlar olduğu, lokal seğirme yanıtının arttığı, daha az enjeksiyona ve ek seansa ihtiyaç duyulduğu, geleneksel palpasyon yöntemlerine kıyasla daha yüksek klinik başarı oranları ve daha düşük komplikasyon riski ile ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. [9, 44, 56, 57]

Ayrıca, ultrasonografi rehberliğinde yapılan enjeksiyonlarda iğne ucunun hedef dokuda optimal yerleşimi, lokal anestezi, kortikosteroidler, botulinum toksin-A gibi enjekte edilen farmakolojik ajanların etkin dağılımını sağlayarak tedavi etkinliğini artırmaktadır. [10]

Bu yöntem, aynı zamanda işlem sırasında vasküler yapıların ve periferik sinirlerin, akciğere yakın yapılan enjeksiyonlarda plevranın görselleştirilmesine olanak sağlayarak komplikasyonların önlenmesine katkıda bulunmaktadır.[8, 53] Özellikle boyun, omuz ve bel

gibi anatomik olarak karmaşık bölgelerde yapılan enjeksiyonlarda ultrasonografi kullanımı, komplikasyon görülme riskini minimize etmekte ve hasta konforunu artırmaktadır.

4.10. Ultrasonografi Hakkında Genel Bilgiler

Ultrasonografi, insan kulağının duyamayacağı yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak gerçekleştirilen bir görüntüleme yöntemidir. İnsan kulağı genellikle 20 Hz ile 20.000 Hz arasındaki sesleri algılayabilirken, ultrasonik görüntüleme 2 MHz ile 15 MHz aralığında frekanslar kullanılır.

Bu teknolojinin temelini, ultrasonografi probunda yer alan piezoelektrik kristaller oluşturur. Elektrik enerjisi, bu kristaller tarafından mekanik titreşimlere dönüştürülerek ses dalgaları üretilir. Kristallerin kalınlığı, transdüserin çalışma frekansını belirler ve böylece farklı derinliklerdeki dokuların görüntülenmesi sağlanır.

Ses dalgaları vücut dokularına ulaştığında, dokunun özelliklerine bağlı olarak yansıma, dağılma, zayıflama veya emilme gibi süreçler gerçekleşir. Geri dönen dalgalar, prob tarafından tekrar elektriksel sinyallere çevrilir. Bu sinyaller işlemci tarafından analiz edilerek, monitörde gri tonlamalı bir görüntü oluşturulur. Dalgaların geri dönüş süresi ve şiddeti, dokuların konumu ve yapısı hakkında bilgi verir.

Farklı dokuların ses dalgalarını iletme ve yansıtma özellikleri değişkendir. Örneğin, hava, kemik ve kalsifiye yapılar ses dalgalarını büyük ölçüde emerken, sıvı içeren yapılar sesi daha iyi iletir. Ayrıca, ses dalgalarının yayılma hızı, dokuların yoğunluğuna ve elastikiyetine bağlı olarak değişir. Bu farklılıklar, ultrason görüntülerinde dokuların ayırt edilebilmesini sağlar.[58, 59]

Ultrasonografinin temelde kullanılan modları B-mod, M-mod ve Doppler moddur.

B-Mod (Brightness Modu); ultrasonografinin temel modu olan B-mod, iki boyutlu gri tonlamalı görüntüler sunar. Dokuların ekojenitesine göre piksellerin parlaklık değerleri değişir, böylece anatomik yapıların konumu ve yoğunluğu değerlendirilir. Bu mod, organların gerçek zamanlı incelenmesinde yaygın olarak kullanılır.

M-Mod (Motion Modu); belirli bir eksendeki hareketli yapıların dinamik değerlendirilmesini sağlar. Ekokardiyografide kalp kapakçıkları ve duvar hareketleri, ayrıca vena kava analizi ve diyafram hareketleri gibi fonksiyonel incelemelerde kullanılır.

Doppler Mod; doppler etkisi prensibiyle hareketli yapıların özellikle kan akımının hız ve yön analizi yapar.

Kas iskelet yapıları longitudinal taramalarda fibriler yapıda hipoekoik görünürler. Subkutanöz yağ lobülleri, hipoekoik nodüller şeklinde görülür. Kemikler ultrason ışının tamamını yansıtarak arkada bir gölge oluşturur ve hiperekoik görünürler. Plevra ise hiperekoik olarak bir çizgi olarak görüntülenmektedir. Bu yapıların ultrasonografik görüntülemesi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. [59]



5. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif gözlemsel çalışma; Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafından alınan İ03-262-25 numaralı karar sonrasında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi İbni Sina Hastanesi Algoloji Kliniğinde 01/07/2024-30/12/24 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

5.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Çalışmaya, bilgilendirme sonrası onam veren 18 yaş ve üzeri, MAS dışında ek sistemik hastalığı olmayan ve çalışmaya katılımı kabul eden gönüllüler dahil edilmiştir.

5.2. Çalışmadan Dışlama Kriterleri

18 yaştan küçük olan, ek sistemik hastalığı mevcut olan, interskapular alanda ultrasonografik görüntüleme ve ölçümlere engel olacak aktif enfeksiyonu olan, cilt bütünlüğünü bozan, cilt altı ve kas yapılarında anomalisi olan, görüntüleme alanında kitle gibi ölçümlerin ve görüntü kalitesini bozacak lezyonların var olduğu ve bilinen akciğer hastalığı olanlar çalışmaya dahil edilmemiştir.

5.3. Çalışmanın Tasarımı

Çalışmaya katılımı kabul eden gönüllülerden yaş, cinsiyet, kilogram (kg), boy (cm), bu bilgiler ile hesaplanan vücut kitle indeksi (VKİ) hesaplanmıştır. VKİ formülü gönüllü kilogramın, boyunun metrekare cinsinden karesine bölünmesiyle (VKİ) kg/m^2 cinsinden hesaplanmasıdır. Kullanılan dominant el (sağ-sol) bilgisi sorgulanıp kayıt altına alınmıştır.

Bir mezura aracılığıyla göğüs duvarı çevresi T4 vertebra seviyesi-meme başı seviyesine denk gelecek şekilde, gönüllü ayaktayken gönüllülerin dinlenme halindeki solunumunu devam ettirmeleri istenerek ölçülmüştür. Bu ölçüm; pre-inspiratuvar ve ekspiryum sonuna denk gelmesi nedeniyle normal ekspiryum solunum olarak isimlendirilmiştir, normal ekspiryum toraks çevresi olarak cm cinsinden kaydedilmiştir. Ardından gönüllüden derin inspiryum yapması ve nefesini tutması istenmiştir, bu ölçüm toraks çevresi derin inspiryum sonu olarak cm cinsinden kaydedilmiştir. Ardından gönüllüden derin ekspiryum yapması istenmiş bu sırada

ölçüm yapılmıştır ve bu ölçüm toraks çevresi derin ekspiryum olarak cm cinsinden kaydedilmiştir.

Çalışmada kullanılan ultrasonografi cihazı GE Sonosite ultrasonografi cihazı olup 6-13MHz frekanslı lineer proba, B-modda tüm ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde cihazın derinlik (Depth) ayarı 5 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçümler ultrasonografi cihazının ölçüm aracı (caliper) ile görüntü üzerinden yapılmıştır. Tüm katılımcılarda bu derinlik ayarında ölçümler yapılmıştır ve kaydedilmiştir.

Çalışma öncesinde gönüllülerin interskapular alandan, öğrenilen dominant ekstremité tarafı bilgisine uygun olacak şekilde T1-T2 vertebra spinöz çıkıntısı belirlenmiştir. Bu seviyeden 2-3 cm lateralinden optimum görüntü sağlanacak ölçüm bölgesi belirlenmiştir. Tüm katılımcılarda aynı bölgeden ölçümler yapılmıştır. Ölçümler öncesi ultrasonografi cihazına ultrasonografi jeli uygulanmış, bir ultrasonografi kılıfı kullanılmıştır.

Cilt iletkenliğini artırabilmek adına ölçüm bölgesi alkol ile dezenfekte edilmiştir. USG probu longitudinal eksen ölçülecek şekilde tutularak ölçümler planlanmıştır. Bu ölçümler en az beş sene tecrübesi olan bir anestezi doktoru tarafından yapılmıştır. Ölçümler sırasında ultrasonografi probunun cilde uygulandığı basıncı optimal tutulmaya titizlikle çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında iki farklı pozisyonda, her pozisyon sırasında 3 solunum fazında görüntüleme ve ölçümler yapılmıştır.

5.3.1. Oturur Pozisyonda Yapılacak Ultrasonografik Görüntüleme ve Ölçümler ile İlgili Prosedür

Öncelikle gönüllü bir sandalyede oturtularak, tam dik ve kollar gövdenin yanında olacak şekilde pozisyon verilmiştir. Bu pozisyonda normal ekspiryum(pre-inspiratuar ekspiryum sonu faz) olarak isimlendirdiğimiz, dinlenim halindeki solunum fazlarını devam ettirirken optimum görüntü sağlandıktan sonra görüntü dondurulmuştur. Dondurulan görüntü üzerinden sırasıyla ultrasonografi cihazının ölçüm aracı kullanılarak cilt, cilt-cilt altı mesafesi, cilt-trapezius kası mesafesi, cilt-rhomboid kası mesafesi, cilt-kosta mesafesi, cilt-plevra mesafesi ve iki kosta arası interkostal mesafesi ölçülerek cm cinsinden değerler kaydedilmiştir.

Oturur pozisyonda işaretlenen aynı bölgeden gönüllüden derin bir inspiryum yapması ve soluğunu tutması istenmiştir. Optimum görüntü elde edildikten sonra görüntü dondurulmuştur.

Dondurulan görüntü üzerinden ultrasonografi cihazının ölçüm aracı kullanılarak sırasıyla cilt, cilt-cilt altı mesafesi, cilt-trapezius kası mesafesi, cilt-rhomboid kası mesafesi, cilt-kosta mesafesi, cilt-plevra mesafesi ve iki kosta arası interkostal mesafesi ölçülerek cm cinsinden değerler kaydedilmiştir.

Oturur pozisyonda işaretlenen aynı bölgeden gönüllüden derin bir ekspiryum yapması istenmiştir. Optimum görüntü elde edildikten sonra görüntü dondurulmuştur. Dondurulan görüntü üzerinden ultrasonografi cihazının ölçüm aracı kullanılarak sırasıyla cilt, cilt-ciltaltı mesafesi, cilt-trapezius kası mesafesi, cilt-rhomboid kası mesafesi, cilt-kosta mesafesi, cilt-plevra mesafesi ve iki kosta arası interkostal mesafesi ölçülerek cm cinsinden değerler kaydedilmiştir.



Şekil 5.1: Oturur Pozisyon ve Ölçüm Yapılan Alan Görüntüsü

5.3.2. Yüzüstü Pozisyonda Yapılacak Ultrasonografik Görüntüleme ve Ölçümler ile İlgili Prosedür

Öncelikte gönüllü işlem masasına alınarak yüzüstü, kolları 90 derece abdüksiyon olmak üzere ve baş kenarında olacak şekilde pozisyon verilmiştir. Dinlenme sırasındaki solunumu devam ettirirken, normal ekspiryum sırasında daha önce oturur pozisyonda işaretlenen alandan olacak şekilde optimum görüntü sağlandıktan sonra görüntü dondurulmuştur. Dondurulan görüntü üzerinde ultrasonografi cihazının ölçüm aracıyla sırasıyla cilt, cilt-cilt altı mesafesi, cilt-trapezius kası mesafesi, cilt-rhomboid kası mesafesi, cilt-kosta mesafesi, cilt-plevra mesafesi ve iki kosta arası interkostal mesafesi ölçülerek cm cinsinden değerler kaydedilmiştir.

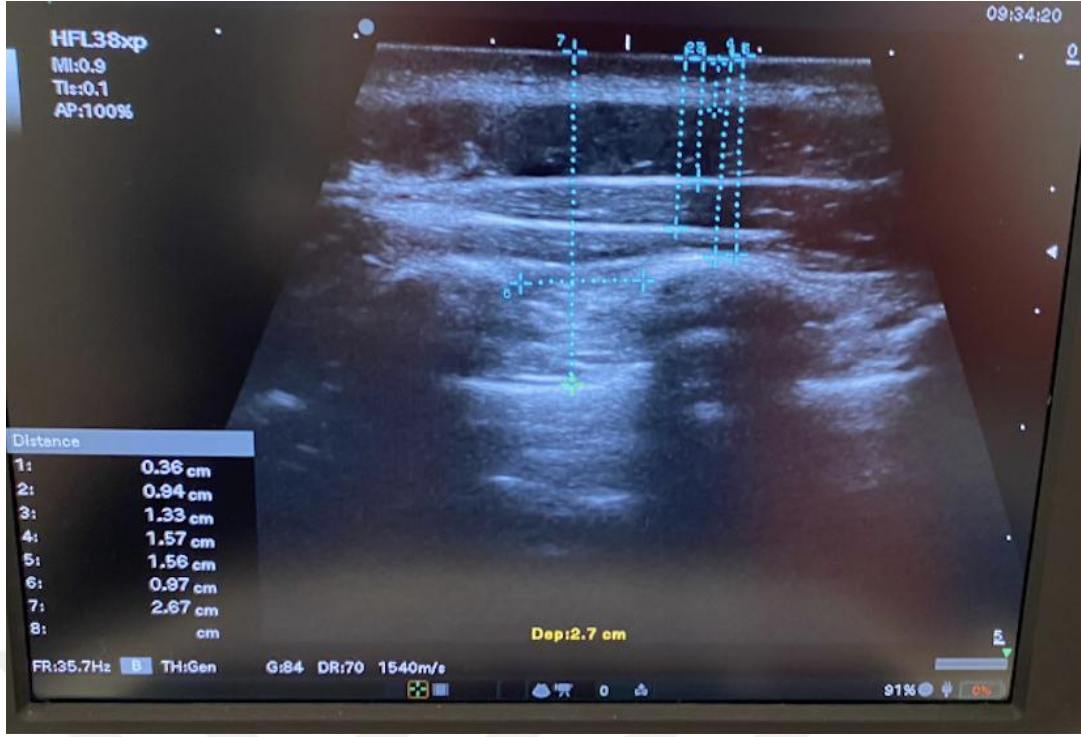
Yüzüstü pozisyonda daha önce oturur pozisyonda işaretlenen alandan, gönüllüden derin bir inspiryum yapması ve soluğunu tutması istenmiştir. Optimum görüntü elde edildikten sonra görüntü dondurulmuştur. Dondurulan görüntü üzerinden sırasıyla cilt, cilt-ciltaltı mesafesi, cilt-trapezius kası mesafesi, cilt-rhomboid kası mesafesi, cilt-kosta mesafesi, cilt-plevra mesafesi ve iki kosta arası interkostal mesafesi ölçülerek santimetre cinsinden değerler kaydedilmiştir.

Yüzüstü pozisyonda, daha önce oturur pozisyonda işaretlenen alandan gönüllüden derin bir ekspiryum yapması istenmiştir. Optimum görüntü elde edildikten sonra görüntü dondurulmuştur. Dondurulan görüntü üzerinden ultrasonografi cihazının ölçüm aracı kullanılarak sırasıyla cilt, cilt-ciltaltı mesafesi, cilt-trapezius mesafesi, kası, cilt-rhomboid kası mesafesi, cilt-kosta mesafesi, cilt-plevra mesafesi ve iki kosta arası interkostal mesafesi ölçülerek santimetre cinsinden değerler kaydedilmiştir.

Bu çalışma kapsamında herhangi bir girişimsel işlem yapılmamıştır.



Şekil 5.2: Yüzüstü Pozisyon ve Ölçüm Yapılan Alan Görüntüsü



Şekil 5.3: Ölçüm Yapılan Yapıların Örnek Ultrasonografi Görüntüsü

5.4. Örneklem Büyüklüğü

Literatürde benzer çalışma bulunmadığından etki büyüklüğünün düşük olduğu varsayımı ile araştırmaya dahil edilmesi hesaplanan toplam gönüllü sayısı 211'dir. Örneklem büyüklüğü hesabı G*Power (versiyon 3.1.9.7) yazılımı kullanılarak yapılmıştır. (Effect size $f = 0.15$ alfa err prob = 0.05 Power (1- β err prob) = 0.99).

5.5. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS 26.0 (Statistical Package for the Social Sciences) yazılım programı kullanıldı. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak raporlandı. Sayısal değişkenler için, ortalama, standart sapma, %95 en düşük ve en yüksek güvenli aralık değerleri raporlandı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov Smirnov testi ile incelendi ve değişkenlerin normal dağılıma sahip olmadığı belirlendi. Bu sebeple non-parametrik analiz yöntemleri kullanıldı. Ölçümlerin gruplara arası karşılaştırılmasında MannWhitney-U testi ve Kruskal Wallis-H testi kullanıldı. Kruskal Wallis-H testi sonucunun anlamlı çıkması durumunda, Beferroni testi ile hangi gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edildi. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında Ki-Kare testi kullanıldı. Araştırma parametreleri arasındaki ilişkinin incelenmesi için Spearman korelasyon analizinden faydalanıldı. İstatistik anlamlılık düzeyi olarak $p < 0,05$ alındı.

6. BULGULAR

Çalışmaya toplam 220 gönüllü dâhil edildi. Gönüllülerin 131'i (%59,5) kadın, 89'u (%40,5) erkekti ve yaş ortalaması $32,73\pm 7,24$ yıld. Dominant eli sağ olan 195 (%88,6), dominant eli sol olan 25 (%11,4) katılımcı vardı. Kilo ortalaması $72,35\pm 15,70$ kg, boy ortalaması $170,39\pm 9,91$ cm ve VKİ ortalaması $24,75\pm 3,92$ kg/m² idi.

Normal ekspiryum sonunda ölçülen toraks çevresi ortalaması $95,52\pm 9,37$ cm, derin inspiryum sonunda ölçülen toraks çevre ortalaması $97,32\pm 9,23$ cm ve derin ekspiryum sonunda ölçülen toraks çevresi $94,94\pm 9,54$ cm idi. Değerler Tablo 6.1'de gösterilmiştir.

Tablo 6.1: Katılımcılara Ait Demografik Veriler ve Toraks Çevresi Değerleri

	Ort±SS	Med (Min-Maks)
Yaş	32,73±7,24	30 (21-65)
Kilo (kg)	72,35±15,70	68 (50-117)
Boy (cm)	170,39±9,91	169 (150-194)
VKİ (kg/m ²)	24,75±3,92	23,98 (18,70-38,20)
Toraks Çevresi (Normal Ekspiryum)	95,52±9,37	95 (73-120)
Toraks Çevresi (Derin İnspiryum Sonu)	97,32±9,23	96 (75-121)
Toraks Çevresi (Derin Ekspiryum Sonu)	94,94±9,54	95 (70-119)
	Sayı	%
Cinsiyet		
Kadın	131	59,5
Erkek	89	40,5
Dominant El		
Sağ	195	88,6
Sol	25	11,4

Ort±SS:Ortalama±Standart Sapma; Med (Min-Maks):Medyan (Minimum-Maksimum)

6.1. Katılımcı Pozisyonlarına ve Solunum Fazlarına Göre Mesafe Analizleri

Tablo-6.2 ve Şekil-6.1 de gösterildiği gibi cilt mesafesi incelendiğinde; gönüllü oturur pozisyonda iken normal ekspiryum sonu ölçülen cilt mesafesi, derin ekspiryum sonu ölçülen mesafeye göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca yüzüstü pozisyonda normal

ekspiryum sonunda ölçülen cilt mesafesi, oturur pozisyonda normal ekspiryum sonu ölçülen cilt mesafesine göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

Tablo 6.2: Normal Ekspiryum, Derin İnspiryum, Derin Ekspiryum ve Katılımcı Pozisyonuna Göre Mesafelerin Değişimleri

	Normal	İnspiryum	Ekspiryum	p^a
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
Cilt Mesafesi				
Oturur Pozisyon	0,43±0,20	0,46±0,20	0,49±0,20	0,003*
Yüzüstü Pozisyon	0,47±0,19	0,49±0,19	0,51±0,21	0,061
p^b	0,017*	0,062	0,255	
Cilt-Ciltaltı Mesafesi				
Oturur Pozisyon	0,90±0,28	0,97±0,29	1,00±0,26	0,001*
Yüzüstü Pozisyon	0,96±0,30	1,02±0,32	1,05±0,32	0,004*
p^b	0,044*	0,065	0,055	
Cilt-Trapezius Mesafesi				
Oturur Pozisyon	1,54±0,37	1,54±0,33	1,53±0,35	0,815
Yüzüstü Pozisyon	1,54±0,39	1,54±0,36	1,58±0,37	0,525
p^b	0,712	0,993	0,129	
Cilt-Rhomboid Mesafesi				
Oturur Pozisyon	1,97±0,45	1,89±0,42	1,89±0,45	0,153
Yüzüstü Pozisyon	1,96±0,43	1,88±0,43	1,95±0,45	0,104
p^b	0,791	0,527	0,146	
Cilt-Kosta Mesafesi				
Oturur Pozisyon	2,20±0,45	2,23±0,50	2,21±0,51	0,815
Yüzüstü Pozisyon	2,26±0,48	2,22±0,50	2,30±0,54	0,159
p^b	0,210	0,596	0,096	
Cilt-Plevra Mesafesi				
Oturur Pozisyon	3,12±0,60	3,08±0,59	3,22±0,61	0,111
Yüzüstü Pozisyon	3,20±0,57	3,10±0,58	3,29±0,60	0,011*
p^b	0,195	0,856	0,165	
İnterkostal Mesafe				
Oturur Pozisyon	1,04±0,21	1,10±0,18	1,04±0,20	0,001*
Yüzüstü Pozisyon	1,03±0,18	1,06±0,22	1,03±0,20	0,050*
p^b	0,601	0,015*	0,501	

* $p<0,05$; ^aKruskal Wallis-H testi ve Benferroni ile ^bMann Whitney-U ttesti kullanıldı. Ort±SS:Ortalama±Standart Sapma

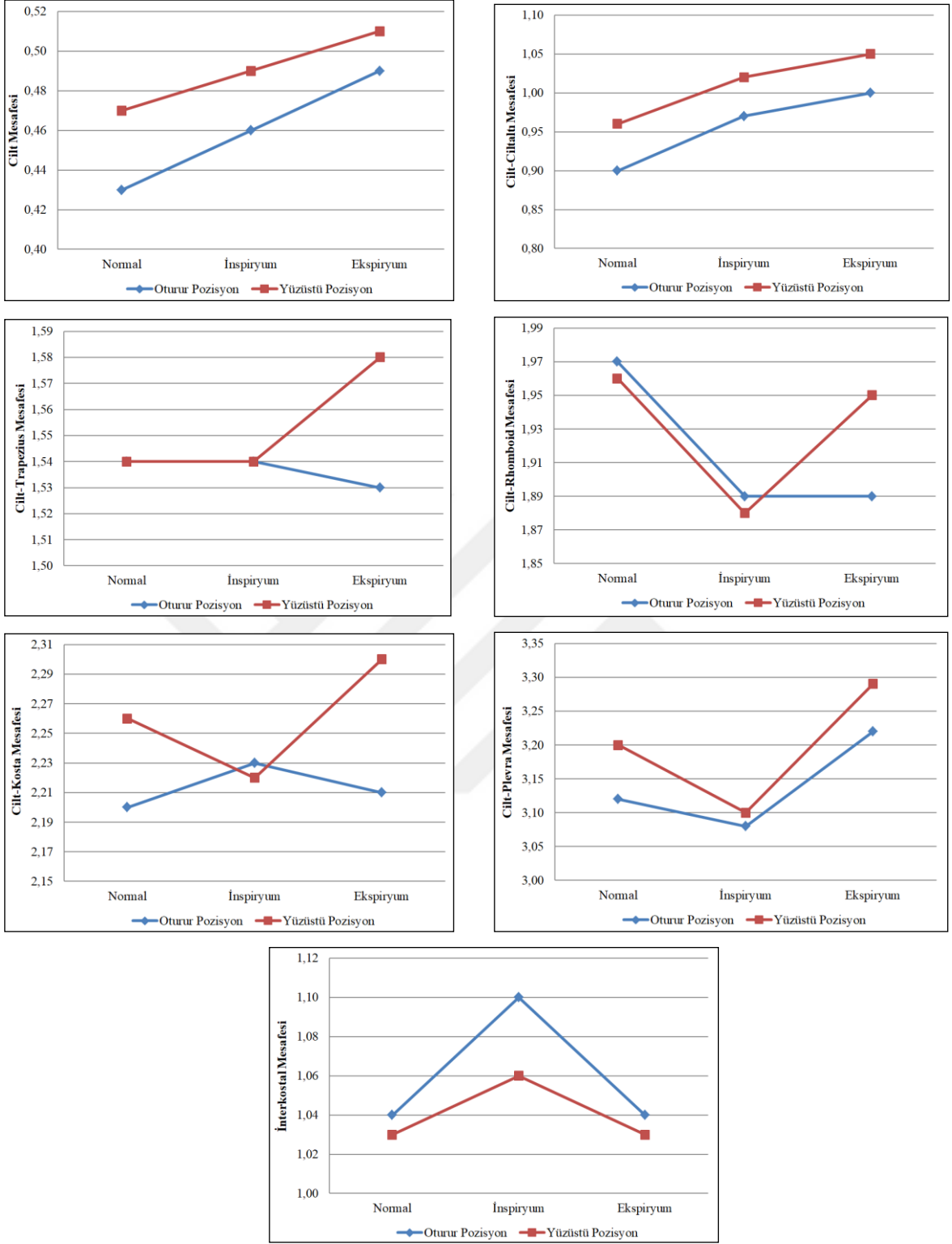
Cilt-cilt altı mesafesi incelendiğinde; gönüllü oturur pozisyonda iken normal ekspiryum sonunda ölçülen cilt-cilt altı mesafesi, derin inspiryum sonu ve derin ekspiryum sonu ölçülen cilt-cilt altı mesafeye göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Gönüllü yüzüstü pozisyonda iken normal ekspiryum sonunda ölçülen cilt-cilt altı mesafesi, derin ekspiryum

sonuna göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca yüzüstü pozisyonda normal ekspiryum sonunda ölçülen cilt-cilt altı mesafesi, oturur pozisyona göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

Cilt trapezius mesafesi, cilt-rhomboid mesafesi, cilt-kosta mesafesi mesafesi ölçümlerin incelendiğinde, oturur ve yüzüstü pozisyonlarda, solunum fazlarına göre anlamlı fark yoktu ($p>0,05$)

Cilt-plevra mesafe incelendiğinde; ölçülen cilt-plevra mesafesi oturur pozisyonda sırasıyla normal ekspiryum sonu $3,12\pm0,60$ cm, derin inspiryum sonu $3,08\pm0,59$ cm, derin ekspiryum sonu $3,22\pm0,61$ cm idi. Yüzüstü pozisyonda ise sırasıyla bu mesafe normal ekspiryum $3,20\pm0,57$ cm, derin inspiryum sonu $3,10\pm0,58$, derin ekspiryum sonu $3,29\pm0,60$ cm idi. Gönüllü yüzüstü pozisyonda iken derin inspiryum sonunda ölçülen cilt-plevra mesafesi, derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

İnterkostal mesafe incelendiğinde; gönüllü oturur ve yüzüstü pozisyonda iken derin inspiryum sonunda ölçülen interkostal mesafe, normal ekspiryum sonuna ve derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha yüksekti ($p<0,05$). Ayrıca derin inspiryum sonunda yüzüstü pozisyonda ölçülen interkostal mesafe, oturur pozisyona göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$)



Şekil 6.1: Solunum Fazına ve Gönüllü Pozisyonuna Göre Mesafelerin Değişimi

6.2. Oturur Pozisyonda Solunum Durumuna ve Cinsiyete Göre Analizler

Tablo 6.3 ve Şekil. 6.2 incelendiğinde oturur pozisyonda ölçülen mesafeler cinsiyete göre incelendiğinde; cilt mesafesi incelendiğinde, kadınlarda normal ekspiryum sonunda

ölçülen cilt mesafesi, derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

Cilt-cilt altı mesafesi incelendiğinde; kadınlarda normal ekspiryum sonunda ölçülen cilt-cilt altı mesafesi, derin inspiryum sonu ve derin ekspiryum sonu ölçülen mesafeye göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt-cilt altı mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

Cilt-trapezius mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt-trapezius mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

Cilt-rhomboid mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt-rhomboid mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

Cilt-kosta mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt-kosta mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

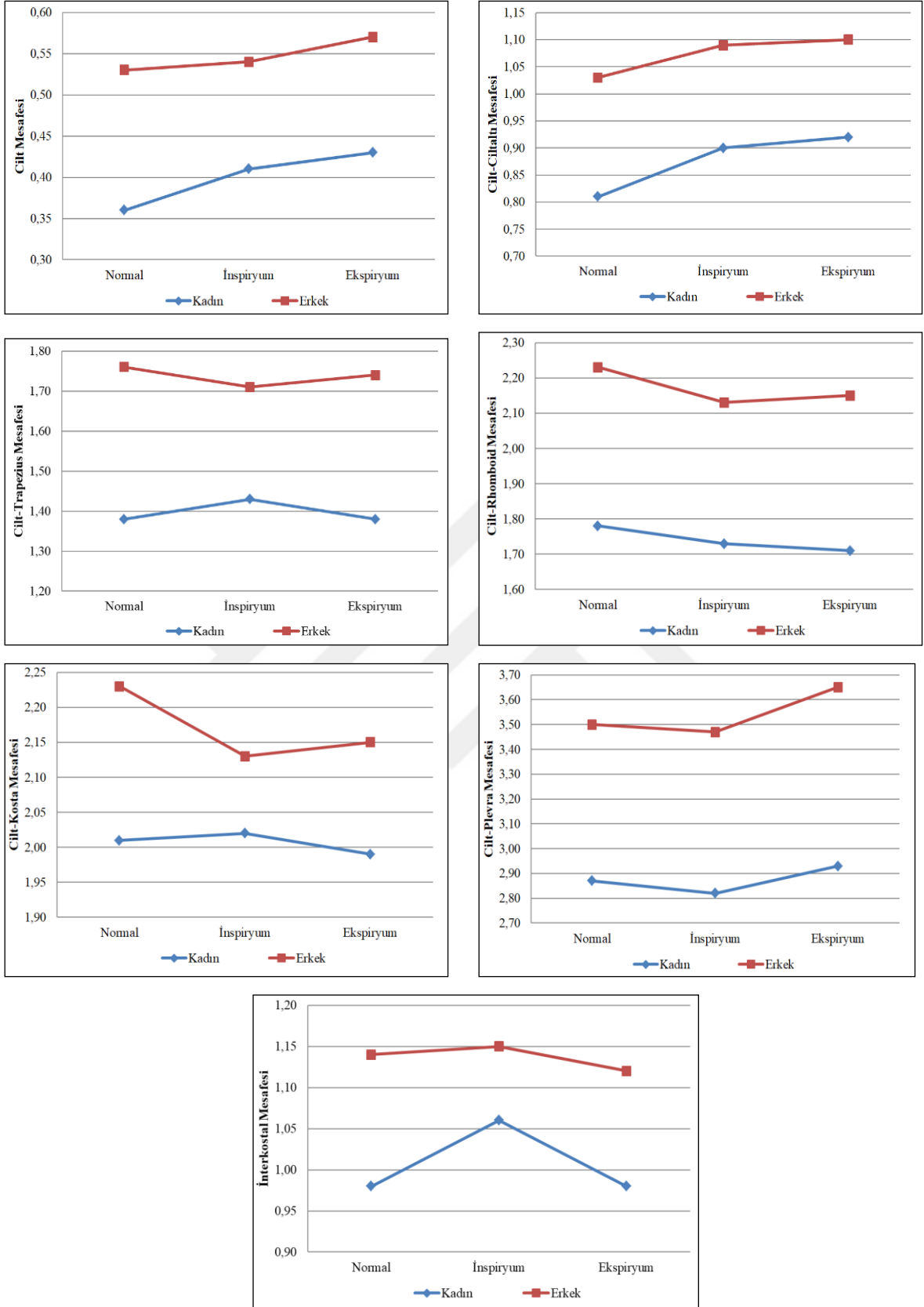
Cilt-plevra mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt-plevra mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

İnterkostal mesafe incelendiğinde; kadınlarda derin inspiryum sonunda ölçülen interkostal mesafe, normal ekspiryum sonuna ve derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha yüksekti ($p<0,05$). Erkeklerde derin inspiryum sonunda ölçülen interkostal mesafe, derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha yüksekti ($p<0,05$). Değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen interkostal mesafe, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$) (Tablo 6.3 ve Şekil 6.2).

Tablo 6.3: Oturur Pozisyonda Solunum Fazına ve Cinsiyete Göre Mesafelerin Değişimi

	Normal Ekspiryum	Derin İnspiryum	Derin Ekspiryum	p ^a
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
Cilt Mesafesi				
Kadın	0,36±0,16	0,41±0,18	0,43±0,18	0,005*
Erkek	0,53±0,21	0,54±0,20	0,57±0,21	0,235
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Ciltaltı Mesafesi				
Kadın	0,81±0,24	0,90±0,26	0,92±0,26	0,001*
Erkek	1,03±0,28	1,09±0,30	1,10±0,23	0,144
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Trapezius Mesafesi				
Kadın	1,38±0,30	1,43±0,31	1,38±0,29	0,508
Erkek	1,76±0,35	1,71±0,29	1,74±0,31	0,791
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Rhomboid Mesafesi				
Kadın	1,78±0,39	1,73±0,39	1,71±0,38	0,242
Erkek	2,23±0,39	2,13±0,35	2,15±0,41	0,262
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Kosta Mesafesi				
Kadın	2,01±0,38	2,02±0,43	1,99±0,43	0,884
Erkek	2,49±0,38	2,54±0,43	2,52±0,46	0,814
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Plevra Mesafesi				
Kadın	2,87±0,52	2,82±0,51	2,93±0,49	0,314
Erkek	3,50±0,49	3,47±0,50	3,65±0,51	0,054
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
İnterkostal Mesafe				
Kadın	0,98±0,19	1,06±0,18	0,98±0,15	0,001*
Erkek	1,14±0,21	1,15±0,16	1,12±0,24	0,044*
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	

***p<0,05**; ^aKruskal Wallis-H testi ve Benferroni ile ^bMann Whitney-U ttesti kullanıldı.
Ort±SS:Ortalama±Standart Sapma



Şekil 6.2: Oturur Pozisyonda Solunum Fazına ve Cinsiyete Göre Mesafelerin Değişimi

6.3. Yüzüstü Pozisyonda Solunum Durumu ve Cinsiyete Göre Mesafe Analizleri

Tablo 6.4 ve Şekil 6.3 incelendiğinde cilt mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

Cilt-cilt altı mesafesi incelendiğinde; kadınlarda normal ekspiryum sonunda ölçülen cilt-cilt altı mesafesi, derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt-cilt altı mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

Cilt-trapezius mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt-trapezius mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

Cilt-rhomboid mesafesi incelendiğinde; erkeklerde derin inspiryum sonunda ölçülen cilt-rhomboid mesafesi, normal ekspiryum sonunda ve derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt-rhomboid mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

Cilt-kosta mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt-kosta mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

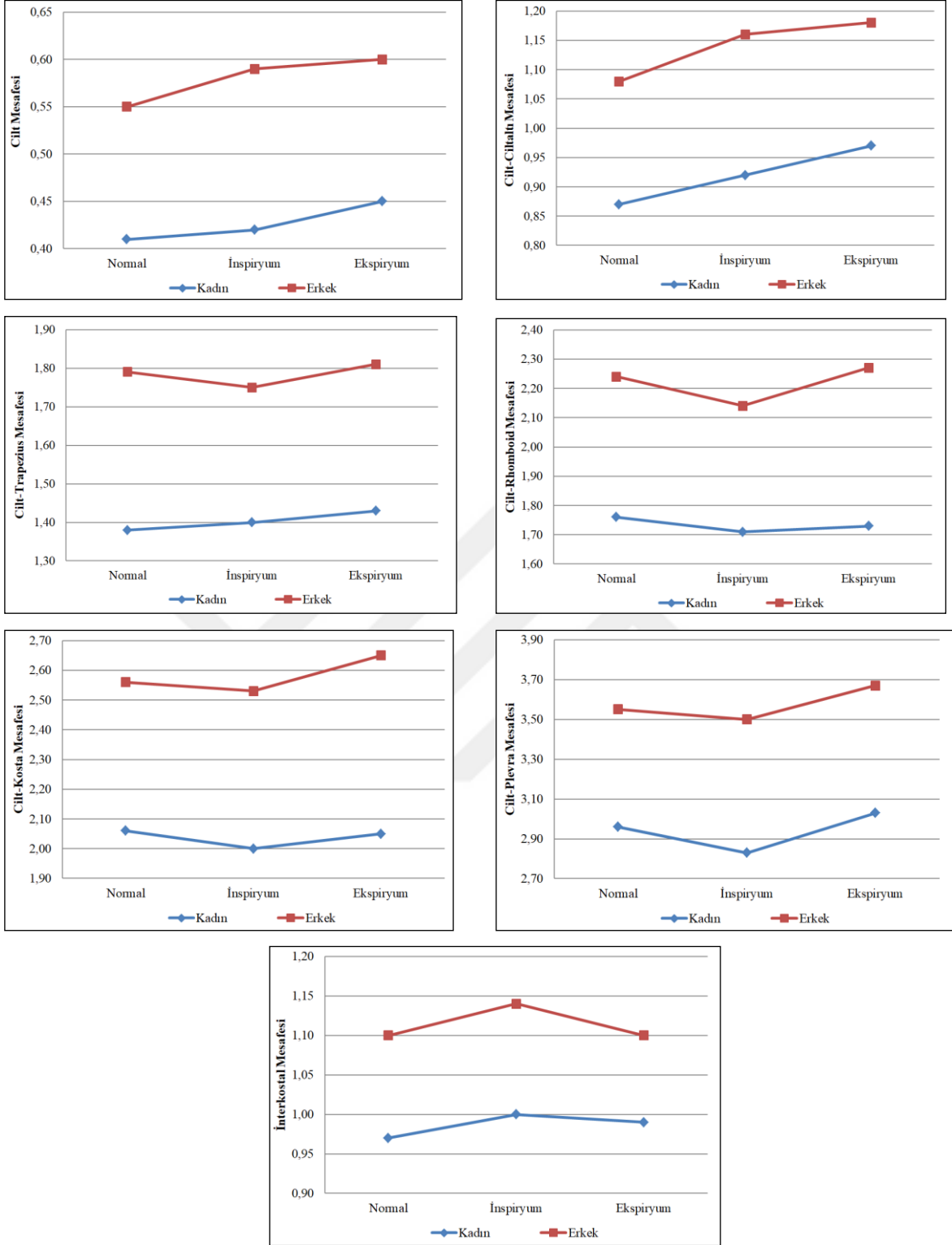
Cilt-plevra mesafesi incelendiğinde; kadınlarda derin inspiryum sonunda ölçülen cilt-plevra mesafesi, derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen cilt-plevra mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$).

İnterkostal mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında erkeklerde ölçülen interkostal mesafesi, kadınlara göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$) (Tablo 6.4 ve Şekil 6.3).

Tablo 6.4: Yüzüstü Pozisyonda Solunum Fazına ve Cinsiyete Göre Mesafelerin Değişimi

	Normal Ekspiryum	Derin İnspiryum	Ekspiryum	p ^a
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
Cilt Mesafesi				
Kadın	0,41±0,17	0,42±0,16	0,45±0,19	0,135
Erkek	0,55±0,18	0,59±0,18	0,60±0,20	0,221
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Ciltaltı Mesafesi				
Kadın	0,87±0,28	0,92±0,30	0,97±0,30	0,031*
Erkek	1,08±0,30	1,16±0,30	1,18±0,31	0,082
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Trapezius Mesafesi				
Kadın	1,38±0,32	1,40±0,32	1,43±0,30	0,473
Erkek	1,79±0,36	1,75±0,31	1,81±0,34	0,628
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Rhomboid Mesafesi				
Kadın	1,76±0,36	1,71±0,37	1,73±0,36	0,351
Erkek	2,24±0,37	2,14±0,39	2,27±0,38	0,034*
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Kosta Mesafesi				
Kadın	2,06±0,43	2,00±0,39	2,05±0,44	0,635
Erkek	2,56±0,38	2,53±0,47	2,65±0,48	0,142
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Plevra Mesafesi				
Kadın	2,96±0,50	2,83±0,49	3,03±0,51	0,009*
Erkek	3,55±0,47	3,50±0,47	3,67±0,52	0,104
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
İnterkostal Mesafe				
Kadın	0,97±0,17	1,00±0,18	0,99±0,15	0,140
Erkek	1,10±0,16	1,14±0,25	1,10±0,24	0,146
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	

*p<0,05; ^aKruskal Wallis-H testi ve Benferroni ile ^bMann Whitney-U ttesti kullanıldı.
Ort±SS:Ortalama±Standart Sapma



Şekil 6.3: Yüzüstü Pozisyon Pozisyonunda Solunum Fazı ve Cinsiyete Göre Mesafeler

6.4. Oturur Pozisyonda Solunum Durumu ve VKİ'ne göre Mesafe Analizi

Tablo 6.5 ve Şekil 6.4 incelendiğinde cilt mesafesi incelendiğinde; VKİ'ne göre normal kilolu gönüllülerde normal ekspiryum sonunda ölçülen cilt mesafesi, derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerin cilt mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

Cilt-cilt altı mesafesi incelendiğinde; VKİ'ne göre normal kilolu gönüllülerde normal ekspiryum sonunda ölçülen cilt-cilt altı mesafesi, derin inspiryum sonu ve ekspiryum sonu ölçülen mesafelere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). VKİ'ne göre kilolu gönüllülerde normal ekspiryum sonunda ölçülen cilt-cilt altı mesafesi, derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında normal gönüllülerin cilt-cilt altı mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

Cilt-trapezius mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerin cilt-trapezius mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

Cilt-rhomboid mesafesi incelendiğinde; VKİ'ne göre normal kilolu gönüllülerde normal ekspiryum sonunda ölçülen cilt-rhomboid mesafesi, derin inspiryum sonu ve ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerde cilt-rhomboid mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

Cilt-kosta mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerin cilt-kosta mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

Cilt-plevra mesafesi incelendiğinde; değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerin cilt-plevra mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

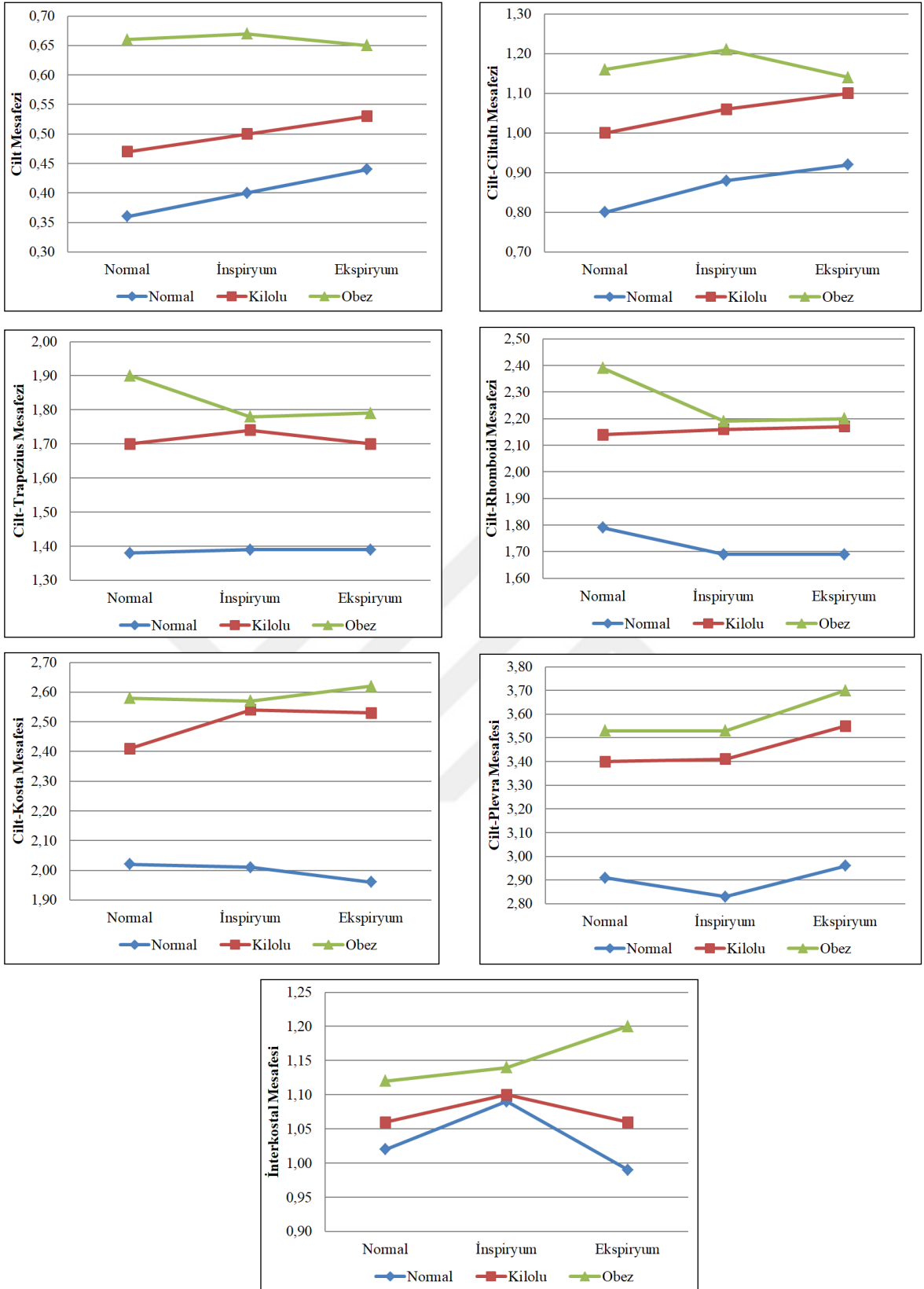
İnterkostal mesafesi incelendiğinde; VKİ'ne göre normal kilolu gönüllülerde derin inspiryum sonunda ölçülen interkostal mesafe, normal ekspiryum sonunda ve derin ekspiryum

sonuna göre anlamlı düzeyde daha yüksekti ($p<0,05$). Ayrıca değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında normal gönüllülerde interkostal mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$) (Tablo 5 ve Şekil 4).

Tablo 6.5: Oturur Pozisyonda Solunum Fazına ve VKİ'ne Göre Mesafelerin Değişimi

	Normal Ort±SS	İnspiryum Ort±SS	Ekspiryum Ort±SS	p ^a
Cilt Mesafesi				
Normal	0,36±0,15	0,40±0,17	0,44±0,19	0,003*
Kilolu	0,47±0,17	0,50±0,18	0,53±0,19	0,240
Obez	0,66±0,24	0,67±0,23	0,65±0,20	0,940
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Ciltaltı Mesafesi				
Normal	0,80±0,24	0,88±0,26	0,92±0,26	0,001*
Kilolu	1,00±0,21	1,06±0,25	1,10±0,22	0,033*
Obez	1,16±0,33	1,21±0,34	1,14±0,25	0,723
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Trapezius Mesafesi				
Normal	1,38±0,30	1,39±0,28	1,39±0,29	0,924
Kilolu	1,70±0,30	1,74±0,28	1,70±0,33	0,566
Obez	1,90±0,42	1,78±0,31	1,79±0,33	0,446
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Rhomboid Mesafesi				
Normal	1,79±0,38	1,69±0,35	1,69±0,35	0,037*
Kilolu	2,14±0,36	2,16±0,32	2,17±0,36	0,922
Obez	2,39±0,49	2,19±0,40	2,20±0,52	0,277
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Kosta Mesafesi				
Normal	2,02±0,39	2,01±0,43	1,96±0,41	0,561
Kilolu	2,41±0,37	2,54±0,39	2,53±0,39	0,143
Obez	2,58±0,44	2,57±0,47	2,62±0,53	0,846
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Plevra Mesafesi				
Normal	2,91±0,56	2,83±0,51	2,96±0,52	0,227
Kilolu	3,40±0,53	3,41±0,49	3,55±0,48	0,150
Obez	3,53±0,43	3,53±0,55	3,70±0,62	0,510
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
İnterkostal Mesafe				
Normal	1,02±0,20	1,09±0,19	0,99±0,17	0,001*
Kilolu	1,06±0,16	1,10±0,15	1,06±0,16	0,151
Obez	1,12±0,32	1,14±0,15	1,20±0,33	0,824
p^b	0,014*	0,156	0,002*	

* $p<0,05$; ^aKruskal Wallis-H testi ve Benferroni ile ^bMann Whitney-U ttesti kullanıldı. Ort±SS:Ortalama±Standart Sapma



Şekil 6.4: Oturur Pozisyonda Solunum Fazına ve VKİ'ne Göre Mesafelerin Değişimi

6.5. Yüzüstü Pozisyonda Solunum ve VKİ'ne Göre Mesafe Analizi

Tablo 6.6 ve Şekil 6.5 gösterildiği üzere cilt mesafesi incelendiğinde; VKİ'ye göre normal kilolu gönüllülerde normal ekspiryum sonu ölçülen cilt mesafesi, derin ekspiryumuna göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerin cilt mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

Cilt-cilt altı mesafesi incelendiğinde; VKİ'ye göre normal kilolu gönüllülerde normal ekspiryumda ölçülen cilt-cilt altı mesafesi, derin inspiryum sonu ve derin ekspiryum sonu ölçülen mesafelere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerin cilt-cilt altı mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

Cilt-trapezius mesafesi incelendiğinde; tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerin cilt-trapezius mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

Cilt-rhomboid mesafesi incelendiğinde; tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerin cilt-rhomboid mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

Cilt-kosta mesafesi incelendiğinde; tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerin cilt-kosta mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

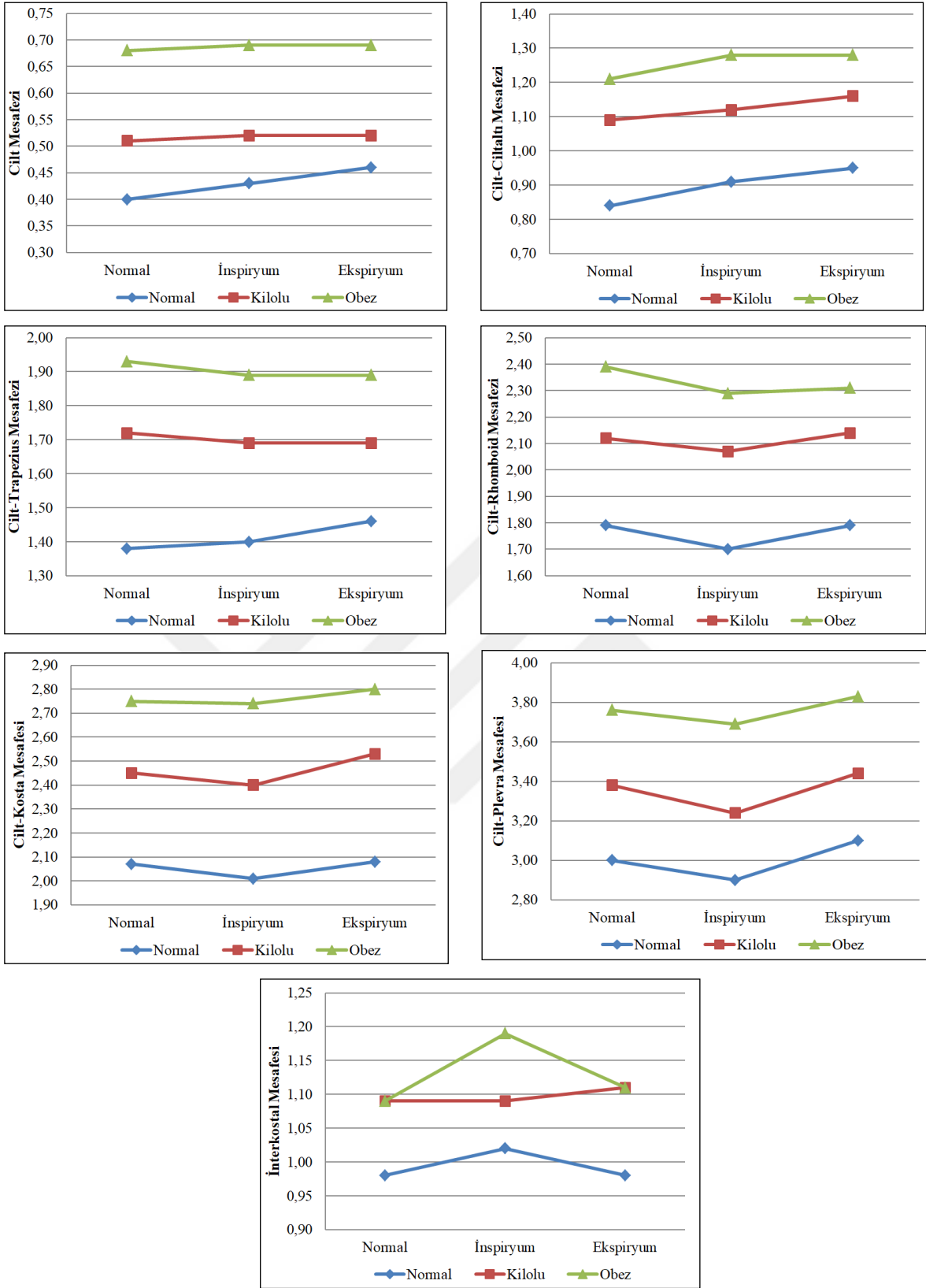
Cilt-plevra mesafesi incelendiğinde; VKİ'ye göre normal kilolu gönüllülerde derin inspiryum sonu ölçülen cilt-plevra mesafesi, derin ekspiryum sonu ölçülen mesafeye göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$). Ayrıca tüm solunum fazlarında normal kilolu gönüllülerin cilt-plevra mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$).

İnterkostal mesafesi incelendiğinde; VKİ'ye göre normal kilolu gönüllülerde derin inspiryum sonu ölçülen interkostal mesafesi, normal ekspiryum sonu ve derin ekspiryum sonu mesafeye göre anlamlı düzeyde daha fazlaydı ($p<0,05$). Ayrıca tüm solunum normal kilolu gönüllülerin interkostal mesafesi, kilolu ve obez gönüllülere göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,05$) (Tablo 6.6 ve Şekil 6.5).

Tablo 6.6: Yüzüstü Pozisyonda Solunum Fazına ve VKİ'ne Göre Mesafelerin Değişimi

	Normal	İnspiryum	Ekspiryum	p ^a
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
Cilt Mesafesi				
Normal	0,40±0,16	0,43±0,17	0,46±0,21	0,025*
Kilolu	0,51±0,15	0,52±0,15	0,52±0,16	0,793
Obez	0,68±0,22	0,69±0,20	0,69±0,19	0,994
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Ciltaltı Mesafesi				
Normal	0,84±0,26	0,91±0,30	0,95±0,29	0,007*
Kilolu	1,09±0,23	1,12±0,25	1,16±0,27	0,389
Obez	1,21±0,34	1,28±0,38	1,28±0,36	0,688
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Trapezius Mesafesi				
Normal	1,38±0,33	1,40±0,31	1,46±0,32	0,109
Kilolu	1,72±0,28	1,69±0,25	1,69±0,27	0,691
Obez	1,93±0,45	1,89±0,40	1,89±0,49	0,969
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Rhomboid Mesafesi				
Normal	1,79±0,35	1,70±0,35	1,79±0,39	0,103
Kilolu	2,12±0,36	2,07±0,37	2,14±0,36	0,358
Obez	2,39±0,49	2,29±0,45	2,31±0,56	0,681
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Kosta Mesafesi				
Normal	2,07±0,39	2,01±0,39	2,08±0,43	0,334
Kilolu	2,45±0,45	2,40±0,43	2,53±0,41	0,188
Obez	2,75±0,42	2,74±0,56	2,80±0,72	0,942
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
Cilt-Plevra Mesafesi				
Normal	3,00±0,50	2,90±0,49	3,10±0,53	0,020*
Kilolu	3,38±0,50	3,24±0,55	3,44±0,49	0,309
Obez	3,76±0,51	3,69±0,57	3,83±0,68	0,608
p^b	0,001*	0,001*	0,001*	
İnterkostal Mesafesi				
Normal	0,98±0,18	1,02±0,18	0,98±0,16	0,008*
Kilolu	1,09±0,13	1,09±0,22	1,11±0,21	0,972
Obez	1,09±0,22	1,19±0,32	1,11±0,25	0,531
p^b	0,001*	0,007*	0,001*	

***p<0,05**; ^aKruskal Wallis-H testi ve Benferroni ile ^bMann Whitney-U ttesti kullanıldı.
Ort±SS:Ortalama±Standart Sapma



Şekil 6.5: Yüzüstü Pozisyonda Solunum Fazına ve VKİ'ne Göre Mesafelerin Değişimi

6.6. Farklı Solunum Fazlarında Toraks Çevresi ile Mesafelerin Analizi

Tablo 6.7 incelendiğinde; oturur ve yüzüstü pozisyonda; normal ekspiryum, derin inspiryum sonu ve derin ekspiryum sonundaki toraks çevresi ile mesafeler arasında pozitif yönlü ve anlamlı ilişki vardı ($p<0,05$) (Tablo 6.7).

Tablo 6.7: Farklı Solunum Fazlarında Toraks Çevresi ile Mesafeler Arasındaki İlişki

	Toraks Çevresi (Normalde)		Toraks Çevresi (İnspiryumda)		Toraks Çevresi (Ekspiryumda)		
	r	p	r	p	r	p	
Oturur	Cilt Mesafesi	0,516	0,001*	0,401	0,001*	0,368	0,001*
	Cilt-Ciltaltı Mesafesi	0,516	0,001*	0,417	0,001*	0,435	0,001*
	Cilt-Trapezius Mesafesi	0,604	0,001*	0,543	0,001*	0,569	0,001*
	Cilt-Rhomboid Mesafesi	0,671	0,001*	0,638	0,001*	0,606	0,001*
	Cilt-Kosta Mesafesi	0,707	0,001*	0,657	0,001*	0,614	0,001*
	Cilt-Plevra Mesafesi	0,663	0,001*	0,607	0,001*	0,596	0,001*
	İnterkostal Mesafesi	0,390	0,001*	0,176	0,009*	0,284	0,001*
Yüzüstü	Cilt Mesafesi	0,517	0,001*	0,508	0,001*	0,470	0,001*
	Cilt-Ciltaltı Mesafesi	0,485	0,001*	0,480	0,001*	0,410	0,001*
	Cilt-Trapezius Mesafesi	0,624	0,001*	0,584	0,001*	0,615	0,001*
	Cilt-Rhomboid Mesafesi	0,571	0,001*	0,610	0,001*	0,671	0,001*
	Cilt-Kosta Mesafesi	0,612	0,001*	0,611	0,001*	0,629	0,001*
	Cilt-Plevra Mesafesi	0,549	0,001*	0,605	0,001*	0,514	0,001*
	İnterkostal Mesafesi	0,293	0,001*	0,139	0,039*	0,239	0,001*

* $p<0,05$; Spearman korelasyon analizi kullanıldı. r:Korelasyon Katsayısı

7. TARTIŞMA

Miyofasiyal ağrı sendromu (MAS), kas iskelet sistemi kaynaklı yaygın ve kronik ağrıların başlıca nedenlerinden biri olup tedavisinde sıklıkla başvurulmuş akupunktur, kuru iğneleme, tetik nokta enjeksiyonları gibi doğrudan kas içine uygulanan invaziv tedavi yöntemleri, kısa sürede etkili ağrı kontrolü sağlaması nedeniyle yaygın şekilde tercih edilmektedir. [60] Özellikle rhomboid major, trapezius veya levator scapulae gibi üst sırt kaslarında bulunan tetik noktalara yapılan enjeksiyonlar sırasında, bu bölgenin plevra ve akciğere olan anatomik komşuluğu nedeniyle pnömotoraks gibi ciddi komplikasyon riski bulunmaktadır [12-15, 61, 62]

İnterskapular alan tetik nokta enjeksiyonları ve diğer invaziv girişimlerin uygulanması gönüllü oturur veya yüzüstü pozisyonda iken palpasyon tekniği veya ultrasonografi eşliğinde yapılabilir. Bununla birlikte tetik nokta enjeksiyonu uygulama sırasında hangi pozisyonun daha uygun olacağı ve pnömotoraks riskini azaltacağı ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır. Özellikle ultrasonografi eğitimi olmayan veya ultrasonografi cihazına erişimin kısıtlı olduğu bölgelerde, palpasyon tekniği ile uygulanan enjeksiyonlar sırasında güvenli mesafenin öngörülmesi komplikasyon riskini azaltabilir. Çalışmamızda oturur ve yüzüstü pozisyonlarda tetik nokta enjeksiyonu uygulanmasında hangi pozisyonun ve solunum durumunun pnömotoraks riskini azaltabilecek daha güvenli bir uygulama mesafesine sahip olduğunu ultrasonografi ile değerlendirilmesi amaçlandı.

Çalışmada 220 katılımcıya ait tüm mesafelerin ölçümleri ultrasonografi rehberliğinde oturur ve yüzüstü pozisyonda ve farklı üç solunum fazında değerlendirildi. Cilt, cilt-cilt altı mesafe, cilt-trapezius mesafesi, cilt-rhomboid kas mesafesi, cilt-kosta mesafesi, cilt-plevra mesafesi ciltten dik açıyla olacak şekilde, iki kosta arasındaki interkostal mesafe ise yatay olarak santimetre cinsinden ölçüldü; cinsiyet, VKİ ve toraks çevresi gibi bireysel değişkenlerle ilişkileri değerlendirildi. Katılımcıların %59,5'i kadın (n=131), %40,5'i erkek (n=89) idi. Oturur pozisyonda plevraya olan ortalama mesafe kadınlarda $2,87 \pm 0,52$ cm iken erkeklerde $3,50 \pm 0,49$ cm olarak bulundu. Yüzüstü pozisyonda ise bu mesafe kadınlarda $2,96 \pm 0,50$ cm, erkeklerde $3,55 \pm 0,47$ cm idi. Erkeklerde kadınlara göre, oturur ve yüzüstü pozisyonda, ölçüm yapılan tüm solunum fazlarında mesafelerin genişliği istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla bulundu ($p < 0,05$). Bu mesafelerin VKİ ile ilişkisi incelendiğinde, oturur pozisyonda normal ekspiryum sonu ölçülen cilt-plevra mesafeleri normal kilolu bireylerde $2,91 \pm 0,56$ cm, kilolu bireylerde $3,40 \pm 0,53$ cm, obez bireylerde $3,53 \pm 0,43$ cm, yüzüstü pozisyonda normal

ekspiryum sonu göre cilt-plevra mesafesi VKİ'ne göre ilişkisi incelendiğinde, normal kilolu bireylerde $3,00 \pm 0,50$ cm, kilolu gönüllülerde $3,38 \pm 0,50$ cm, obez gönüllülerde $3,76 \pm 0,51$ idi. Ayrıca yüzüstü pozisyonda solunum fazına göre incelenen mesafelerde normal kilolu gönüllülerde derin inspiyumu sonu ölçülen cilt-plevra mesafesi, derin ekspiriyumu sonu ölçülen mesafeye göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p < 0,05$). Ayrıca tüm incelenen mesafelerde VKİ ile artış mevcuttu. Ölçüm yapılan solunum fazlarında ve pozisyonlarda toraks çevresi ölçümleri ile tüm mesafeler arasında pozitif ve anlamlı korelasyon saptandı.

Yüzüstü pozisyonda solunum fazlarının mesafeler üzerine etkisine bakıldığında, normal ekspiriyumu sonu $3,20 \pm 0,57$ cm, derin inspiyumu sonunda cilt-plevra mesafesi $3,10 \pm 0,58$ cm ve derin ekspiriyumu sonunda $3,29 \pm 0,60$ cm idi, derin inspiyumu sonu ile derin ekspiriyumu sonu arasındaki fark anlamlıydı. ($p < 0,05$) Oturur pozisyonunda bu solunum fazlarında ölçülen cilt-plevra mesafesi sırasıyla, normal ekspiriyumu sonu $3,12 \pm 0,60$ cm, derin inspiyumu sonu $3,08 \pm 0,59$ cm, derin ekspiriyumu sonu $3,22 \pm 0,61$ cm idi. Mesafeler arasındaki yüzüstü pozisyonda olduğu gibi değişimdeki benzer eğilim gözlenirse de istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. ($p > 0,05$) Ayrıca, cilt mesafe incelendiğinde oturur pozisyonda normal ekspiriyumu sonu $0,43 \pm 0,20$ cm, derin inspiyumu sonu $0,46 \pm 0,20$ cm, derin ekspiriyumu sonu $0,49 \pm 0,20$ cm, yüzüstü pozisyonda ölçülen cilt mesafesi aynı solunum fazlarına göre sırasıyla $0,47 \pm 0,19$ cm, $0,49 \pm 0,19$ cm, $0,51 \pm 0,21$ cm idi. Bu ölçümlere göre cilt ve cilt altı mesafesi normal ekspiriyumu sonu ölçülen mesafe, derin ekspiriyumu sonuna göre daha az, oturur ve yüzüstü pozisyonda ölçülen cilt ve cilt altı mesafesi arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Diğer ölçülen kas ve kosta mesafelerinde solunum ve pozisyonla istatistiksel olarak fark bulunmadı. Bu bulgular cilt ve cilt altı dokuların pozisyon ve bazı solunum fazlarından etkilendiği; cilt-trapezius kası, cilt-rhomboid kası ve cilt-kosta mesafeleri üzerinde bu değişkenlerin etkisinin sınırlı olduğu görüldü.

İki kosta arası interkostal mesafe bulguları incelendiğinde oturur pozisyonda normal ekspiriyumu sonu $1,04 \pm 0,21$ cm, derin inspiyumu sonu $1,10 \pm 0,18$ cm, derin ekspiriyumu sonu $1,04 \pm 0,20$ cm, yüzüstü pozisyonda normal ekspiriyumu sonu $1,03 \pm 0,18$ cm, derin inspiyumu sonu $1,06 \pm 0,22$ cm, derin ekspiriyumu sonu $1,03 \pm 0,20$ cm olarak değerlendirildi. Gönüllü oturur ve yüzüstü pozisyonda iken derin inspiyumu sonunda ölçülen interkostal mesafe, normal ekspiriyumu sonuna ve derin ekspiriyumu sonuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek iken, derin inspiyumu sonunda yüzüstü pozisyonda ölçülen interkostal mesafe, oturur pozisyona göre anlamlı düzeyde daha düşüktü. ($p < 0,05$) Bu bulgular ışığında interkostal mesafenin solunum fazı ve gönüllü pozisyonuna göre değiştiği görülmüştür.

Tetik nokta enjeksiyonlarında derin ekspiryum sonunda ve yüzüstü pozisyonda cilt plevra arasında mesafenin artması ve interkostal mesafenin daha kısa olması daha güvenli uygulama sağlar ve pnömotoraks riskini azaltabilir. Bununla beraber işlem sırasında gönüllü uyumunun da artacağı göz önünde bulundurularak normal ekspiryum sonunda yüzüstü pozisyonda tetik nokta enjeksiyonlarının yapılması nispeten daha uygun bir yaklaşım olabilir.

Kas yapılarının ultrasonografi rehberliğinde değerlendirilmesinin doğruluğunu değerlendirilen çalışmalarda, ultrasonografinin manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) ile değerlendirilmesi karşılaştırıldığı ve kas yapılarında değerlendirmede MRG kadar doğru gösteren bir yöntem olduğu belirtilmiştir. [63-65] Ayrıca uygulayıcılar arasında kas yapılarını değerlendirme güvenilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada deneyimli ve deneyimsiz kişilerde doğru ölçüm konusunda ultrasonografi kullanımı güvenilir bulunmuştur.[66] Bu yönüyle tetik nokta enjeksiyonu ve diğer girişimlerde ultrasonografi kullanımı güvenilir gözükmemektedir.[67] Biz çalışmamızda gerçek zamanlı interskapular alandaki cilt, cilt-altı, kaslar, kosta ve plevra mesafelerini ölçmek için ultrasonografi kullandık.

Tetik nokta enjeksiyonları trapezius, rhomboid, levator skapula gibi farklı kas gruplarına uygulanabilen bir tedavi yöntemi olup, enjeksiyon güvenliği açısından cilt ile hedef kas dokusu arasındaki mesafe, gönüllüye ait fizyolojik ve anatomik özellikler gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Güvenli enjeksiyon mesafesini etkileyen değişkenlerin incelendiği çeşitli çalışmalar literatürde yer almaktadır. [68-71]

Tetik nokta enjeksiyonu ve diğer interskapular alan invaziv girişimlerde interskapular alan yumuşak dokuların MRG, BT ve ultrasonografi ile ölçüm yapan çalışmalar incelendiğinde VKİ'nin komplikasyonları azaltabilecek güvenli mesafe üzerinde belirleyici bir faktör olduğu belirtilmektedir.[69, 72] Çoklu akupunktur noktasının komplikasyonu engellemek için güvenli mesafeyi inceleyen bir MRG çalışmasında VKİ'nin artışı ile olduğu tüm dokulardaki mesafenin artış olduğu belirtilmektedir. [69, 72] Yine BT ile interskapular alanda akupunktur noktaları için ölçüm yapılan bir BT ile ölçüm çalışmasında hem interskapular mesafe hem de yumuşak doku yapılarının mesafeleri ile VKİ arasında doğrusal bir korelasyon bulunduğu belirtilmiştir. [73]

Valera-Calero ark.[74] antropometrik ölçümlerin cilt-rhomboid kas ve cilt-plevra mesafesi ile ilişkisini inceledikleri çalışmalarında, VKİ plevra mesafesinin %69,7'sini oluşturan en güçlü faktör olarak tanımlanmıştır. Seol ve ark. [75], rhomboid kas tetik nokta enjeksiyonları için güvenli mesafeyi araştırmak amacıyla 62 kişinin dahil edildiği ölçümlerde VKİ<23 kg/m² olan grupta cilt-kas mesafesini 1.2±0.2 cm, cilt-kosta mesafesini 2.1±0.4 cm

olarak bildirmişlerdir. $23 \leq VKİ < 25$ olan grupta 1.4 ± 0.2 cm, 2.4 ± 0.9 cm, $VKİ \geq 25$ kg/m² olan obez grupta ise bu değerler sırasıyla 1.8 ± 0.3 cm ve 2.7 ± 0.5 cm olarak ölçülmüştür. Araştırmacılar normal VKİ grubu için güvenli iğne derinliğini 1.4-1.7 cm, obez grup için ise 2.1-2.2 cm olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda ise interskapular alandan yapılan ölçümlerde $VKİ < 25$ kg/m² olan gönüllü grubunda cilt-rhomboid mesafesi 1.79 ± 0.38 cm, cilt-kosta mesafesi 2.02 ± 0.39 cm olarak bulunmuştur. $VKİ 25-29.9$ olan grupta cilt-rhomboid 2.14 ± 0.36 cm, cilt-kosta 2.45 ± 0.45 , $VKİ > 30$ kg/m² olan grupta bu değerler sırasıyla 2.39 ± 0.49 cm, cilt-kosta 2.75 ± 0.42 cm idi. Çalışmamızın verileri diğer çalışmalarla benzerlik göstermekle birlikte bizim çalışmamızda $VKİ > 25$ altı normal kilolu, $VKİ \geq 30$ olan obez gönüllülerden oluşmaktaydı ve mesafelerdeki sayısal farkın nedenlerinden biri bu gruplandırılma olabilir. Ayrıca diğer çalışmalar ile bizim çalışmamız arasındaki fark gönüllülerin ölçüm sırasındaki pozisyonu; bu farkın oluşmasına neden olmuş olabilir. Çalışmamız incelenen diğer çalışmalarda olduğu gibi VKİ arttıkça ölçülen mesafelerde artış olması yönüyle benzerlik göstermektedir. Sonuç olarak, bizim çalışmamız literatürle benzer şekilde VKİ ölçülen ile tetik nokta enjeksiyonlarında güvenli mesafenin değişebileceğini desteklemektedir. Tetik nokta enjeksiyonları sırasında VKİ göz önünde bulundurulması ve enjeksiyon sırasındaki güvenli mesafe üzerinde etkili bulunmuştur.

Cushman ve ark. [71] yaptığı bir çalışmada VKİ'yi plevra mesafesi ile korelasyon açısından değil, enjeksiyon öncesi anatomik palpasyonun doğruluğu bakımından ele almıştır. Yüksek VKİ ile palpasyon hatası arasında anlamlı bir ilişki saptanmış ve palpasyon doğruluğunun %66,3 olduğu belirtilmiştir. Çalışmada cilt, cilt altı, kas kalınlığı ve cilt-kosta mesafesi ultrasonografi ile değerlendirilmiştir bizim çalışmamızdaki bulgularda artan VKİ ile cilt-kosta arasındaki mesafeler normal kilolu gönüllülerde 2.02 ± 0.39 cm, kilolu gönüllülerde 2.41 ± 0.37 , obez gönüllülerde 2.58 ± 0.44 cm olarak ölçüldü ve VKİ ile bu mesafe ile arttığını göstermektedir ve Cushman ve ark. çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Geleneksel klinik uygulamalarda tetik nokta enjeksiyonları çoğunlukla yüzeysel anatomik işaretlere ve palpasyona dayalı geleneksel kör tekniklerle gerçekleştirilmekte olup, bu yöntemde kasın derinliği veya plevraya olan mesafe doğrudan gözlemlenmemektedir. Kör uygulamalar sırasında kosta palpasyon tekniği kullanılmaktadır. Bu çalışma VKİ'de artış olmasıyla kosta palpasyonunun hatalı olabileceğini göstermektedir. Bu bulgu, yüksek VKİ'ye sahip bireylerde yüzeysel anatomik belirteçlerin güvenilirliğinin azaldığını, kostonun daha derinde olması nedeniyle pnömotoraks riskinin artabileceğini, bu nedenle ultrasonografi kullanımının gerekliliğini desteklemektedir.[71] Ultrasonografi rehberliğinde tetik nokta enjeksiyonları hedef kas, komşu yapılar ve iğne ilerleyişi doğrudan ve eş zamanlı olarak görüntülenebilmekte, böylece işlem

hem daha güvenli hem de daha anatomik olarak doğrulanmış bir biçimde gerçekleştirilebilir.
[8, 9]

Tetik nokta enjeksiyonlarında pnömotoraks riskini azaltabilecek güvenli mesafenin cinsiyetle ilişkisini araştıran çalışmalar mevcuttur. [68, 69, 76] Çalışmaların ortak özelliği genellikle kadınlardaki tüm kas ve yumuşak doku mesafelerin erkeklere göre daha az olduğunu ve cinsiyetin enjeksiyon güvenliği açısından belirleyici bir değişken olduğu göstermektedir. Trapezius ve rhomboid kas dokusu gibi hedef kas dokularına olan mesafenin kadınlarda erkeklere oranla daha az olduğu bilinmektedir. Chen ve ark. [68] yaptıkları çalışmada cinsiyete bağlı derinlik farklarını değerlendirmiş; GB21 (C7 spinöz seviyeden omuz akromionuna çizilen çizginin orta noktasına denk gelen akupunktur noktası) noktasında erkeklerde cilt-plevra mesafesini $17,4 \pm 4,0$ mm, kadınlarda ise $14,6 \pm 2,7$ mm olarak ölçmüşlerdir. Bizim çalışmamızda T1-T2 spinöz seviyeden skapula medial kenarından ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler sonucunda cilt-plevra mesafesi normal solunum sırasında oturur pozisyonda kadınlarda $2,87 \pm 0,52$ cm, erkeklerde $3,50 \pm 0,49$ cm olarak ölçülmüş olup erkeklerde cilt-plevra mesafesi tüm ölçüm pozisyonlarında ve solunum fazlarında kadınlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmadaki elde edilen bulgular ile cilt-plevra mesafesinde sayısal olarak farklılık mevcuttur. Bununla birlikte erkeklerde kadınlara göre güvenli cilt-plevra mesafesinin daha fazla olması bakımından sonuçlar benzerdi. Çalışmamızda cilt-plevra mesafesindeki farkın daha fazla olması ise çok sayıda bireyde ölçüm yapmamız, ölçüm yapılan gruplar arasındaki ırk ve demografik farklılıkların olması ve Chen ve ark. ölçüm yaptığı interskapular alan ile bizim ölçüm yaptığımız interskapular alanın farklı olması sebep olabilir. Cinsiyete dayalı bu farklılıklar, kas ve yağ dokusu dağılımı, toraks hacmi ve kas kütlesi gibi anatomik özelliklerle ilişkili olabilir.[68] Erkek bireylerde kas kalınlığının daha fazla olması ve genel olarak torasik yapının daha geniş olması tetik nokta enjeksiyonlarının daha derin bir alana yapılmasını gerektirmektedir. Bu durum enjeksiyon sırasında pnömotoraks riskini kadın cinsiyete göre azaltabilir ve tetik nokta enjeksiyonları için daha uzun bir mesafe sağlayabilir. Sonuç olarak, tetik nokta enjeksiyonları sırasında standart bir uygulama yerine cinsiyetin göz önünde bulundurulması ve her birey için aynı uzunlukta iğne seçimi yapılmaması, kadınlarda tetik nokta enjeksiyonlarında enjeksiyon mesafesinin dikkatli ayarlanması gerekmektedir. Bu noktada uygulamaların bireyselleştirilmesi pnömotoraks riskini azaltabilir.

Çalışmamızda toraks çevresi ile ölçülen mesafeler arasında, değerlendirme yapılan tüm solunum fazlarında pozitif ve anlamlı bir korelasyon olduğu bulunmuştur. Özellikle cilt plevra mesafesi ile toraks çevresinin solunum fazına göre ölçümleri arasındaki ilişki kuvvetlidir.

Benzer şekilde toraks çevresi arttıkça, cilt, cilt altı, trapezius, rhomboid, kosta ve plevraya olan mesafeler de artış gözlemlenmiştir. Valera-Calero ve ark.[74] çalışmasında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Araştırmacılar, toraks çevresinin enjeksiyon derinliğini öngörmede yardımcı olabileceği ve plevra derinliğinin tahmininde toraks çevresi ölçümleri ile değerlendirilme yapılması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu bulgular dikkate alındığında geleneksel palpasyon tekniği ile kör uygulamalar sırasında gönüllünün toraks çevresinin artmasının, güvenli mesafeyi artırarak pnömotoraks riskini azaltabileceği düşünülebilir. Bunun yanı sıra çalışmamızda farklı solunum fazlarında toraks çevresi ve ölçüm yapılan tüm mesafeler arasında pozitif yönlü bir ilişki saptanmıştır. Üç solunum fazında değerlendirilen toraks çevresi ölçümü, bize akciğer kompliyansını gösterebilir. Akciğer kompliyansının artması toraks çevresini artırarak güvenli mesafe ölçümlerini etkileyebilir ve farklı solunum fazlarındaki ölçümlerde güvenli mesafe üstüne etkisini değerlendiren çalışmalar yapılabilir. [77]

Çalışmamızda tetik nokta enjeksiyonları uygulamalarında gönüllü pozisyonunun enjeksiyon güvenliği üzerinde belirleyici bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Normal ekspiryumda oturur pozisyonda ölçülen cilt-plevra mesafesi $3,12\pm 0,60$ cm, yüzüstü pozisyonda ölçülen cilt-plevra mesafesi $3,20\pm 0,57$ cm idi. Derin inspiryum sonunda ölçülen cilt-plevra mesafesi oturur pozisyonda $3,08\pm 0,59$, yüzüstü pozisyonda $3,10\pm 0,58$ cm, derin ekspiryum sonu ölçülen cilt-plevra mesafesi oturur pozisyonda $3,22\pm 0,61$ cm, yüzüstü pozisyonda $3,29\pm 0,60$ cm idi. Benzer şekilde, cilt-plevra mesafeleri de yüzüstü pozisyonda oturur pozisyona göre sayısal olarak daha fazla bulunmuştur, ancak fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgular, enjeksiyon sırasında pnömotoraks riskini azaltmak için gönüllü pozisyonunun dikkatle seçilmesi gerektiğini göstermektedir.

Chu ve ark. [70] GB21 akupunktur noktasında yaptığı çalışmada, yüzüstü pozisyonda cilt-plevra mesafesi ortalama 42,11 mm, oturur pozisyonda ise 38,08 mm olarak ölçülmüş; yüzüstü pozisyonun enjeksiyon güvenliği açısından daha avantajlı olabileceği vurgulanmıştır. Aynı zamanda, verilerin bireysel olarak değişkenlik gösterebildiği ve her bireyde pozisyonla değişimin farklı değerler olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda oturur pozisyonda normal ekspiryum sonunda cilt-plevra mesafesi $3,12\pm 0,60$ cm ve yüzüstü pozisyonda $3,20\pm 0,57$ cm idi. Ölçümler arasında sayısal fark olmakla birlikte istatistiksel olarak fark bulunmadı. Mitchell ve ark.[78] yaptıkları bir çalışmada yüzüstü pozisyonda omuz altına destek yerleştirilerek yapılan uygulamada cilt-akciğer mesafesinin ortalama 0,7 cm arttığını göstermiştir. Bu artış, güvenli enjeksiyon alanının genişlemesi anlamına gelmektedir ve pozisyon ile güvenli alanın genişebileceğini düşündüren bir bulgudur.

Wada ve ark.[79] tarafından yapılan çalışmada gönüllünün eğimli bir masaj koltuğunda otururken ve yüzüstü pozisyonlarda interskapular alanda bulunan iki akupunktur noktası için cilt-kosta arası mesafesi ölçülmüş olup pozisyon ile kemik yapıların değişimini araştırılmıştır. T4 spinöz seviye denk gelen akupunktur noktasından yapılan cilt-kosta ölçümlerinde yüzüstü pozisyonda $2.7\pm 0,4$ cm, eğimli masaj sandalyesinde oturur pozisyonda ölçtükleri ölçümde ise $2,6\pm 0,6$ cm olarak ölçülmüş ve aralarında istatistiksel anlamlı bir fark görülmemiştir. Araştırmacılar pozisyonla kemik yapılarının değişmediğini, oturur ve yüzüstü pozisyonla güvenli mesafelerin benzer olabileceğini ve yüzüstü pozisyon olarak kabul edilebileceğini belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda normal solunum sırasında oturur pozisyonda ölçülen cilt-kosta mesafesi $2,20\pm 0,45$ cm, yüzüstü pozisyonda ölçülen değer ise $2,26\pm 0,48$ cm idi. Bizim bulgularımızla sayısal değerlerdeki farklılığın sebebi eğimli bir sandalyede otururken yapılan ölçümler ile bizim çalışmamızdaki tam dik oturur şekilde ölçüm yapılmasından kaynaklı olabilir. Mesafelerin pozisyonla değişimi yönüyle benzerlik gösterirken bizim bulgularımıza göre güvenli mesafe oturur ve yüzüstü pozisyon karşılaştırıldığında, yüzüstü pozisyondaki değerler nispeten daha yüksekti. Sonuç olarak, gönüllü pozisyonunun enjeksiyon sırasında güvenli mesafeyi etkileyen önemli bir faktör olduğunu ve yüzüstü pozisyonun özellikle interskapular bölgedeki uygulamalarda nispeten daha güvenli bir seçenek sunduğunu düşünmekteyiz. Klinik pratikte tetik nokta enjeksiyon uygulamaları sırasında klinisyenin tecrübesine ve hastanın konfor ve uyum durumu göz önünde bulundurularak yüzüstü pozisyon uygulama güvenliğini optimize etmek açısından tercih edilebilir.

Solunum fazlarının enjeksiyon güvenliği üzerindeki etkisinin değerlendirildiği çalışmalar kısıtlıdır. Çalışmamızda solunum fazlarındaki değişiklikler ayrıntılı olarak incelenmiş ve anlamlı farklılıklar ortaya konulmuştur. Özellikle yüzüstü pozisyonda derin inspiryum fazında ölçülen cilt-plevra mesafesi derin inspiryum sonu $3,10\pm 0,58$ cm, derin ekspiryum sonu $3,29\pm 0,60$ cm olup ekspiryum fazına göre anlamlı şekilde daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Bu bulgu, derin inspiryum sırasında plevranın cilde daha yaklaştığını ve bu nedenle enjeksiyonun ekspiryum fazında uygulanmasının güvenliği artırabileceğini göstermektedir ya da uygulama sırasından gönüllünün derin inspiryum yapmasından kaçınılması pnömotoraks riskini azaltabilmesi yönüyle önemlidir.

Chu ve ark. [70] GB21 akupunktur bölgesi oturur pozisyon ve iki farklı pozisyonda, maksimum inspiryum ve maksimum ekspiryum fazlarında ultrasonografik ölçümler yapılarak değerlendirdikleri çalışmada, oturur pozisyonda maksimum inspirasyonda cilt plevra mesafesini 36.85 ± 6.44 mm, maksimum ekspirasyonda 38.13 ± 6.40 cm olarak ölçülmüş ve bu

fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Ancak solunum fazlarında değerlendirilmelerinde bireyler arasında derin inspiriyum ile derin ekspiriyum arasında ortalama 1 mm'ye kadar ulaşan olduğunu; bazı bireylerde bu farkın 5 mm'yi bulduğunu, solunum durumun kişinin anatomik değişkenliklerine göre varyasyon gösterebileceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda solunum durumuyla sayısal olarak cilt-plevra mesafesinde fark olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunan tek durum yüzüstü pozisyondaki inspiriyum mesafesinin kısalmasıydı. Bu durum, solunum durumuna bağlı olarak enjeksiyon güvenliğinin değişkenlik gösterebileceğini ve bireysel anatomik varyasyonların klinik kararlara yansması gerektiğini göstermektedir.

Çalışmamızdaki bulgular solunum fazlarının tetik nokta enjeksiyonu esnasında pnömotoraks riskini artırabilecek güvenli mesafeyi etkileyebilecek, göz ardı edilememesi gereken bir değişken olduğunu ortaya koymaktadır. Klinik uygulamalarda solunum fazının doğru zamanlanması, özellikle plevraya yakın bölgelerde enjeksiyon güvenliğini önemli ölçüde artırabilecek bir strateji olarak değerlendirilmelidir.

Çalışmamızda interkostal mesafe (İKM), enjeksiyon güvenliğini etkileyecek önemli bir anatomik parametre olarak değerlendirilmiştir. Oturur pozisyonda normal ekspiriyum sonunda ortalama İKM $1,04 \pm 0,21$ cm iken, derin inspiriyum sonunda $1,10 \pm 0,18$ cm, derin ekspiriyum sonunda $1,04 \pm 0,20$ cm ölçülmüş, yüzüstü pozisyonda aynı solunum fazları sıralamasında $1,03 \pm 0,18$ cm, $1,06 \pm 0,22$ cm, $1,03 \pm 0,20$ cm idi. Bu bulgular ışında derin inspiriyum diğer solunum fazlarına göre anlamlı şekilde yüksek, aynı şekilde oturur ve yüzüstü pozisyonda karşılaştırıldığında da anlamlı olarak düşüktü. Yüzüstü pozisyonda da benzer bir eğilim gözlenmiş, derin inspiriyum sonunda interkostal aralık genişlemiş, ekspiriyum sonunda daralmıştır. Bu yönüyle solunumla değişen mesafeler toraks ve akciğer fizyolojisi ve anatomisine uygundur.[80, 81]

İncelenen interskapular tetik nokta enjeksiyonu güvenli mesafe çalışmalarında doğrudan İKM ölçen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular neticesinde derin inspiriyum fazında artan interkostal mesafe ile iğnenin temas edeceği alanın genişleyebileceği, derin ekspiriyumda ise daralabileceği görülmüştür. Özellikle kör teknikte uygulama yapılırken, uygulanan kosta palpasyonu ve bloklama tekniğinde bu bulgu önemli olabilir. Çalışmamızda tetik nokta enjeksiyonları sırasında, ekspiriyum sonunda İKM mesafesindeki azalmanın saptanması, uygulama sırasında güvenliği artıracak bir bilgidir ve bu yönüyle mevcut literatüre katkı sağlayabilir.

Cilt ve cilt altı dokular, enjeksiyonun ilk girişim seviyeleri olmaları nedeniyle enjeksiyon derinliğini doğrudan etkileyen anatomik yapılardır. Çalışmamızda pozisyon ve solunum fazlarına bağlı olarak bu dokuların kalınlıklarında anlamlı değişiklikler gözlenmiştir. Normal solunum sırasında ekspiryum sonunda, oturur pozisyonda cilt ve cilt altı dokuların toplam kalınlığı ortalama $1,00 \pm 0,26$ cm iken, yüzüstü pozisyonda bu değer anlamlı bir artış göstererek $1,05 \pm 0,32$ cm'ye yükselmiştir. Literatürde görüldüğü kadarıyla doğrudan bu değişimi karşılaştırabileceğimiz ve destekleyebileceğimiz veri bulunmamaktadır. Yapılan bir çalışmada ultrasonografi rehberliğinde abdominal yağ dokunun solunumla değişiminin araştırıldığı görülmüş, solunumla intrabdominal yağ dokuda değişim olduğu, ancak subkutan yağ dokuda değişim olmadığı belirtilmiştir.[82] Literatürde görüldüğü kadarıyla doğrudan bu değişimi karşılaştırabileceğimiz ve destekleyebileceğimiz veri bulunmamaktadır. Biz bu bulgunun sebebi olarak çalışmamızda ölçümler sırasında oturur pozisyonda gönüllüler dik oturuyor ve kollar aşağıya doğru sarkık konumdayken, yüzüstü pozisyonda ise kollar baş yanında abdüksiyon pozisyonundaydı. Bu pozisyon farkının cilt ve cilt altı gerginliği üzerinde etkili olarak ölçümlerdeki farklılığa katkı sağlamış olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca, gönüllülerin solunum sırasında dinamik bir durumda olması ve ultrasonografi probunun basıncı özenle sabit tutulmaya çalışılmasına rağmen basınçtaki minimal farkların oluşması da bu değişiklikte rol oynamış olabilir. Bu verinin doğrulanması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Miyofasiyal ağrı sendromu tedavisinde sıklıkla geleneksel palpasyon ile kör teknikle veya ultrasonografi rehberliğinde tetik nokta enjeksiyonları uygulanmaktadır. Geleneksel palpasyon yöntemi ile uygulanan tetik nokta enjeksiyonlarında pnömotoraks riskini azaltan güvenli mesafenin öngörülmesi işlemin komplikasyonlarını engelleyebilmek yönüyle önemlidir.

Çalışmamızda 220 gönüllüde oturur ve yüzüstü pozisyonlarda farklı üç solunum fazında cilt-cilt altı mesafe, cilt-trapezius mesafesi, cilt-rhomboid kas mesafesi, cilt-kosta mesafesi, cilt-plevra mesafesi değerlendirildi ve bu mesafe üzerinde demografik özelliklerin etkileri de araştırıldı. Erkek cinsiyet olması, VKİ'nin artması ve toraks çevresinin artması ile cilt-plevra mesafesinin arttığı gözlemlendi. Ölçüm yapılan yüzüstü pozisyon solunum fazlarının mesafeler üzerine etkisine bakıldığında, normal ekspiryum sonunda cilt-plevra mesafesi $3,20 \pm 0,57$ cm, arası derin inspiryum sonunda cilt-plevra mesafesi 3.10 ± 0.58 cm ve derin ekspiryum sonunda 3.29 ± 0.60 cm idi, derin inspiryum sonu ile derin ekspiryum sonu mesafeler arasındaki fark anlamlıydı. Oturur pozisyonunda bu solunum fazlarında ölçülen, cilt-plevra mesafesindeki değişimde benzer eğilim gözlemlense de istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. İnterkostal mesafe, yüzüstü pozisyonda oturur pozisyona göre azalırken, derin inspiryum sonunda normal ekspiryum sonuna ve derin ekspiryum sonuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu.

Bu veriler dikkate alındığında tetik nokta enjeksiyonlarında derin ekspiryum sonunda ve yüzüstü pozisyonda cilt plevra aralığının artması ve interkostal mesafenin daha kısa olması daha güvenli uygulama sağlar ve pnömotoraks riskini azaltabilir.

Erkek cinsiyet ve obez bireylerde güvenli mesafe artmaktadır. Tetik nokta enjeksiyonlarında bu veriler dikkate alınarak, gönüllü uyumunun artacağı normal ekspiryum sonunda ve yüzüstü pozisyonda işlemin yapılması uygun bir yaklaşım olabilir.

Kör teknikle uygulamalarda, bireylerin cinsiyeti, vücut kitle indeksi ve toraks çevresi gibi antropometrik ölçütleri dikkate alınmalı; bu parametreler doğrultusunda iğne uzunluğu ve enjeksiyon derinliği bireyselleştirilmelidir.

Literatürde doğrudan interkostal mesafe üzerine yapılan ölçümlerin sınırlı olması nedeniyle, bu çalışmanın bulguları mevcut literatüre katkı sağlamakta bu yönüyle, ileride yapılacak anatomik güvenlik araştırmaları için önemli bir temel veri kaynağı oluşturmaktadır.



9. KAYNAKLAR

1. Galasso, A., et al., A Comprehensive Review of the Treatment and Management of Myofascial Pain Syndrome. *Current Pain and Headache Reports*, 2020. **24**(8): p. 43.
2. Cummings, M. and P. Baldry, Regional myofascial pain: diagnosis and management. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 2007. **21**(2): p. 367-87.
3. Cao, Q.W., et al., Expert consensus on the diagnosis and treatment of myofascial pain syndrome. *World J Clin Cases*, 2021. **9**(9): p. 2077-2089.
4. Bordoni, B., K. Sugumar, and M.A. Varacallo, Myofascial Pain, in *StatPearls*. 2025, StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).
5. Dommerholt, J., et al., A critical overview of the current myofascial pain literature - February 2019. *J Bodyw Mov Ther*, 2019. **23**(2): p. 295-305.
6. Gaubeca-Gilarranz, A., et al., Effectiveness of dry needling of rectus abdominis trigger points for the treatment of primary dysmenorrhoea: a randomised parallel-group trial. *Acupunct Med*, 2018. **36**(5): p. 302-310.
7. Braithwaite, F.A., et al., Effectiveness and adequacy of blinding in the moderation of pain outcomes: Systematic review and meta-analyses of dry needling trials. *PeerJ*, 2018. **6**: p. e5318.
8. Bubnov, R.V., The use of trigger point "dry" needling under ultrasound guidance for the treatment of myofascial pain (technological innovation and literature review). *Lik Sprava*, 2010(5-6): p. 56-64.
9. Bubnov, R., Ultrasound-Guided Trigger Point Dry Needling: A New Approach for Myofascial Pain Syndrome Management. *Ultrasound in Medicine and Biology - ULTRASOUND MED BIOL*, 2011. **37**.
10. Botwin, K.P., et al., Ultrasound-guided trigger point injections in the cervicothoracic musculature: a new and unreported technique. *Pain Physician*, 2008. **11**(6): p. 885-9.
11. Appasamy, M., et al., Trigger Point Injections. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2022. **33**(2): p. 307-333.
12. Ahiskalioglu, E.O., et al., Pneumothorax after trigger point injection: A case report and review of literature. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2016. **29**(4): p. 895-897.
13. Cummings, M., R. Ross-Marrs, and R. Gerwin, Pneumothorax complication of deep dry needling demonstration. *Acupunct Med*, 2014. **32**(6): p. 517-9.
14. Karavis, M.Y., et al., Acupuncture-induced haemothorax: a rare iatrogenic complication of acupuncture. *Acupunct Med*, 2015. **33**(3): p. 237-41.
15. Patel, N., M. Patel, and B. Poustinchian, Dry Needling-Induced Pneumothorax. *J Am Osteopath Assoc*, 2019. **119**(1): p. 59-62.

16. Metin Ökmen, B., K. Ökmen, and L. Altan, Comparison of the efficiency of ultrasound-guided injections of the rhomboid major and trapezius muscles in myofascial pain syndrome: a prospective randomized controlled double-blind study. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2018. **37**(5): p. 1151-1157.
17. De Groef, A., et al., Identification of Myofascial Trigger Points in Breast Cancer Survivors with Upper Limb Pain: Interrater Reliability. *Pain Med*, 2018. **19**(8): p. 1650-1656.
18. Carayannopoulos, A.G. and A. Han, Myofascial Trigger Point Injection, in *Pain: A Review Guide*, A. Abd-Elseyed, Editor. 2019, Springer International Publishing: Cham. p. 711-714.
19. DDK, Ö., Ağrı Tanımı Ve Sınıflaması. *Klinik Tıp Aile Hekimliği* 2017. **9** (1): p. 12–14.
20. Tura, I. and S. Erden, Postoperatif Ağrı Kontrolünde Kanıt Temelli Öneriler. *Dental and Medical Journal - Review*, 2022. **4**(1): p. 34-47.
21. Cohen, S.P., L. Vase, and W.M. Hooten, Chronic pain: an update on burden, best practices, and new advances. *Lancet*, 2021. **397**(10289): p. 2082-2097.
22. Cohen, M., J. Quintner, and S. van Rysewyk, Reconsidering the International Association for the Study of Pain definition of pain. *Pain Rep*, 2018. **3**(2): p. e634.
23. Lee, G.I. and M.W. Neumeister, *Pain: Pathways and Physiology*. *Clin Plast Surg*, 2020. **47**(2): p. 173-180.
24. Inui, K., [Pain pathway]. *Brain Nerve*, 2012. **64**(11): p. 1215-24.
25. Chaouch, A. and J.M. Besson, [Peripheral and spinal mechanisms of nociception]. *Rev Neurol (Paris)*, 1986. **142**(3): p. 173-200.
26. Osterweis, M., A. Kleinman, and D. Mechanic, *Pain and disability: Clinical, behavioral, and public policy perspectives*. 1987.
27. Steeds, C.E., *The anatomy and physiology of pain*. *Surgery (Oxford)*, 2009. **27**(12): p. 507-511.
28. Nagda, J.V. and Z.H. Bajwa, *Definitions and Classification of Pain*, in *Principles and Practice of Pain Medicine*, 3e, Z.H. Bajwa, R.J. Wootton, and C.A. Warfield, Editors. 2016, McGraw-Hill Education: New York, NY.
29. Brezinschek, H.P., [Mechanisms of muscle pain: significance of trigger points and tender points]. *Z Rheumatol*, 2008. **67**(8): p. 653-4, 656-7.
30. Gerwin, R., Chronic facial pain: Trigeminal neuralgia, persistent idiopathic facial pain, and myofascial pain syndrome—an evidence-based narrative review and etiological hypothesis. *International journal of environmental research and public health*, 2020. **17**(19): p. 7012.
31. Simons, D., *Myofascial pain and dysfunction. The trigger point manual*, 1999.
32. Rivner, M.H., The neurophysiology of myofascial pain syndrome. *Curr Pain Headache Rep*, 2001. **5**(5): p. 432-40.
33. Simons, D.G., C.Z. Hong, and L.S. Simons, Endplate potentials are common to midfiber myofascial trigger points. *Am J Phys Med Rehabil*, 2002. **81**(3): p. 212-22.

34. Jafri, M.S., Mechanisms of Myofascial Pain. *Int Sch Res Notices*, 2014. **2014**.
35. Margalef, R., et al., Experimental myofascial trigger point creation in rodents. *J Appl Physiol* (1985), 2019. **126**(1): p. 160-169.
36. Robbins, M.S., et al., Trigger point injections for headache disorders: expert consensus methodology and narrative review. *Headache*, 2014. **54**(9): p. 1441-59.
37. Celik, D. and E.K. Mutlu, Clinical implication of latent myofascial trigger point. *Curr Pain Headache Rep*, 2013. **17**(8): p. 353.
38. Ge, H.Y. and L. Arendt-Nielsen, Latent myofascial trigger points. *Curr Pain Headache Rep*, 2011. **15**(5): p. 386-92.
39. Duarte, F.C.K., et al., Re-Examining Myofascial Pain Syndrome: Toward Biomarker Development and Mechanism-Based Diagnostic Criteria. *Curr Rheumatol Rep*, 2021. **23**(8): p. 69.
40. Urits, I., et al., Treatment and management of myofascial pain syndrome. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*, 2020. **34**(3): p. 427-448.
41. Borg-Stein, J. and M.A. Iaccarino, Myofascial Pain Syndrome Treatments. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 2014. **25**(2): p. 357-374.
42. Gerwin, R.D., Myofascial Trigger Point Pain Syndromes. *Semin Neurol*, 2016. **36**(5): p. 469-473.
43. Scott, N.A., et al., Trigger point injections for chronic non-malignant musculoskeletal pain: a systematic review. *Pain Med*, 2009. **10**(1): p. 54-69.
44. Kumbhare, D., et al., Ultrasound-Guided Interventional Procedures: Myofascial Trigger Points With Structured Literature Review. *Reg Anesth Pain Med*, 2017. **42**(3): p. 407-412.
45. Alvarez, D.J. and P.G. Rockwell, Trigger points: diagnosis and management. *American family physician*, 2002. **65**(4): p. 653-661.
46. Kamanli, A., et al., Comparison of lidocaine injection, botulinum toxin injection, and dry needling to trigger points in myofascial pain syndrome. *Rheumatology international*, 2005. **25**: p. 604-611.
47. Graboski, C.L., D.S. Gray, and R.S. Burnham, Botulinum toxin A versus bupivacaine trigger point injections for the treatment of myofascial pain syndrome: a randomised double blind crossover study. *Pain*, 2005. **118**(1-2): p. 170-5.
48. Cummings, T.M. and A.R. White, Needling therapies in the management of myofascial trigger point pain: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*, 2001. **82**(7): p. 986-92.
49. Graboski, C.L., S.D. Gray, and R.S. Burnham, Botulinum toxin A versus bupivacaine trigger point injections for the treatment of myofascial pain syndrome: A randomised double blind crossover study. *PAIN*, 2005. **118**(1): p. 170-175.
50. Nicol, A.L., I.I. Wu, and F.M. Ferrante, Botulinum toxin type a injections for cervical and shoulder girdle myofascial pain using an enriched protocol design. *Anesthesia & Analgesia*, 2014. **118**(6): p. 1326-1335.

51. Roldan, C.J., et al., Normal Saline Trigger Point Injections vs Conventional Active Drug Mix for Myofascial Pain Syndromes. *Am J Emerg Med*, 2020. **38**(2): p. 311-316.
52. Cherkarin, D., et al., Trigger Point Injections, in *Essentials of Interventional Techniques in Managing Chronic Pain*, V. Singh, et al., Editors. 2024, Springer International Publishing: Cham. p. 879-887.
53. Shaparin, N., S. Saber, and K. Gritsenko, Trigger Point Injections, in *Essentials of Interventional Techniques in Managing Chronic Pain*, L. Manchikanti, et al., Editors. 2018, Springer International Publishing: Cham. p. 611-616.
54. Sikdar, S., et al., Novel Applications of Ultrasound Technology to Visualize and Characterize Myofascial Trigger Points and Surrounding Soft Tissue. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2009. **90**(11): p. 1829-1838.
55. Lin, J.S., et al., Ultrasound-Guided Musculoskeletal Injections. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2021. **25**(6): p. 769-784.
56. Mazza, D.F., R.D. Boutin, and A.J. Chaudhari, Assessment of Myofascial Trigger Points via Imaging: A Systematic Review. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2021. **100**(10): p. 1003-1014.
57. Galasso, A., et al., A Comprehensive Review of the Treatment and Management of Myofascial Pain Syndrome. *Curr Pain Headache Rep*, 2020. **24**(8): p. 43.
58. Terkawi, A.S., et al., Ultrasound for the anesthesiologists: present and future. *ScientificWorldJournal*, 2013. **2013**: p. 683685.
59. Manoj K. Karmakar, e.S., Victor Chee, Kenneth Seeah, Rejyonal Anestezi ve Ağrı Tedavisi için Sonoanatomi Atlatsı. 1. ed. 2019.
60. Lavelle, E.D., W. Lavelle, and H.S. Smith, Myofascial trigger points. *Anesthesiol Clin*, 2007. **25**(4): p. 841-51, vii-iii.
61. Ronconi, G., et al., [Pneumothorax following dry needling treatment: legal and ethical aspects]. *Ig Sanita Pubbl*, 2016. **72**(5): p. 505-512.
62. Ramnarain, D. and R. Braams, [Bilateral pneumothorax in a young woman after acupuncture]. *Ned Tijdschr Geneesk*, 2002. **146**(4): p. 172-5.
63. Bembien, M.G., Use of diagnostic ultrasound for assessing muscle size. *J Strength Cond Res*, 2002. **16**(1): p. 103-8.
64. Dupont, A.C., et al., Real-time sonography to estimate muscle thickness: comparison with MRI and CT. *J Clin Ultrasound*, 2001. **29**(4): p. 230-6.
65. Mendis, M.D., et al., Validity of real-time ultrasound imaging to measure anterior hip muscle size: a comparison with magnetic resonance imaging. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2010. **40**(9): p. 577-81.
66. Folli, A., et al., Enhancing Trigger Point Dry Needling Safety by Ultrasound Skin-to-Rib Measurement: An inter-Rater Reliability Study. *J Clin Med*, 2020. **9**(6).

67. Wu, W.T., et al., Ultrasound imaging and guidance in the management of myofascial pain syndrome: a narrative review. *J Yeungnam Med Sci*, 2024. **41**(3): p. 179-187.
68. Chen, H.N., et al., Using Ultrasonography Measurements to Determine the Depth of the GB 21 Acupoint to Prevent Pneumothorax. *J Acupunct Meridian Stud*, 2018. **11**(6): p. 355-360.
69. Chou, P.C., et al., Retrospective study using MRI to measure depths of acupuncture points in neck and shoulder region. *BMJ Open*, 2015. **5**(7): p. e007819.
70. Chu, H., et al., Change of Safe Needling Depth at Acupoint GB21 according to Posture and Breathing. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2018. **2018**: p. 2308102.
71. Cushman, D., et al., Ultrasound Verification Of Safe Needle Examination Of The Rhomboid Major Muscle. *Muscle Nerve*, 2018. **57**(1): p. 61-64.
72. Yang, C.S., et al., Sonographic measurements of the thickness of the soft tissues of the interscapular region in a population of normal young adults. *J Clin Ultrasound*, 2011. **39**(2): p. 78-82.
73. Groenemeyer, D.H., et al., Localization of acupuncture points BL25 and BL26 using computed tomography. *J Altern Complement Med*, 2009. **15**(12): p. 1285-91.
74. Valera-Calero, J.A., et al., Prediction model of rhomboid major and pleura depth based on anthropometric features to decrease the risk of pneumothorax during dry needling. *Int J Clin Pract*, 2021. **75**(7): p. e14176.
75. Seol, S.J., et al., Appropriate Depth of Needle Insertion During Rhomboid Major Trigger Point Block. *Ann Rehabil Med*, 2014. **38**(1): p. 72-76.
76. Yang, C.S.H., et al., Sonographic measurements of the thickness of the soft tissues of the interscapular region in a population of normal young adults. *Journal of Clinical Ultrasound*, 2011. **39**(2): p. 78-82.
77. Rehder, K., Postural changes in respiratory function. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl*, 1998. **113**: p. 13-6.
78. Mitchell, U.H., et al., Positional changes in distance to the pleura and in muscle thickness for dry needling. *Physiotherapy*, 2019. **105**(3): p. 362-369.
79. Wada, T., et al., Comparison of skin-to-bone distance in the interscapular region when measured in the prone position and in the seated position in a therapy massage chair. *J Phys Ther Sci*, 2025. **37**(2): p. 84-88.
80. Diab, K.M., et al., A method for morphometric study of the intercostal muscles by high-resolution ultrasound. *Eur Spine J*, 1998. **7**(3): p. 224-8.
81. Smereczyński, A., K. Kołaczyk, and E. Bernatowicz, Chest wall - underappreciated structure in sonography. Part I: Examination methodology and ultrasound anatomy. *J Ultrason*, 2017. **17**(70): p. 197-205.
82. Bazzocchi, A., et al., The role of ultrasonography in the evaluation of abdominal fat: analysis of technical and methodological issues. *Acad Radiol*, 2013. **20**(10): p. 1278-85.